

Calidad de huevo de cuatro líneas genéticas de gallinas en clima cálido*

Egg quality of four genetic lines of chickens in warm climate

Jorge Hernández-Bautista², Ma. Isabel Pérez-León^{§1}, Alicia González-Martínez¹, Yuri Villegas-Aparicio¹, Gerardo Rodríguez-Ortíz¹ y Víctor Manuel Meza-Villalvazo³

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 71230. Tel. 01(951) 517 07 88. ²Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Cd. Universitaria Cinco Señores. Oaxaca. C. P. 68120. Tel. (01951) 5110900. ³Universidad del Papaloapan. Circuito Central No.200, Col. Parque Industrial. CP. 68301. Tuxtepec, Oaxaca. Tel: (01287) 8759240. Ext. 220. Tel: (01951) 5170788. Ext. 112. [§]Autor para correspondencia: leonisa70@hotmail.com.

Resumen

Hoy en día para valorar la calidad del huevo se emplean diversos parámetros como la variación del peso, la variación en la cámara de aire y la calidad de albúmina, de yema y de cáscara. Todo ello, con la única finalidad de presentar un producto altamente confiable para los consumidores. El objetivo de estudio fue determinar la calidad del huevo de gallina, en cuatro líneas híbridas, criadas en dos sistemas de producción en clima cálido húmedo; para ello, se establecieron, durante 2011, dos estudios en la posta zootécnica de la Universidad del Papaloapan (17° 47' 00" latitud norte y 95° 56' 00" longitud oeste, a una altura de 57 msnm). En el estudio uno, 40 gallinas de 18 semanas de edad, 10 de cada línea genética (Tetra SL, Harco, Plymouth y INPEMA-Plymouth), fueron alojadas en jaulas individuales (80 cm²) en donde se les proporcionó alimento *ad libitum*. En el estudio dos, un grupo de 80 gallinas (50 Tetra SL y 30 Plymouth) de la misma edad, fueron criadas en pastoreo-complemento. En ambos estudios, la evaluación se realizó en las semanas de postura 14, 18, 22 y 26 y las variables medidas fueron peso, largo y diámetro del huevo; peso de la yema, de la albúmina y del cascarón; pH de yema y de albúmina; intensidad del color de la yema y Unidades Haugh. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo multifactorial donde los efectos fijos fueron la línea genética,

Abstract

Nowadays assessing egg quality are used various parameters like weight variation, variation in the air cell and albumen, yolk and shell quality; all these with the sole purpose of presenting a highly reliable product for consumers. The objective of study was to determine the quality of the chicken egg in four hybrid lines, grown in two production systems in humid warm climate; for this, were established in 2011, two studies in the relay from the Zootechnical University Papaloapan (17° 47' 00" north latitude and 95° 56' 00" west longitude, to a height of 57 masl). In study one, 40 hens of 18 weeks of age, 10 from each strain (Tetra SL, Harco, Plymouth and INPEMA-Plymouth), were housed in individual cages (80 cm²) the food provided was *ad libitum*. In study two, a group of 80 hens (50 Tetra SL and 30 Plymouth) of the same age, were raised under pastured poultry. In both studies, the evaluation was carried out in the 14, 18, 22 and 26 laying weeks and measured variables were weight, length and diameter of the egg; yolk, albumin and eggshell weight; yolk and albumin pH; yolk intensity color and Haugh unit. It was used a completely randomized design with a multifactorial array where fixed effects were the genetic line, laying week, time of storage and refrigeration. At lay week 26 were found the highest values ($p < 0.05$) in egg

* Recibido: diciembre de 2012
Aceptado: mayo de 2013

la semana de postura, el tiempo de almacenamiento y de refrigeración. En la semana 26 de postura se encontraron los valores más altos ($p < 0.05$) en peso de huevo, yema y diámetro, en los dos sistemas. El pH de la yema y albúmina fue mejor en huevos evaluados un día después de la puesta y bajo refrigeración, en ambos estudios. Los huevos obtenidos de gallinas en jaula presentaron cascarón más delgado y yema de color menos intenso, comparados con los producidos bajo un sistema de pastoreo-complemento.

Palabras clave: *Gallus gallus*, gallinas en pastoreo, producción de huevo.

Introducción

En México, la carne de pollo y el huevo constituyen la primera fuente de proteína animal de la población, debido a su bajo costo y a que su preparación es rápida y sencilla. El país ocupa el primero y el sexto lugar a nivel mundial en el consumo de huevo y carne de pollo (22 y 24.2 kg *per capita*, respectivamente; UNA, 2008). La gran demanda de productos saludables y la búsqueda de sistemas accesibles que brinden la oportunidad de desarrollar en el futuro la producción animal de una manera sostenible (FAO, 2003), hace necesaria la exploración de sistemas alternativos que permitan la producción a pequeña y mediana escala mediante el aprovechamiento responsable de los recursos naturales. Uno de los sistemas más utilizados es la producción de huevo en traspatio, en el cual, las gallinas permanecen en semicautiverio, libres de condiciones insalubres, sin iluminación artificial y son alimentadas de forma natural. Actualmente se produce 10.5% de la producción nacional bajo este sistema) mientras que menos de 1% está representado por la producción de huevo orgánico, ecológico o de pastoreo. A pesar de que en la mayoría de los estados del País existe producción avícola de autoconsumo en condiciones de traspatio o pastoreo, este sistema ha sido poco explotado por la avicultura comercial y representa una interesante oportunidad para pequeños productores (UNA, 2008).

La producción de huevo de traspatio presenta algunas ventajas con respecto a los sistemas tecnificados. Por ejemplo, los costos de producción son más bajos debido a que el productor puede utilizar materiales propios de la región para construir alojamientos, e incluso para alimentar a las aves, así también se obtiene un producto más natural porque se suministra menor alimento comercial y

weight, yolk and diameter in the two systems. The pH of the yolk and albumin was better in eggs evaluated a day after lay and under refrigeration, in both studies. The eggs obtained from hens in cage had egg shell thinner and less intense color in yolk, compared with those produced under pastured poultry system.

Key words: *Gallus gallus*, poultry grazings, egg production.

Introduction

In Mexico, poultry meat and the egg are the primary source of animal protein for the population, because of its low cost and its preparation is quick and easy. The country occupies the first and sixth place worldwide in the consumption of eggs and poultry meat (22 and 24.2 kg *per capita*, respectively, UNA, 2008). The high demand for healthy products and search for available systems that provide the opportunity to develop in the future animal production on a sustainable basis (FAO, 2003), requires the exploration of alternative systems allowing production to small and medium scale through the responsible use of natural resources. One of the most used systems is the backyard egg production, in which hens remain in semi-captivity, free of unsanitary conditions without artificial illumination and are fed naturally. Currently produces 10.5% of the national production under this system; while less than 1% is represented by organic egg production, ecological or grazing. Although in most states of the country there is consumption of poultry production in backyard or grazing conditions; this system has been little exploited for commercial poultry and represents an interesting opportunity for small producers (UNA, 2008).

Egg production in backyard has some advantages over technified systems. For example, production costs are lower because the producer may use materials from the region to build henhouse, and even feed the hens, so also obtains a more natural product because less commercial food and chemical compounds are supplied, such as antibiotics and dyes; consequently the egg has a better appearance as a result from the consumption of a varied and rich diet in natural pigments from the hens (Castellu *et al.*, 1989). In addition, there are fewer broken eggs losses during transfer, than in technologically advanced companies. Whereas egg quality is measured internally, externally and microbiological (Arias *et al.*, 1998), it can be

compuestos químicos como los antibióticos y los colorantes; por consecuencia el huevo presenta una mejor apariencia como producto del consumo de una dieta variada y rica en pigmentos naturales por parte de las gallinas (Castellu *et al.*, 1989). Además, existen menos pérdidas por huevos rotos durante el traslado, que en las empresas tecnificadas. Considerando que la calidad del huevo se mide de manera interna, externa y microbiológica (Arias *et al.*, 1998), se puede decir que los huevos producidos en traspatio pueden llegar a tener la misma calidad que los huevos producidos en jaula o corrales. El objetivo de estudio fue determinar la calidad del huevo de gallina, en cuatro líneas híbridas, criadas en dos sistemas de producción en clima cálido húmedo.

Materiales y métodos

Área y población de estudio

El presente estudio se desarrolló en la posta zootécnica de la Universidad del Papaloapan, en Loma Bonita, Oaxaca. La institución se localiza en las coordenadas 17° 47' 00" latitud norte y 95° 56' 00" longitud oeste, a una altitud de 57 m. El clima predominante es cálido húmedo con lluvias en verano, los promedios anuales de precipitación pluvial varían de 1 500 a 3 000 mm (INEGI, 2008). En las instalaciones de la posta se generó el medio adecuado para el establecimiento de dos sistemas de producción, el análisis de calidad se realizó en el laboratorio químico-biológico de la misma Universidad.

Un grupo de 120 pollitas (INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco y Tetra sl) fue alimentado durante las primeras cuatro semanas de vida con alimento de iniciación con 21% de proteína cruda y 3 Mcal/kg de energía metabolizable, el cual fue ofrecido *ad libitum*. Al inicio de este periodo las aves fueron manejadas a una temperatura ambiente de 30°C, esta disminuyó gradualmente hasta alcanzar 24 °C a los 15 días de vida. De la 5ª a la 17ª semana de edad se manejó bajo un sistema de pastoreo-complemento; 60% del consumo total fue cubierto a través del ofrecimiento de alimento comercial (18% de proteína cruda y 2.9 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable), otro 40% del consumo requerido fue cubierto a través del pastoreo de gramíneas y leguminosas nativas propias del clima cálido húmedo, tales como *Paspalum nonatum*, *Panicum maximum*, *Cynodon plectostacyus*, *Arachis pintoi*, *Macroptilium atropurpureum*, entre otras.

said that the eggs produced in backyard can have the same quality as the eggs produced in cages or pens. The objective of study was to determine the quality of the chicken egg in four hybrid lines, grown in two production systems in humid warm climate.

Materials and methods

Study Area and Population

This study was conducted in the relay from the Zootechnical Papaloapan University in Loma Bonita, Oaxaca. The University is located at coordinates 17 ° 47' 00" N and 95° 56' 00" W, at an altitude of 57 masl. The climate is warm and humid with summer rains, the average annual rainfall ranges from 1 500 to 3 000 mm (INEGI, 2008). In the relay facilities was generated the appropriate means for establishing two production systems, quality analysis was performed on the chemical-biological laboratory of the University.

A group of 120 chicks (INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco and Tetra sl) were fed during the first four weeks of life with starter feed with 21% crude protein and 3 Mcal / kg metabolizable energy, which was offered *ad libitum*. At the start of this period the hens were managed at ambient temperatures of 30 °C, this decreased gradually to 24 °C at 15 days of life. From the 5th to the 17th week of age were managed under a grazing system; 60% of total consumption was covered by offering commercial feed (18% crude protein and 2.9 Mcal kg⁻¹ metabolizable energy) another 40% of the required consumption was covered by grazing grasses and legumes native from the warm humid climate, such as *Paspalum Nonatum*, *Panicum maximum*, *Cynodon plectostacyus*, *Arachis pintoi*, *Macroptilium atropurpureum*, among others.

At 18 weeks of age, 40 hens (study one), ten from each strain (INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco and Tetra sl), were randomly selected and housed in individual cages (dimensions: 40 x 40 x 40 cm, constructed with wood and hexagonal mesh and equipped with individually feeders and water dispenser) placed a meter above the floor level and sheltered in a gallery of 128 m² with galvanized tin roof.

Another group of 80 hens (study two), 50 Tetras sl and 30 Plymouth, were established in pastured poultry system; for it, was built a house of 16 m² with materials of the region,

A las 18 semanas de edad 40 gallinas (estudio uno), diez de cada línea genética (INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco y Tetra sl), fueron seleccionadas al azar y alojadas en jaulas individuales (dimensiones: 40 x 40 x 40 cm, construidas con madera y malla hexagonal y acondicionadas con comedero y bebedero individual) colocadas a un metro de altura sobre el nivel del piso y resguardadas en una galera de 128 m² de superficie con techo de lámina galvanizada.

Otro grupo de 80 gallinas (estudio dos), 50 de la línea Tetra sl y 30 de la línea Plymouth, fueron establecidas en un sistema de pastoreo-complemento; para ello se construyó una caseta de 16 m² con materiales de la región, la cual sirvió para ubicar los nidales y alojar a las aves. Además se proporcionó un área (2 500 m² de superficie) para pastoreo cubiertas por gramíneas nativas en donde predominó el zacate "frente de toro" (*Paspalum notatum*).

Las gallinas del estudio uno se alimentaron, *ad libitum*, con alimento comercial (16% de proteína cruda y 3 Mcal kg⁻¹ de energía metabolizable). En el estudio dos, las gallinas permanecieron bajo el mismo sistema de pastoreo-complemento, 70% de sus requerimientos nutricionales fueron cubiertos con un alimento balanceado (16% de PC y 3 Mcal de EM kg⁻¹) y el resto fue obtenido a través de colecta de fauna y plantas silvestres en el área de pastoreo, en esta área permanecieron por un tiempo de 12 h al día.

Diseño experimental y análisis de la información

En ambos experimentos, la recolección de huevos se efectuó diariamente por la mañana y por la tarde e inmediatamente se almacenaron a temperatura ambiente (26 °C) y en refrigeración (8 °C) La evaluación de calidad se realizó a las 24 h, al séptimo y al catorceavo día de almacenamiento, en las semanas de postura 14, 18, 22 y 26. Las variables medidas fueron, peso y grosor del cascarón, peso y color de la yema, peso de clara, diámetro y longitud del huevo y por último el pH de clara y yema.

El pesaje del huevo y sus componentes (clara, yema y cascarón) se registraron en kilogramos; en la tarea se utilizó una balanza marca Navigator^{MR} modelo NOB110. La medición de diámetro y la longitud del huevo se evaluaron con un vernier, las lecturas se registraron en milímetros. La coloración de la yema se midió cualitativamente con un ovocolor BASFMR (Figura 1), el abanico cuenta con diferentes intensidades de color amarillo. El grosor del cascarón se midió con un micrómetro Mitutuyo^{MR}, modelo

which served to locate the nests and house the hens. It also provided an area (2 500 m²) for pasture covered with native grass where "bahiagrass" (locally know as bull front) prevailed (*Paspalum notatum*).

Hen's from study one, were fed *ad libitum* with commercial feed (16% crude protein and 3 Mcal /kg-1 metabolizable energy). In study two, hens remained under the pastured poultry system, 70% of their nutritional requirements were covered with a balanced feed (16% PP and 3 Mcal ME kg-1) and the rest was obtained through collection of wildlife and plants in the grazing area, in this area remained for a time of 12 hours a day.

Experimental design and data analysis

In both experiments, egg collection was made daily in the morning and evening and immediately stored at room temperature (26 °C) and under refrigeration (8 °C). Quality assessment was performed at 24 h, on the seventh and fourteenth day of storage, in laying weeks 14, 18, 22 and 26. The variables measured were weight and shell thickness, weight and yolk color, albumin weight, diameter and length of the egg and finally albumin and yolk pH.

The weighing of the egg and its components (albumen, yolk and shell) were recorded in kilograms; for the measurement, was used a scale Navigator^{MR} brand NOB110 model. To measure diameter and length of the egg was used a vernier scale, readings were recorded in millimeters. The coloration of the yolk was measured qualitatively with a yolk color fan BASF^{MR} (Figure 1). Shell thickness was measured with a micrometer Mitutuyo^{MR}, 0011023DI model and measurement was recorded in millimeters. The pH of the yolk and albumin was measured with a potentiometer Hanna^{MR}, HI98108 model. The freshness of the egg was evaluated in Haugh units, which relates the height of the albumin with egg weight, being fresher as the value of Haugh units approaches to one hundred (Arias *et al.*, 1998), values below to 69.99 Haugh units were grouped as consumer resistance to the product, in order to be more practical; in the determination is used a vernier Mitutuyo^{MR}, 001530312KIT model, based for measuring depths.

In study one was used a completely randomized design with factorial array in which the main effects were, the genetic line (with four levels: INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco and Tetra sl), laying week (four levels: 14, 18, 22 and 26), storage time (three levels: day 1, day 7 and day 14) and storage type (two levels: cooling and temperature).

0011023DI y la medición se registró en milímetros. El pH de la yema y clara fue medido con un potenciómetro Hanna^{MR}, modelo HI98108. La frescura del huevo se evaluó en unidades Haugh, la cual relaciona la altura de la clara con el peso del huevo, siendo más fresco conforme el valor de las unidades Haugh se aproxime a cien (Arias *et al.*, 1998), los valores inferiores a 69.99 Unidades Haugh fueron agrupados como resistencia del consumidor hacia el producto, con el objeto de ser más práctico; en la determinación se utilizó un vernier Mítutuyo^{MR}, modelo 001530312KIT, con base para medir profundidades.

En el estudio uno se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial en donde los efectos principales fueron, la línea genética (con cuatro niveles: INPEMA-Plymouth, Plymouth, Harco y Tetra sl), la semana de postura (cuatro niveles: 14, 18, 22 y 26), el tiempo de almacenamiento (tres niveles: día 1, día 7 y día 14) y el tipo de almacenamiento (dos niveles: refrigeración y temperatura ambiente).

Para el estudio dos se estableció un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial en donde los efectos principales fueron, la línea genética (con dos niveles: Plymouth, Tetra sl), la semana de postura (cuatro niveles: 14, 18, 22 y 26), el tiempo de almacenamiento (tres niveles: día 1, día 7 y día 14) y el tipo de almacenamiento (dos niveles: refrigeración y temperatura ambiente).

En ambos estudios, la información obtenida se organizó en una base de datos del programa Microsoft Excel (2007). Posteriormente, se analizó a través de un ANOVA, en donde se tomaron en consideración los cuatro efectos principales y las interacciones de interés biológico. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (SAS, 1999).

Resultados y discusión

En el estudio uno se observó que el peso y diámetro en el huevo se incrementó en la medida que el periodo de postura avanzó ($p < 0.05$), de acuerdo con Castellú *et al.* (1989) este incremento se puede atribuir al aumento de edad en las gallinas. El largo del huevo no mostró diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las semanas de postura y respecto a los componentes del huevo se observó un incremento lineal de las variables, peso de yema, peso de albúmina y peso de



Figura 1. Abanico Roche utilizado en la medición de la intensidad de color amarillo de la yema de huevos producidos en dos sistemas de producción.

Figure 1. Roche fan used in measuring the intensity of yellow color of the yolk of eggs produced in two production systems.

For study two was established a completely randomized design in a factorial array in which the main effects were, the genetic line (with two levels: Plymouth, Tetra sl), laying week (four levels: 14, 18, 22 and 26), storage time (three levels: day 1, day 7 and day 14) and storage type (two levels: cooling and temperature).

In both studies, the information obtained was organized in a database on the program Microsoft Excel (2007). Subsequently analyzed by ANOVA, where taking into account the four main effects and interactions of biological interest. In the comparison of means was used the Tukey test (SAS, 1999).

Results and discussion

In study one was found that the weight and diameter of the egg increased as the time of laying advanced ($p < 0.05$), according to Castellú *et al.* (1989) this increase can be attributed to age in hens. The length of the egg showed no statistical difference ($p > 0.05$) between laying weeks and regarding egg components was observed a linear increase of the variables, yolk weight, albumen weight and shell weight. The average value of pH, in the 26th laying week were obtained the lowest averages (5.79 and 8.51 for yolk and albumen, respectively); the pH of albumin is similar to those reported by Arias *et al.* (1998), the pH of the egg yolk is greater than those found by Redondo (2005), who found pH averages between 5.2 and 5.4.

casarón. El valor promedio del pH, en la semana 26 de postura se obtuvieron los menores promedios (5.79 y 8.51 para yema y albúmina, respectivamente); el valor del pH de la albúmina es similar a los mencionados por Arias *et al.* (1998), el valor del pH de la yema es mayor a los encontrados por Redondo (2005), quien encontró promedios de pH entre 5.2 y 5.4.

En general en los cuatro periodos de postura hubo una mayor proporción de yemas de color amarillo claro, sin embargo sólo se observó diferencia ($p < 0.05$) en la semana 18, con una mayor proporción (68.33%) de yemas de huevos con color amarillo (Núm. 7 escala Roche). Esto se puede atribuir a un mayor consumo de alimento por parte de las aves. La tendencia a presentar un número (color) bajo coincide con lo mencionado por Barrantes *et al.* (2006), quienes afirman que los huevos comerciales presentan menor color en comparación a los huevos obtenidos en un sistema de pastoreo.

Respecto al tiempo de almacenamiento las variables peso, largo y diámetro del huevo, al igual que el peso de la yema y cascarón tuvieron un comportamiento similar en los tres tiempos de almacenamiento $p > 0.05$ (Cuadro 1), no así la albúmina, que presentó el mayor peso en el tiempo de almacenamiento de un día ($p < 0.05$), lo que indica que existe una pérdida de agua por este componente en periodos prolongados de almacenamiento (Arias *et al.*, 1998). El pH de yema y albúmina presentaron un incremento en tiempos prolongados de almacenamiento, observándose niveles normales de pH a un día, estos parámetros concuerdan (pH= 8.5 después de 1 día) con los mencionados por Arias *et al.* (1998). El almacenamiento no afectó el color de la yema, sin embargo se observó que existe mayor proporción de casos de color amarillo Núm. 7 escala Roche (91.67%), a un día después a la postura.

La calidad de los huevos evaluados en Unidades Haugh a 1 día posterior a la puesta es excelente, y disminuye conforme transcurren los días de almacenamiento. Esta pérdida de calidad se debe a la fluidez de la albúmina a mayor edad del huevo (Castellú *et al.*, 1989). Aumentando así el número de huevos de calidad aceptable y resistencia a los 7 y 14 días. El peso de la yema, el pH de yema y el pH de albúmina presentaron promedios menores cuando permanecieron en refrigeración $p < 0.05$ (Cuadro 2), al respecto Arias *et al.* (1998) indican que a temperaturas elevadas los niveles de pH se aceleran considerablemente.

El peso de la albúmina fue menor sin refrigeración, esto se atribuye a una mayor pérdida de agua durante el almacenamiento, en ese sentido, Selgas (2001) indica que

In general in the four periods of lay, there was a higher proportion of yolks of clear yellow, however it only was observed difference ($p < 0.05$) at week 18, with a higher proportion (68.33%) of egg yolks yellow (No. 7 Roche scale). This can be attributed to increased feed consumption by hens. The tendency to have a low number (color) coincides with those reported by Barrantes *et al.* (2006), who argue that commercial eggs have less color compared to eggs obtained in a pastured poultry system.

Regarding storage time the variables weight, length and diameter of the egg, as the weight of yolk and shell had a similar behavior in the three storage times $p > 0.05$ (Table 1), but not albumin, which presented the greatest weight in the storage time of one day ($p < 0.05$), indicating that there is a loss of water by this component in prolonged periods of storage (Arias *et al.*, 1998). The yolk and albumen pH showed an increase in prolonged storage times, showing normal pH levels to a day, these parameters are consistent (pH= 8.5 after 1 day) with those mentioned by Arias *et al.* (1998). The storage did not affect the color of the yolk, however it was noted that there is a greater proportion of cases of yellow Roche scale No. 7 (91.67%) a day after lay.

Cuadro 1. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, a tres tiempos de almacenamiento, producido en un sistema intensivo.

Table 1. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics at three storage times, produced in an intensive system.

Variables	Tiempo de almacenamiento		
	1 día	7 días	14 días
	Media \pm EE	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	55.20 \pm 0.95	55.60 \pm 0.59	55.60 \pm 0.59
Largo (mm)	6.02 \pm 0.95	6.18 \pm 0.59	6.18 \pm 0.59
Diámetro (mm)	4.23 \pm 0.028	4.24 \pm 0.01	4.24 \pm 0.01
Peso de la yema (g)	15.14 \pm 0.47	16.04 \pm 0.29	16.04 \pm 0.29
Peso de la albúmina (g)	34.62 \pm 0.56 ^b	33.07 \pm 0.35 ^a	33.07 \pm 0.35 ^a
Peso del cascarón (g)	5.89 \pm 0.52	6.60 \pm 0.32	6.60 \pm 0.32
pH yema	5.85 \pm 0.02 ^b	5.93 \pm 0.01 ^a	5.93 \pm 0.01 ^a
pH albúmina	8.20 \pm 0.05 ^b	8.85 \pm 0.036 ^a	8.85 \pm 0.036 ^a

^{a,b} Letras distintas en hilera indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

existe alteración de la estructura en consistencia y viscosidad por la pérdida de agua. No se observó diferencia entre el color de las yemas, aunque se puede observar numéricamente que los huevos con refrigeración presentan una mayor proporción en el color amarillo (Núm. 8 escala Roche) comparado con los huevos sin refrigeración, en relación a las Unidades Haugh 90% de los huevos refrigerados presentaron una calidad excelente, el tratamiento de refrigeración ayudó para que no existieran huevos de calidad resistencia. El 5% de los huevos que no se refrigeraron cayeron en la categoría de resistencia y sólo 28% se clasificaron como de excelente calidad, según North (1982) esto se debe a la velocidad de envejecimiento por la temperatura y composición de los gases que los rodean.

Las variables que presentaron diferencia estadística ($p < 0.05$) entre líneas genéticas fueron diámetro y peso del huevo, siendo mayor el peso obtenido por las líneas Tetra sl y Harco (Cuadro 3). La última línea en mención mostró el mayor peso de la yema, de acuerdo con Castellú *et al.* (1989), la composición del huevo puede ser afectada por edad, alimentación, raza y temperatura. Para las variables largo del huevo, peso de albúmina, peso de cascarrón, pH de yema y pH de albúmina no se observa diferencia estadística ($p > 0.05$) entre las líneas Plymouth, INPEMA-Plymouth, Tetra sl y Harco. La coloración de la yema de los huevos fue afectada por la línea genética ($p < 0.05$), siendo la línea Harco la que presentó mayor incidencia de yemas con color amarillo (Núm. 7 escala Roche), con lo que se satisface la preferencia del color de la yema amarilla (52%) por parte de los consumidores (www.institutodelhuevo.org.mx); sin embargo, la línea INPEMA-Plymouth presenta una mayor proporción (17.65%) de color amarillo (Núm. 8 escala Roche).

Cuadro 3. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, de cuatro líneas genéticas, producido en un sistema intensivo.

Table 3. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics, of four genetic lines, produced in an intensive system.

Variables	Línea genética			
	Plymouth	INPEMA-Plymouth	Tetra-sl	Harco
	Media \pm EE	Media \pm EE	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	54.87 \pm 0.82 ^a	54.34 \pm 0.82 ^a	56.74 \pm 0.82 ^b	56.15 \pm 0.82 ^b
Largo (mm)	6.60 \pm 0.82	5.58 \pm 0.82	6.48 \pm 0.82	6.40 \pm 0.82
Diámetro (mm)	4.18 \pm 0.024 ^a	4.23 \pm 0.024 ^{ab}	4.27 \pm 0.024 ^b	4.27 \pm 0.024 ^b
Peso de la yema (g)	15.30 \pm 0.41 ^a	15.60 \pm 0.41 ^a	15.75 \pm 0.41 ^a	16.56 \pm 0.41 ^b
Peso de la albúmina(g)	33.14 \pm 0.48	33.17 \pm 0.48	34.29 \pm 0.48	33.63 \pm 0.48
Peso del cascarrón (g)	6.95 \pm 0.45	5.90 \pm 0.45	6.37 \pm 0.45	6.12 \pm 0.45
pH yema	5.88 \pm 0.01	5.92 \pm 0.01	5.89 \pm 0.01	5.92 \pm 0.01
pH albúmina	8.61 \pm 0.04	8.61 \pm 0.04	8.62 \pm 0.04	8.61 \pm 0.04

^{a,b} Letras distintas en hileras indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La quality of eggs evaluated in Haugh Units to one day after lay is excellent, and decreases as days of storage elapse. This loss of quality is due to the fluidity of albumin the older the egg (Castellú *et al.*, 1989); thereby increasing the number of eggs of acceptable quality and resistance at 7 and 14 days. The yolk weight, pH of yolk and pH of albumin showed lower averages when remained in cooling $p < 0.05$ (Table 2), regarding Arias *et al.* (1998) indicate that at elevated temperatures pH levels are accelerated considerably.

Cuadro 2. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, a diferente tipo de almacenamiento, producido en un sistema intensivo.

Table 2. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics, to different storage type, produced in an intensive system.

Variables	Con refrigeración	Sin refrigeración
	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	55.83 \pm 0.73	55.22 \pm 0.52
Largo(mm)	5.68 \pm 0.73	6.85 \pm 0.51
Diámetro(mm)	4.25 \pm 0.02	4.22 \pm 0.01
Peso de la yema (g)	15.31 \pm 0.36 ^a	16.29 \pm 0.26 ^b
Peso de la albúmina (g)	34.31 \pm 0.43 ^a	32.81 \pm 0.30 ^b
Peso del cascarrón (g)	6.07 \pm 0.40	6.60 \pm 0.28
pH yema	5.85 \pm 0.01 ^a	5.95 \pm 0.01 ^b
pH albúmina	8.36 \pm 0.04 ^a	8.87 \pm 0.03 ^b

^{a,b} Letras distintas en hileras indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

The weight of the albumin was lower without cooling, this is attributed to a greater loss of water during storage, in that sense, Selgas (2001) indicates that there is alteration of the

La línea Harco presenta mayor grosor del cascarón seguida de Tetra sl, Plymouth e INPEMA-Plymouth, esta diferencia se puede atribuir al consumo de una mayor cantidad de alimento, que trae como consecuencia el incremento en la cantidad de calcio y por consecuencia se presenta diferencia en el grosor del cascarón de cada una de las líneas. Siendo la línea Harco quien presentó el mayor peso y diámetro de huevo, se podría esperar que su cascarón fuera el más delgado; sin embargo, no fue así. Este comportamiento se puede atribuir a que las gallinas evaluadas eran todavía jóvenes y sus depósitos de Ca eran excelentes, quizá si se hubiera evaluado el grosor del cascarón en un periodo de postura avanzado, los resultados hubieran sido diferentes. El grosor del cascarón fue mayor a partir de la semana 18 en los tiempos de almacenamiento sin afectar de forma significativa.

En el estudio dos (sistema de producción en pastoreo-complemento), las variables diámetro y peso del huevo se incrementaron en la semana 26 de postura.

Por el contrario el diámetro, peso de albúmina y el peso del cascarón no presentaron diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los cuatro periodos de postura; el peso del huevo y peso de la yema mostraron una tendencia lineal a la alza, en la medida que el periodo de postura avanzó ($p < 0.05$). A diferencia del estudio uno, la variable diámetro del huevo no fue afectada estadísticamente ($p < 0.05$); no obstante, se presenta una tendencia numérica a incrementarse conforme la postura se prolongó, queda claro que este comportamiento influyó directamente en el peso total del huevo. El pH de la yema y de la clara variaron ($p < 0.05$) entre los periodos de postura; sin embargo, no presentaron una tendencia lógica, posiblemente el calor extremo en las semanas 18 y 22 tuvieron que ver con dicho comportamiento, ya que los valores se encontraron muy cercanos (8.5 y 6.2) a los promedios indicados por Arias *et al.* (1998) y Redondo (2005) después de las 24 h.

La coloración de las yemas no presenta diferencia en las semanas de postura; a pesar de ello, existió mayor porcentaje del color (amarillo) Núm. 11 escala Roche en la semana 26 de postura. En lo que se refiere a la variación de la calidad (unidades Haugh) del huevo por efecto del periodo de postura, se encontró cierta tendencia a incrementar la proporción de huevos con calidad excelente en la medida que el periodo de postura avanzó, estos datos difieren a lo mencionado por Villa (2001), que indica una disminución (de 90 a 76 unidades Haugh) en la altura de albúmina al incremento de edad de las aves. Por otra parte, Posadas

structure in consistency and viscosity by the loss of water. There was no difference between the color of the yolks, although it can be observed numerically that cooling eggs have an higher proportion of yellow (No. 8 Roche scale) compared to eggs without refrigeration, related to Haugh Units, 90% of cooling eggs showed excellent quality, cooling treatment helped to the absence of resistance quality eggs. 5% of the eggs that were not refrigerated fell into the category of resistance and only 28% were rated as excellent quality, according to North (1982) this is due to the rate of aging by temperature and gas composition that surround them.

The variables that showed statistical difference ($p < 0.05$) between genetic lines were diameter and egg weight, being greater the weight obtained by Tetra SL and Harco (Table 3). The last line mentioned had the highest yolk weight, according to Castelli *et al.* (1989), egg composition may be affected by age, diet, race and temperature. For variables egg length, albumen weight, shell weight, yolk and albumen pH, is observed no statistical difference ($p > 0.05$) between Plymouth, INPEMA-Plymouth, Tetra SL and Harco lines. The color of the yolk of eggs was affected by genetic line ($p < 0.05$), being Harco line which showed higher incidence with yellow yolks (Roche scale No. 7), which satisfies the preference of yellow yolk (52%) by the consumer (www.institutodelhuevo.org.mx); however INPEMA-Plymouth line has a greater proportion (17.65%) yellow (No. 8 Roche scale).

Harco line showed a greater thickness of the shell followed by Tetra sl, Plymouth and INPEMA-Plymouth, this difference can be attributed to the consumption of a larger amount of food that results in an increase in the amount of calcium and therefore is a difference in shell thickness of each of the lines. Being Harco line that had the highest egg weight and diameter, one would expect that the shell was the thinnest, but it was not. This behavior can be attributed that the hens evaluated were still young and Ca deposits were excellent, maybe if assessed eggshell thickness in advanced laying period, the results would have been different. The shell thickness increased from week 18 in storage times without affecting it significantly.

In study two (pastured poultry system), the variables diameter egg weight increased at laying week 26.

On the contrary diameter, weight of albumin and shell weight showed no statistical difference ($p > 0.05$) between the four periods of lay; the egg and yolk weight showed

et al. (2005) refieren que los datos obtenidos en aves en semilibertad presentan calidad excelente (95.34) en unidades Haugh en comparación con los huevos de aves en el sistema convencional (88.48).

El peso de yema y pH de la albúmina se incrementaron ($p < 0.05$) en periodos de almacenamiento de 7 y 14 días y el peso de la albúmina fue mayor en la evaluación de un día de almacenamiento (Cuadro 4). Numéricamente existe una tendencia a incrementarse la proporción de huevos con yema de color categoría 10, según la Escala de Roche. Lo anterior se puede atribuir al prolongado tiempo de almacenamiento, en donde el agua de la albúmina invade la yema y cambia su apariencia (Castellú *et al.*, 1989). Respecto a las unidades Haugh, el tiempo de almacenamiento influyó en la proporción de huevos con categorías excelente y bueno y fue disminuyendo en la medida que el periodo de almacenamiento fue mayor. Así que en un tiempo de almacenamiento de 14 días, el 8% fueron huevos de resistencia, en cambio a las 24 horas ningún huevo ingreso dentro de los parámetros de resistencia, esta tendencia puede deberse a que los huevos de pastoreo presentan mayor Unidades Haugh (77.57) que los convencionales, mencionado por Muñoz y Vellojín (2002).

a linear trend on the rise, as the laying period progressed ($p < .05$). Unlike study one, the variable egg diameter was not affected significantly ($p < 0.05$); however, there was a numerical trend to increase as lay was extended, it is clear that this behavior had a direct influence on the total weight of the egg. The pH of the yolk and the albumin varied ($p < 0.05$) between laying periods; however, did not show a logical tendency, maybe due to extreme heat at weeks 18 and 22; maybe the high temperatures were related to this behavior, since the values were very close (8.5 and 6.2) to those averages reported by Arias *et al.* (1998) and Redondo (2005) after 24 h.

The coloring of the yolks showed no difference in laying weeks, despite this, there is a greater percentage of the color (yellow) No. 11 Roche scale at laying week 26. In regard to variation in quality (Haugh units) of egg by effect of laying period, was found a tendency to increase the proportion of eggs with excellent quality insofar as the period of lay progress; this data differs to that mentioned by Villa (2001), which indicates a decrease (from 90 to 76 Haugh units) in albumen height increasing age of the birds. Moreover, Posadas *et al.* (2005) report that the data obtained in semi-free hens, have excellent quality (95.34) in Haugh units compared with eggs of hens in the conventional system (88.48).

Cuadro 4. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, a tres tiempos de almacenamiento, producido en un sistema de pastoreo-suplemento.

Table 4. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics, at three storage times, produced by pastured poultry system.

Variables	Tiempo de almacenamiento		
	1 día	7 días	14 días
	Media \pm EE	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	56.18 \pm 0.95	57.61 \pm 0.61	56.62 \pm 0.75
Diámetro (g)	4.31 \pm 0.04	4.30 \pm 0.03	4.31 \pm 0.03
Peso de la yema (g)	13.99 \pm 0.29 ^b	15.99 \pm 0.19 ^a	15.92 \pm 0.23 ^a
Peso de la albúmina (g)	35.79 \pm 0.78 ^{ab}	34.91 \pm 0.50 ^a	33.76 \pm 0.61 ^a
Peso del cascarón (g)	5.98 \pm 0.88	6.27 \pm 0.56	7.53 \pm 0.69
pH yema (g)	5.98 \pm 0.03	5.94 \pm 0.02	5.94 \pm 0.025
pH albúmina	8.04 \pm 0.07 ^b	8.85 \pm 0.04 ^a	8.87 \pm 0.05 ^a

^{a, b} Letras distintas en hileras indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Bajo las dos condiciones de almacenamiento no se observaron diferencias ($p > 0.05$) para las variables peso del huevo, diámetro del huevo, peso del cascarón y pH de yema, lo que indica que la refrigeración no influye sobre estas variables (Cuadro 5). En el pH y peso de la albúmina se observó diferencia ($p < 0.05$), mostrando un mayor peso de albúmina y menor pH en los huevos almacenados con refrigeración, esto se debe a una menor pérdida de agua comparados con los huevos que se mantuvieron sin

The weight of yolk and albumen pH increased ($p < 0.05$) in storage periods of 7 and 14 days and the weight of the albumin was greater in the evaluation of one day storage (Table 4). Numerically there is a tendency to increase the proportion of eggs with yolk color category 10 according to Roche Scale. This can be attributed to the prolonged storage time, wherein the water of the albumin invades the yolk and changes appearance (Castellú *et al.*, 1989). Regarding Haugh units the storage time influence the

refrigeración. En los huevos almacenados sin refrigeración se observó mayor porcentaje (67.05%) de yemas de color amarillo (Núm. 10, escala Roche).

Cuadro 5. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, bajo diferente tipo de almacenamiento, producido en un sistema de pastoreo-complemento.

Table 5. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics under different storage type, produced by pastured poultry system.

Variables	Con refrigeración	Sin refrigeración
	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	56.88 \pm 0.79	56.73 \pm 0.54
Diámetro (mm)	4.31 \pm 0.39	4.31 \pm 0.02
Peso de la yema (g)	14.52 \pm 0.03 ^a	16.08 \pm 0.16 ^b
Peso de la albúmina (g)	35.93 \pm 0.64 ^a	33.71 \pm 0.44 ^b
Peso del cascarón (g)	6.26 \pm 0.73	6.93 \pm 0.49
pH yema	5.92 \pm 0.02	5.99 \pm 0.01
pH albúmina	8.28 \pm 0.05 ^a	8.88 \pm 0.03 ^b

^{a,b} Letras distintas en hileras indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Se observó una mayor proporción ($p < 0.05$) de huevos con categoría excelente al ser refrigerados, en contraste, los huevos almacenados sin refrigeración presentan mayor número en la categoría de resistencia. Lo anterior coincide con lo descrito por Selgas (2001), quien afirma que el deterioro de la calidad del huevo está relacionado con el aumento de la temperatura. En condiciones de refrigeración la categoría excelente se mantiene hasta en 90%, esto indica que un almacenamiento a temperatura baja mantiene la calidad de la albúmina.

Las variables peso del huevo, diámetro, peso del cascarón, pH de yema y pH de albúmina fueron similares ($p > 0.05$) entre líneas genéticas Plymouth y Tetra sl (Cuadro 6). La línea Tetra sl mostró los mayores promedios para las variables peso de la yema y peso de albúmina, este comportamiento ayudó para que el peso total del huevo de la línea Tetra sl fuera mayor por lo menos numéricamente. Posadas *et al.* (2005) en un estudio similar mencionan que existe mayor tamaño de yema en aves con acceso a pasto. La mayoría de los huevos evaluados (90.77%) de la línea Plymouth presentó yemas de color amarillo (Núm. 10 escala Roche), 32.54% menos que la línea Tetra sl, la cual presentó una mayor proporción de yemas color amarillo Núm. 11 escala Roche; (Cuadro 6), esto se atribuye a un mayor consumo de carotenoides por parte de la gallina.

proportion of eggs with excellent and good categories and were decreasing as the storage period increased. So in a storage time of 14 days, 8% were resistance eggs, however at 24 hours no egg entry within the parameters of resistance, this trend may be because the grazing eggs have higher Haugh Units (77.57) than conventional, mentioned by Muñoz and Vellojin (2002).

Under both storage conditions no differences ($p > 0.05$) were observed for variables egg weight, egg diameter, shell weight and yolk pH, indicating that cooling does not influence these variables (Table 5). In pH and albumen weight difference was observed ($p < 0.05$), showing a greater weight of albumin and lower pH in eggs stored under cooling, this is due to reduced water loss compared with eggs maintained without cooling. In eggs stored without refrigeration showed higher percentage (67.05%) of yellow yolks (No. 10, Roche scale).

It was observed a higher proportion ($p < 0.05$) of eggs with excellent category by being refrigerated, in contrast, eggs stored without refrigeration showed the highest number in the category of resistance. This agrees with findings from Selgas (2001), who says that the deterioration of egg quality is related to the temperature rise. Under refrigeration excellent category remains up to 90%, indicating that storage at low temperature keeps the quality of albumin.

Variables for egg weight, diameter, shell weight, yolk and albumen pH were similar ($p > 0.05$) between Plymouth and Tetra sl (Table 6). Tetra sl line showed the highest averages for variables yolk and albumen weight, this behavior helped the total egg weight of line Tetra sl to be greater, at least numerically. Posadas *et al.* (2005) in a similar study mentioned that there is larger yolk in hens with access to pasture. Most of the eggs tested (90.77%) of the Plymouth line showed yellow yolks (No. 10 Roche scale), 32.54% less than Tetra sl line, which had a higher proportion of yellow yolks No. 11 Roche scale, (Table 6), this is attributed to an increased consumption of carotenoids by the hen.

This assertion is shared by Arroyo (S / A). The shell thickness in hens fed under grazing conditions is different in each strain; the Tetra sl line had higher thickness (0.493 mm). One might think that being the Tetra sl line, the highest in total weight of egg, the shell thickness should be thinner, as indicated by Miles *et al.* (2007); however, the results were different, possibly lower laying rate of hens on pasture favors the increase of the shell thickness.

Esta aseveración la comparte Arroyo (S/A). El grosor del cascarón observado en gallinas alimentadas en condiciones de pastoreo es diferente en cada línea genética, la línea Tetra sl presentó el mayor grosor (0.493 mm). Se pudiera pensar que siendo la línea Tetra sl, la que mayor peso total de huevo presentó, el grosor de cascarón debería ser más delgado, como lo indica Miles *et al.* (2007); sin embargo, los resultados fueron diferentes, posiblemente la menor tasa de postura de las gallinas en pastoreo favorece el aumento del grosor de cascarón. Se observó un incremento en el grosor del cascarón a mayor semana de postura, de acuerdo con Barrantes *et al.* (2006) los huevos de gallinas bajo pastoreo presentan valores más altos, en las semanas 18, 22 y 26 se observa diferencia en cada una semana de postura con un tiempo de almacenamiento de un día.

Conclusiones

Las características observadas en los huevos, de ambos sistemas, manifestaron un comportamiento similar en las semanas de postura; el tiempo de almacenamiento influyó en el incremento del pH del huevo; sin embargo, este no fue afectado por la temperatura ambiente.

Los huevos de gallinas del sistema de pastoreo-complemento presentaron mejor grosor del cascarón e intensidad del color de la yema.

Los huevos de gallinas en pastoreo-complemento mostraron mejor grosor de cascarón, intensidad de color de la yema y mayor estabilidad en calidad de la albúmina en los tres tiempos de almacenamiento, a diferencia de los huevos obtenidos de gallinas en jaula, siendo que hasta un 30% de huevos de calidad excelente se pierde a los 14 días de almacenamiento. El tiempo de almacenamiento influyó en la estructura de la albúmina haciéndola menos viscosa, encontrándose hasta 8.5% de huevos de resistencia (peso y pH) en ambos sistemas.

Literatura citada

Arias, J. L.; Fernández, M. S. y Nys Yves. 1998 ¿Qué se entiende por un huevo fresco? Rev. Tecno. vet. 4(3). http://www.tecnovet.uchile.cl/CDA/tecnovet_articulo/0,1409,SCID%253D9610%2526I SID%253D458,00.html.

An increase in shell thickness at higher laying week was observed; according to Barrantes *et al.* (2006) hen eggs under grazing had higher values at weeks 18, 22, and 26, observing a difference in each laying week with a storage time of a day.

Cuadros 6. Promedios (\pm error estándar) de las características del huevo de gallina, de dos líneas genéticas, producido en un sistema de pastoreo-complemento.

Tables 6. Averages (\pm standard error) of hen egg characteristics, of two genetic lines produced under a pastured poultry system.

Variables	Línea genética	
	Plymouth	Tetra sl
	Media \pm EE	Media \pm EE
Peso del huevo (g)	56.08 \pm 0.70	57.52 \pm 0.57
Diámetro (mm)	4.31 \pm 0.035	4.30 \pm 0.02
Peso de yema (g)	15.68 \pm 0.21 ^a	14.93 \pm 0.17 ^b
Peso de albúmina (g)	34.06 \pm 0.57 ^a	35.58 \pm 0.46 ^b
Peso del cascaron (g)	6.76 \pm 0.65	6.43 \pm 0.52
pH yema	5.95 \pm 0.02	5.96 \pm 0.01
pH albúmina	8.60 5 \pm 0.05	8.57 \pm 0.04

^{a, b} Letras distintas en hileras indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

Conclusions

The characteristics observed in the eggs of both systems, showed a similar behavior in laying weeks; the storage time influenced the increase in pH of the egg; however this was not affected by temperature.

Eggs from hens under pastured poultry system had better eggshell thickness and yolk intensity color.

Eggs from hens under pastured poultry showed better shell thickness, yolk intensity color and higher stability of albumin in the three storage times, unlike the eggs obtained from hens in cages, being that up to 30% of excellent quality eggs are lost after 14 days of storage. Storage time influenced the structure of albumin, making it less viscous, having up to 8.5% of resistance eggs (weight and pH) in both systems.

End of the English version



- Barrantes, A.; Viquez, C.; Taylor, R.; Botero, R. y Okumoto, S. 2006. Análisis de la capacidad adaptativa de dos líneas genéticas de gallinas ponedoras (Sex link e Isa brown) bajo un sistema de pastoreo en el trópico húmedo. Universidad EARTH. Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica. 142 pp.
- Castellú L. J. A.; Pontes, P. M. y Franco, F. G. 1989. Producción de huevos. Editorial Caixa Barcelona. España 367 p.
- Escamilla, A. L. 1988. Manual práctico de avicultura moderna. Continental. México, D. F. 65 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (FAO). 2003. Cría de aves de corral, un salvavidas para campesinos pobres. <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/13201-es.html>. <http://www.institutodelhuevo.org.mx>.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. 2008. (INEGI). Anuario estadístico Oaxaca. <http://w.w.w.INEGI.gob.mx>.
- Miles, R. D.; Odabasi, A. Z. y Balaban, M. O. 2007. Cascaron del huevo: calidad, color y edad. Universidad de florida. Universidad de Auburn, EE. UU. <http://wattpoultry.trekkweb.com/industriaavicola/article.aspx?id=13092-112k>.
- Muñoz, O. J. C. y Vellojín, P. J. D. 2002. Diseño y evaluación de un sistema de producción de huevos con gallinas bajo pastoreo en el trópico húmedo. Universidad EARTH. Costa Rica.
- North, M. O. 1982. Manual de producción avícola. El manual moderno. México. 816 p.
- Posadas, H. E.; Sánchez, R. E.; Ávila, G. E.; Guillermo, T. I. y Salmerón, S. F. 2005. Comportamiento de algunas características productivas, estrés y resistencia a *Salmonella enteritidis* en aves semipesados bajo dos sistemas de producción. Veterinaria México, 36(2):205-215.
- Redondo, C. P. A. 2005. Verificación de la calidad de huevo. INEA. <http://www.inea.uva.es>
- SAS. 1999. User's Guide: Statistics, Version 8th. Sixth Edition. SAS Inst. Inc, Cary, N.C.
- Selgas, C. M. D. 2001. El huevo y sus derivados: una fuente de nutrientes I. Prof. Titular del Departamento de Higiene y Tecnología de los alimentos de la Facultad de Veterinaria de la UCM. <http://webmaster@canalsaud.com> | <http://publicidad@canalsaud.com>.
- Unión Nacional de Avicultores 2008 (UNA). Monografía de la industria avícola. http://www.una.com.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=18&Itemid.
- Villa, J. R. 2001. Evaluación de la calidad de huevos de aves reproductoras camperas en diferentes edades. Rev. Cubana de Ciencias Avícolas. 25:155-157.