

Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de *coturnix coturnix japonica*, en la amazonia ecuatoriana

Andrade-Yucailla, V.^{1@}; Flores-Rivera, J.²; Navas-González, F.J.³; Ramírez-Sánchez, A.²; Acosta-Lozano, N.¹ y Andrade-Yucailla, S.⁴

¹ Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, Santa Elena, Ecuador.

² Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Pastaza, Ecuador.

³ Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. España.

⁴ Granja Agropecuaria Hnos. Andrade, Puyo, Pastaza, Ecuador.

PALABRAS CLAVE

Albúmina.
Codorniz.
Frescura.
Humedad.
Unidades Haugh.

ADDITIONAL KEYWORDS

Albumin.
Quail.
Freshness.
Humidity.
Haugh Units.

INFORMATION

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 20.07.2020

Aceptado/Accepted: 15.07.2022

On-line: 15.07.2022

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

vandrade@upse.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad física y de frescura del huevo de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), durante un período de conservación determinado, a temperatura ambiente. El mismo se desarrolló en la Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) en galpones experimentales del programa avícola. Se analizaron 500 huevos a los 0, 5, 10, 15 y 20 días de conservación a temperatura ambiente considerando 100 huevos para cada tratamiento. Los indicadores que se midieron fueron: diámetro longitudinal, diámetro transversal y peso del huevo, diámetro y altura de la albúmina, diámetro y altura de la yema, grosor de la cáscara, índice de forma, índice de cáscara e índice de yema y Unidades Haugh. Se utilizó un diseño experimental Completamente Aleatorizado (DCA) y se procesaron los datos con el paquete estadístico SPSS versión 21. Se observó que las Unidades Haugh reportaron valores que categorizan a los huevos con excelente calidad en los días 0 y 5 con valores de 95.63 y 89.13, con respecto al índice de forma, índice de cáscara, así como diámetros longitudinal y transversal del huevo, que no presentaron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los 0 y 20 días de conservación a temperatura ambiente. Se concluye que la cualidades físicas y características de frescura son aceptables hasta los 15 días de almacenamiento, cuando se demostró que los huevos mantenían una calidad aceptable para ser destinados a fines comerciales.

Effect of conservation times at room temperature, on *coturnix coturnix japonica*, egg quality in the ecuadorian amazon

SUMMARY

The objective of this research work was to evaluate the physical quality and freshness of the Japanese quail egg (*Coturnix coturnix japonica*) during a given storage period, at room temperature. It was developed at the Center for Research, Postgraduate and Amazon Conservation (CIPCA) in experimental sheds of the poultry program 500 eggs were analyzed at 0, 5, 10, 15 and 20 days of storage at room temperature, considering 100 eggs for each treatment. The indicators that were measured were: longitudinal diameter, transverse diameter and egg weight, albumen diameter and height, yolk diameter and height, shell thickness, shape index, shell index and yolk index and Haugh units. A Completely Randomized experimental design (DCA) was used and the data was processed with the statistical package SPSS version 21. It was observed that the Haugh Units reported values that categorize eggs with excellent quality on days 0 and 5 with values of 95.63 and 89.13, with respect to the shape index, shell index, as well as longitudinal and transverse diameters of the egg, which did not present significant differences ($p < 0.001$) between 0 and 20 days of conservation at room temperature. It is concluded that the physical qualities and freshness characteristics are acceptable up to 15 days of storage, when it was shown that the eggs maintained an acceptable quality to be used for commercial purposes.

INTRODUCCIÓN

Existen más de 795 millones de personas que presentan algún grado de desnutrición, por falta de acceso a recursos alimentarios (FAO, 2019). Una de las causas principales es la competencia que existe entre la producción de materias primas para el consumo humano y para la alimentación de animales (FAO, 2010). Por consiguiente, uno de los retos es cumplir con los requerimientos de proteína para la población, que sean de bajo costo, con alta disponibilidad y que puedan utilizarse con la finalidad de reemplazar los alimentos convencionales (Olugbemi et al. 2010; Thornton, 2010; Abouelezz et al. 2011; Melesse et al. 2011).

Ecuador posee un privilegio por la presencia de biodiversidad en los diferentes pisos climáticos que favorecen la producción agrícola y pecuaria, por lo que se considera como un país productivo, a la vez que aún no ha sido explotado en su totalidad, siendo la coturnicultura considerada como una actividad que se encuentra en desarrollo regional (Pailiacho & Mora, 2010). Dicha actividad surgió en el año 1990 y actualmente la mayoría de las provincias poseen criaderos, principalmente para la producción de huevos (Uzcátegui 2002; Lázaro et al. 2005). La explotación de codornices bajo un régimen de manejo intensivo es uno de los sectores de la economía pecuaria que puede producir divisas en el país, pero lamentablemente aún no se ha llegado a aprovechar a su máximo potencial la producción de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*), debido a la falta de conocimiento sobre las mismas, así como la casi ausencia de datos publicados sobre la composición y conservación de los huevos de dicha especie (Pailiacho & Mora, 2010).

Actualmente existen sistemas de producción alternativos, bajo el esquema agroecológico, que minimizan el impacto ambiental, promueven el bienestar animal y abastecen las necesidades nutricionales de los animales (Gliessman et al. 2007; Méndez et al. 2017 y Andrade, 2015). La búsqueda de alimento alternativo se enfoca principalmente en la utilización de los recursos naturales disponibles, ya que, hasta ahora uno de los desafíos ha sido el de encontrar fuentes de proteínas de fácil adquisición (Méndez et al. 2017), que siendo bien utilizados pueden llegar a ser un elemento importante en los sistemas sustentables de producción, en virtud de su bajo costo (Buenaño 2016). La especie *Coturnix coturnix japonica* se ha extendido en casi todo el mundo, debido a su rusticidad y reproducción rápida en comparación con el pollo o el pavo (Obregón et al. 2012; Vásquez & Ballesteros, 2007), presenta madurez sexual temprana, mayor resistencia a las enfermedades (Abbas et al. 2015), y alta producción de huevo y carne (Taarhyela et al. 2012; Ismail et al. 2015). Además, esta especie muestra un rendimiento a la canal de 76%, 14% de piel y un 10% de hueso (Santos et al. 2012).

Las dietas para codornices de postura se formulan generalmente en base a maíz duro y torta de soya representando estas materias primas el 85% de los ingredientes totales dentro de la dieta, obteniendo una producción de huevos superior al 70%, cuando se sustituyen estas materias primas por otras fuentes, la postura tiende a reducir ligeramente (Pajuelo 2002).

Las características de calidad del huevo en la codorniz están influenciadas por factores ambientales, nutricionales, de manejo y sanidad (Ramírez et al. 2016). La utilización de otras materias primas no convencionales no ha afectado a las características de calidad del huevo. Al contrario, se ha evidenciado un incremento en los valores de las Unidades Haugh con la inclusión hasta de 8.4% de harina de sangre en la dieta (Escudero 2015). Además, Moura et al. (2009) verificaron que la suplementación de 1.06% de lisina total aumenta el peso y la fracción comestible del huevo de codornices japonesas entre 63-147 días de edad; por otra parte, Ticona (2011) constató un aumento lineal del peso de los huevos con la inclusión de harina de alfalfa en las dietas. De igual forma el uso de las especies *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* posibilita la producción de carne y huevo de codornices a corto plazo (López-Salazar et al. 2020). Un factor importante en la producción y mortalidad de los animales son las condiciones ambientales, es decir, temperatura, humedad y luz, aun cuando la codorniz es bastante adaptable a las condiciones climatológicas. En su explotación doméstica se obtienen mejores resultados en zonas cuyo clima está enmarcado entre los 18 y los 27 °C con ambiente seco (Cordero 2012).

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los tiempos de conservación (0, 5, 10, 15 y 20 días) a temperatura ambiente en la calidad interna y externa del huevo de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) en condiciones de la Región Amazonia Ecuatoriana (RAE).

MATERIAL Y MÉTODOS

UBICACIÓN

La investigación se realizó en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIP-CA), de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) en el Programa de Investigación Avícola, ubicado en el km 44, vía Puyo-Tena, cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo en Ecuador. Geográficamente se encuentra a 700 msnm, 1° 13' 33.267" latitud Sur y a 78°01' 0" longitud Oeste, en un ambiente tropical, que presenta un clima cálido - húmedo, donde la precipitación anual alcanza en promedio los 4000 mm, una humedad relativa de 80% y la temperatura promedio de 25 °C. Su topografía se caracteriza por relieves ligeramente ondulados sin pendientes pronunciadas, distribuidos en mesetas naturales de gran extensión, el suelo (Inseptisoles) tiene una composición muy heterogénea, sin embargo, la mayoría lleva su origen desde los sedimentos fluviales procedentes desde la región andina del país (Mariño 2002 y INAMHI, 2014).

MANEJO DE ANIMALES E INSTALACIONES

Los animales se manejaron según las líneas directivas para Bienestar Animal de la República del Ecuador (Agrocalidad 2017). Las aves productoras de los huevos para el experimento se diagnosticaron clínicamente sanos según metodología de Cuesta et al. (2007). Para este estudio, se utilizaron huevos colectados de 200 codornices japonesas, con un peso promedio de los animales de 120 g y una edad de 20 semanas. Los

animales se distribuyeron y estuvieron alojados en dos jaulas metálicas de 2 m², con 5 divisiones internas que contienen 20 aves cada una, alimentadas con una dieta que cubría los requerimientos nutricionales de las aves. Cada corral estaba provisto de un comedero tipo tolva y un bebedero de tetina automático, el agua fue *ad libitum*, la temperatura ambiental promedio en la nave fue de 25 °C y el manejo fue en un sistema de producción intensivo.

MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN

Se prepararon las dietas y se formularon isoprotéicas e isoenergéticas (**Tabla I**) según las recomendaciones de la NRC (1994) para codornices japónicas. El alimento se proporcionó una vez al día, a las 8:00 am.

MANEJO DE LOS HUEVOS

Se recogieron los huevos de todas las codornices durante 5 días consecutivos y se procedió de manera aleatoria a seleccionar 100 huevos para cada tiempo de conservación considerado en el diseño, como día 0 se utilizó el primer día. Para los análisis posteriores

se conservaron los huevos por 0, 5, 10, 15 y 20 días a temperatura ambiente.

INDICADORES PRODUCTIVOS

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Biotecnología del Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), en el cual se procedió a realizar el análisis de calidad de los huevos. Los parámetros de estudio fueron peso (g), diámetro transversal (mm) y diámetro longitudinal (mm), altura y radio de la yema (mm), altura y radio de la albúmina (mm), grosor (mm) y peso (g) de la cáscara; así como índice de forma, cáscara, yema y Unidades Haugh. Se depositó el contenido interno del huevo sobre un recipiente plano con el fin de determinar las características de calidad interna, se determinó el diámetro de la yema tomando como referencia la línea de las chalazas, cabe indicar que los huevos se pesaron de forma individual de acuerdo a la metodología y al tiempo asignado para la conservación en una balanza digital de 1000 g con una resolución de 0.01 g de capacidad.

ESTADÍSTICA

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizaron pruebas de normalidad, para el análisis de la comparación de medias se utilizó la dócima Tukey (1949), los datos obtenidos se procesaron por el paquete SPSS versión 21 (SPSS 2012).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio sobre las características físicas de los huevos (**Tabla II**) de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), en diferentes tiempos de conservación a temperatura ambiente nos indica que el peso inicial obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) presentando el mayor peso en el día cero con 11.70 g y el menor en el día veinte con 11.27 g; con una diferencia de 0.43 g sin embargo no se detectó diferencias entre los días 5 y 10 con 11.64 y 11.36 g.

Las variables diámetro transversal y diámetro longitudinal del huevo no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) reportando en promedio un valor de 25.21 y 32.43 mm respectivamente, no así para la altura de la yema y la altura de la albúmina que presentaron diferencias ($p < 0.001$), siendo el menor tiempo de conservación el que presentó valores superiores (10.37 y 5.67 mm respectivamente) y los menores valores fueron reportados el día 20 de conservación con 9.35 y 2.25 mm; igual comportamiento tiene el radio de la yema y el radio de la albúmina que presentaron diferencias ($p < 0.001$) entre los tratamientos y presentan una mejor firmeza de la forma del huevo al día cero de conservación con 23.88 y 46.25 mm respectivamente y existiendo un alargamiento, perdiendo la estética de la estructura a los 20 días de estudio con 37 y 57 mm; para el grosor de la cáscara los tratamientos no indican diferencias ($p > 0.05$) entre sí, presentando 0.19 mm, lo que indica que la conservación de los huevos hasta los 20 días no modifica la variable estudiada; difiriendo con la variable peso de la cáscara, ya que los tratamientos presentan diferencias significativas

Tabla I. Características de la dieta experimental (g/kg MS)
(Characteristics of the experimental diet (g/kg DM)).

Materias primas (g/kg MS)	Cantidad
Harina de maíz	495.0
Torta soya	315.7
Harina de trigo	55.0
Harina pescado	20.0
Grasa vegetal	30.0
Antioxidantes	0.2
Sal común	2.5
Núcleo vitamínico	2.0
Antimicóticos	0.2
Cocciostatos	0.2
Carbonato de calcio	63.0
Monofosfato de calcio	15.0
Metionina + Cistina	1.2
Composición química (valores calculados)	
MS	89.0
PB	21.5
FB	18.4
Materia orgánica	93.0
Cenizas	13.0
Núcleo mínero vitamínico; [cobre (12.0 mg), hierro (135 mg), manganeso (6.16 mg), cinc (135 mg), selenio (0.30 mg), colina (886 mg), tiamina (3.5 mg), riboflavina (5.05 mg), Vitamina A (515 UI) y Vitamina E (33.2 mg)].	
Determinados en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Pichincha, Ecuador según U. Florida (1970) para la MS: materia seca; PB: proteína bruta y FB: fibra bruta; y acorde a U. Florida (1974) para la EM: energía metabolizable.	

Tabla II. Características físicas de huevos de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) a diferentes tiempos de conservación (0, 5, 10, 15 y 20 días) a temperatura ambiente (Physical characteristics of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*) at different conservation times (0, 5, 10, 15 and 20 days) at ambient temperature).

Variables	Tiempos de conservación (días)					SE ±	P-value
	0	5	10	15	20		
PH (g)	11.70 ^a	11.64 ^{ab}	11.36 ^{bc}	11.31 ^c	11.27 ^c	0.05	0.013
DT (mm)	25.47	25.23	25.21	25.1	25.06	0.057	0.182
DL (mm)	31.97	32.4	32.37	32.5	32.9	0.089	0.27
AY (mm)	10.37 ^a	10.05 ^{ab}	9.85 ^b	9.55 ^c	9.35 ^d	0.02	0.001
RY (mm)	23.88 ^a	25.99 ^b	29 ^c	34 ^d	37 ^e	0.22	0.001
AA (mm)	5.67 ^a	4.4 ^b	3.75 ^c	3.55 ^d	2.25 ^e	0.05	0.001
RA (mm)	46.25 ^a	48 ^b	51 ^c	54 ^d	57 ^e	0.17	0.001
GC (mm)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.001	0.98
PC (g)	1.54 ^a	1.49 ^b	1.44 ^c	1.38 ^d	1.32 ^e	0.003	0.001

PH: peso del huevo; DT: diámetro transversal; DL: diámetro longitudinal. AY: altura de la yema; RY: radio de la yema; AA: altura de la albúmina; RA: radio albúmina; GC: grosor de la cáscara; PC: peso de la cáscara.

($p < 0.001$), presentando un mayor peso de cáscara el día 0 de conservación (1.54 g) y el menor peso el día 20 (1.38 g).

Las deducciones obtenidas en el estudio sobre los índices de los huevos (Tabla III) de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), en diferentes tiempos de conservación nos indica que el índice de forma (calculado mediante la división de la altura de la yema entre el diámetro de la yema del huevo roto sobre una superficie plana) presentó diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los diferentes días de conservación de los huevos y se obtuvo un índice mayor en el día cero (79.82%) y menor en el día veinte (76.38%); con diferencias de 2.44 %. cabe indicar que el día 5, 10 y 15 no presentaron diferencias significativas entre ellos; mientras que los resultados de los días 0 y 20 difirieron ($p < 0.05$) con el resto de los días de conservación.

Respecto al índice de cáscara se observa que los resultados presentaron comportamientos similares a los cinco y diez días de conservación (12.84 - 12.82%) y se obtuvo el mayor índice (13.25%) al día cero y el menor índice (11.88%) al día veinte. Los días de conservación de 0, 15 y 20 difirieron entre ellos.

En lo que se refiere al índice de yema se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) y se determinó que el tratamiento con mayor variación en cuanto al índice fue el día cero con 0.44 y el menor valor (0.25) el tiempo 20 llegando a 0.25 con una diferencia de 0.19; lo cual significa que a mayor tiempo

de conservación este índice disminuye, todos los tratamientos difieren entre ellos.

Para las Unidades Haugh, que permiten evaluar la frescura del huevo, el mayor valor favoreció al tratamiento el día cero de estudio, con un valor de 95.63 Unidades Haugh y al transcurrir los días entre todos los tratamientos llegó al valor de 75.50 U.H. a los 20 días que difieren estadísticamente ($p < 0.001$). entre los tratamientos en estudio.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación respecto al peso de los huevos, se encuentran en consonancia con los obtenidos por Wilkanowska & Kokoszynski (2012), quienes al evaluar el peso de los huevos de codorniz en condiciones de almacenamiento hallaron diferencias significativas, con valores que oscilaron entre los 10.2 y 12.2 g, lo que indica que el peso del huevo de codorniz se ve afectado durante el almacenamiento, ya que se encuentran expuestos a un envejecimiento acelerado debido al proceso de evaporación de agua de la albúmina y su licuefacción y esta variación se debe a los períodos de almacenamiento y a la ausencia de refrigeración de los mismos (Plank 1984). Esta afirmación se ratifica con estudios realizados por Nowaczewski et al. (2010) quienes aseguran que el peso de los huevos de codorniz disminuye significativamente a partir del quinto día de almacenamiento. Rosario y Nieves (2015) reportaron valores con pesos inferiores a los encontrados en esta investigación cuando aplicaron dietas con

Tabla III. Índices de huevos de codornices japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) a diferentes tiempos de conservación (0, 5, 10, 15 y 20 días) a temperatura ambiente (Quail egg indexes (*Coturnix coturnix japonica*), at different conservation times (0, 5, 10, 15 and 20 days) at ambient temperature).

Variables	Tiempos de conservación (días)					SE ±	P-value
	0	5	10	15	20		
Índice de forma (%)	79.82 ^a	78.12 ^b	77.97 ^b	77.36 ^{bc}	76.38 ^c	0.2	0.001
Índice de cáscara (%)	13.25 ^a	12.84 ^b	12.82 ^b	12.32 ^c	11.88 ^d	0.05	0.001
Índice de yema	0.44 ^a	0.38 ^b	0.34 ^c	0.28 ^d	0.25 ^e	0.003	0.001
Unidades Haugh	95.63 ^a	89.13 ^b	85.63 ^c	84.39 ^d	75.50 ^e	0.29	0.001

harina de residuos aserrados de carnicerías, con pesos de 10.65; 10.41; 10.66 g, sin embargo, coinciden con Pérez (1974) y Closa et al. (1999), quienes reportaron un peso promedio del huevo de 11.40 g utilizando piensos comerciales en la alimentación, lo que indica que el peso del huevo se relaciona con factores como el grosor de la cáscara, alimentación del ave, humedad y temperatura ambiental.

En tal sentido, Alleoni & Antunes (2001), Rosario & Nieves (2015) y Andrade (2015) afirmaron que a mayor altura de la clara y yema existe más firmeza o estabilidad y por consiguiente mejor calidad del huevo, por lo que los resultados encontrados muestran similitudes con los encontrados por Gamboa et al. (2005) cuando realizaron su estudio con huevos frescos.

Para el grosor de la cáscara los valores encontrados están por debajo de los datos reportados por Moura, et al. (2009), quienes mencionan que los parámetros de calidad del cáscara adecuados deben oscilar entre 0.36 a 0.43 mm. Según Cruz (2008), la cáscara delgada puede ser ocasionada por fallas nutricionales, debido a la deficiencia de calcio, a la deficiencia o exceso de fósforo o cuando las aves están sometidas a estrés térmico. Unos valores deficientes del grosor de la cáscara facilitan la invasión bacteriana mientras que si la cáscara del huevo es muy gruesa dificulta el intercambio gaseoso. Blanco & Quintana (2011) mencionan que la calidad de la cáscara puede disminuir al incrementarse la edad del ave y aunque se desconoce la causa se cree que la codorniz es capaz de sintetizar una cantidad uniforme de material para la cáscara en toda su vida. Sin embargo, al aumentar paulatinamente el tamaño del huevo, este material debe distribuirse sobre una superficie mayor produciendo una cáscara más delgada. No obstante, los resultados obtenidos muestran similitudes con los encontrados por Gamboa et al. (2005).

En el peso de la cáscara, los valores obtenidos difieren entre sí a lo largo del período de estudio, debido a que la cutícula, que es la capa más exterior del huevo que recubre por completo la porción calcificada de la cáscara se debilita. Su superficie es irregular dado que su espesor varía en diversas regiones del huevo (Parsons 1982). Estas diferencias de espesor son el reflejo de la presencia de hendiduras estrelladas o escamosas, algunas de las cuales marcan la apertura de los poros de la cáscara (vide infra) y los cubren en forma de tapones (Arias 1989).

Aunque su presencia parece proteger al huevo de invasiones bacterianas, posiblemente debido a mecanismos de reconocimiento y ligamiento de bacterias a través de los residuos de carbohidratos como los que han sido descritos para diferentes glicoproteínas (Roussel et al. 1988), su principal función es contribuir a la prevención de la excesiva pérdida de agua desde el huevo y favorecer el intercambio de gases. Sin embargo, la pérdida de agua es principalmente dependiente de la humedad ambiente y secundariamente de la cutícula por sí misma (Peebles & Brake, 1986; Peebles et al. 1987). La cutícula posee una alta conductancia para los gases comparada con la de la capa que le sigue (Pagnelli 1980). Dicho de otra manera, la humedad ambiente está más estrechamente relacionada con la

pérdida de agua del huevo, en tanto que la remoción de la cutícula influye estrechamente el intercambio gaseoso (Arias 1989).

Los huevos de codorniz evaluados en este estudio se encuentran dentro de los rangos de índices de forma normales, según estudios realizados por López y Pinillos (1997), quienes mencionan que los huevos de codorniz con índice de forma normal deben ser superiores al 70% e índices por debajo de este valor reflejan un manejo inadecuado de las aves en sentido nutricional y sanitario. Esto lo ratifican Fernández y Arias (2000), quienes afirman que los huevos con formas diferentes como zonas ásperas o salientes presentarán cáscaras más débiles que las cáscaras normales disminuyendo el valor del huevo por el riesgo de rotura. El índice de cáscara determina la dureza y permeabilidad del huevo. Este índice se relaciona con los gramos de carbonato cálcico (CaCO_3) que se encuentra en la cáscara, los índices aceptables varían entre 10 y 12%; así lo corroboran García et al. (2009). En la presente investigación se reportan resultados aceptables en lo referente al índice de cáscara, acotando además que el tiempo de conservación no produjo alteración en este indicador. García et al. (2009) consideran que huevos con índices de cáscara menores a 10% son propensos al ataque de microorganismos por su alta permeabilidad, agregando que el mismo debe estar por encima del 12% para asegurar que el huevo no pierda calidad interna y no sea atacada por microorganismos, así mismo, Belo et al. (2000) afirmaron que el índice de cáscara aumenta con dietas altas en energía. Y la altura de la yema es proporcional al consumo de proteína.

Para el índice de yema, Sardá (2005) afirma que es un parámetro influenciado por el tiempo de conservación, principalmente cuando se realiza a temperatura ambiente, al encontrar valores en huevos frescos de 0.49 y a los 4 o 5 días en condiciones óptimas de almacenaje, de 0.42, coincidiendo con el valor reportado en el tiempo cero y difiriendo con los otros tratamientos en este estudio. Sin embargo valores similares fueron reportados por Estrada et al. (2010), al mencionar que evaluando huevos con 10 y 20 días de conservación encontraron índices de yema de 0.37 y 0.29 respectivamente, y atribuyeron esta disminución al detrimento de las características físicas de gelificación de la albúmina.

Los resultados obtenidos para la variable Unidades Haugh demuestran lo expuesto previamente por varios autores, quienes señalan a este indicador como un elemento clave y fundamental al evaluar la frescura de los huevos (Buxadé 1995, Ramírez 2016). El almacenaje de los huevos en las condiciones utilizadas en esta investigación, aún con el valor más bajo obtenido a los 20 días (75.50), no afecta la calidad del huevo para el consumo humano. Así lo corroboran estudios realizados por Monira et al. (2003), quienes afirman que las Unidades Haugh miden la densidad de la albúmina en una escala que va desde 100 a 30, siendo aceptable hasta las 70 U.H. Cuando los huevos se encuentran dentro de un rango menor a 70 U.H., la clara se vuelve fluida, lo cual es síntoma de pérdida de calidad; ya sea porque el tiempo desde la puesta es demasiado largo o la temperatura de conservación no ha sido correcta

(Buxadé 1995). Sin embargo, los valores reportados en el presente estudio se encuentran dentro del rango (84 a 85.90 U.H.) obtenido por Murakami (1991) en días superiores a 15 días de conservación.

CONCLUSIÓN

Al evaluar la calidad del huevo de codorniz japonesa se determinó que a mayor tiempo de conservación, las Unidades Haugh, el índice de yema y de forma y altura de la albúmina y de la yema disminuye, siendo, por tanto, indicadores de envejecimiento y de pérdida de frescura del huevo. Según los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda conservar los huevos de codorniz japonesa a temperatura ambiente hasta los 15 días, ya que se demostró que de esta forma se conservó la estructura adecuada del huevo para ser destinado a fines comerciales. Sin embargo, a los 20 días de almacenamiento, el huevo continúa encontrándose dentro de los parámetros de calidad aceptables para ser utilizado en la alimentación humana, aunque presenta una mayor dispersión en su estructura, bajo las condiciones de la RAE.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, Y., Sahota, W., Akram, M., Mehmood, S., Hussain, J., Younus, M., Awais, M., & Sial, R., 2015, 'Effect of Different Feed Restriction Regimes on Growth Performance and Economic Efficiency of Japanese Quails', *The Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 4, pp. 966-970.
- Abouelezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R.H., & Solorio-Sanchez, F.J., 2011, 'Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens' performance', *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 45, pp. 163-169.
- AGROCALIDAD (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro), 2017, Manual de aplicabilidad de buenas prácticas Avícolas. Quito, Ecuador, pp. 127.
- Alleoni, A. & Antunes, A., 2001, 'Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração', *Scient. Agríc.*, vol. 58, pp.681-685.
- Andrade-Yucailla V., Vargas-Burgos J.C., Lima-Orozco R., Moyano J., Navarrete H., López J. & Sánchez J., 2015, 'Características físicas del huevo de gallinas criolla y campera (*Gallus domesticus*) en la región amazónica del Ecuador', *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal - AICA*, vol. 6, pp. 49-54.
- Arias, J.L. & Fernández., 1989, 'La cáscara del huevo: un compartimiento a celular compuesto de matriz extracelular mineralizada', *Monografías de Medicina Veterinaria*, vol. 11 no. 2, pp. 1-35.
- Belo, M.; Cotta, J. & Oliveira, A., 2000, 'Níveis de energia metabolizável em rações de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura', *Revista de Ciências y Agroecología*, vol. 24, pp. 782-793.
- Blanco, L. & Quintana, J., 2011, 'Análisis del cascarón del huevo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 1-50.
- Buenaño, J., 2016, 'Producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) utilizando dietas alimenticias enriquecidas con azolla (*Azolla anabaena*)', Cevallos, Universidad Técnica de Ambato, pp. 1-75.
- Cordero, R., 2012, 'Módulo resumido Codornices, Costa Rica, Costa Rica, pp. 1-45.
- Buxadé, C., 1995, 'Zootecnia bases de producción animal: Avicultura clásica y complementaria, Editorial, Avicultura Clásica y Complementaria. Mundi-Prensa, Madrid. España, pp. 424.
- Closa, S.; Marchesich, C.; Cabrera, M. & Morales, J., 1999, 'Composición de huevos de gallina y codorniz', *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 49, no. 2, pp. 181-185.
- Cruz, R., 2008, 'Alteraciones de la cáscara. clara y yema de huevo', *Informe técnico de Ganadería*, vol. 52, pp. 56-57.
- Cuesta M., Montejo E. & duvergel J., 2007, 'Medicina interna veterinaria, Tomo1, Ministerio de educación. In: Varela F., (ed.), Primera edn, La Habana pp. 1-325.
- Escudero, G., 2015, 'Evaluación de tres programas de alimentación en levante y postura sobre comportamiento productivo de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*)', Loja: Universidad Nacional de Loja, pp. 1-89.
- Estrada, M., Galeano, L., Herrera, M., Restrepo, L., 2010, 'Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial', *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, vol. 23, no. 2, pp. 183-190.
- Fernández, M. y Arias, J., 2000, 'La cáscara del huevo: Un modelo de biomineralización, Monografías de medicina veterinaria. Universidad de Chile, vol. 20, no. 2, pp. 50-60.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2019, 'The State of Food Insecurity in the World, Roma, pp. 71-85.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2010, 'World livestock. Livestock in food security, Rome, pp. 145-150.
- Gamboa, O.; Díaz, J.; Hurtado, V.; Garzón, V., 2005, 'Efectos de los niveles de grano de soya integral cocidos sobre el desempeño zootécnico y la calidad del huevo de codornices (*Coturnix coturnix Japonica*)', *Orinoquia*, vol. 9, no. 2, pp. 15-21.
- García, R., Berrocal, J., Moreno, L., y Ferrón, G., 2009, 'Manual de Producción Ecológica de Gallinas Ponedoras, Andalucía, pp. 114.
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama Zugasti, C., Jedlicka, Julie, A.C., Méndez, E., Roseann, C., Trujillo-Ortega, L., Bacon, C., & Jaffe, R., 2007, 'Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad', *Ecosistemas. Revista científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, vol. 16, pp. 1-3.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2014, 'Anuario meteorológico, Quito, Ecuador, pp. 28.
- Ismail, F.S.A., Hayam M.A., Abo, E.M., Rabie, M.H., & Aswad, A.Q., 2015, 'Productive Performance of Bovans White Laying Hens Fed High Nutrient Density Diets Under Egyptian Summer Conditions', *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol. 10, pp. 865-874.
- Lázaro, R., Serrano, M., y Capdevila, J., 2005, 'Nutrición y alimentación complementaria: Codornices. XXI Curso de Especialización FEDNA, pp. 370-407.
- López, A. y Pinillos, M., 1997, 'Manual de teoría, cría y explotación de las aves, Universidad Agraria de la Habana, pp. 58.
- López-Salazar S.E., Flota-Bañuelos C., Fraire-Cordero, S., 2020, 'Agroecological production of codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) as strategy for food security in Campeche, Mexico', *Agro productividad*, vol. 13, no. 1, pp. 3-7.
- Mariño Mariño O., 2002, 'Alternativas para solucionar las deficiencias del sistema de comercialización de los productos agropecuarios en la provincia de Pastaza Máster en Seguridad y Desarrollo con Mención en Gestión Pública y Gerencia Empresarial, Instituto de Altos Estudios Nacionales, pp. 1-57.
- Melesse, A., Tiruneh, W., & Tegene, N., 2011, 'Effects of feeding *Moringa stenopetala* leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate', *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 2, pp. 485-492.
- Méndez, Y., Pérez, Y., Reyes, J., & Puente, V., 2017, 'Azolla sp., Un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura, Biotecnia, pp. 32-40.
- Monira, K., Salahuddin, M. & Miah, G., 2003, 'Effect of Breed and Holding Period on Egg Quality Characteristics of Chicken', *International Journal of Poultry Science*, vol. 2, no. 4, pp. 261-263.
- Moura, A., Soares, R., Fonseca, J., Mendonca, V. & Hurtado, N., 2009, 'Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japonica*)', *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, vol. 17, no. 3, pp. 67-75.

- Murakami, A., 1991, 'Níveis de proteína e energia em rações para codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) em postura Jaboticabal, Universidad e Estadual Paulista, Trabajo de Doctorado, pp. 92.
- National Research Council (NRC), 1994, 'Nutrient Requirements of Poultry, Nutrient Requirements of Domestic Animal, 8th rev. Ed. National Academic Press., Washington D.C., pp. 44-45.
- Paganelli, C.V., 1980, 'The physics of gas exchange across the avian eggshell. *Amer. Zool.*, vol. 20, pp. 329-338.
- Nowaczewski, S., Kontecka, H., Rosinski, A., Koberling, S. & Koronowski, P., 2010, 'Egg quality of japanese quail depends on layer age and storage time, *Folia biologica*, vol. 58 no. 3-4, pp. 201-207.
- Obregón, J.F., Bell, C., Elenes, I., Estrada, A., Portillo, J., & Rios, F., 2012, 'Efecto de la cocción de garbanzos descartados (*Cicer arietinum L.*) sobre la respuesta productiva y el rendimiento de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) en la etapa de engorde, *Revista de Ciencia Cubana Agrícola*, vol. 2, pp. 169-173.
- Olugbemi, T., Mutayoba, S., & Lekule, F., 2010, 'Effect of Moringa (*Moringa oleifera*) Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens, *International Journal of Poultry Science*, vol. 4, pp. 363-367.
- Pailiacho, C., & Mora, E., 2010, 'Huevos de codorniz precocidos, pelados y sellados al vacío, *Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil*, pp. 1-93.
- Pajuelo, M., 2002, 'Comportamiento productivo de la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*), Tingo Maria: *Universidad Agraria de la Selva*, pp. 1-82.
- Parsons, A.H., 1982, 'Structure of the eggshell, *Poultry Sci.*, vol. 61, pp. 2013-2021.
- Plank, R., 1984, 'El empleo del frío en la industria de la alimentación. *Editorial Reverte S. A.*, España, pp. 820.
- Peebles, E.D., Brake, J., 1986, 'The role of the cuticle in water vapor conductance by the of broiler breeders, *Poultry Sc.*, vol. 65, pp. 1034-1039.
- Peebles, E.D., Brake, J., Gildersleeve, R.P., 1987, 'Effects of eggshell cuticle removal and incubation humidity on embryonic development and hatchability of broilers, *Poultry Sci.*, vol. 65, pp. 834-840.
- Pérez, F., 1974, 'Estudio del huevo de la codorniz., *Tratado de coturnicultura, Editorial Científico-Medicina*, Zaragoza, España 7a Ed., pp. 14-58.
- Ramírez Alina, González Jimmy, Andrade Verónica & Torres Verena., 2016, 'Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana, *Revista Electrónica de Veterinaria – REDVET*, vol. 17, no. 12, pp. 1-17.
- Rosario, José & Nieves, Duilio, 2015, 'Producción y Calidad de Huevos de Codornices Alimentadas con Dietas con Harina de Residuos Aseados de Carnicerías, *Revista Científica*, vol. 25, no. 2, pp. 139-144.
- Roussel, Ph., Lamblin, G., Lhermitte, M., Houdret, N., Lafitte, J.-J., Perini, J.-M., Klein, A. & Scharfman, A., 1988, 'The complexity of mucins, *Biochimie*, vol. 70, pp. 1471- 1482.
- Santos, T.C., Murakami, A.E., Oliveira, C.A.I. & Giralde, N., 2012, 'Spermeegg interaction and fertility of Japanese breeder quails from 10 to 61 weeks, *Poultry Science*, vol. 1, pp. 205-210.
- Sardá, R., 2005, 'Calidad de los huevos para la incubación. Curso de postgrado (mimeo), *Instituto de Investigaciones Avícolas*, La Habana, Cuba, pp. 1-75.
- SPSS, 2012, 'Software for windows, release 21.0, *inc., Chicago, il, USA*.
- Taarhyela, R., Tanimomob, B.K. & Hena S. A., 2012, 'Effect of sex, color and weight group on carcass characteristics of japanese quail, *Scientific Journal of Animal Science*, vol. 1, pp. 22-27.
- Ticona, D., 2011, 'Efecto de la aplicación de tres niveles de harina de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en la producción de huevos de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) en la estación experimental de Cota Cota, La Paz: *Universidad Mayor de San Andrés*, pp. 1-86.
- Thornton Philips, 2010, 'Livestock production: recent trends, future prospects, *Philosophical transactions of the royal society*, vol. 365, pp. 2853-2867.
- Tukey, J. W., 1949, 'Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, vol. 5, pp. 99-114.
- Uzcátegui E., 2002, 'Cría de Codornices. Notas de curso de cría de codornices. *Universidad San Francisco de Quito*, Quito. Ecuador.
- Vásquez, R., & Ballester, H., 2007, 'La cría de codornices, *Produmedios*, Ed., pp. 34-35.
- Wilkanowska, A. & Kokoszynski, D., 2012, 'Layer age and quality of pharaoh quail eggs, *Journal of Central European Agriculture*, vol. 13, no. 1, pp. 10-21.