

Evaluación de la calidad interna, externa y vida útil del huevo comercial en condiciones de trópico

Evaluation of internal and external quality and shelf life of commercial eggs under tropical conditions

Avaliação da qualidade interna e externa e vida de prateleira de ovos comerciais em condições tropicais

Sandra Milena Guerrero Díaz₁
Fernando Sanabria Naranjo₂
Julián Andrés Sánchez Guerrero₃
Carmen Janeth Castellanos Flórez₄
Nidia Fernanda Gamboa González₅

Recibido: 15 de Febrero de 2023

Aprobado: 25 de julio de 2023

Publicado: 30 de diciembre de 2023

Cómo citar este artículo:

Guerrero Díaz SM, Sanabria Naranjo F, Sánchez Guerrero JA, Castellanos Flórez CJ, Gamboa González NF. Evaluación de la calidad interna , externa y vida útil del huevo comercial en condiciones de trópico. Spei Domus. 2023;19(2): 1-15.
doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2023.02.05>

Artículo de investigación. <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2023.02.05>

¹ Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

² Avícola SINAIN S.A.S. Café Madrid km 4, Bucaramanga-Santander.

³ Avícola SINAIN S.A.S. Café Madrid km 4, Bucaramanga-Santander.

⁴ Avícola SINAIN S.A.S. Café Madrid km 4, Bucaramanga-Santander.

⁵ Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Correo electrónico: nidia.gamboa@campusucc.edu.co



Resumen

Los parámetros de calidad interna y externa del huevo son indicadores del estado de frescura que este presenta. Se evaluó el efecto del tiempo en la calidad del huevo comercial almacenado en anaquel. Se utilizaron 120 huevos provenientes de la línea genética Isa Brown y HyN Brown Nick divididos en dos grupos (grupo A y grupo B). Las variables fueron medidas cada tres días hasta el día 28 de edad del huevo. Se analizó el peso, unidades haugh, pigmentación de yema, grosor de la cascara, índice de yema, pH de albumina y yema e inspección visual. Se observaron diferencias significativas en ($p > 0.05$) en la mayoría de las variables analizadas durante el tiempo de estudio. Ambos grupos presentaron una disminución en el peso del huevo (-3.1 gr grupo A y 3.8 gr grupo B), unidades haugh (-26.2 gr grupo A y -34.7 gr grupo B), índice de yema (-0,34% grupo A y -0,36 % grupo B), inspección visual (-6 puntos grupo A y 3.7 puntos grupo B), pigmentación yema (-2.1 grupo A y -1.4 grupo B) y pH albumina (-1 grupo A y -0,5 grupo B); después de 28 días de almacenamiento. En cuanto al pH de la yema no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$), los valores se mantuvieron durante el estudio. El ambiente influyó en los parámetros de calidad del huevo, reduciendo su nivel de frescura, exceptuando el Ph de yema, el cual tuvo un proceso de degradación menor.

Palabras clave: calidad, huevo, índice de yema, inspección visual, pH, unidades haugh.

Abstract

The internal and external quality parameters of the egg are indicators of the freshness state that it presents. The effect of time on the quality of the commercial egg stored on the shelf was evaluated. 120 eggs from the Isa Brown and HyN Brown Nick genetic lines were used, divided into two groups (group A and group B). The variables were measured every three days until day 28 of the egg's age. Weight, haugh units, yolk pigmentation, shell thickness, yolk index, albumin and yolk pH and visual inspection were analyzed. Significant differences were observed in ($p > 0.05$) in most of the variables analyzed during the study time. Both groups showed a decrease in egg weight (-3.1 g group A and 3.8 g group B), haugh units (-26.2 g group A and -34.7 g group B), yolk index (-0.34% group A and -0.36% group B), visual inspection (-6 points group A and 3.7 points group B), yolk pigmentation (-2.1 group A and -1.4 group B) and albumin pH (-1 group A and -0.5 group B); after 28 days of storage. As for the yolk pH, it did not show significant differences ($p > 0.05$), the values remained during the study. The environment influenced the quality parameters of the egg, reducing its freshness level, except for the yolk Ph, which had a lower degradation process.

Keywords: quality, egg, yolk index, visual inspection, pH, haugh units.

Resumo

Os parâmetros de qualidade interna e externa do ovo são indicadores do estado de frescor que este apresenta. Foi avaliado o efeito do tempo na qualidade dos ovos comerciais armazenados na prateleira. Foram utilizados 120 ovos da linhagem genética Isa Brown e Brown Nick divididos em dois grupos (grupo A e grupo B). As variáveis foram medidas a cada três dias até o dia 28 de idade do ovo. Foram analisados peso, unidades de gema, pigmentação da gema, espessura da casca, índice da gema, albumina e pH da gema e inspeção visual. Foram observadas diferenças significativas em ($p > 0,05$) na maioria das variáveis analisadas durante o tempo de estudo. Ambos os grupos apresentaram redução no peso do ovo (-3,1 g grupo A e 3,8 g grupo B), unidades haugh (-26,2 g grupo A e -34,7 g grupo B), índice de gema (-0,34% grupo A e -0,36% grupo B), inspeção visual (-6 pontos grupo A e 3,7 pontos grupo B), pigmentação da gema (-2,1 grupo A e -1,4 grupo B) e pH da albumina (-1 grupo A e -0,5 grupo B); após 28 dias de armazenamento. Em relação ao pH da gema, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$), os valores foram mantidos durante o estudo. O ambiente influenciou os parâmetros de qualidade do ovo, reduzindo seu nível de frescor, com exceção do pH da gema, que apresentou menor processo de degradação.

Palavras-chave: Qualidade índice de gema, inspeção visual, ovo, pH, unidades Haugh.

Introducción

El sector avícola que se dedica a la producción y comercialización de huevo de mesa presenta el mayor crecimiento a nivel mundial, se estima que para el 2050 su consumo aumente 39% [1]. Colombia no es indiferente, este incremento se debe a la demanda por parte de los consumidores, registrando en el 2021 un consumo per-cápita de 325 unidades [2]. Entre las ventajas del consumo de huevo esta su facilidad de adquisición y alto contenido nutricional, siendo considerado indispensable en la canasta familiar de los colombianos [3].

Debido al alto crecimiento de producción y consumo de huevo, las líneas comerciales han estado en constante evolución genética con el objetivo de optimizar los parámetros zootécnicos de las aves de postura y calidad de huevo. Entre las líneas genéticas que predominan en el mercado nacional está la Isa Brown [4]. Estas líneas semipesadas son zootécnicamente eficientes, tienen la capacidad de adaptarse a producciones tipo jaula y en producciones alternativas produciendo en su vida útil 456 huevos ave alojada [5]. Adicionalmente a estas características es importante resaltar que estas genéticas se destacan por su calidad, color de cáscara, peso de huevo y altos picos de producción [6].

A nivel nutricional cada huevo contiene 63% de albúmina, 27,5% de yema y 9,5% de cáscara.[7]. Su parte externa está compuesta por una delgada capa cuya función es proteger el contenido del huevo, el 95% de su estructura está conformada por minerales como el carbonato de calcio (CaCO_3), carbonato de magnesio (MgCO_3), colágeno, glicoproteínas, mucoproteínas y mucopolisacáridos, entre otros [8,9]. La albúmina se encuentra conformada principalmente por proteínas globulares como la ovoalbúmina, ovomucoide, lisozima, cistatina las ovoglobulinas y ovomucina, esta última desempeña un papel fundamental en la calidad de la albúmina en forma y consistencia [10]. Otro componente que se encuentra dentro de su composición es la glucosa, el principal azúcar presente en el albumen [11]. Adicionalmente tiene vitaminas hidrosolubles, especialmente del complejo B [12]. La yema se caracteriza por ser rica en pigmentos como xantofilas y B- caroteno, vitaminas liposolubles A, D, E y K y minerales como el calcio (Ca), cobre (Cu), yodo (I), magnesio (Mg), fósforo, potasio, selenio, hierro y zinc [13]. Además, contiene ácidos grasos, mayormente el ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico y ácido linoleico.[14]

Los componentes del huevo presentan cambios fisicoquímicos que se pueden observar con un deterioro de la proteína, ranciedad de las grasas y la descomposición de los carbohidratos [15]. Por otro lado, la evaluación del estado de frescura del huevo permite analizar peso del huevo, grosor de la cáscara (mm), pigmentación de la yema, diámetro del albumen, unidades Haugh y pH de la clara y yema [16]. A medida que el

huevo lleva más días de acopio estas características naturalmente se pueden alterar [17]. Por tanto, la calidad del huevo depende del sistema de producción y del manejo que recibe el huevo una vez es eclosionado por la gallina. Con base en lo expuesto, el objetivo de este estudio es estandarizar un proceso de calidad que permita estimar la vida útil de huevo fresco (tiempo anaquel) en condiciones de trópico.

Metodología

• Ubicación

Este trabajo se realizó en una granja de gallinas ponedoras ubicada en municipio de Girón, Santander, con una altura de 640 m.s.n.m. y una temperatura promedio anual de 25°C humedad relativa de 82% [18]. El estudio tuvo un tiempo de duración de 30 días.

• Población

Fueron seleccionados huevos provenientes de gallinas comerciales de las líneas genéticas semipesados Isa Brown de 30 semanas Grupo A y H&N Brown Nick con 80 semanas Grupo B, cada uno con 60 huevos, descartando huevos quebrados, sucios o muy pequeños, con la finalidad de elegir huevos viables para el estudio. Posteriormente, se almacenaron a temperatura ambiente promedio de 27°C durante todo el periodo de estudio.

VARIABLES ANALIZADAS

Las variables se analizaron cada tres días (72 horas) hasta el día final del estudio, a 28 días de edad de huevo así:

• Peso de huevo y Unidades Haugh

Cada tres días fueron seleccionados de manera aleatoria 12 huevos y pesados individualmente usando una balanza digital con sensibilidad de 0,1 gr. Seguidamente se rompieron y dispusieron en una caja de Petri para la medición de las unidades Haugh. El procedimiento se describe a continuación: fue identificada la parte densa de la albumina cerca de la yema y usando un micrómetro se tomó esta medida teniendo en cuenta que sea un área ausente de burbujas y chalazas. Para la obtención de la

unidad haugh se usó la siguiente ecuación: $HU=100\log(H-1.7W0.37+7.6)$ (H = Altura observada de la albúmina en mm; W = Peso del huevo en gramos).

• Índice de yema y diámetro de yema

Cada caja de Petri donde se depositó el huevo fue ubicada sobre papel milimétrico y se calculó la distancia entre los extremos de la membrana vitelina de manera horizontal y vertical, para tener un promedio. Luego, sobre una superficie plana y con un medidor de altura de precisión 0.01 mm, se toma la medida en el centro de la yema, evitando perforarla. Los valores obtenidos fueron empleados en la siguiente fórmula: $IY= AY/DY \times 100$; (IY= Índice de yema; AY: Altura de yema; DY: Diámetro de la yema).

• Inspección visual

Para el examen visual de la calidad interna, se tomaron dos fotografías en plano frontal y superior de cada huevo. Las imágenes obtenidas fueron comparadas con la escala de medición de frescura tomadas de la cartilla score visual en la determinación de la calidad de huevo de Promitec, la cual está conformada por una serie de números pares del 2 al 10, cada rango describe los cambios físicos que pueden ser observados a la hora de evaluar el grado de frescura de un huevo [19]. Para reducir el margen de error y la subjetividad en la medición de la muestra, durante todo el periodo de estudio, la valoración se realizó por la misma persona.

• pH de Albumen y yema

Cada huevo fue analizado introduciendo en la yema y en la albumina tiras indicadoras de pH de la marca Millipore Sigma durante 15 segundos, posteriormente, se hizo la lectura del color obtenido en cada una de las mediciones con la escala patrón universal de pH referencia del kit usado.

• Pigmentación de la Yema y Grosor cáscara

Cada yema se evaluó usando el medidor digital *Yolk fan* TM. El dispositivo fue ubicado sobre la yema, realizando una lectura de los niveles de carotenoides presentes, el valor obtenido puede estar entre 6 y 16 según la escala, siendo 6 el color más claro y 16 más intenso (*DSM Yolk fan*) [20]. El grosor de la cáscara se obtuvo usando un micrómetro digital de precisión 0.01 mm, y la medición se realizó en tres áreas de la diferentes y así obtener el valor promedio (zona del ecuador, y cada uno de sus extremos).

Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados se utilizó un diseño estadístico aleatorizado. La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey usando el programa estadístico R, teniendo en cuenta un nivel de significancia del 5 %.

Resultados y discusión

• Peso del huevo

Para el grupo A y B se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el peso en el día 28 siendo este día el que presentó un menor peso comparado con el día 1 (-3.1 gr grupo A y 3.8 gr grupo B) (tabla 1). Esta diferencia puede ser atribuida al método de clasificación, debido a que los huevos no fueron seleccionados de manera uniforme al inicio del ensayo.

Por otro lado, la edad del huevo y la temperatura de almacenamiento influyen en los niveles de humedad del producto, posiblemente las condiciones ambientales contribuyeron a que el proceso de deshidratación se presentara y se reflejara con una pérdida de peso del huevo [21].

Tabla 1. Valores medio de peso de huevo en los diferentes días de evaluación.

Dia	Peso	
	Grupo A	Grupo B
1	51.7 ^{ab}	61.7 ^a
4	51.1 ^{ab}	60.8 ^a
7	53.8 ^{ab}	60.6 ^a
10	52.2 ^{ab}	58.1 ^{ab}
13	52.9 ^a	55.9 ^{ab}
16	51.1 ^{ab}	60.5 ^a
19	50.4 ^{ab}	50.0 ^b
22	49.2 ^{ab}	57.0 ^{ab}
25	49.8 ^{ab}	58.4 ^{ab}
28	48.6 ^b	57.9 ^{ab}
C.V.	6.16	7.90
P-Valor	0.02	0.00

^{ab} medias con diferente letra en la columna difieren entre sí ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• Unidades Haugh

En ambos grupos se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$), se presentó una reducción de 26.2 % en el grupo A y 34.7 % en el grupo B, después de 28 días de almacenamiento (tabla 2). Estos valores y su disminución se ven afectados negativamente por la temperatura y tiempo de almacenamiento [22]. A mayor periodo de almacenamiento, mayor pérdida de CO_2 , el albumen se vuelve menos denso y su capacidad de formar gel de la ovomucina se reduce, desencadenando la ruptura del complejo electrostático entre la lisozima y ovomucina, esto torna el albumen más acuoso, causa el adelgazamiento de la clara y disminuye su viscosidad.[23].

Tabla 2. Valores medio de las unidades haugh en los diferentes días de evaluación.

Día	Unidades Haugh	
	Grupo A	Grupo B
1	91.4 ^a	84.7 ^a
4	85.0 ^{bc}	79,2 ^{ab}
7	81.0 ^{abc}	66.4 ^{bc}
10	76.4 ^{abc}	66.5 ^{bc}
13	76.6 ^{abc}	58.9 ^{cd}
16	77.4 ^{abc}	60.5 ^{cd}
19	67.0 ^c	61.2 ^{cd}
22	72.1 ^{bc}	50.1 ^d
25	68.3 ^{ab}	55.4 ^{cd}
28	65.2 ^c	50.0 ^{cd}
C.V.	11.4	10.7
P-Valor	0.0001	0.0

^{ab} medias con diferente letra en la columna difieren entre si ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• Índice de yema

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$). A mayor edad del huevo el índice de yema fue descendiendo para el grupo A y B respectivamente (tabla 3). En el día 28 se evidenció una mayor disminución del porcentaje 0,34% en el grupo A y 0,36 % en el grupo B. Esta reducción está relacionada con el periodo de almacenamiento y temperatura del huevo, debido a que se genera una desestabilización entre la interacción de la ovomucina y la lisozima en el albumen, desencadenando la absorción de contenido acuoso del albumen por parte de la yema, a través de la membrana vitelina generando un aumento en la circunferencia de la yema y reduciendo su altura [24].

Tabla 3. Valores medio del índice de yema en los diferentes días de evaluación.

Día	Índice de yema	
	Grupo A	Grupo B
1	0.43 ^a	0.36 ^a
4	0.39 ^{ab}	0.34 ^{ab}
7	0.31 ^{abcd}	0.30 ^{abc}
10	0.31 ^{abcd}	0.28 ^{abcd}
13	0.35 ^{abc}	0.23 ^{abcd}
16	0.26 ^{bcde}	0.20 ^{cde}
19	0.26 ^{bcde}	0.24 ^{bcd}
22	0.23 ^{cde}	0.21 ^{cde}
25	0.20 ^{de}	0.18 ^{de}
28	0.15 ^e	0.13 ^e
C.V.	25.8	22.6
P-Valor	0.0	0.0

^{abcde}medias con diferente letra en la columna difieren entre sí ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• Inspección visual del huevo

Se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ambos grupos A y B, en la inspección en el día 28 siendo este día el que presentó un menor puntaje comparado con el día 1 (6 puntos grupo A y 3.7 puntos grupo B) (tabla 4). Los cambios fisicoquímicos como el aumento del pH, la desestabilización entre la interacción entre la ovomucina y lisozima causan la licuefacción del mismo, ocasionando el adelgazamiento de la clara y las chalazas, y disminuye la diferenciación entre la albúmina clara y densa. La migración de agua del albumen a la yema hace que esta pierda su forma esférica y central, tomando una apariencia más plana y poco convexa [25].

Tabla 4. Valores medio de la inspección visual en los diferentes días de evaluación.

Día	Inspección Visual	
	Grupo A	Grupo B
1	10.0 ^a	7.3 ^a
4	8.6 ^{ab}	6.3 ^{ab}
7	8.0 ^{ab}	7.0 ^a
10	7.3 ^{ab}	5.6 ^{ab}
13	7.0 ^{bc}	4.6 ^{ab}

(continúa)

(viene)

Dia	Inspección Visual	
	Grupo A	Grupo B
16	6,6 ^{abc}	4,0 ^{ab}
19	5,6 ^{bcd}	4,0 ^{ab}
22	4,0 ^{cd}	4,0 ^{ab}
25	3,3 ^d	3,0 ^b
28	4,0 ^{cd}	3,6 ^{ab}
C.V.	25,5	39,5
P-Valor	0,0	0,001

^{ab} medias con diferente letra en la columna difieren entre si ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• pH Yema

pH de la yema no tuvo diferencias significativas ($p > 0.05$). El pH de la yema de un huevo fresco está dentro del rango 6,0 y durante su almacenamiento a un valor de 6,4 a 6,9, rangos en los cuales se mantuvieron los valores del muestreo (tabla 5).

Tabla 5. Valores medio de la yema de huevo en los diferentes días de evaluación.

Dia	pH Yema	
	Grupo A	Grupo B
1	6.5	6.0
4	6.6	6.5
7	6.1	6.6
10	6.6	6.0
13	7.0	6.0
16	6.1	6.5
19	7.2	6.5
22	7.0	8.0
25	6.6	6.1
28	7.3	7.0
C.V.	13.3	9.3
P-Valor	0.3	0.0

Fuente: elaboración propia

• pH Albúmina

En cuanto al pH de la albúmina, se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ambos grupos A y B, el día 28 siendo este día el que presentó un mayor puntaje comparado con el día 1 (-1 grupo A y -0,5 grupo B) (tabla 6). Esto se debe a que el dióxido de carbono, el cual está presente en la albúmina, se va evaporando por medio de los poros de la cáscara de huevo y la acidez de la albúmina baja y como resultado su pH aumenta [26].

Tabla 6. Valores medio de peso del pH de la albumina en los diferentes días de evaluación.

Dia	pH Albumina	
	Grupo A	Grupo B
1	9.0 ^c	9.0 ^c
4	9.0 ^c	9.0 ^c
7	9.0 ^c	9.0 ^c
10	9.0 ^c	9.0 ^c
13	9.0 ^c	9.0 ^c
16	9.0 ^c	9.0 ^c
19	9.4 ^b	10.0 ^a
22	10.0 ^a	10.0 ^a
25	10.0 ^a	10.0 ^a
28	10.0 ^a	9.5 ^b
C.V.	1.68	1.85
P-Valor	0.00	0.0

^{abc} medias con diferente letra en la columna difieren entre si ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• Pigmentación de la yema

Para el grupo 1 y 2 se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la pigmentación de la yema, el día 28 presentó una menor pigmentación comparado con el día 1 del muestreo (- 2.1 grupo A y 1.4 grupo B) tabla 7. En este estudio, no se encontró la influencia del tiempo de almacenamiento color de la yema. La reducción en la intensidad de color está relacionada con el contenido de carotenoides presentes en la yema que durante el almacenamiento sufren un proceso oxidativo. Los carotenoides, al ser insaturados, sufren de procesos oxidativos en presencia de luz y calor [27].

Tabla 7. Valores medio de la pigmentación de la yema en los diferentes días de evaluación.

Día	Pigmentación Yema	
	Grupo A	Grupo B
1	12.9 ^{ab}	12.5 ^{abc}
4	11.8 ^{ab}	11.8 ^{bc}
7	11.5 ^{ab}	11.5 ^{bc}
10	11.1 ^{ab}	11.5 ^{bc}
13	10.5 ^b	11.1 ^c
16	11.8 ^{ab}	12.8 ^{abc}
19	10.8 ^b	12.5 ^{abc}
22	13.6 ^a	13.6 ^{ab}
25	13.0 ^{ab}	11.1 ^a
28	10.8 ^b	11.1 ^a
C.V.	12.2	9.5
P-Valor	0.0042	0.0006

^{abc} medias con diferente letra en la columna difieren entre si ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

• Grosor cáscara

Para el grupo A y B se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el grosor de la cáscara (tabla 8). El grosor de la cáscara no fue influenciado negativamente por la duración de almacenamiento de los huevos. El espesor está relacionado con la dieta enriquecida con calcio que les suministran a las gallinas, afectando el grosor de la cáscara, así como su resistencia [28]. Sin embargo, ninguna de las mediciones fue inferior a 0.35 mm, como lo exige la normativa para ser un huevo inviable.

Tabla 8. Valores medio del grosor de la cáscara en los diferentes días de evaluación.

Día	Grosor Cáscara	
	Grupo A	Grupo B
1	0.40 ^a	0.39 ^b
4	0.40 ^a	0.36 ^b
7	0.37 ^{bc}	0.37 ^b
10	0.35 ^c	0.37 ^b
13	0.38 ^{bc}	0.38 ^b
16	0.37 ^{bc}	0.38 ^b

(continúa)

(viene)

Dia	Grosor Cáscara	
	Grupo A	Grupo B
19	0.40 ^{bc}	0.37 ^b
22	0.37 ^{bc}	0.37 ^b
25	0.37 ^{bc}	0.37 ^b
28	0.40 ^a	0.40 ^b
C.V.	5.1	6.9
P-Valor	0.004	0.4

^{abc} medias con diferente letra en la columna difieren entre si ($p < 0.05$)

Fuente: elaboración propia

Conclusión

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que las condiciones ambientales tropicales tienen un impacto negativo sobre la calidad de huevo, debido a que reducen significativamente las unidades haugh, índice de yema e inspección visual del mismo. Las demás variables como grosor de cáscara, pigmentación y pH de la yema no fueron afectadas.

Recomendaciones

Es preciso realizar investigaciones en donde durante un periodo estudio similar y en un medio de almacenamiento refrigerado, se evalué la incidencia de la temperatura en los parámetros de calidad interna y externa del huevo para compararlos con los resultados obtenidos en esta investigación.

Referencias

- [1] Fao. *The future of food and agriculture. Alternative pathways to 2050*. Roma: Fao. 2018. Disponible en: <https://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf> [Consultado 21 Jul 2022]
- [2] Ávila F, Ruiz D. *Boletín Fenaviquin*. Colombia: Fenavi. 2021. Disponible en: https://fenavi.org/wpcontent/uploads/2021/10/Fenaviquin_ed3432021.pdf [Consultado 24 Jul 2022].

- [3] González X. *Consumo de huevo en Colombia tuvo un crecimiento de 11,6% en el año de pandemia*. Colombia: Agronegocios. 2021. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/consumo-de-huevo-en-colombia-tuvo-un-crecimiento-de-11-6-en-el-ano-de-la-pandemia-3127013> [Consultado 28 Jul 2022]
- [4] Palacio S, Tascón V, Palacios Y. *Comparación de parámetros productivos de las líneas genéticas Hy-line Brown, Isa Brown, Babcock Brown en granja avícola la reserva*. [Tesis]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. 2019. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/4b81c8ac-d3d5-42b4-8b10-f1c8e6037017>
- [5] Isa. *Una super estrella mundial*. ISA. 2022. Disponible en: <https://www.isa-poultry.com/es/products-es/isa-brown-es/>. [Consultado 1 Ago 2022].
- [6] Isa-Poultry. *Isa Brown: Cage Housing*. The Netherlands: ISA. 2022. Disponible en: https://www.isa-poultry.com/documents/1408/ISA_Brown_CS_product_leaflet_cage_EN_L1211.pdf. [Consultado 4 Ago 2022].
- [7] Milene K, Marcia S. Consumo de ovos como fonte proteica por praticantes não praticantes de atividade Física em Maringá. *PR.Res., Soc. Dev.* 2022; 11(5): e40611527869. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27869>
- [8] Pérez G, Guzman J, Duran K, Ramos J, Acha V. Aprovechamiento de las cascara de huevo en la fortificación de alimentos. *Rev. Cien. Tec. In.* 2018; 16(18): 29-38. Disponible en: <https://www.scielo.org/bo/pdf/rcti/v16n18/a03v16n18.pdf>. [Consultado 14 Ago 2022]
- [9] Bedoya A, Valencia M. Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Rev. colombiana cienc. anim. Recia.* 2020;12(2): 106-116. Disponible en: https://www.scielo.org/co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972020000200106. [Consultado 20 Ago 2022]
- [10] González J, Sánchez S, Gallardo V, Chamorro F, Hernández H. Propiedades funcionales de las proteínas del huevo de codorniz y contenido nutrimental. *Soc. rural. Producción medio ambiente.* 2018; 18(35): 91. Disponible en: <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/342#:~:text=El%20valor%20nutrimental%20de%20prote%C3%ADna,la%20de%20huevo%20de%20gallina>. [Consultado 20 Ago 2022]
- [11] Réhault-Godbert S, Guyot N, Nys Y. The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. *Nutrients.* 2019; 22;11(3):684. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6470839/>. [Consultado 20 Sep 2022]

- [12] Aparicio A, Salas M, Cuadrado E, Ortega R., López A. El huevo como fuente de antioxidantes y componentes protectores frente a procesos crónicos. *Nutr. Hosp.* 2018; 35(6): 36-40. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.2285>. [Consultado 26 sep 2022]
- [13] Meza M, Hinojosa F, Lobo R. Uso de pigmentantes naturales para la coloración de la yema de huevo y evaluación de parámetros productivos en aves de postura de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. *Res. Col Zootec.* 2018; 4(7):38-42. Disponible en: <https://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/28/19>. [Consultado 3 sep 2022]
- [14] Njembe M, Dejonghe L, Verstraelen E, Migolet E, Leclercq M, Dailly H, Gardin C, Buchet M, Waingeh C, Larondelle Y. The Egg Yolk Content in ω -3 and Conjugated Fatty Acids Can Be Sustainably Increased upon Long-Term Feeding of Laying Hens with a Diet Containing Flaxseeds and Pomegranate Seed Oil. *Foods.* 2021; 10(5): 1134. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8160806/> [Consultado 11 Sep 2022]
- [15] Qi L, Zhao M, Li Z, Shen D, Lu J. Non-destructive testing technology for raw eggs freshness: a review. *SN Appl. Sci.* 2020; 2(6). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42452-020-2906-x> [Consultado 30 sep 2022]
- [16] Vera J, Cepeda W, Torres K, Bueno E, Mendoza C, Merchan P et al. Evaluación de la calidad del huevo marrón comercial del cantón La Troncal, Ecuador. *Rev Colombiana Cienc Anim. Recia.* 2020; 12(2):51-59. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.771>
- [17] Guier M, Davidovich G, Wong E, Cubero E. Calidad microbiológica y fisicoquímica y sabor de huevos de gallina de producción convencional o pastoreo. *Agron. Mesoam.* 2022; 33(1): 1-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/437/43768481021/html/> [Consultado 3 oct 2022]
- [18] ATLAS - IDEAM. Bogotá: Gov.co; 2022. Disponible en: <https://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas>. [Consultado el 6 de noviembre de 2022].
- [19] Isaza J, Suarez C, Serrano P, Parra L, Campos H, Martinez B. Evaluación de escala visual como medida de calidad interna y frescura de huevo comercial. *Rev MVZ Cordoba.* 2021; 26(2). Doi: <https://doi.org/10.21897/rmvz.2031> [Consultado 14 oct 2022]
- [20] DSM. *Egg yolk pigmentation guidelines*. DSM: 2022. Disponible en: <https://www.dsm.com/anh/news/downloads/infographics-checklists-and-guides/egg-yolk-pigmentation-guidelines-2022.html>. [Cosultado 14 oct 2022].

- [21] Grcevic M, Kralik Z, Kralik G, Galović D, Radisić Z, Hanzek D. Quality and oxidative stability of eggs laid by hens fed marigold extract supplemented diet. *Poult. Sci.* 2019; 98(8): 3338-3344. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.3382/ps/pez134>. [Consultado 15 oct 2022]
- [22] Santos R, Segura J, Sarmiento L. Calidad durante el almacenamiento de huevos de gallinas alimentadas con dietas con aceite de palma. *Rev. MVZ Cordoba.* 2019; 24(3): 7297-7304. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/693/69360322003/html/> [Consultado 24 oct 2022]
- [23] Yimenu SM, Koo J, Kim JY, Kim JH, Kim BS. Kinetic modeling impacts of relative humidity, storage temperature, and air flow velocity on various indices of hen egg freshness. *Poult. Sci.* 2018; 97(12): 4384-4391. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911930269X> [Consultado 26 oct 2022]
- [24] Mayis U, Sarica M, Erensoy K, Ayhan V. The effects of storage conditions on quality changes of table eggs. *J Verbrauch Lebensm.* 2020; 16:71-81. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/345976778_The_effects_of_storage_conditions_on_quality_changes_of_table_eggs. [Consultado el 29 Oct 2022]
- [25] Lucas R, Arana C, Ramos D. Evaluación de parámetros de frescura en huevos de expendio comercial en la región de Junín. *Salud y tecnología veterinaria.* 2022; 8(1): 7-3. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/STV/article/view/3786>. [Consultado oct 14 2022]
- [26] Feddern V, Prá MCD, Mores R, Nicoloso R da S, Coldebella A, Abreu PG de. Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Ciênc. E Agrotecnologia.* 2017; 41(3): 322-33. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/DVnqtYBHjzQV6dwqgKBdPpq/?lang=en>. [Consultado 16 oct 2022]
- [27] Souza RA, Mello JLM, Ferrari FB, Giampietro-Ganeco A, Souza PA, Borba H. et al. Internal quality of commercial eggs stored under conditions that simulate storage from laying to consumption. *S. Afr. j. anim. sci.* 2021; 51(1): 46-52. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892021000100005&lng=en [Consultado 18 2022]
- [28] Vera J, Hidalgo G. El Efecto de diferentes niveles de suministro de carbonato de calcio sobre el peso y grosor de la cáscara del huevo. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 2019; 11(2): 719. Disponible en: <https://revistas.unisucre.edu.co/index.php/recia/article/view/719>[Consultado 1 Nov 2022]