



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, TIPO DE EMPAQUE Y
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD INTERNA
DE HUEVOS DE GALLINAS BOVANS BROWN”

Tesis para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:

Cristina Storino Garcia (0000-0001-7974-7710)

Asesora:

Connie Gallardo Vela (0000-0002-8070-8767)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 09 de setiembre del 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Miembro: M. en C. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro: Mg. GIOVANNA JANET GÓMEZ OQUENDO

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, TIPO DE EMPAQUE Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD INTERNA DE HUEVOS DE GALLINAS BOVANS BROWN"

Presentada por la bachiller:

CRISTINA STORINO GARCÍA

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario y Zootecnista**

Asesorada por: **Dra. CONNIE GALLARDO VELA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista: CRISTINA STORINO GARCÍA	Nota : Diecisiete		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. CARLOS CABALLERO MONTAÑEZ
Presidente



Dra. CONNIE GALLARDO VELA
Asesora



M. en C. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro 1



Mg. GIOVANNA GÓMEZ OQUENDO
Miembro 2

DEDICATORIA

A mis padres Marisol y Raffaele quienes me apoyaron a lo largo de toda mi carrera y mi vida, gracias por todo su amor y apoyo incondicional.

A mi padre Yvan, por haberme dado la vida.

A mi abuela Joaquina, por guiarme y acompañarme toda mi vida, esto también te lo debo a ti.

A mi abuelo Arnaldo, quien no está presente físicamente, pero sus recuerdos llenos de amor perduran en mí siempre.

A mis hermanos Pasquale, Nicolas y Raffaella, por ser parte importante en mi vida, los quiero mucho.

A mi novio Mikel y su familia quienes estuvieron conmigo en todo el proceso de mi graduación y titulación, gracias por motivarme y apoyarme a concluir esta tesis.

A mi tía Clarisse Storino, por permitirme practicar en Eurovet durante mis estudios y ser parte fundamental en mi formación profesional.

A mi tía Greta y mi primo Gabriel, por siempre estar involucrados en mi vida y crecimiento personal.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Científica del Sur por formarme profesionalmente.

Al Dr. Ramiro Torio, gerente general y dueño de la empresa Huevos León, por haberme permitido realizar esta tesis con sus productos, por su amabilidad y disposición.

A mi querida amiga Marta Neila, por contactarme con el Dr. Torio, sin tu gestión no habría podido realizar este trabajo.

A mi asesora de tesis, la Dra. Connie Gallardo por su apoyo incondicional durante el desarrollo de esta tesis, y a lo largo de mi carrera.

A mis amigos Arturo, Luis, Pepe, Rodrigo, Eduardo, Flavia y Andrés por darme los mejores recuerdos de mi vida y acompañarme en este largo camino.

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, TIPO DE EMPAQUE Y TIEMPO DE
ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD INTERNA DE HUEVOS DE
GALLINAS BOVANS BROWN**

**Influence of temperature, packaging type and storage time on the internal quality
of Bovans Brown hen eggs**

Cristina Storino Garcia ¹; Connie Gallardo-Vela^{1,2}

¹ Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

² Email: cgallardov@cientifica.edu.pe

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la temperatura, el tiempo de almacenamiento y el tipo de empaque afectan la calidad interna de los huevos; se evaluaron 675 huevos de gallinas Bovans Brown de 62 semanas de edad los cuales fueron distribuidos en 9 tratamientos con diferentes temperaturas (10°, 20° y 30°C) y tipos de almacenamiento (control, con caja y con bolsa) durante 28 días, evaluando el peso de huevos, Unidades Haugh (UH), índice de yema, porcentaje de cascara, yema y clara, cámara de aire y pérdida de peso semanalmente. Hubo interacción significativa ($p < 0.05$) para los porcentajes clara, yema y para las unidades Haugh a partir de los 21 días de almacenamiento, pero de manera independiente tanto la temperatura como el tipo de almacenamiento afectaron significativamente ($p < 0.05$) los tratamientos experimentales; hubo interacción significativa ($p < 0.05$) de los factores a partir de los 14 días de almacenamiento para el peso del huevo y el índice de yema, la pérdida de peso se evidenció desde los 7 días. La mejor temperatura para conservar los huevos fue a 10°C correspondiente al tratamiento control, sin empaque.

Palabras clave: huevos, temperatura, almacenamiento, calidad, unidades Haugh.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of temperature, storage time and type of packaging affect the internal quality of the eggs; 675 eggs from 62-week-old Bovans Brown hens were evaluated which were distributed in 9 treatments with different temperatures (10°, 20° and 30°C) and types of storage (control, with box and with bag) for 28 days, evaluating the weight of eggs, Haugh units (HU), yolk index, percentage of shell, yolk and white, air chamber and weekly weight loss. There was significant interaction ($p < 0.05$) for the albumen, yolk and Haugh units percentages after 21 days of storage, but independently both the temperature and the type of storage significantly affected ($p < 0.05$) the experimental treatments. There was a significant interaction ($p < 0.05$) of the factors after 14 days of storage for the egg weight and the yolk index, the weight loss was evidenced from 7 days. The best temperature to preserve the eggs was at 10 ° C corresponding to the control treatment, without packaging.

Key words: eggs, temperature, storage, quality, Haugh units.

INTRODUCCIÓN

El huevo es uno de los alimentos más consumidos en el mundo, ya que tiene un precio accesible; además poseen una gran densidad de nutrientes, ricos en aminoácidos esenciales, ácidos grasos, vitaminas, minerales y proteínas los cuales ayudan a combatir problemas de desnutrición principalmente en niños y contribuye a la prevención de algunas enfermedades (Sastre *et al.*, 2003).

La estabilidad de todos los nutrientes y la frescura del huevo para su consumo va a depender de poder mantener una buena calidad interna durante el tiempo de almacenamiento. Dentro de la calidad interna del huevo encontramos variables como unidades Haugh, índice de yema, grosor de la cascara, peso del huevo y gravedad específica. Para poder mantener la estabilidad de estas variables en el tiempo previo al consumo debemos tener en cuenta factores ambientales como la temperatura y el lugar del almacenamiento ya que estos influyen directamente sobre la calidad.

La altura de la clara densa es un parámetro medible partiendo de esta el cálculo de las unidades Haugh que es considerado uno de los parámetros más fiables para evaluar la frescura del huevo y se ha demostrado que esta varía con el tiempo, la temperatura y la humedad de almacenamiento (Kahraman-Dogan *et al.*, 1994; Haugh r.r., 1937; Rovana y Usturoi, 2012).

Según Ayoola Mathew *et al.* (2016) la temperatura de almacenamiento tiene más influencia sobre la frescura que el periodo de almacenamiento y recomiendan a los avicultores y consumidores no almacenar más de tres semanas los huevos de gallina a temperatura ambiente para mantener la frescura y evitar pérdida nutricional. Se ha demostrado que también existen cambios durante el almacenamiento como el aumento del Ph, debilitamiento de la membrana vitelina, aumento del agua en la yema del huevo, así como variaciones en la conformación de las proteínas (Hisil y Ötles, 1997; Hammershoj *et al.*, 2002; Silversides y Budgell, 2004; Hidalgo *et al.*, 2008; Karoui *et al.*, 2006).

Un estudio realizado por Estrada *et al.* (2010) evaluó el efecto de la temperatura al ambiente y en refrigeración, y el volteo durante el almacenamiento, sobre la calidad de huevos comerciales durante 20 días en gallinas Hy line Brown de 60 semanas de edad, concluyendo que el mejor índice de yema se conserva con los tratamientos bajo refrigeración a los 10 y 20 días de almacenamiento indicando que las temperaturas deben ser manejadas correctamente para mantener la calidad de los huevos.

Jones *et al.* (2002) indicaron que las temperaturas frías permiten conservar el huevo por periodos prolongados, manteniendo su calidad interna. Así, Barbosa *et al.* (2004), al evaluar el efecto de la temperatura ambiente y en refrigeración y el almacenamiento de 1 a 35 días sobre la calidad del huevo, encontraron que el aumento en el tiempo de almacenamiento provocó una reducción en las unidades Haugh y el peso del huevo, afectando su calidad interna, los autores indicaron que el huevo conserva mejores características si se mantienen refrigerados.

Sin embargo, existen pocos estudios que evalúen temperaturas extremas y consideren los tipos de empaque empleados en el almacenamiento. En base a lo mencionado, el objetivo del presente estudio fue evaluar si las diferentes temperaturas y tipos de empaque en diferentes semanas de almacenamiento tienen efecto sobre la calidad interna de los huevos de gallina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación de la calidad de los huevos se realizó en la empresa Huevos León, ubicada en carretera León-Carrizo, LE-441, Km 8,5, 24282 Ferral del Bernesga, León, España y los huevos fueron obtenidos de la misma empresa. La metodología de la investigación fue aprobada por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Científica del Sur, bajo protocolo N° 550-2020-PRE16

Muestras y diseño experimental

De un total de 7560 huevos de gallinas de la línea Bovans Brown de la casa Hendrix genetics, de 62 semanas de edad, con un porcentaje de postura de 86%, se seleccionaron mediante un muestreo por conveniencia 10% del total de huevos, es decir 756 huevos fueron seleccionados en base a su peso, tomando huevos con un peso promedio de 64.4 ± 2.5 g. Los huevos fueron distribuidos siguiendo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×3 , siendo los factores evaluados: 3 temperaturas de almacenamiento a 10°C, 20°C y 30°C, y 3 tipos de empaques de almacenamiento siendo control, huevos sin empaque sobre la jaba, bolsa y caja de cartón, totalizando 9 tratamientos con 7 repeticiones, donde cada repetición estuvo constituida por una jaba de huevos conteniendo 12 huevos por jaba. Cada temperatura de almacenamiento tuvo una variación de $\pm 5^\circ\text{C}$.

Al primer día de puesta, se tomó 2 huevos por cada repetición, los huevos restantes fueron almacenados por 7, 14, 21 y 28 días. Cada semana fueron analizados aleatoriamente 2 huevos por repetición siendo 14 huevos por tratamiento, totalizando 126 huevos en cada evaluación semanal.

Almacenamiento de huevos

Los huevos fueron seleccionados al azar y fueron colocados en tres tipos de empaque, el primer empaque consistió en una bandeja porta huevos de cartón, de la cual solo se consideró la base, quedando sin la tapa superior y se consideró como control. El segundo empaque consistió en la misma base de cartón con los 12 huevos por repetición,

a los cuales se les colocó una bolsa plástica y el tercer empaque consistió en la caja de cartón con la tapa superior.

Las bandejas de cartón de los huevos comerciales tuvieron, 99.0 mm de alto, 300.0 mm de largo, 108.8 de ancho, 1.1 mm de grosor y las bolsas utilizadas fueron bolsas plásticas de polietileno amarillas de 30×40 cm y 1 micra de espesor.

Para mantener la temperatura de los tratamientos se almacenaron en ambientes temperados de la siguiente manera: Los huevos a 10°C se mantuvieron en un refrigerador de marca Bosch con capacidad total de 462 litros, con congelador superior, consumo de 58.1 kW/h, altura 184,7 cm, ancho 71.4 cm. Los huevos a 20°C se mantuvieron en 3 cooler eléctricos de 56 litros de capacidad con una altura de 52.6 cm, largo de 50.8 cm y ancho de 47 cm. Los huevos almacenados a 30°C se mantuvieron en una habitación temperada, todas las temperaturas de almacenamiento fueron controladas con termohigrómetros digitales de marca Mengshen con pantalla LCD y de 58.9 x 4.57 x 1.54 pulgadas.

Evaluación de calidad del huevo

Desde el día 1, cada semana se retiraron 3 huevos de cada tratamiento, todos los huevos fueron pesados en una balanza digital de marca Eurolab con una precisión de 0.01 g, 2 de ellos fueron utilizados para evaluar el porcentaje de cascara, unidades haugh, cámara de aire, porcentaje de clara mientras que, un huevo por repetición se utilizó para pesar la yema y calcular el porcentaje e índice de yema. Para el porcentaje de cascara se procedió a pesar la cáscara después que se retiró su contenido. Los huevos fueron rotos sobre una superficie plana con vidrio para poder medir la altura y el diámetro de la clara densa, así como el diámetro y la altura de la yema. Las unidades Haugh y el índice de yema se calcularon con las siguientes formulas respectivamente:

$$UH=100 \times \log(H + 7.57 - 1.7W*0,37)$$

$$\text{Índice de yema} = \frac{\text{Altura yema (mm)}}{\text{Diámetro yema (mm)}} \times 100$$

Análisis estadístico

Se siguió el análisis de datos de un arreglo factorial, evaluándose los efectos principales y los efectos simples. Los datos fueron organizados en Microsoft Excel y se utilizó el programa SAS (9.4). Para evaluar la normalidad de datos se empleó la prueba de Shapiro Wilk, para evaluar las varianzas se empleó el Test de Levene, se procedió al Análisis de Varianza de medidas repetidas considerando un nivel de significancia de 5%. Se realizó la comparación de los tratamientos utilizando el Test de Tukey, con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS

En la tabla 1 y tabla 2 se observa los resultados de la interacción sobre los factores evaluados de temperatura y tipo de empaque. En referencia al peso del huevo y la altura de la cámara de aire se observó interacción ($p < 0.05$) entre los tipos de empaques y las diferentes temperaturas a los 14, 21 y 28 días de almacenamiento.

También se observa interacción ($p < 0.05$) entre los tipos de temperatura y tipos de empaque a los 21 y 28 días de edad sobre el porcentaje de yema, porcentaje de clara, porcentaje de cáscara y unidades Haugh. Sin embargo, a los 14 días de edad se aprecia que solo hubo efectos significativos ($p < 0.05$) de las diferentes temperaturas sobre el porcentaje de yema. Mientras que, se observó interacción ($p < 0.05$) entre las temperaturas y los tipos de empaque sobre en el índice de yema desde los 14 días de edad hasta el final del ensayo, para los cuales se observó que el mejor valor de índice de yema lo obtuvieron los huevos del tratamiento control almacenados a 10°C.

En cuanto a la pérdida de peso de los huevos, se observó efectos significativos en la interacción ($p < 0.05$) de los tipos de empaques y temperaturas en los diferentes tratamientos a partir del día 7 de almacenamiento. Los huevos del tratamiento con caja a 30°C perdieron en promedio 11.05 g durante los 28 días de almacenamiento; en cambio los huevos del tratamiento control a 10°C solo perdieron 6.28 g en 28 días siendo estos los que presentaron menor porcentaje de pérdida.

Los huevos mantenidos a 10°C en empaques de grupo control tuvieron mejores valores para todas las variables.

Tabla 1: Efecto de los tratamientos sobre el peso de huevo, porcentaje de cascara, porcentaje de yema y porcentaje de clara

Tratamientos	DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO				
	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28
	PESO HUEVO					PORCENTAJE DE CÁSCARA					PORCENTAJE DE YEMA					PORCENTAJE DE CLARA				
T1	65.40	65.33 ^a	63.39 ^a	62.36 ^a	59.12 ^a	11.92	11.87	11.67	11.59 ^a	11.23 ^a	26.61	27.17 ^b	27.46 ^b	28.44 ^d	29.31 ^d	61.47	60.96	60.87	59.97 ^a	59.46 ^a
T2	65.36	65.25 ^a	62.04 ^b	61.12 ^b	57.10 ^b	12.09	11.45	11.30	11.23 ^a	10.61 ^b	26.53	27.92 ^a	28.10 ^a	29.34 ^c	29.97 ^d	61.38	60.63	60.60	59.43 ^a	59.42 ^a
T3	65.17	63.86 ^b	59.77 ^c	58.41 ^c	57.61 ^b	12.11	11.41	11.24	11.13 ^{ab}	10.43 ^b	26.56	27.99 ^a	28.74 ^a	29.84 ^c	30.83 ^c	61.33	60.60	60.02	59.03 ^a	58.74 ^b
T4	65.64	65.13 ^a	61.54 ^b	60.18 ^b	56.49 ^c	11.97	11.54	11.53	11.26 ^a	11.14 ^a	26.70	27.49 ^b	27.63 ^b	29.50 ^c	30.14 ^d	61.33	60.97	60.84	59.24 ^a	58.72 ^b
T5	65.70	64.73 ^a	60.19 ^c	58.42 ^c	55.92 ^c	12.05	11.39	11.13	10.98 ^b	10.39 ^b	26.74	28.10 ^a	28.73 ^a	30.01 ^b	31.25 ^c	61.21	60.51	60.14	59.01 ^a	58.36 ^b
T6	65.18	62.45 ^c	57.93 ^d	56.47 ^d	54.13 ^d	12.03	11.22	11.04	10.71 ^b	10.21 ^b	26.64	28.46 ^a	28.95 ^a	31.25 ^a	33.05 ^a	61.33	60.32	60.01	58.04 ^b	56.74 ^d
T7	65.54	65.22 ^a	62.02 ^b	60.53 ^b	56.62 ^c	12.05	11.74	11.56	11.38 ^a	11.87 ^a	26.79	27.39 ^b	27.83 ^b	29.19 ^c	29.31 ^d	61.16	60.87	60.61	59.43 ^a	58.82 ^{ab}
T8	64.97	64.04 ^b	60.31 ^c	58.75 ^c	55.78 ^c	11.87	11.40	11.24	10.97 ^b	10.18 ^b	26.80	28.08 ^a	28.56 ^a	29.95 ^c	31.19 ^c	61.33	60.52	60.20	59.08 ^a	58.63 ^b
T9	65.19	63.67 ^b	58.70 ^{cd}	56.60 ^d	54.98 ^d	12.20	11.42	11.03	10.76 ^b	10.01 ^b	26.56	28.09 ^a	28.82 ^a	31.07 ^a	32.12 ^b	61.24	60.49	60.15	58.17 ^b	57.87 ^c
Tipo empaque																				
CONTROL	65.31	64.81	61.74 ^a	60.63 ^a	57.95 ^a	12.04	11.58	11.40	11.32 ^a	10.76	26.57	27.69	28.10	29.21 ^b	30.04 ^b	61.39	60.73	60.50	59.48 ^a	59.21 ^a
CAJA	65.23	64.31	60.34 ^b	58.63 ^b	55.79 ^b	12.04	11.52	11.28	11.04 ^{ab}	10.69	26.72	27.85	28.40	30.07 ^a	30.87 ^b	61.24	60.63	60.32	58.89 ^b	58.44 ^b
BOLSA	65.51	64.10	59.89 ^c	58.36 ^b	55.51 ^b	12.01	11.38	11.23	10.98 ^b	10.58	26.70	28.02	28.44	30.25 ^a	31.48 ^a	61.29	60.60	60.33	58.76 ^b	57.94 ^c
Temperatura																				
10°C	65.53	65.22 ^a	62.32 ^a	61.03 ^a	57.41 ^a	11.98	11.72	11.59 ^a	11.41 ^a	11.41 ^a	26.70	27.35	27.64 ^b	29.04 ^b	29.59 ^c	61.32	60.93	60.77	59.55 ^a	59.00 ^a
20°C	65.34	64.68 ^b	60.85 ^b	59.43 ^b	56.27 ^b	12.00	11.41	11.22 ^{ab}	11.06 ^a	10.39 ^b	26.69	28.03	28.46 ^a	29.77 ^{ab}	30.80 ^b	61.31	60.55	60.31	59.17 ^{ab}	58.80 ^b
30°C	65.18	63.33 ^c	58.80 ^c	57.16 ^c	55.57 ^c	12.11	11.35	11.10	10.87 ^b	10.22 ^b	26.59	28.18	28.84 ^a	30.72 ^a	32.00 ^a	61.30	60.47	60.06	58.41 ^b	57.78 ^c
P- VALOR																				
Tipo de empaque	0.347	0.069	<.0001	<.0001	<.0001	0.9871	0.8150	0.4463	0.0452	0.2130	0.201	0.0557	0.1452	0.0040	0.0461	0.3781	0.0672	0.0712	0.0313	<.0001
Temperatura	0.226	0.001	<.0001	<.0001	<.0001	0.7321	0.0549	0.0516	0.0431	0.0176	0.2654	0.0697	0.0090	0.0160	<.0001	0.8741	0.2652	0.1354	0.0121	<.0001
Empaque x Temp.	0.827	0.165	0.003	0.014	0.002	0.9085	0.4154	0.8620	0.0131	0.0204	0.4115	0.1840	0.1931	0.0113	0.0118	0.9906	0.2551	0.6211	0.0431	0.0033

*T1: Control 10°, T2: Control 20°, T3: Control 30°, T4: Caja 10°, T5: Caja 20°, T6: Caja 30°, T7: Bolsa 10°, T8: Bolsa 20°, T9: Bolsa 30°.
 abcd Letras diferentes como superíndice indican diferencias significativas a la Prueba de Tukey (P < 0.05).

Tabla 2: Efecto de los tratamientos sobre el índice de yema, Unidades Haugh, cámara de aire y pérdida de peso

TRATAMIENTOS	DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO					DIAS DE ALMACENAMIENTO				
	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	1	7	14	21	28	7	14	21	28	
	INDICE DE YEMA					UNIDADES HAUGH					CAMARA DE AIRE					PERDIDA DE PESO (g)				
T1	0.420	0.408 ^a	0.364 ^a	0.334 ^a	0.260 ^a	93.81	93.12	90.42	87.13 ^a	85.67 ^a	3.32	4.58	5.29 ^c	6.18 ^c	7.06 ^c	0.07 ^c	2.01	3.04 ^c	6.28 ^f	
T2	0.428	0.402 ^a	0.344 ^b	0.304 ^b	0.238 ^b	93.39	92.10	88.06	85.12 ^b	83.42 ^b	3.24	4.14	5.47 ^c	6.22 ^c	7.46 ^c	0.11 ^c	3.32	4.24 ^d	8.26 ^d	
T3	0.422	0.400 ^a	0.332 ^b	0.266 ^c	0.206 ^c	94.06	92.02	86.87	83.44 ^c	79.92 ^{cd}	3.22	4.31	5.85 ^b	7.10 ^b	8.82 ^b	1.32 ^b	5.40	6.77 ^c	7.56 ^e	
T4	0.424	0.402 ^a	0.336 ^b	0.296 ^b	0.234 ^b	93.46	92.87	88.52	85.42 ^b	81.45 ^c	3.28	4.44	6.06 ^{ab}	6.98 ^{bc}	7.74 ^c	0.51 ^d	4.10	5.46 ^{cd}	9.15 ^c	
T5	0.424	0.381 ^b	0.304 ^c	0.266 ^c	0.208 ^c	93.35	91.73	85.64	82.28 ^d	78.32 ^d	3.26	4.24	6.46 ^a	6.98 ^{bc}	8.37 ^b	0.97 ^c	5.51	7.27 ^b	9.77 ^c	
T6	0.430	0.380 ^b	0.288 ^d	0.234 ^d	0.182	93.55	90.42	84.52	79.53 ^e	72.29 ^f	3.32	4.64	6.92 ^a	8.34 ^a	9.60 ^a	2.73 ^a	7.25	8.71 ^a	11.05 ^a	
T7	0.416	0.398 ^b	0.338 ^b	0.290 ^b	0.226 ^{bc}	93.18	92.86	89.41	85.77 ^b	82.15 ^b	3.24	4.52	5.72 ^{bc}	6.12 ^c	7.14 ^c	0.32 ^d	3.52	5.01 ^{cd}	8.92 ^d	
T8	0.402	0.390 ^b	0.308 ^c	0.260 ^c	0.206 ^c	94.31	91.88	87.59	83.09 ^c	79.33 ^d	3.22	4.00	5.90 ^b	6.30 ^c	7.52 ^c	0.92 ^c	4.66	6.22 ^c	9.19 ^c	
T9	0.408	0.370 ^c	0.296 ^{cd}	0.248 ^d	0.200 ^c	93.83	90.68	84.49	79.82 ^c	75.56 ^c	3.36	4.16	6.06 ^{ab}	7.26 ^b	8.82 ^b	1.52 ^b	6.49	8.59 ^a	10.21 ^b	
Tipo empaque																				
CONTROL	0.423	0.403 ^a	0.347 ^a	0.301 ^a	0.235 ^a	93.75	92.41	88.45 ^a	85.23 ^a	83.00 ^a	3.26	4.34	5.54 ^b	6.50 ^b	7.78 ^b	0.50 ^c	3.57 ^b	4.68 ^c	7.37 ^b	
CAJA	0.409	0.386 ^b	0.314 ^b	0.266 ^b	0.211 ^b	93.77	91.81	87.16 ^b	82.89 ^b	79.01 ^b	3.27	4.23	5.89 ^b	6.56 ^b	7.83 ^b	0.92 ^b	4.89 ^b	6.61 ^b	9.44 ^a	
BOLSA	0.426	0.388 ^b	0.309 ^c	0.265 ^b	0.208 ^c	93.45	91.67	86.23 ^b	82.41 ^b	77.35 ^c	3.29	4.44	6.48 ^a	7.43 ^a	8.57 ^a	1.40 ^a	5.62 ^a	7.15 ^a	9.99 ^a	
Temperatura																				
10°C	0.420	0.403 ^a	0.346 ^a	0.307 ^a	0.240 ^a	93.48	92.95	89.45 ^a	86.11 ^a	83.09 ^a	3.28	4.51	5.69 ^b	6.43 ^b	7.31 ^b	0.30 ^c	3.21 ^c	4.50 ^c	8.12 ^b	
20°C	0.418	0.391 ^b	0.319 ^b	0.277 ^b	0.217 ^b	93.68	91.90	87.10 ^b	83.50 ^b	80.36 ^b	3.24	4.13	5.94 ^b	6.50 ^b	7.78 ^b	0.67 ^b	4.49 ^b	5.91 ^b	9.07 ^{ab}	
30°C	0.420	0.383 ^b	0.305 ^c	0.249 ^c	0.196 ^c	93.81	91.04	85.29 ^c	80.93 ^c	75.92 ^c	3.30	4.37	6.28 ^a	7.57 ^a	9.08 ^a	1.85 ^a	6.38 ^a	8.02 ^a	9.61 ^a	
P- VALOR																				
Tipo de empaque	0.347	0.036	<.0001	0.001	<.0001	0.8620	0.7053	0.0567	<.0001	<.0001	0.201	0.0857	0.0307	0.0040	<.0001	<.0001	0.0678	0.0544	0.002	
Temperatura	0.226	0.0010	<.0001	<.0001	<.0001	0.7321	0.0631	0.0048	<.0001	<.0001	0.2654	0.107	0.014	<.0001	<.0001	<.0001	0.0051	<.0001	0.009	
Empaque x Temp.	0.827	0.0451	0.003	0.014	0.002	0.7624	0.4154	0.7501	0.0067	<.0001	0.4115	0.1840	0.0187	0.0113	0.0118	0.0021	0.0560	0.6211	0.0131	

*T1:Control 10°, T2: Control 20°, T3: Control 30°, T4: Caja 10°, T5: Caja 20°, T6: Caja 30°, T7: Bolsa 10°, T8: Bolsa 20°, T9: Bolsa 30°.
abcd Letras diferentes como superíndice indican diferencias significativas a la Prueba de Tukey (P < 0.05).

Gráfico 1: Peso de huevo en relación a la temperatura y días de almacenamiento.

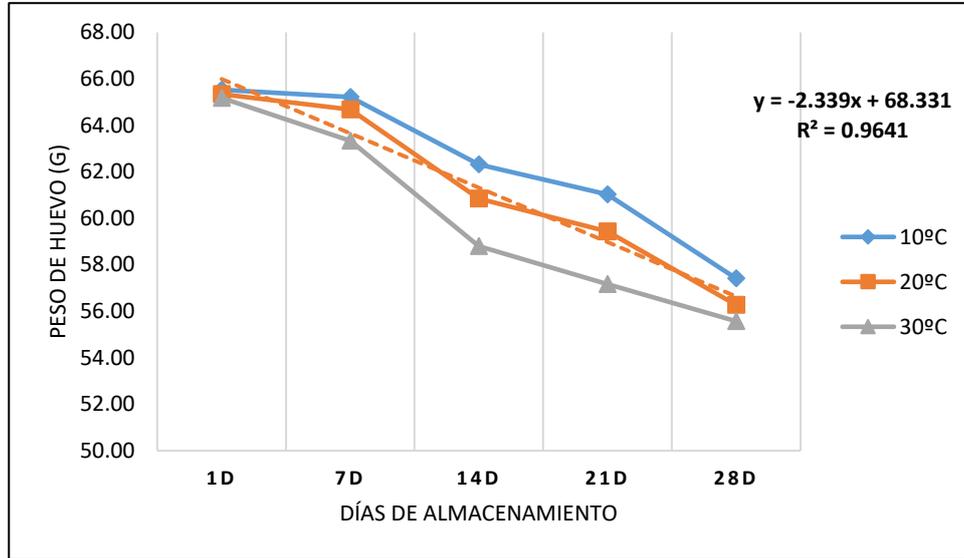


Gráfico 2: Unidades Haugh en relación a la temperatura y días de almacenamiento.

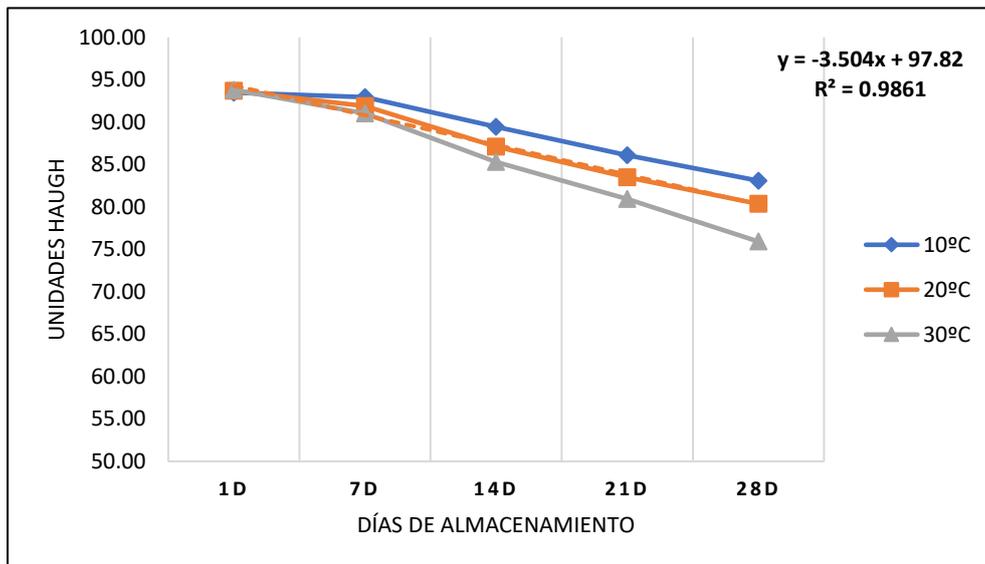
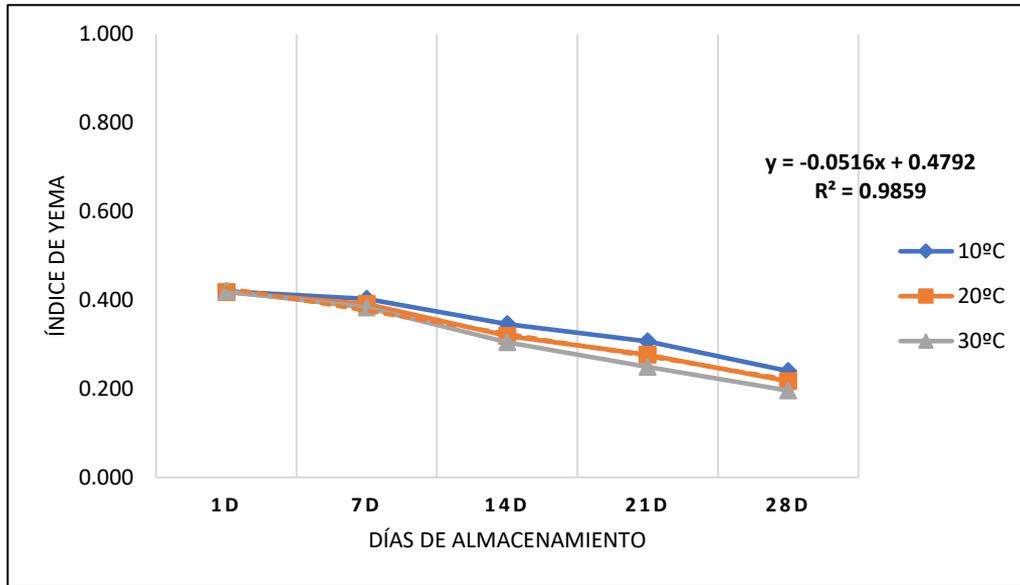


Gráfico 3: Índice de yema en relación a la temperatura y días de almacenamiento.



DISCUSION

Los resultados muestran que en todos los tratamientos el peso de los huevos y la calidad interna disminuyó conforme pasaban los días de almacenamiento. Durante el almacenamiento, la humedad del huevo se va perdiendo por evaporación a través de los poros de la cáscara a un ritmo que está influenciado por la temperatura del medio ambiente. Los huevos mantenidos a 10°C presentaron mayor calidad interna, mientras que, los huevos mantenidos a 30°C presentaron menor calidad. Hay una mayor pérdida de peso en los huevos almacenados a temperatura ambiente que los almacenados en refrigeración. Esto ocurre posiblemente a la reducción de la altura de la albúmina, debido a su licuefacción y porque la cutícula que está unida a la cáscara obstruye los poros de la cáscara de los huevos almacenados a temperatura ambiente o en altas temperaturas y hace a que se seque rápidamente y comienza a reducir poco a poco. Los poros de la cascara quedan expuestos y permiten que el agua y nutrientes sean evaporados, este proceso se maximiza porque también hay un aumento de la cámara de aire, por lo tanto, los poros aumentan de tamaño rápidamente facilitando la salida de dióxido de carbono y humedad del huevo, lo que va a repercutir en el peso y calidad del huevo (Eke et al., 2013). De este modo en el presente estudio la pérdida de peso de los huevos fue acelerado por las altas temperaturas en las cuáles se conservaron durante el período experimental. Sin embargo, este mismo estudio muestra que el efecto puede minimizarse si los huevos se almacenan en un ambiente refrigerado, lo que evitaría que la cutícula se vaya eliminando, reduciendo la pérdida de dióxido carbono y humedad.

A mayor tiempo de almacenamiento o cuando los huevos son almacenados a altas temperaturas, se pierde mayor humedad y eso hace que disminuya el CO₂ en el interior, lo que provoca el aumento del pH de la clara y la yema. Este proceso genera que las enzimas presentes en la clara hidrolicen las cadenas de aminoácidos, destruyendo la estructura de la proteína y liberando agua unida a grandes moléculas de proteínas provocando que la clara se haga más fluida y la clara densa pierda viscosidad (Austic y Nesheim, 1990), disminuyendo el porcentaje de albúmina y, en consecuencia, la pérdida de peso (Eke et al., 2013).

Los huevos después de la puesta tienen una mayor altura de albúmina y, en consecuencia, mayores unidades Haugh. De acuerdo con Salvador (2011) los huevos permanecen en excelente calidad hasta tres días después de la puesta, permaneciendo en buena calidad hasta 18 días si se almacenan a temperatura ambiente; sin embargo, cuando se almacenan en un ambiente refrigerado pueden mantener su calidad hasta después de 30 días.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los presentados por, Ramos et al. (2010) y Feddern et al. (2017) quienes evaluaron diferentes temperaturas de almacenamiento en diferentes tiempos de almacenamiento y su efecto sobre la calidad interna de los huevos, ambos estudios mostraron que el tiempo de almacenamiento y temperatura de almacenamiento afectan significativamente la calidad del huevo, las unidades Haugh, la calidad de la yema y la clara, así las mayores pérdidas se produjeron en los huevos que no estaban refrigerados. Por otra parte, Figueiredo (2008) mencionó que la clara se presenta como una barrera de protección física, ya que la viscosidad que se encuentra en la albúmina densa dificulta el paso de microorganismos para la yema y esto favorece que el huevo mantenga su calidad interna, de este modo debido a un almacenamiento prolongado, la clara pierde su viscosidad, perdiendo peso lo que implica indirectamente que la calidad de la yema se vea afectada. Sin embargo, los resultados del presente estudio no coinciden con los reportados por Jin et al. (2011), en donde se indicó que los valores del peso de huevo no disminuyeron significativamente durante el almacenamiento de 0 a 10 días a 5°C y 21°C, pero si hubo diferencia significativa a partir de los 29°C.

En las Unidades Haugh, se vio que la interacción de los tipos de empaques y las temperaturas, así como en los tipos de empaques hubo variación significativamente a partir de los 21 días de almacenamiento, siendo el tratamiento control a 10°C los huevos que obtuvieron mejores valores; sin embargo, la temperatura varió significativamente a partir del día 14 de almacenamiento siendo también los huevos del control a 10°C con mejores valores, esto datos concuerdan con un estudio realizado por Jin et al. (2011) en donde concluyeron que las unidades Haugh disminuyeron de 91.3 a 72.63 a 21°C y de 87.62 a 60.92 a 29°C a partir de los 10 días de almacenamiento, por lo tanto, la temperatura y el tiempo de almacenamiento afectan negativamente a la calidad medidas a través de las unidades Haugh. Según un estudio realizado por Guedes et al. (2016), concluyeron que los empaques de PVC no ayudan a mantener la calidad interna durante

los primeros días de almacenamiento, sin embargo, la refrigeración con el paso de los días de almacenamiento suele ser más eficiente para mantener la calidad.

Ramos et al. (2010) al evaluar diferentes tipos de empaque no encontraron diferencias significativas entre un empaque cerrado y otro abierto sobre el peso de huevo, altura de clara y porcentaje de cáscara, sin embargo, encontraron que el empaque cerrado con film de plástico es el mejor para mantener los valores de unidades Haugh, atribuyendo esto a que el empaque cerrado favoreció a que no existe pérdida de agua y CO₂, manteniendo mayor calidad interna de los huevos.

El porcentaje de cascara en este estudio se vio directamente afectado por el tiempo, la temperatura y el tipo de almacenamiento, disminuyendo significativamente a partir del día 21 de almacenamiento, estos resultados coinciden con los reportados por Lee et al. (2016), en donde concluyen que el peso de cáscara disminuye significativamente con el paso del tiempo de almacenamiento, y el aumento de la temperatura, teniendo los valores mas bajos a los 18, 24 y 30 días de almacenamiento a 25 C; estos resultados también coinciden con los publicados por Akyurek y Okur (2009), en donde concluyeron que hay un efecto significativo en el tiempo de almacenamiento sobre el peso de la cascara.

Los valores del índice de yema se mantuvieron estables desde el primer día hasta el día 7 de almacenamiento, a partir del día 7 empiezan a disminuir significativamente, teniendo los valores mas bajos en los tratamientos de 20°C y 30°C almacenados con cajas y bolsas, estos resultados concuerdan con los publicados por Çağlayan et al. (2009), en donde los mejores valores de índice de yema se encuentran durante los 7 primeros días de almacenamiento a 14°C atribuyendo que la disminución del índice de yema se relaciona con la perdida de humedad de los huevos.

CONCLUSIONES

Las diferentes temperaturas y tipos de empaque en diferentes semanas de almacenamiento tienen efecto significativo sobre la calidad interna de los huevos de gallina observándose en el porcentaje de cascara, porcentaje de yema, porcentaje de clara y unidades Haugh interacción ($p < 0.05$) a partir de los 21 días de almacenamiento sobre los diferentes factores, siendo el control a 10°C los que obtuvieron mejores valores de frescura.

La temperatura afecta significativamente ($p < 0.05$) sobre el peso de los huevos a partir de los 7 días, asimismo los diferentes tipos de empaques y la interacción empaque temperatura afectaron significativamente ($p < 0.05$) a partir de los 14 días de almacenamiento, concluyendo que el control a 10°C mantienen los mejores pesos de huevo.

El porcentaje de pérdida y el índice de yema se ven afectados desde los 7 días de almacenamiento, obteniendo los valores de pérdida más bajos en el tratamiento control a 10°C.

Se puede concluir que la mejor temperatura para preservar la frescura de los huevos es de 10°C con empaque control y deben ser almacenados por un periodo no mayor a 28 días.

RECOMENDACIONES

Capacitar al personal de los establecimientos abastecedores de huevos sobre como almacenar este producto.

Realizar estudios de calidad de huevos en los diferentes supermercados y mercados del país.

Estandarizar y normar el tiempo de consumo máximo en relación a la temperatura y tipo de almacenamiento.

BIBLIOGRAFIA

- Akyurek H, Okur AA. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10), 1953-1958.
- Austic RE, Nesheim MC. Poultry production. 13. ed. London: Lea Febiger, 1990.
- Ayoola MO, Olufemi AM, Foluke A, & Oguntunji A. 2016. Relationship of temperature and length of storage on pH of internal contents of chicken table egg in humid tropics. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32(3), 285-296.
- Barbosa NAA, Freitas ER, Sakomura NK, & Wada MT. 2004. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade interna de ovos de poedeiras comerciais. *Brazilian Journal Poultry Science*, 60(Supl 6), 60-65.
- Çağlayan T, Alaşahan S, Kırıkçı K, & Günlü A. 2009. Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (*Alectoris graeca*). *Poultry science*, 88(6), 1330-1333.
- Eke MO, Olaitan NI, Ochefu JH. Effect of Storage Conditions on the Quality Attributes of Shell (Table) Eggs. *Nigerian Food Journal*, 31(2): 18-24, 2013.
- Estrada MM, Galeano LF, Herrera MR, Restrepo LF. 2010. Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23, 183-190.
- Feddern V, Prá MC, Mores R, Nicoloso RS, Coldebella A, Abreu PG. Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Ciência e Agrotecnologia*, v.41 n.3, p.322-333, 2017.
- Figueredo TC. Características físico-química e microbiológica e aminos bioativas em ovos de consumo. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG
- Guedes LLM, Souza CMM, Saccomani APDO, Faria DED, Suckeveris D, & Faria DED. 2016. Internal quality of laying hens' commercial eggs according to

- storage time, temperature and packaging. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 87-90.
- Hammershøj M, Larsen LB, Andersen AB, & Qvist KB. 2002. Storage of shell eggs influences the albumen gelling properties. *LWT-Food Science and Technology*, 35(1), 62-69.
- Haugh RR.: The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Mag.* 1937, 43, 522-555, 572-573.
- Hidalgo A, Rossi M, Clerici F, & Ratti S. 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food chemistry*, 106(3), 1031-1038.
- Hisil Y, & Ötles S. 1997. Changes of Vitamin B1 Concentrations during Storage of Hen Eggs. *LWT-Food Science and Technology*, 30(3), 320-323.
- Jin YH, Lee KT, Lee WI, & Han YK. 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 279-284.
- Jones DR, Tharrington JB, Curtis PA, Anderson KE, Keener KM, & Jones FT . 2002. Effects of cryogenic cooling of shell eggs on egg quality. *Poult. Sci.* 81:727–733.
- Kahraman-Dogan H, Bayindirli L, Ozilgen M. 1994. Quality control charts for storage of eggs. *Food Qual.* 17:495–501.
- Karoui R, Kempes B. 2006. Methods to evaluate egg freshness in research and industry: A review. *Eur. Food Res. Technol.* 222:727–732.
- Lee MH, Cho EJ, Choi ES, & Sohn SH. 2016. The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Korean Journal of Poultry Science*, 43(1), 31-38.
- Ramos KCBT, Camargo AM, Oliveira ECD, et al. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. *Revista Ciências da Vida*, v.30, n.2, 2010, p.55-66.

- Rovana G, Usturo I MG. 2012. Effect of storage time and temperature on hen egg quality. [http://www.univagro-rasiro/revista200/20/document/pdf-vol57/Rovana Garvid](http://www.univagro-rasiro/revista200/20/document/pdf-vol57/RovanaGarvid)
- Salvador EL. Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2011.
- Sastre A, Ortega RM, Tortuero F, Suarez G, Vergara G, López C... Fernández M. 2003. Libro del huevo. Madrid, España: Instituto de estudios del huevo.
- Silversides FG, Budgell K. 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, 83(10), 1619-1623.