

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS**  
**MAESTRIA EN CIENCIAS VETERINARIAS**



**“EFECTO DEL TIEMPO Y LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN SOBRE  
LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y VIDA DE ANAQUEL DEL HUEVO  
PARA PLATO DE DOS TIPOS DE MANEJO”**

**TESIS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS.**

**PRESENTA:**

**DAVID MARTÍNEZ CURIEL**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Ph. D. FERNANDO FIGUEROA SAAVEDRA**

**MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

**JUNIO DEL 2023**

**“Efecto de tiempo y la temperatura de conservación sobre las características de calidad y vida de anaquel del huevo para plato de dos tipos de procedencia”. Tesis presentada por el M.V.Z David Martínez Curiel, como requisito parcial para obtener el grado de maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido aprobada por el comité particular indicado:**

---

**Ph. D. Fernando Figueroa Saavedra**  
**Director de tesis**

---

**Ph. D. Cristina Pérez Linares**  
**Asesor**

---

**Dr. Alberto Barreras Serrano**  
**Asesor**

---

**Dra. Ana Laura Kinejara Espinoza**  
**Asesor**

---

**M.C. Georgina Valentina Cervantes Cazarez**  
**Asesor**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad Autónoma de Baja California (IICV-UABC), por haberme dado la oportunidad de poder seguir continuando en el ámbito académico y de investigación.

Al consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), por el apoyo otorgado para la realización de mis estudios de posgrado.

A mis asesores y director de tesis por el apoyo académico incondicional brindado en lo largo de mi estadía en la Maestría.

A mis amigos y compañeros por acompañarme a lo largo de mis estudios brindándome siempre apoyo y compartir su tiempo y conocimiento.

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermano, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo no solo de mi maestría, también a lo largo de mi vida.

## CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
Características del huevo .....	3
Características de calidad del huevo .....	4
Factores que afectan la calidad y vida de anaquel del huevo .....	5
<i>Nutricionales</i> .....	5
<i>Edad, genética y peso corporal</i> .....	6
<i>Almacenamiento</i> .....	7
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
Localización del área de estudio .....	14
Tratamientos .....	14
Variables a evaluar .....	15
<i>Peso del huevo</i> .....	15
<i>Pérdida de peso</i> .....	15
<i>Índice del huevo</i> .....	15
<i>Unidades Haugh</i> .....	15

<i>Diámetro de la yema</i> .....	15
<i>Color CIElab*</i> .....	15
<i>pH de la yema y albumina</i> .....	16
<i>Grosor del cascarón</i> .....	16
Metodología .....	16
Análisis de resultados .....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
CONCLUSIONES .....	41
LITERATURA CITADA .....	42

## LISTA DE CUADROS

Cuadro.		Pág.
1	Valores promedio de UH de peso por día de evaluación y temperatura .....	19
2	Valores promedios de pérdida de peso por día de evaluación y temperatura .....	20
3	Valores promedios de peso del cascarón por día de evaluación y temperatura .....	22
4	Valores promedios del grosor de cascarón por día de evaluación y temperatura .....	24
5	Valores promedios del Índice del huevo por día de evaluación y temperatura .....	25
6	Valores promedios del diámetro de la yema por día de evaluación y temperatura .....	27
7	Valores promedios del peso de la yema por día de evaluación y temperatura .....	28
8	Valores promedios del peso de la albumina por día de evaluación y temperatura .....	29
9	Valores promedios de la altura de la albumina por día de evaluación y temperatura .....	30
10	Valores promedios del pH de la yema por día de evaluación y temperatura .....	32
11	Valores promedios del pH de la albumina por día de evaluación y temperatura .....	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura.		Pág.
1	Valores promedios de L por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior) .....	35
2	Valores promedios de a* por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior) .....	36
3	Valores promedios de b* por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior) .....	37
4	Valores promedios de C* por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior) .....	39
5	Valores promedios de H por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior) .....	40



## RESUMEN

El manejo previo bajo condiciones inadecuadas, transporte prolongado a altas temperaturas, por varias horas y un almacenamiento sin las precauciones necesarias puede causar un gran daño a calidad físico química del huevo. Con base a lo anterior el objetivo del presente estudio fue realizar una evaluación de la vida de anaquel y comportamiento de las características que determinan la calidad del huevo para plato con dos tipos de manejo, para ello fueron necesarios un total de 540 huevos (270 huevos por grupo) de los cuales se realizaron evaluaciones a los días 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 de adquisición de los huevos en el mes de julio y agosto. Los resultados muestran una disminución del peso del huevo en los dos grupos en relación al día 0 a su respectiva evaluación final, dando como resultado G1 y de G2 a 10°C de 0.50 gr y 0.43 gr a 20°C 0.81 gr y 0.91 gr y a 30°C 1.89 gr y 2.57 gr respectivamente, causado por la deshidratación del huevo, afectando a su calidad y vida de anaquel, dando valores de Unidades Haugh para G1 a 10°C de 47.94 con una vida de anaquel de 34 días con clasificación B, 20°C de 29.1 con una vida de anaquel de 30 días con clasificación C y a 30°C de 39.56 con clasificación C con una vida de anaquel de 12 días, para G2 los resultados obtenidos fueron a 10°C de 53.62 a los 34 días con una clasificación B, 20°C de 25.08 a una vida de anaquel de 30 días con una clasificación C y a 30°C con una vida de anaquel de 14 días con una clasificación C. Se concluye: bajo los manejos previos al huevo, su vida de anaquel no se ve afectada, pero si por el aumento del tiempo de

almacenamiento y aumento de temperaturas afectando sus características físico químicas y vida de anaquel.

**Palabras clave:** Unidades Haugh, calidad del huevo, vida de anaquel, temperatura.

## ABSTRACT

Previous handling under inadequate conditions, prolonged transportation at high temperatures for several hours, and storage without the necessary precautions can cause great damage to the physical-chemical quality of the egg. Based on the above, the objective of the present study was to carry out an evaluation of the shelf life and behavior of the characteristics that determine the quality of the egg for dishes with two types of management, for which a total of 540 eggs (270 eggs) were necessary. eggs per group) of which evaluations were made at days 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 of acquisition of the eggs in the month of July and August. The results show a decrease in egg weight in the two groups in relation to day 0 of their respective final evaluation, resulting in G1 and G2 at 10°C of 0.50 gr and 0.43 gr at 20°C 0.81 gr and 0.91 gr. and at 30°C 1.89 gr and 2.57 gr respectively, caused by dehydration of the egg, affecting its quality and shelf life, giving Haugh Unit values for G1 at 10°C of 47.94 with a shelf life of 34 days with classification B, 20°C of 29.1 with a shelf life of 30 days with classification C and at 30°C of 39.56 with classification C with a shelf life of 12 days, for G2 the results obtained were at 10°C of 53.62 at 34 days with a classification B, 20°C from 25.08 to a shelf life of 30 days with a classification C and at 30°C with a shelf life of 14 days with a classification C. It is concluded: under the handling prior to the egg , its shelf life is not affected, but it is due to the increase in storage time and increased temperatures, affecting its physical-chemical characteristics and shelf life.

Keywords: Haugh units, egg quality, shelf life, temperature.

## INTRODUCCIÓN

El huevo es un producto de origen animal, el cual necesita de temperaturas específicas para poder mantener su calidad y ser apto para el consumo, un almacenamiento rápido (después de su adquisición) en una temperatura en refrigeración de 4°C hará que la calidad del huevo y la vida de anaquel se conserven por más tiempo (FDA, 2023).

La temperatura y el tiempo pueden jugar un papel importante en la calidad y vida de anaquel, ya que estos afectan su periodo de conservación, disminuyendo considerablemente sus Unidades Haugh (Feddern et al., 2017), mayormente en temperaturas arriba de los 30°C y en almacenamientos prolongados mayores a 20 días.

En la Ciudad de Mexicali, en las temporadas de primavera y verano, las temperaturas promedio son mayormente altas excediendo los 40°C, ocasionando que los productos almacenados incorrectamente y por periodos de tiempo largo terminen descomponiéndose.

Las granjas minoristas en la ciudad de Mexicali, no mantienen en almacenamiento refrigerado los huevos de la producción diaria y son transportados sin las consideraciones necesarias para su correcta conservación. De igual manera en los centros comerciales, los huevos no son almacenados en refrigeradores con temperaturas adecuadas, causando que disminuya su vida de anaquel.

**Con base en lo anterior el objetivo fue evaluar la vida de anaquel y comportamiento de las características que determinan la calidad del huevo para plato con dos tipos de manejo.**

## REVISIÓN DE LITERATURA

### ***Características del huevo***

El huevo está diseñado por naturaleza para dar protección y mantener a un embrión que posteriormente se convertirá en pollo, por esto el huevo está estructurado por varias capas y membranas que lo protegerán (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

Por definición de la NMX-FF-127-SCFI-2016 (Norma Mexicana) el cascarón es una cubierta exterior del huevo, que sirve para proteger a las sustancias nutritivas contenidas en el mismo, protección a daño microbiológico, estas también promoverán el intercambio gaseoso y de agua debido a la cantidad de poros existentes (Bedoya y Valencia, 2020). La clara o albúmina son solución viscosa (coloidal) que rodea a la yema y se encuentra contenida entre las membranas del cascarón. Se distinguen tres capas diferenciales por su consistencia, dos densas y una acuosa; la clara densa va perdiendo su consistencia al transcurrir el tiempo desde la postura del huevo y, por lo tanto, su capacidad de mantener a la yema en la posición central normal. Las chalazas son cordones blanquecinos situados en los ejes longitudinales del huevo, que se forman en el útero por torsión de las fibras de mucina, secretadas en el mágnium. Se adhieren a la yema y la mantienen en su lugar. La yema es una sustancia central del huevo, contenida en la membrana vitelina, de forma semiesférica y de color que varía del amarillo al anaranjado. Su forma y ubicación varía conforme

pasa el tiempo después de la ovoposición, encontrando yemas aplanadas y desplazadas a la periferia en los huevos viejos.

Un huevo de talla grande, está compuesto de aproximadamente el 11% corresponden a la cáscara, el 58% a la clara y el 31% a la yema. Cuando se calcula en base al contenido interior del cascarón el 65% es clara y el 35% yema. La composición química del huevo se compone de 65.5% de agua, 11.8 % de proteína, 11 % de grasa y 11.7% de ceniza, por su parte la clara está compuesta de 88% de agua, 11% de proteína, .2% de grasa y .8% de ceniza, por último, la composición de la yema es de 48% de agua, 17.5% de proteína, 32.5% de grasa y % de ceniza (Morfin, 2007).

### **Características de calidad del huevo**

Las características de calidad del huevo están estrechamente relacionadas entre sí, determinadas por el peso, la forma, el color y la solidez de la cáscara y el grado de limpieza, así como los parámetros internos directamente relacionados con el grado de frescura y envejecimiento del huevo. Para determinar esta calidad podemos recurrir de modo rutinario a la inspección de ciertos elementos del huevo tanto en su exterior como interior. Podemos visualizar externamente y con el huevo cerrado, el peso, la forma, la integridad de la cáscara y la presencia e integridad de la cutícula externa que recubre toda la cáscara, protegiendo al huevo de contaminaciones. Las técnicas de calidad interior se basan en observar la calidad del huevo de acuerdo al aspecto que presenta la yema y la clara, además, nos permite medir otra serie de parámetros para determinar su calidad como son el color de la yema, el valor de pH de la

clara y yema, la presencia de manchas de carne o sangre en la clara y el espesor de la cáscara. (Universidad de Murcia, 2023).

### **Factores que afectan la calidad y vida de anaquel del huevo**

**Nutricionales:** juegan un papel importante en la calidad del huevo, como lo puede ser la utilización de componentes como metionina y cistina, Gallardo et al. (2016), evaluaron la utilización de metionina + cistina a 3 diferentes porcentajes (0.754, 0.710 y .670) en los últimos 3 días de postura de 162 gallinas, donde, el porcentaje de albumen en aves alimentadas con el nivel de 0.670% de metionina + cistina fue significativamente diferente ( $P > 0.05$ ) en comparación a 0.745% y 0.710%. Cuando fueron comparados los niveles de 0.710% y 0.745% de metionina + cistina con relación al nivel de 0.670%, el porcentaje de albumen se incrementó en 1.66% y 2.29%, respectivamente. No fueron encontrados efectos de los niveles de metionina + cistina sobre el porcentaje de cáscara ( $P = 0.275$ ) y porcentaje de yema ( $P = 144$ ).

Morales et al. (2022), evaluaron la utilización de un complejo multienzimático y probiótico en gallinas. Se emplearon 180 gallinas, con 3 tratamientos: 1) dieta testigo, 2) dieta reducida en energía metabolizable (50 kcal/kg y 2% de proteína y aminoácidos metionina y lisina) + enzimas, 3) dieta 2 + probiótico, los resultados que obtuvieron fueron los siguientes; el peso del huevo, fue mayor ( $P < 0.05$ ) en las aves alimentadas con la dieta testigo (T1) y la dieta reducida con enzimas + probiótico (T3), las Unidades Haugh, grosor del cascarón, resultaron similares ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos.



**Edad, genética y peso corporal:** Niraja et al. (2008), evaluó C1, un cruce entre una línea pura de pollo de engorde 1 y una ponedora de huevos teñidos; C2, un cruce entre una línea pura de pollo de engorde 2 y una ponedora de huevos teñidos, C3 Vanaraja y C4 Gramapriya, para observar como afectaba este a las características del huevo. Sobre el peso (g) del huevo C1 obtuvo un valor de 52.9, C2 de 51.7, C3 de 53 y C4 de 51, existiendo diferencias significativas entre las 4 razas ( $P < 0.05$ ), sobre las UH, no existió diferencia entre C1 y C3, pero si entre C2 C4, por último, para yema, en C1 (7.57 g) no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) con C2 (7.49 g) y C4 (7.67 g) pero si ( $P < 0.05$ ) con C3 (8.01).

Padhi et al., 2013, midió las características de calidad del huevo a las 28, 40, 56, 64 y 72 semanas de edad en gallina Vanaraja. El peso del huevo, los resultados revelaron que a las 52 (61.7 g), 64 (60.4 g) y 72 (61.07 g) semanas de edad no difirió significativamente ( $P > 0.05$ ) pero si para 28 (47.6 g) y 40 (55.19 g) ( $P < 0.05$ ). El índice de yema mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las mediciones de 28, 56 y 64 días, sin embargo, no se no fue significativo entre las edades de 40 y 72 semanas. Por ultimo para las UH, existió diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las semanas 52 (87.50), 64 (78.3) y 72 (75.4), pero no entre 28 (80.7) y 40 (81.38) ( $P > 0.05$ ).

García et al. (2016), evaluó el indicador de peso corporal sobre características de calidad del huevo, tomando en cuenta dos grupos (En el grupo 1 se ubicaron aquellas aves cuyo peso vivo se encontraba entre 1500-1600 g y en el grupo 2 aquellas con peso entre 1735-1820 g). Se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) sobre el peso del huevo, donde, el grupo 2 tuvo mayor peso de los

huevos con una diferencia de 8,63 g, para la variable de altura de albumina, existió diferencia ( $P < 0.05$ ), se encontraron valores más altos en G2 (7.85 mm) que en G1 (6.91 mm), pero no para el largo ni el ancho ( $P > 0.05$ ), por último, para UH, se observó que, en las evaluaciones, los huevos con mayores índices de frescura y valores más altos fueron del grupo 2.

**Almacenamiento:** Ramírez et al. (2016) evaluaron la calidad del huevo mediante diferentes tiempos de conservación del huevo, utilizando 250 muestras en 5 tratamientos diferentes (0, 5, 10, 15 y 20 días). Los resultados obtenidos en cuanto al peso del huevo y cascara en los diferentes tratamientos no fueron significativos ( $P > 0.05$ ) con valores de 55.4, 56.3, 55.9, 56.2 y 56 g para el peso del huevo y 7.9, 7.7, 7.9, 7.8, 7.9 g para el peso del cascarón. En el caso del espesor de la cascara, al día 0, con 0.37 mm y 0.36 al día 5, obtuvieron resultados no significativos ( $P > 0.05$ ), pero si ( $P < 0.05$ ), en comparación con los días 10 (0.41 mm), 15 (0.42 mm) y 20 (0.41 mm) peor no entre ellos ( $P > 0.05$ ). La forma del huevo tanto en anchura como altura y el índice del huevo no se vio afectado con los diversos tratamientos implementados ( $P > 0.05$ ). Sobre la variable de la yema, se observó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) sobre la altura, reportando valores al día 0 de 20.63 mm, 18.05 mm al día 5, 16.16 mm al día 15 y 14.7 mm al día 20, sobre el diámetro, documento valores a los días 0 (39.38 mm), 5 (41.48 mm), 10 (42.93 mm), 15 (43.03) y 20 (45 mm) existiendo entre estas dos diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los primeros 4 tratamientos, pero no entre los 2 últimos ( $P > 0.05$ ). Por último, sobre las UH, registraron valores significancia a los días 0 (97.6), 5 (91.64), 10 (80.74), 15 (76.26) y 20 (73.94) pero no entre los dos últimos ( $P > 0.05$ ).

Feddern et al. (2017) evaluaron el almacenamiento del huevo durante 9 semanas mediante dos tratamientos, temperatura ambiente (20 a 35°C en verano; 11.2 a 29.7°C en otoño) y refrigerador (0 a 5°C en verano; -3.1 a 6.5°C en otoño). Reporto valores para la variable de UH a temperatura ambiente en la semana 1 de 98.60 donde observo significancia ( $P < 0.05$ ) con los resultados de las semanas 2 (70.84), 3 (51.92), 4 (51.80), 5 (44.75), 6 (43.31), 7 (34.23), 8 (40.38) y 9 (39.36) pero no entre estas ( $P > 0.05$ ), en la temperatura de refrigerador, observaron resultados significativos para la semana 1 (95.71) con las semanas 2 (94.15), 3 (88.19), 4 (85.19), 5 (73.99), 6 (70.33), 7 (70.09), 8 (65.82) y 9 (74.22). Para la variable de peso, se observaron resultados significativos ( $P < 0.05$ ) para las semanas 1 (48.75 g) y 4 (45.82 g) pero no ( $P > 0.05$ ) para los resultados entre las semanas 2 (47.95), 3 (46.55 g), 5 (44.99 g), 6 (44.42 g), 7 (44.62 g), 8 (43.64 g) y 9 (42.81 g), los valores a temperatura de refrigerador, no se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) para las semanas 1 (49.03 g) y 4 (47.39 g), pero si en comparación a las semanas 2 (49.8 g), 3 (48.79 g), 5 (47.63 g), 6 (47.66 g), 7 (47.78 g), 8 (46.86 g) y 9 (46.31 g) pero no ente estas ( $P > 0.05$ ).

Hagan et al (2019) evaluaron las diferencias sobre calidad de huevo en diferentes razas de gallinas ponedoras por días de almacenamiento y temperatura. Para la evaluación sobre la diferencia entre razas, se evaluaron la Lohman White y Brown, en las cuales reportaron que no existía diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) en el peso del huevo (85.3 y 59.4 g) y del cascaron (6.10 y 5.90 g), pero si ( $P < 0.05$ ) en el peso de la albumina (32.1 y 33 g), altura de la

albumina (5.20 y 7.30 mm) y el peso de la yema (18.6 g y 17.9 g), así como en las unidades Haugh resultando mayores en Lohman Brown (74) que en White (67.7) ( $P < 0.05$ ). Para la evaluación de los periodos de almacenamiento, se realizaron evaluaciones a los 0, 5, 10, 15 y 20 días, se observó que no existía diferencia estadística en las mediciones de peso del cascaron y peso de la yema ( $P > 0.05$ ), por otra parte, se evidencio diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el peso total del huevo entre los días 0 (59.1 g), 5 (54.3) con los periodos de 10 (51.1 g), 15 (51.1 g) y 20 (50.9 g) pero no ( $P > 0.05$ ) entres los últimos 3 periodos de almacenamiento. Sobre la variable de UH, no se reportó diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de 0 (74.4) y 5 (73.9) días, pero si ( $P < 0.05$ ) con los periodos de 10 (70.7), 15 (67.8) y 20 (66.6) días, por último, para las diferentes temperaturas de almacenamiento (5°C, 21°C y 32°C), reportaron valores no significativos ( $P > 0.05$ ) para las variables de peso del cascarón y ancho del cascarón. Sobre la variable de UH, reporto valores significativos ( $P < 0.05$ ) para las temperaturas de 5°C (74.4), 21°C (70.5) y 32°C (64.5).

Isaza et al. (2021) evaluaron la calidad del huevo en base al tiempo transcurrido después de su postura para observar los cambios de frescura. Se realizaron observaciones a los 3, 6, 9, 13 y 17 días a temperaturas entre 28 y 30 °C. Los resultados obtenidos para el peso del huevo a los 3 días (61.13 g), fueron no significativos ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de almacenamiento de 6 (60.0 g), 9 (60.23 g) y 13 (58.22 g) pero si para ( $P < 0.05$ ) 17 (51.37 g). Para la variable de peso de la yema no se observó diferencia ( $P > 0.05$ ) en los 5 periodos de almacenamiento, pero si se observó diferencia ( $P < 0.05$ ) en el peso de la

albumina del día 3 (38.46 g) entre los periodos de 6 (37.38 g), 13 (35.59 g) y 17 (34.63 g) días. 9 (36.95 g), con excepción del día 9 (36.95 g).

Chung y Lee (2014), investigaron los efectos de los tiempos de almacenamiento (7, 14, 21 y 28 días), temperaturas (4 C, y 25 C) y edad de las gallinas (40 y 60 semanas) sobre la calidad del huevo. Los resultados que reportaron sobre el tiempo de almacenamiento fueron los siguientes: para la pérdida de peso se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) para los periodos de almacenamiento de 7 (0.61 g), 14 (1.31 g), 21 (1.94 g) y 28 (2.50 g) siendo a 28 días de almacenamiento la mayor perdida. Sobre las UH, se reportó diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) presentando resultados a los 7 días de 76.3, a los 14 de 71.3, 21 de 67.1 y por ultimo de 62.5 a los 25 días. Para los efectos de la temperatura sobre la pérdida de peso, reportaron valores con diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), donde se observaron valores de 1.19 g a 4°C y 2.15 g a 25°C, por otra parte, para las UH, existió diferencia ( $P < 0.05$ ), registrando valores más altos a la temperatura de 4°C (83.1) que a 25°C (55.4). Por último, sobre los efectos de la edad sobre la calidad del huevo, se reportaron valores de pérdida de peso no significativos ( $P > 0.05$ ) a las 60 semanas (2.17 g) que a 40 (1.59 g), al igual que para la variable de UH, donde los valores reportados fueron de 67.8 a 40 semanas y 70.8 para 60 semanas.

Lee et al. (2016), analizaron el efecto de la temperatura a 2 C, 12 C y 25 C en periodos de tiempo de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28 y 30 días, a huevos de gallina de la línea Hyline Brown.

Sobre los efectos de la temperatura, reportaron resultados significativos ( $P < 0.05$ ) de la variable de peso del cascarón, observándose valores de 8.19 a 2°C, 8.01 a 12°C y 7.78 a 25°C, para la variable de UH los valores presentados fueron significativos ( $P < 0.05$ ) entre las temperaturas 2°C (87.03), 12°C (6.26) y 25°C (50.08). Sobre la variable de pH de yema, reportaron valores significativos ( $P < 0.05$ ) a las temperaturas de 2°C (5.64), 12°C (5.62), 25°C (5.68), sobre el pH de la albumina, los valores presentados fueron de 8.03 a 2°C, 8.68 a 12°C y 8.83 a 25°C, presentando diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). El efecto del periodo de almacenamiento sobre el peso del cascarón evidencio que no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de 2 (8.21 g), 6 (8.13 g) y 12 (7.99 g) pero si ( $P < 0.05$ ) contra los periodos de 18 (7.92 g), 24 (7.87 g) y 30 (7.89 g) pero no entre estos, sobre las UH, los resultados de los periodos de almacenamiento demostraron que no existía diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de 18 (67.4) y 24 (64.56), a su vez si se observaron diferencia ( $P < 0.05$ ) contra y entre los periodos de 2 (85.04), 6 (77.66), 12 (72.28) y 30 (64.56), por último, para las evaluaciones de pH de yema y albumina, se presentaron diferencia ( $P < 0.05$ ) en los periodos de 10 (5.46 y 8.46), 20 (5.76 y 8.60) y 30 (5.73 y 8.31) días de almacenamiento.

Samli et al., (2005) estudiaron el efecto del tiempo de almacenamiento de 2, 5 y 10 días a 5, 21 y 29°C en los huevos de gallina. Los resultados obtenidos mostraron diferencia ( $P < 0.05$ ) para la variable de pérdida de peso a los 2 días de almacenamiento a las temperaturas de 5°C (0.17 g), 21°C (0.32 g), y 29°C (0.41 g), a 5 días de almacenamiento a temperaturas de 5°C (0.32 g), 21°C (0.65 g) y

29°C (1.30 g) y a 10 días de almacenamiento a las temperaturas de 5°C (0.42 g), 21°C (1.03 g) y 29°C (1.94 g). Para la variable de UH, los resultados que obtuvieron, presentaron diferencia ( $P < 0.05$ ) a los diferentes tiempos de almacenamiento y temperaturas de almacenamiento, presentando una mayor disminución a 29°C a 10 días de almacenamiento con 40.57, en comparación con la misma temperatura de almacenamiento a diferentes periodos de almacenamiento (2d, 29°C, UH 72.82 y 5d, 29°C, UH 64.84).

Por su parte Scott y Silversides (2000), evaluó los efectos del periodo de almacenamiento (1, 3, 5 y 10 días) y la genética de la gallina (ISA- Brown y White) sobre las características de calidad del huevo para plato. Los resultados obtenidos sobre la variable de peso del huevo, peso de la yema y albumina, los efectos de la raza, no fueron significativos ( $P > 0.05$ ). Para los periodos de almacenamiento sobre la variable de peso del huevo, reportaron diferencia ( $P < 0.05$ ) los periodos de 1 (58.57 g), 3 (58.57g), 5 (56.68 g) y 10 (56.34 g), pero no ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de 5 y 10 días. La variable de peso de la yema, no se registró significancia ( $P > 0.05$ ) para los diferentes días de almacenamiento, por último, el peso de la albumina si se observó diferencia ( $P < 0.05$ ) en el periodo de 1 día (38.18 g) con 3 (37.33 g), 5 (36.35 g) y 10 (35.86 g), pero no entre los periodos de 5 y 10 días ( $P > 0.05$ ).

Jones y Musgrove (2005), evaluaron los efectos de almacenamiento prolongado (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) a una temperatura de 4°C sobre la calidad del huevo para plato. Sobre la variable de altura de albumina para el huevo fresco (0 días 7.05 mm), se observaron valores no significativos ( $P > 0.05$ )

contra el periodo de 1 semana (6.65 mm), pero si ( $P < 0.05$ ) contra los periodos de 2 (5.84 mm), 3 (5.58 mm), 4 (5.60 mm), 5 (5.49 mm), 6 (5.29 mm), 7 (5.26 mm), 8 (5.25 mm), 9 (5.06) y 10 semanas (4.58 mm), a su vez no se registró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los periodos de 2, 3, 4, 5 y entre los periodos de 6, 7, 8 y 9 días. La variable de UH, al día 0, registro valores no significativos ( $P > 0.05$ ) en comparación del periodo de 1 semana, pero si ( $P < 0.05$ ) contra los demás periodos de almacenamiento.

Jin et al. (2011) evaluaron el efecto de 3 temperaturas (5°C, 21°C y 29°C) y periodo de almacenamiento (0, 2, 5 y 10 días), sobre la calidad del huevo para plato de la línea Lohmann Light-Brown. Las observaciones sobre la variable de pérdida de peso, a 5°C fueron significativas ( $P < 0.05$ ) para los periodos de almacenamiento de 2 (0.15 g), 5 (0.28 g) y 10 (0.55 g) días, al igual que a 21°C (0.33, 0.67 y 1.18 g) y 29°C (0.77, 1.74 y 3.67 g). La variable de peso de la albumina, no se observaron valores significativos ( $P > 0.05$ ) para las temperaturas de 5°C y 21°C, pero si ( $P < 0.05$ ) dentro de la temperatura de 29° C a los periodos de almacenamiento de 0 (36.89 g), 2 (36.37 g), 5 (36.06 g) y 10 (32.61 g) días. Por último, reportaron valores no significativos ( $P > 0.05$ ) para la temperatura de 5°C, pero si en la temperatura de 21°C en los periodos de 0 (91.30), 2 (83.44), 5 (75.67) y 10 (72.63), al igual que a la temperatura de 29°C a los periodos de 0 (87.62), 2 (73.01), 5 (61.85) y 10 (60.92) días.



# MATERIALES Y METODOS

## Localización del área de estudio

Para este estudio la obtención de la muestra fue en la ciudad de Mexicali, B. C., y los análisis en el laboratorio de Calidad Físico Química de Productos de Origen Animal del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la Universidad de Baja California.

## Tratamientos

Se utilizaron 540 huevos distribuidos en dos grupos: G1 270 huevos con un manejo previo a la venta (transporte de 48 horas y con un almacenamiento de 18 horas) a temperaturas superiores de 40 °C antes de la venta al consumidor y G2 270 huevos, huevo fresco, producido a temperaturas superiores a 40 °C. Ambos grupos fueron distribuidos al azar a 3 diferentes temperaturas de almacenamiento (T1 10 °C, T2 20°C y T3 30°C). Se realizaron un total de 16 evaluaciones en un lapso de 34 días (tomando como día 0 el día de la adquisición de los huevos) para los huevos de 10°C, 30 días, 15 evaluaciones para los huevos de 20°C y 14 días, 7 evaluaciones para los huevos de 30°C, por día de evaluación se realizó la descripción de 5 huevos por temperatura, dando un total de 15 huevos por grupo.

Para la obtención del tamaño de muestra se utilizó la siguiente formula:

$r = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 \delta^2}{\delta^2} \Rightarrow r = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 (.8^2) (.2)}{(0.1)^2} = 250 + 20$  huevos que se agregaron para evitar error.

## **Variables a evaluar**

**Peso del huevo:** para el peso del huevo se utilizó una báscula digital de la marca METTLER TOLEDO modelo PB153-S, la cual fue calibrada antes de la marca METTLER TOLEDO modelo PB153-S, la cual fue calibrada antes de cada evaluación utilizando una pesa calibrada de 50 gr y 100 gr.

**Pérdida de peso:** se realizó utilizando la siguiente fórmula;  $PP = \text{Peso inicial} - \text{Peso final}$  tomado como referencia el peso inicial el día 0 (adquisición del producto) y peso final el día de la evaluación.

**Índice del Huevo:** para la evaluación se utilizó un vernier Techmaster modelo CD-6" C, con el cual se midió el largo y ancho del huevo para posteriormente sustituir los valores en la fórmula:  $IH = (\text{Ancho del huevo} / \text{altura del huevo}) * 100$ .

**Unidades Haugh:** altura de albumina y clasificación del huevo se realizó utilizando el EGG ANALYZER™ V.A (2001), calibrando el equipo antes de utilizar y una vez al día.

**Diámetro de la yema:** se utilizó un vernier digital Techmaster modelo CD-6" C.

**Color CIElab\*:** los valores de color fueron obtenidos utilizando un colorímetro CHROMA METER CR-400410, con un D65,  $Y = 94.7$ ,  $X = 0.3156$ ,  $y = 0.3320$ , y un ángulo de apertura de 2 grados.

***pH de la yema y albumina:*** se determinó utilizando el potenciómetro de punción de la marca HANNA Mea pH HI 99163, la cual fue calibrado diariamente mediante buffers de pH 4 y 7.

***Grosor del cascarón:*** la medición fue tomada utilizando un vernier digital de la marca Mitutoyo; se tomaron 3 medidas (una en el centro y dos en la cercanía de los polos del huevo).

### **Metodología**

El muestreo y adquisición de los huevos, se realizó al momento de su llegada al centro de distribución para los huevos con manejo previo a la venta y al momento de la postura en el caso del huevo fresco siguiendo los criterios de la NMX-FF-127-SCFI-2016 para su muestreo. Posterior a la adquisición, los huevos fueron transportados al laboratorio de Calidad Físico Química de Productos de Origen Animal, donde se sortearon y distribuyeron en cada uno de los tratamientos al azar. El análisis de las muestras se realizó a partir de su llegada al Laboratorio (día cero) hasta los 34 días de almacenamiento (16 evaluaciones).

### **Análisis de resultados**

Se realizaron de las variables en el programa Excel los días de evaluación. Se establecieron medidas de tendencia central y se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos por grupo y tratamiento, las cuales posteriormente se graficaron y realizaron tablas para su mejor comprensión, además, se realizó un

análisis estadístico con mediciones repetidas a través del tiempo, el cual contemplo variables simples y con repeticiones.

La siguiente expresión se utilizó para las variables sin repeticiones:

$$Y_{ijl} = M + T_i + E_{(a)} + C_k + (TC)_{ik} + E_{(b)} + D_l + (TD)_{il} + (CD)_{il} + E_{(c)}$$

$T_i$  = Tratamiento

$E_{(a)}$  = Error del tratamiento

$C_k$  = Temperatura

$E_{(b)}$  = Error de temperatura \* tratamiento

$D_l$  = Día

$E_{(c)}$  = Error

Las variables que se evaluaron mediante repeticiones (3), se realizaron medias de las variables por día y se agregó la variable de repeticiones (Rep) al análisis, tomando en cuenta el error del submuestreo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis estadístico, solo se registraron valores significativos ( $P < 0.05$ ) en la variable de peso inicial, por lo cual, procedió a hacer un análisis descriptivo de las variables.

Los huevos del G1, obtuvieron un peso promedio al día 0 de 54.9 a 56.4 gramos y clasificando estos como huevos de tamaño de chico (50-55 g) a mediano (55-60 g) y 59.83 a 61.37, para el G2, los cuales se catalogaron como un huevo de tamaño mediano (55-60 g) a grande (60-64 g). Se observaron que los huevos del G2 dos son más pesados, por lo tanto, se clasificaron en una categoría mayor de acuerdo con la NMX-FF-127-SCFI-2016.

De acuerdo al Cuadro 1, las UH del G1 al día 0 del estudio clasificó al huevo en calidad B, mientras que en el G2 las UH las clasificó como AA. Esto debido al manejo previo que se realizó al G1, donde el almacenamiento a altas temperaturas arriba de 40°C en largos periodos los cuales tuvieron un efecto en su calidad, como lo describe Samli et al (2005), quienes afirmaron que, un periodo de almacenamiento a altas temperaturas va a afectar directamente a la calidad del huevo afectando su clasificación.

La vida de anaquel en el G1, a pesar de no encontrar resultados significativos ( $P > 0.05$ ), fue mayor a la temperatura de 10°C, alcanzando los 34 días con una clasificación B con una pérdida del 0.88% (Cuadro 2) del peso total. A una temperatura de 20°C, la vida de anaquel del huevo fue de 4 días menor a 10°C, los cuales fueron clasificados como C (Fuera de clasificación), con una

Cuadro 1 Valores promedio de UH de peso por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	55.8	47.4	45.06	94.2	97.4	97.6
2	45.84	49.16	48.14	74.28	58.04	68.58
4	53.18	48.36	39.92	68.06	48.18	53.46
6	54.3	41.36	40.9	66.74	61.96	42.02
8	51.34	45.62	30.3	63.48	61.2	33.46
10	53.6	47.55	31.1	67.26	57.922	45.18
12	52.56	37.9	39.5667	54.88	46.94	44.267
14	47.92	50.975	-	66.78	49.86	34.533
16	46.74	34.06	-	59.32	32.4	-
18	46.4	44.66	-	64.2	48.86	-
20	43.28	28.8	-	59.58	48.14	-
22	53.5	35.12	-	59.58	41.58	-
24	45.34	49.15	-	47.5	31.68	-
28	42.94	38.52	-	44.32	29.85	-
30	50.12	29.1	-	56.18	25.08	-
34	47.94	-	-	53.62	-	-

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

Cuadro 2 Valores promedios de pérdida de peso por día de evaluación y temperatura.

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0156	0.1587	0.4688	0.0440	0.0986	0.3860
4	0.0670	0.2472	0.5038	0.0776	0.2802	0.7010
6	0.0818	0.3418	0.9392	0.1170	0.3722	1.0684
8	0.1302	0.4328	1.1530	0.2256	0.4564	1.5190
10	0.1646	0.4734	1.5238	0.1498	0.4360	1.4148
12	0.1816	0.5204	1.8982	0.2090	0.5714	1.6660
14	0.2340	0.5376	-	0.2676	0.5874	2.5794
16	0.2730	0.5968	-	0.2618	0.6660	-
18	0.2816	0.5694	-	0.2660	0.7252	-
20	0.2760	0.6900	-	0.2296	0.5300	-
22	0.3388	0.7612	-	0.3378	0.5544	-
24	0.2692	0.6522	-	0.3922	0.7090	-
28	0.3502	0.9800	-	0.4038	0.7696	-
30	0.4058	0.8152	-	0.4018	0.9164	-
34	0.5000	-	-	0.4340	-	-

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

pérdida del 1.44% de su peso total. A 30°C, la vida de anaquel observada fue de 12 días (Clasificación B) con una pérdida de peso del 3.54%.

A 30°C, desde el día 8 se comenzaron a observar huevos no medibles y con hongos por su parte la vida de anaquel de G2 a 10°C fue de 34 días, en los cuales, la clasificación AA perduro hasta el día 2, para las evaluaciones del día 4 al 10 el huevo se clasifico en A y fue clasificado en B del día 12 al 34 con una pérdida de peso del 0.71%.

Para 20°C, la vida de anaquel del huevo fue de 30 días, donde la clasificación disminuyo a B al día 2 y se mantuvo hasta el día 8, a partir del día 10 se clasifico en B, terminando en C al día 28 y 30, en este se observó una pérdida de peso del 1.53%.

A una temperatura de 30°C la vida de anaquel del huevo fue de 14 días, con una pérdida de peso 4.23%. En las últimas 2 evaluaciones, se observaron huevos no medibles y con presencia de hongos.

Valores similares fueron observados por Akyurek y Agma (2009), describieron que, conforme al aumento de la temperatura y almacenamiento (14 días a 20°C) en comparación a periodos de almacenamiento y temperatura menores (3 días a 4°C), las UH se verían afectadas directamente, así como la calidad del huevo, a su vez que aumentaría la pérdida de peso (0.56 g y 0.15 g). Por su parte Samli et al. (2005), en su estudio observó que, a los 29 días de almacenamiento del huevo a 10°C, hubo valores de pérdida de peso mayores



Cuadro 3 Valores promedios de peso del cascarón por día de evaluación y temperatura.

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	6.8532	7.6166	6.9904	7.5916	7.8118	8.0388
2	7.4782	6.7484	6.923	8.2326	6.925	7.4218
4	6.8228	7.2626	6.853	7.357	7.113	7.0862
6	7.021	7.3764	7.1872	8.1016	7.678	7.06225
8	6.9426	7.367754	7.2076	7.6796	7.8196	6.6692
10	7.1774	7.1302	6.9628	7.504	7.3722	6.6696
12	7.2458	7.2614	6.8636	7.5604	7.2182	7.101
14	6.925	7.1394	-	7.3732	7.8528	7.4422
16	6.6326	6.9508	-	7.7376	7.2648	-
18	6.8778	6.8144	-	7.1538	7.4516	-
20	7.1954	7.415	-	7.7014	7.5098	-
22	6.823	6.8586	-	7.1308	7.3506	-
24	7.0236	6.8804	-	7.3002	7.205	-
28	7.1146	7.2068	-	7.6642	7.5472	-
30	6.9928	7.03025	-	6.878	7.3776	-
34	7.0672	-	-	7.5338	-	-
Promedio	7.012	7.1372	6.998	7.531	7.433	7.186

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

(1.94 g) a 29 días con respecto a los obtenidos en G1 a 10°C (0.500g) y 20°C (0.815 g) a pesar que se le realizo el manejo previo.

La variable de peso del cascarón (Cuadro 3) del G1 se observaron promedios más altos a una temperatura de 10°C y más bajos a 30°C, pero siendo menores a los promedios obtenidos en G2 a 10°C, 20°C y 30°C, debido al manejo previo de almacenamiento a altas temperaturas (40°C) y periodos largos, pero no significativos ( $P>0.05$ ). Estos valores son similares a los obtenidos por Izasa et al. (2021), los cuales reportaron que, conforme se aumentan los días de almacenamiento, existe una disminución progresiva del peso del cascarón a 30°C (7.32 g a 3 días y 7.01 g a 17 días). Al respecto, Ramírez et al. (2016), reportaron, que a temperatura ambiente (24 °C) no existió una disminución o aumento en el peso del cascarón (7.9 g al día 0, 7.8 g día 15 y 7.9 g al día 20).

El grosor del cascarón (Cuadro 4), para ambos grupos, los valores se observaron en rangos de 0.4177 a 0.3641 mm no observándose en los grupos aumento o disminución del grosor; esto contrario a lo observado Ramírez et al. (2016) para el grosor del cascarón, donde registraron un aumento de 0.37 mm al día 0 a 0.41 al día 20 a temperatura ambiente (24°C) atribuyendo este proceso a la formación de una capa interna pegada al huevo conformada por albumina al aumentar los días de almacenamiento y temperatura.

Los valores promedio del índice del huevo, fueron (Cuadro 5) fueron de 74.6 a 75.1 en G1 y 73.3 a 73.8 en G2, observando que el huevo del grupo G1,

Cuadro 4 Valores promedios del grosor de cascarón por día de evaluación y temperatura.

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	0.5868	0.5726	0.5293	0.4619	0.4421	0.4621
2	0.4549	0.4545	0.4505	0.4242	0.4239	0.4368
4	0.5850	0.5874	0.5505	0.5354	0.5297	0.5431
6	0.4454	0.4096	0.4108	0.3965	0.3905	0.3590
8	0.4399	0.3949	0.4168	0.6488	0.3875	0.3490
10	0.3957	0.3992	0.3619	0.5419	0.5139	0.5122
12	0.3597	0.3565	0.3315	0.3747	0.3349	0.3448
14	0.3246	0.3417	-	0.3367	0.3307	0.3351
16	0.3147	0.3287	-	0.3202	0.2941	-
18	0.3190	0.3115	-	0.3325	0.2928	-
20	0.3216	0.3346	-	0.3138	0.3110	-
22	0.3309	0.3117	-	0.2825	0.3093	-
24	0.3741	0.2998	-	0.3051	0.2908	-
28	0.3345	0.3367	-	0.3128	0.3004	-
30	0.3078	0.3253	-	0.3027	0.3094	-
34	0.3403	-	-	0.3426	-	-
Promedio	0.3897	0.3843	0.4359	0.3895	0.3641	0.4177

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

Cuadro 5 Valores promedios del Índice del huevo por día de evaluación y temperatura.

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	73.606	72.696	72.772	73.425	75.502	74.121
2	73.542	73.674	75.492	74.130	72.566	73.525
4	76.664	75.985	74.669	73.995	73.731	73.866
6	75.076	75.854	76.691	78.948	72.092	72.594
8	73.706	74.095	75.130	76.855	75.869	73.226
10	73.712	74.829	75.691	73.593	74.850	74.504
12	75.218	74.900	75.792	71.873	73.151	73.421
14	73.791	76.333	-	74.037	71.466	71.657
16	73.313	72.901	-	71.152	73.082	-
18	75.345	76.158	-	74.623	71.665	-
20	74.073	74.634	-	71.176	73.640	-
22	75.673	73.949	-	72.758	73.555	-
24	74.312	76.289	-	73.465	72.710	-
28	77.805	74.588	-	74.066	74.355	-
30	75.073	75.222	-	72.840	73.491	-
34	73.520	-	-	74.645	-	-
Promedio	74.652	74.807	75.177	73.849	73.448	73.364

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

cumple con los valores óptimo para embalaje y transporte ya que un IH adecuado para el transporte y movilización es de 74 (Universidad de Murcia ,2022).

Para el diámetro de la yema (Cuadro 6), se reportaron valores en G1 menores que en G2, así como para la variable de peso de la yema (Cuadro 7) en la cual, conforme aumentó la temperatura y tiempo de almacenamiento, se describió un aumento de su peso, observándose valores mayores en G1, pero obteniendo resultados no significativos ( $P>0.05$ ). Estos valores concuerdan con los obtenidos con los de Feddern et al. (2017) el cual observaron un aumento en el diámetro de la yema al aumentar los días de almacenamiento, donde al día 0 fue de 34.68 mm y 44.39 mm a las 9 semanas a una temperatura de 20 a 35 °C y de 34.84 mm a 41.59 mm a las 9 semanas a una temperatura de -3.1 °C a 6.5 °C. Por su parte, Hagan y Eichie (2019) reportó un aumento en el peso de la yema a hasta los 15 días de almacenamiento (18.3 g a 19.1 g) pero una disminución a los 20 días de almacenamiento (17.5 g) a temperatura ambiente.

En el Cuadro 8, se observan los valores obtenidos para el peso de la albumina, los valores más bajos fueron en G1. La altura de la albumina, (Cuadro 9) los valores fueron más bajos en G1, esto debido al manejo previo que se realizó a los huevos, además se observó una disminución conforme aumentan los días de almacenamiento y temperatura, sin embargo, no se encontró diferencia ( $P>0.05$ ). Comparando los resultados con Marzec et al. (2019) describió valores de altura de la albumina menores en el periodo de 3 días (5.04 mm) a los descritos a 30°C en el G2, pero mayores en las demás evaluaciones registradas a 6 (4.10 mm) y 9 (3.74 mm) días, no concordando los resultados con

Cuadro 6 Valores promedios del diámetro de la yema por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	40.86	43.136	43.8	41.982	43.928	42.038
2	42.756	46.616	44.572	39.348	40.178	41.42
4	39.98	43.388	44.098	39.862	41.152	45.258
6	41.476	43.458	48.222	41.452	42.264	45.085
8	40.55	42.572	40.488	39.404	42.682	46.576
10	41.416	42.868	51.724	39.894	41.794	48.868
12	41.344	43.204	52.154	40.122	42.756	49.445
14	40.982	42.574	-	40.996	42.062	-
16	40.523	44.668	-	40.822	42.928	-
18	41.276	42.54	-	40.278	44.366	-
20	40.63	44.898	-	41.46	41.478	-
22	40.703	41.458	-	40.612	41.42	-
24	39.842	43.984	-	41.036	43.02	-
28	40.204	45.464	-	40.754	45.013	-
30	40.098	46.18	-	39.944	47.352	-
34	41.132	-	-	40.456	-	-
Promedio	40.860	43.800	46.436	40.526	42.826	45.527

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

Cuadro 7 Valores promedios del peso de la yema por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	15.616	17.452	17.560	15.338	18.117	16.273
2	17.595	17.305	17.719	16.852	15.562	16.473
4	16.992	18.218	17.871	17.371	17.218	18.741
6	16.949	18.141	19.053	18.189	17.890	18.699
8	18.190	19.421	20.247	18.008	17.893	18.138
10	16.582	16.262	20.666	17.947	16.788	18.091
12	17.756	18.525	18.682	17.548	17.853	18.977
14	16.728	17.176	-	16.907	17.388	-
16	17.040	17.703	-	17.666	18.321	-
18	16.827	16.881	-	16.952	18.439	-
20	17.341	18.351	-	17.731	16.464	-
22	17.289	17.347	-	17.749	17.070	-
24	16.575	16.637	-	18.373	16.940	-
28	15.494	18.155	-	17.274	19.511	-
30	16.379	18.746	-	16.247	17.544	-
34	16.735	-	-	17.830	-	-
Promedio	16.880	17.755	18.828	17.374	17.533	17.913

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

Cuadro 8 Valores promedios del peso de la albumina por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	31.542	30.728	31.533	36.069	38.154	37.268
2	30.839	28.490	29.861	35.590	34.601	35.061
4	30.193	30.372	29.319	32.237	33.454	31.809
6	30.023	32.614	29.578	35.162	36.144	33.259
8	29.891	31.883	28.193	32.742	36.231	31.064
10	32.166	29.677	28.795	35.250	35.714	32.016
12	31.370	32.187	28.394	39.124	32.930	33.390
14	30.651	30.312	-	33.627	37.036	-
16	29.166	31.279	-	37.037	36.029	-
18	30.660	29.119	-	34.254	38.312	-
20	31.968	31.797	-	34.050	35.116	-
22	27.995	30.961	-	35.176	35.708	-
24	29.143	30.226	-	33.158	37.952	-
28	31.328	30.959	-	35.495	36.840	-
30	32.891	29.339	-	31.644	34.915	-
34	32.883	-	-	35.590	-	-
Promedio	30.794	30.663	29.382	34.763	35.942	33.410

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C



Cuadro 9 Valores promedios de la altura de la albumina por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	3.540	2.980	2.960	9.308	11.300	10.560
2	2.880	3.040	2.960	5.720	4.200	4.940
4	3.300	3.020	2.380	4.840	3.160	3.660
6	3.380	2.660	2.480	4.880	4.420	2.700
8	3.080	3.060	1.500	4.420	4.440	2.120
10	3.540	2.875	2.050	4.400	4.000	2.940
12	3.460	2.550	2.267	4.160	3.120	2.933
14	2.980	3.000	-	4.680	3.640	2.333
16	2.720	2.200	-	3.800	2.460	-
18	2.840	2.680	-	4.500	3.460	-
20	2.800	1.960	-	4.040	3.200	-
22	3.225	2.160	-	3.960	2.920	-
24	2.640	2.025	-	3.240	2.420	-
28	2.620	2.500	-	3.140	2.325	-
30	3.280	1.900	-	3.580	1.940	-
34	3.040	-	-	3.820	-	-
Promedio	3.083	2.574	2.371	4.531	3.800	4.023

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40

lo descritos en este trabajo. Por su parte Feddern et al. (2017), observo valores similares en la altura de la albumina a temperatura de 20 a 35°C, donde al día 0 se observaban a 9.34 mm (Mayores que en G1, pero menores que en G2 a 30°C) y a la semana 9 se registraron en 1.7 mm (Menores a los resultados obtenidos en ambos grupos, pero a un periodo de almacenamiento menor).

En el Cuadro 10, se registraron valores del pH de la yema, se observó un aumento en ambos grupos a las 3 temperaturas de almacenamiento, con valores promedios de 6.15 a 10°C, 6.14 a 20°C y 6.22 a 30°C en G1 y de 6.08 a 10°C, 6.04 a 20°C y 6.12 a 30°C para el G2. En el Cuadro 11 se registró el mismo efecto, al aumentar la temperatura y periodo de almacenamientos, en el cual se torna más alcalina con el aumento de los periodos de almacenamiento y aumento de la temperatura, en ambas variables no se encontró significancia ( $P>0.05$ ).

Por su parte en el estudio realizado por Chung y Lee (2014), registraron valores de pH de la albumina a una temperatura de 4 °C, observando valores a los 7 días de 8.65, los cuales fueron menores en comparación al G2 a las tres temperaturas (10, 20 y 30°C), pero mayores a partir de los 14 días (8.67) respecto a G1 y G2. Sobre la temperatura de 25°C, registraron valores más altos a los 7 días (8.98) y 14 (9.07) días en comparación del G2. Por su parte Jin et al (2011) describieron valores de pH de la albumina más bajos a una temperatura de 5°C a los 0 (8.09) 2 (8.31) 5 (8.77) y 10 (8.76), pero mayores a las temperaturas de 21°C y 29°C en comparación de G1 y G2. Además de obtener resultados del pH de la yema menores a las temperaturas de 5, 21 y 29°C en los periodos de almacenamiento de 0, 2, 5 y 10 días respectivamente en comparación a G1 y G2.

Cuadro 10 Valores promedios del pH de la yema por día de evaluación y temperatura

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	6.10	6.07	6.07	6.01	5.98	5.96
2	6.17	6.06	6.00	6.04	6.03	5.95
4	6.12	6.05	6.16	6.07	6.09	6.12
6	6.16	6.03	6.23	6.02	6.01	6.12
8	6.12	6.21	6.19	5.97	5.87	6.07
10	6.15	6.20	6.35	6.15	6.03	6.40
12	6.11	6.16	6.50	6.04	6.01	6.22
14	6.09	6.09	-	6.02	6.01	-
16	6.08	6.08	-	6.01	6.00	-
18	6.18	6.08	-	6.02	6.02	-
20	6.05	6.23	-	6.19	5.99	-
22	6.30	6.16	-	6.04	6.05	-
24	6.19	6.22	-	6.18	6.17	-
28	6.25	6.24	-	6.18	6.20	-
30	6.20	6.20	-	6.27	6.20	-
34	6.15	-	-	6.14	-	-
Promedio	6.15	6.14	6.22	6.08	6.04	6.12

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°C

Cuadro 11 Valores promedios del pH de la albumina por día de evaluación y temperatura.

Día	Grupo 1			Grupo2		
	10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
0	9.19	9.21	9.13	8.34	8.28	8.34
2	9.07	9.02	9.16	8.70	8.73	8.77
4	9.05	8.98	9.17	8.89	8.93	9.23
6	9.09	9.10	9.37	9.04	9.01	9.21
8	9.06	9.10	9.39	8.95	8.97	9.23
10	9.06	9.09	9.29	8.98	9.04	9.27
12	9.04	9.09	9.30	8.99	9.07	9.28
14	9.02	9.12	-	8.94	9.08	-
16	8.99	9.09	-	8.95	9.07	-
18	9.03	9.08	-	8.97	9.07	-
20	9.05	9.13	-	9.00	8.95	-
22	8.95	9.02	-	8.94	9.08	-
24	9.07	9.16	-	9.11	9.09	-
28	9.07	9.12	-	8.91	9.05	-
30	8.78	9.06	-	8.94	9.04	-
34	9.01	-	-	8.97	-	-
Promedio	9.19	9.21	9.13	8.34	8.28	8.34

-: Fin de la medición; G1: Huevo con manejo previo a la venta; G2: Huevo fresco producido a temperaturas superiores a 40°

El proceso de aumento del diámetro y peso de la yema, así como disminución del peso de la albumina y altura de la misma es ocasionado la pérdida de CO<sub>2</sub> provocando un aumento drástico en la alcalinidad del huevo (yema y albumina), causando la desnaturalización de proteínas, ocasionando paso de agua de la albumina a la yema por osmosis, aumentando su diámetro, (Cabón et al. 2023), al G1 el proceso de aumento del diámetro de la yema paso de agua de la albumina a la yema por osmosis, aumentando su diámetro, al G1 el proceso de aumento del diámetro de la yema pasa con menor efecto ya que éste ya estuvo expuesto (en el manejo previo a la venta) a altas temperaturas causando deshidratación y pérdida de agua por la porosidad del huevo.

En el Figura 1 se observan el comportamiento de los valores promedio del valor L\* por día, grupo y tratamiento. En G1, los valores promedio de luminosidad a 10°C fueron valores más bajos que en 20°C y 30°C y a su vez más bajos que los registrados para el G2. Los valores registrados para G2, a temperatura de 20°C se presentaron valores de luminosidad más elevados que los almacenados a temperaturas de 10°C y 30°C.

En la Figura 2 se observa el comportamiento de los valores promedio del pigmento a\* por día, grupo y tratamiento. Para el G1, los valores registrados para las tres temperaturas de almacenamiento (10, 20 y 30°), con tonos de una pigmentación más roja (al tener valores positivos) que en lo observado en las temperaturas de G2, donde hubo valores negativos, observando tonalidades verdosas.

En la Figura 3 se observa el comportamiento de los valores promedio del

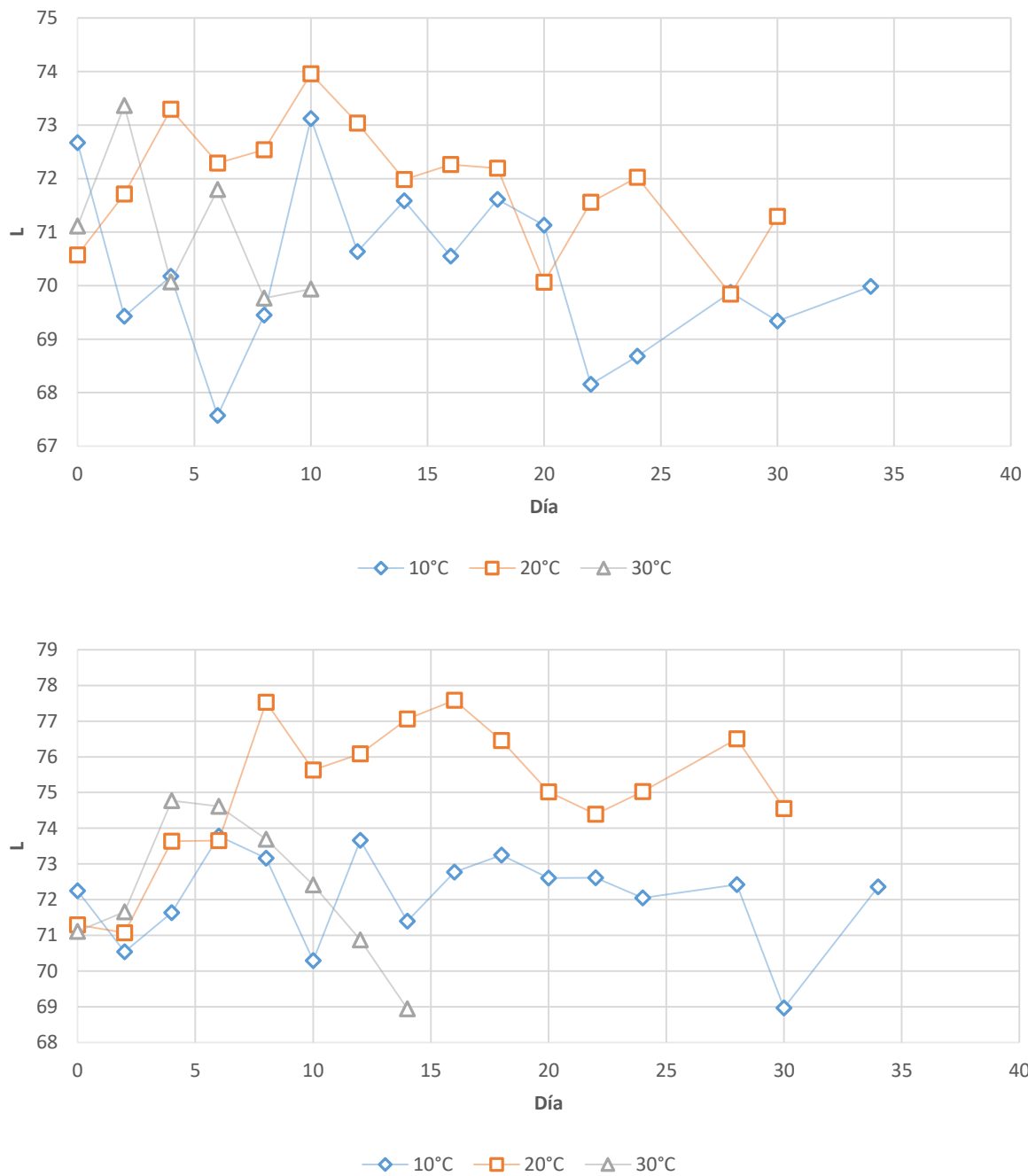


Figura 1. Valores promedios de L por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior).

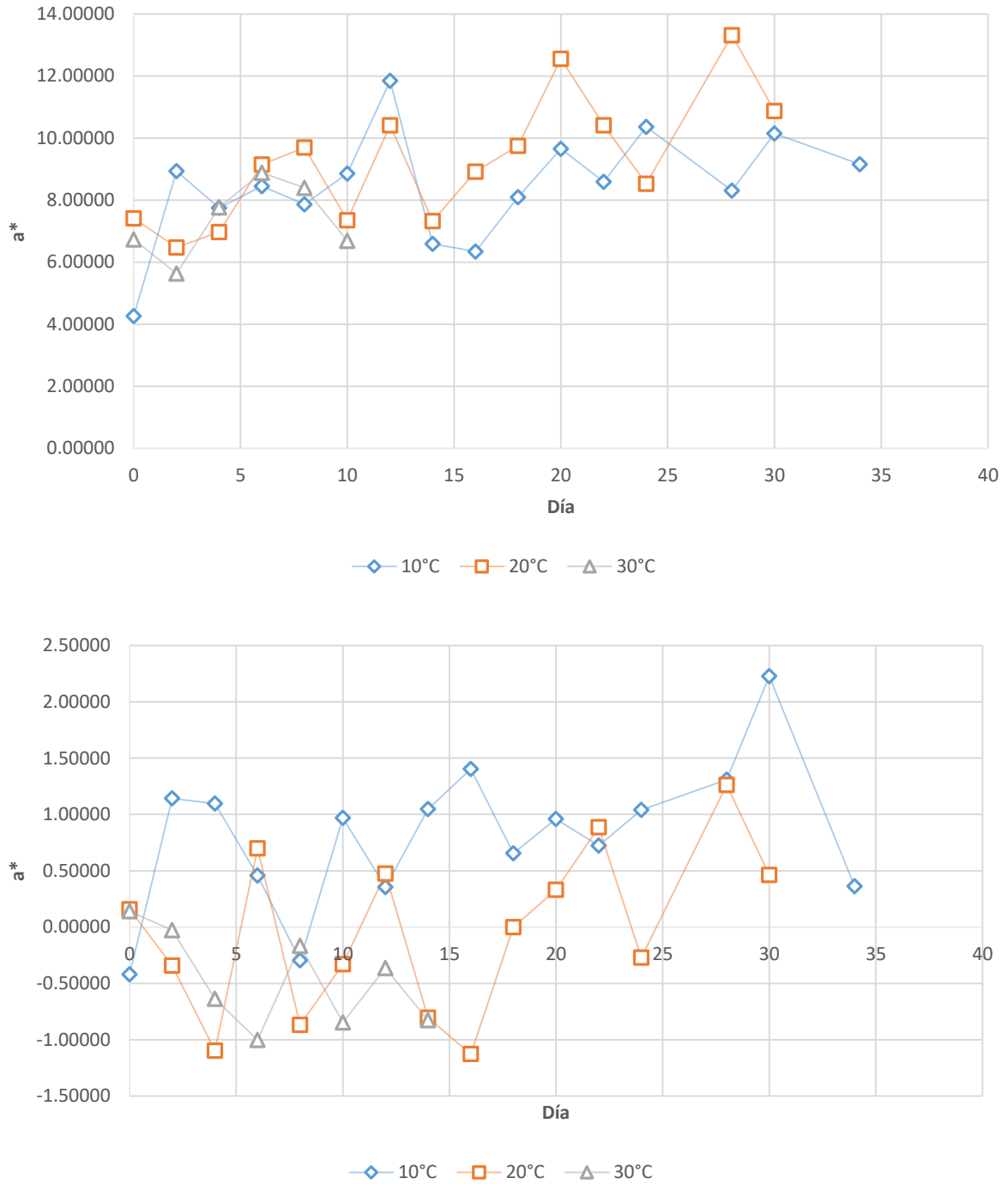


Figura 2. Valores promedio de  $a^*$  por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior).

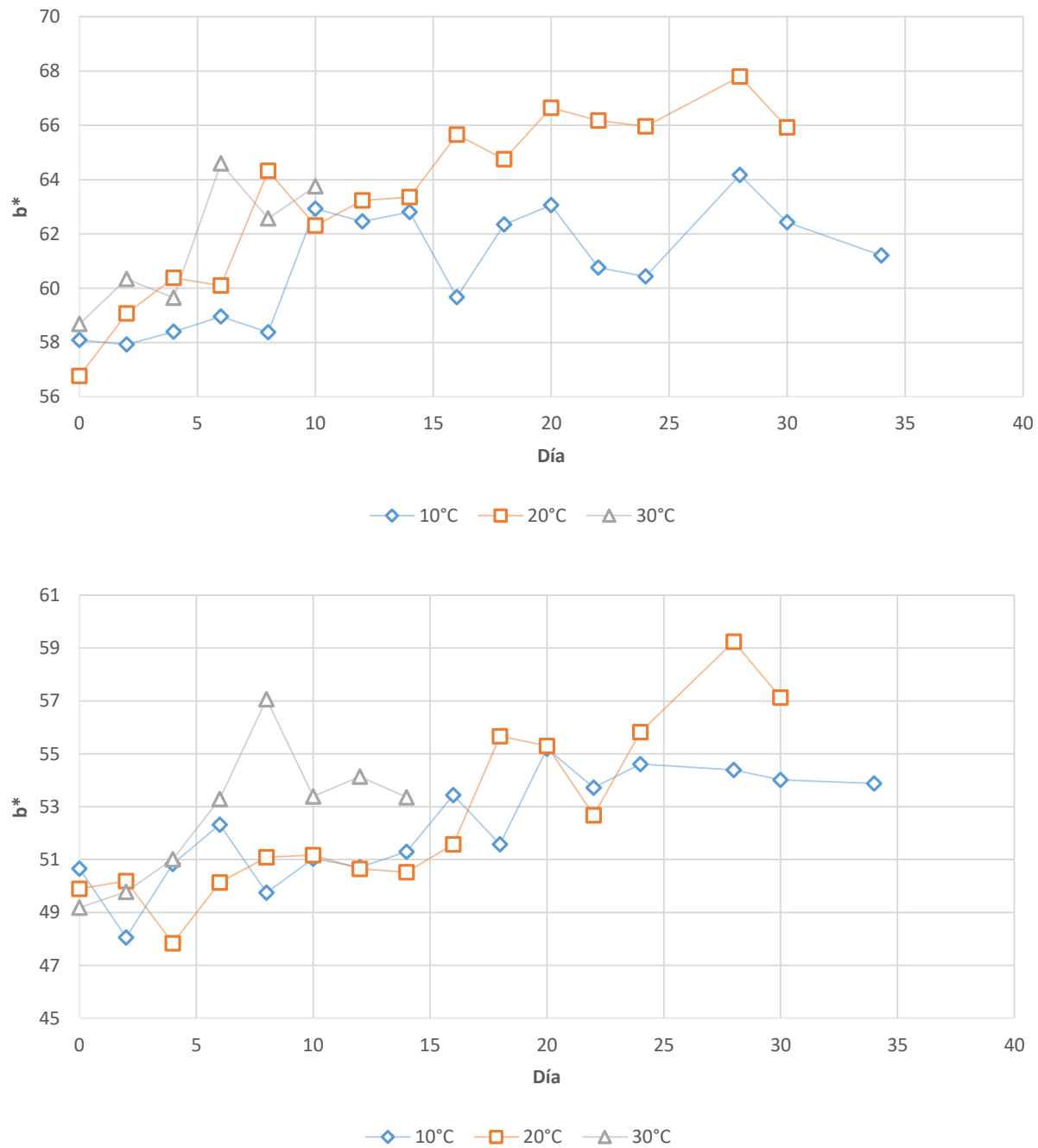


Figura 3. Valores promedio de  $b^*$  por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior).



pigmento  $b^*$  por día, grupo y tratamiento, los valores más altos en  $b^*$  fueron para el G1, donde a la temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$  en ambos grupos, se reportaron una pigmentación amarilla más prominente.

En la Figura 4 se observan el comportamiento de los valores promedio  $C$  por día, grupo y tratamiento. Los valores de  $C^*$  fueron más altos en las temperaturas de  $20^{\circ}\text{C}$  para ambos grupos, lo cual nos indica una mayor saturación de la tonalidad de la yema de huevo.

En la Figura 5 se observa los valores promedio de  $H$  por día, grupo y tratamiento. Los valores más altos fueron del G2, desde el día 0 hasta finalizar las evaluaciones, lo que nos describe ángulos de tonos más elevados para el grupo de huevo fresco.

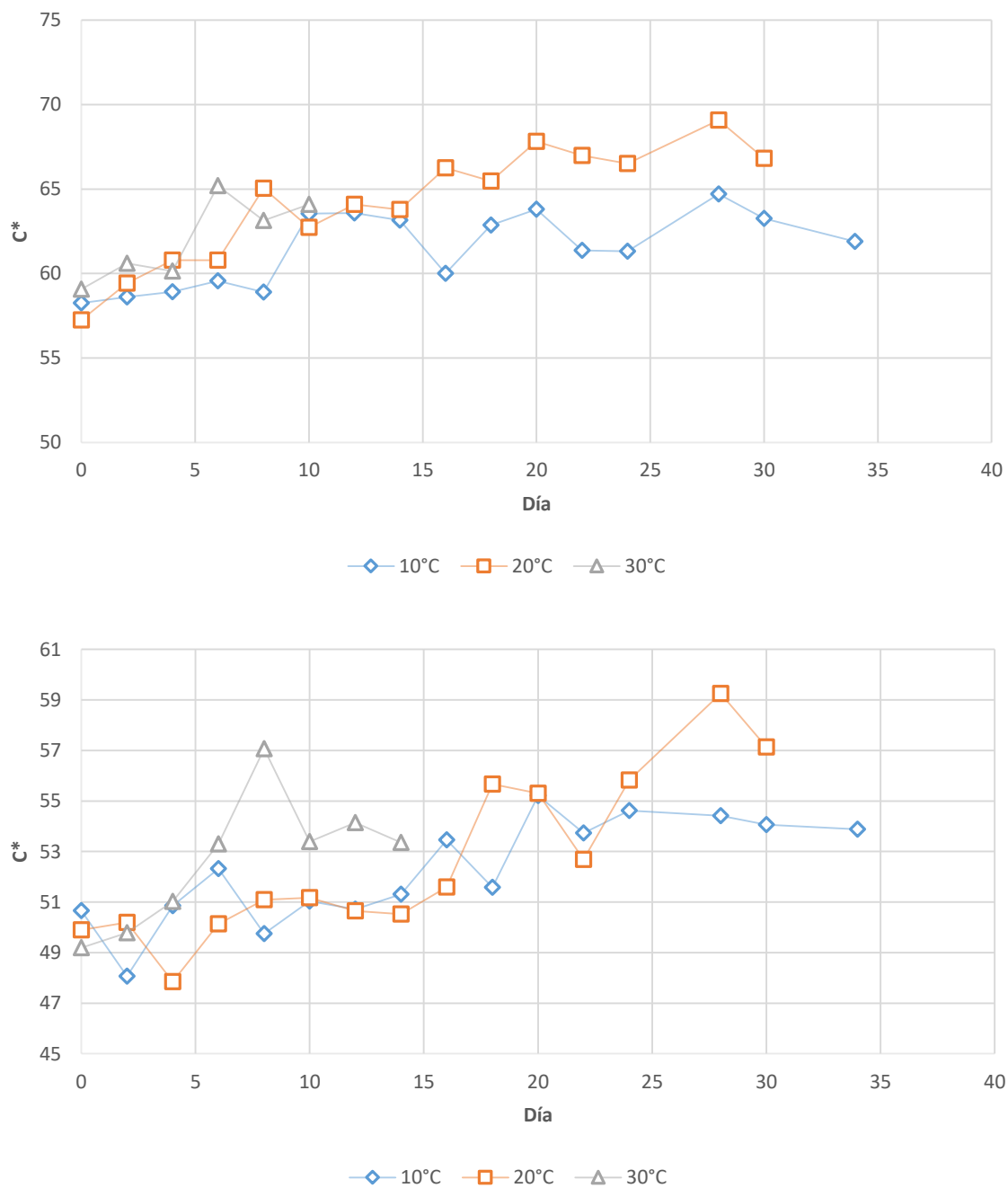


Figura 4. Valores promedios de C\* por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior).

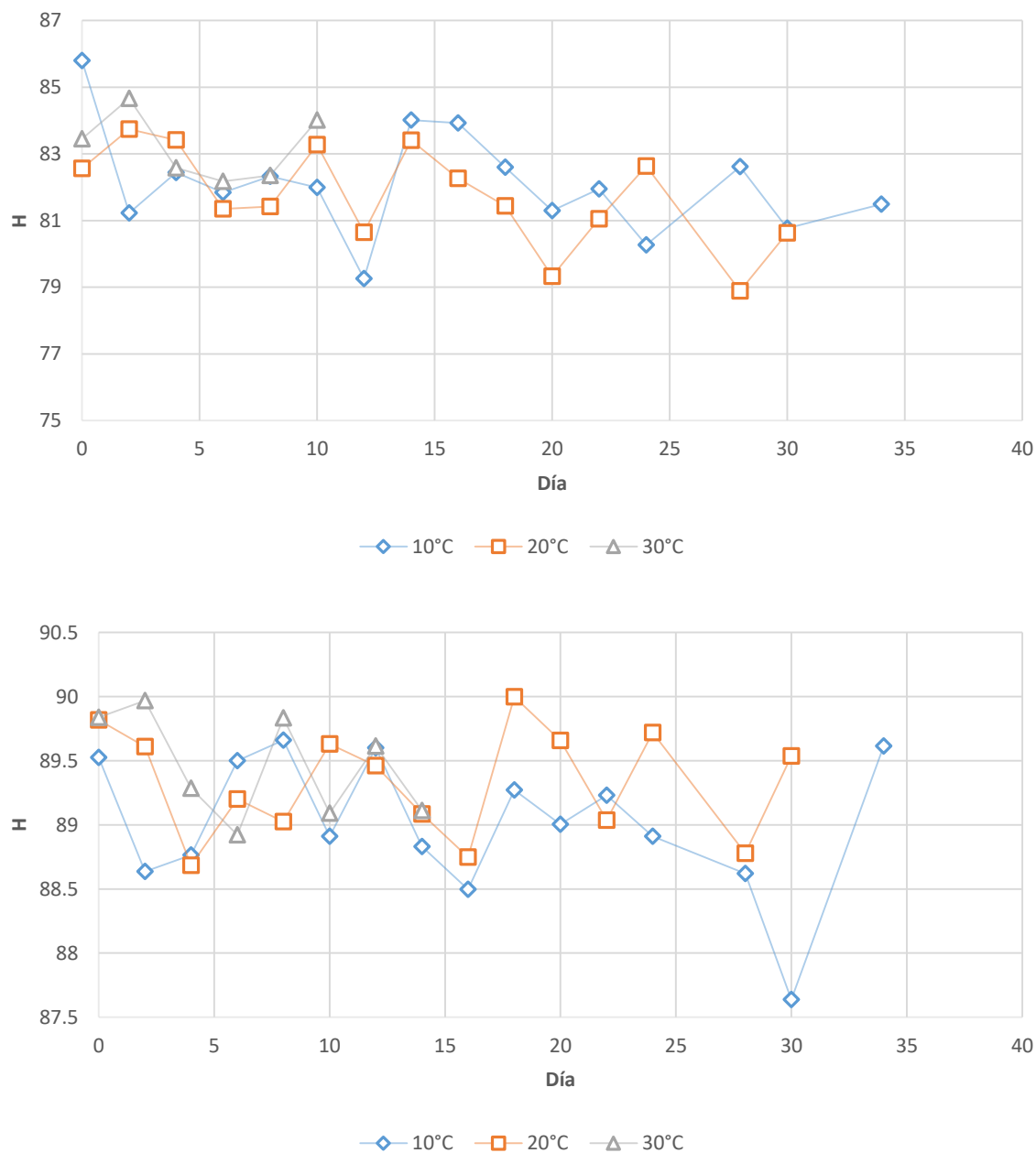


Figura 5. Valores promedio de H por día de evaluación y temperatura del G1 (Superior) y G2 (Inferior).

## CONCLUSIONES

Los manejos antes de la venta en G1, afectaron las características del huevo ocasionando la desnaturalización de las proteínas, afectando los valores de pH de yema y albumina siendo superiores a los de un huevo frescos G1, registrando un aumento en el diámetro de la yema y disminución de la altura de la albumina, perdiendo así su calidad al día 0.

El efecto del tiempo y la temperatura, a pesar de no ser significativas, afectaron los valores de las variables estudiadas, ocasionando una disminución en las características de calidad del huevo, conforme se aumentaban los periodos de almacenamiento y temperatura.

La vida de anaquel para ambos grupos, no se observó afectada por el manejo previo, pero si por las temperaturas y el tiempo, sin embargo, no se encontró diferencia estadística en el análisis. A 10°C, la vida de anaquel a ambos grupos fue de 34 días, para 20°C la vida de anaquel de G1 fue de 28 días y 26 para G2 y a 30°C fue de 12 días para G1 y 14 días para G2

## LITERATURA CITADA

- Akyurek, H., and A. O. Agma. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of Animal and Veterinary Advance* 8(10):1953-1958.
- Bedoya, S. A., y G. M. Valencia. 2020. Uso potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Rev Colombiana Cienc Anim. Recia.* 12(2):776.
- Cabón, C. M., Martín., y E. Rodríguez. 2023. Colegio Internacional SEK-CIUDALCAMPO. Envejecimiento y contaminación de los huevos. Disponible en : <http://cienciaconbuengusto.es/Teoria/HUEVO/ENVEJECIMIENTO.htm>. Fecha de acceso 26 de mayo del 2023.
- Chung, S. H., and Lee. K. W. 2014. Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *International Journal of Poultry Science.*13(11):635-636.
- Food and Drug Administrations, (FDA). 2023. Seguridad con los huevos. Disponible en: <https://www.fda.gov/food/buy-store-serve-safe-food/seguridad-con-los-huevos#:~:text=El%20almacenaje%20correcto%20de%20los,semanas%20para%20la%20mejor%20calidad>. Fecha de acceso: 29 de mayo del 2023.
- Feddern, V., M. Celant De Prá, R. Mores, R. S. Nicoloso, A. Coldebella, and P. D. de Abreu. 2017. Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Ciência e Agrotecnologia* 41(3):322-333.
- García, D. M., M. C. Colas, W. S. López, E. O. R. Pérez, A. P. Sánchez. M. C. P. Lamazares, y R. G. Grandía. 2016. El peso corporal y su efecto sobre indicadores bioproductivos en gallinas white leghorn L33. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.* 63(3):188-200.

- García, M. E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Gallardo, C., y E. S. Tasayco. 2016. Efecto de los niveles de aminoácidos azufrados sobre la calidad del huevo en gallinas de postura en el primer ciclo de producción. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.17(9):1-11.
- Guerra, F., y H. Zometa. 2021. Efecto de la interacción de la granulometría del calcio y ácido propiónico en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras Hy-Line Brown. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias y Producción Agropecuaria Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. p 13-16.
- Gutiérrez, S., S. Romo, D. López, N. Ledesma, A. Quintana y I. Rangel. 2022. Comparación en la calidad de huevos obtenidos en un sistema de producción en corrales al aire libre y los producidos en un sistema de jaula. Rev Mex Cienc Pecu. 13(1):32-42.
- Hagan, J. K., and F. O. Eichie. 2019. Egg quality of two layer strains as influenced by extended storage periods and storage temperatures. Livestock Research for Rural Development. 31:145.
- Instituto de Estudios del Huevo. 2009. El gran libro del huevo. 1era edición. Everest. S.A. Madrid. p. 33-37.
- Isaza, A. J., C. S. Orejarena, P. S. Galvis, L. P. Mendez, H. C. Paredes, y B. Martínez. 2021. Evaluación de escala visual como medida de calidad interna y frescura de huevo comercial. Rev MVZ Córdoba. 26(2):2031.
- Jin, Y. H., K. T. Lee, W. I. Lee and Y. K. Han. 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(2):279-284.

- Jones, D. R., and M. T. Musgrove. 2005. Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. *Poultry Science* 84:1774–1777.
- Lee, M. H., Cho, E. J., Choi, E. S., and Sohn, S. H. 2016 The Effect of Storage Period and Temperature on Egg Quality in Commercial Eggs. *The Korean Society of Poultry Science*. 43(1):31-38.
- López, S. M. A., A. A. Vizuite, y R. M. Ortega. 2017. Papel del huevo en la dieta de deportistas y personas físicamente activas. *Nutr. Hosp.* 34:4.
- Marzec, A., K Damaziak, H. Kowalska, J. Riedel, M. Michalczyk, F. Cisneros, A. Lenart and J. Niemec. Effect of hens age and storage time on functional and physiochemical properties of eggs. *J. Appl. Poult. Res.* 28:290–300.
- Morales, P. M., A. C. Cuevas, J. A. Menocal, J. C. R. García, G. G. Verduzco y E. A. Gonzáles. 2020. Efecto de un complejo multienzimático y un probiótico en gallinas de postura alimentadas con dietas sorgo-soya-canola. *Rev Mex Cienc Pecu.* 11(2):369-379.
- Morfin, L., 2007. Manual de producción de gallinas de postura. Proyecto Papime en 215103. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Niranjan, M., Sharma. R. P, Rajkumar U, Chatterjee R N, Reddy B L N and Battacharya T K 2008: Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. 20(12):189.
- NMX-FF-127-SCFI-2016. 2016. Productos avícolas - huevo fresco de gallina – especificaciones y métodos de prueba.
- Orka Technology Ltd. 2001. EGG analyzer™ Operator’s manual.V.C
- Padhi, M. K., R. N Chatterjee, S. Haunshi, and Rajkumar, U. 2013. Effect of age on egg quality in chicken. *Indian Journal of Poultry Science*. 48(1): 122-125.

- Periódico oficial del Estado de Baja California. 2015. Anexo técnico del reglamento para el servicio de clasificación de huevo para plato en el Estado de Baja California, criterios técnicos y características permitidas para realizar la clasificación de huevo para plato en el Estado de Baja California. Tomo CXXII.
- Torres, V., A. Ramírez, J. González and V. Andrade. 2016. Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 17(12):1-17.
- Scott, T. A., and F. G. Silversides. 2000. The effect of stored and strain of hen on egg quality. Poultry Science 79:1725–1729
- SIAP. 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Escenario mensual de productos agroalimentarios.
- Samli, H. E., A. Ağa, and N. Senkoğlu, 2005. Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens, Journal of Applied Poultry Research 14(3):548-553.
- Unión Nacional de Avicultores. 2022. Situación de la avicultura mexicana 202. Disponible en <https://una.org.mx/industria/> . Fecha de acceso: 10 mayo de 2022.
- Universidad de Murcia. 2022. Práctica-huevo-índice morfológico. Disponible en: [https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/indice-morfologico#:~:text=Índice%20morfológicos%20%3D%20\(anchura%2Flongitud,un%20índice%20morfológico%20de%2074](https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/indice-morfologico#:~:text=Índice%20morfológicos%20%3D%20(anchura%2Flongitud,un%20índice%20morfológico%20de%2074). Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022.
- Universidad de Murcia. 2023. Higiene, inspección y control de huevo de consumo. Disponible en : [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLJzsZX\\_AhXVIEQIHU8fAWcQFnoECAkQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.um.es%2Fdocuments%2F4874468%2F10812050%2Fprotocoloscontroldecalidadhuevos.pdf%2F860b16b6c2f481a9d52542a2296d005%23%3A~%3Atext%3DLas%2520caracter%25C](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLJzsZX_AhXVIEQIHU8fAWcQFnoECAkQAw&url=https%3A%2F%2Fwww.um.es%2Fdocuments%2F4874468%2F10812050%2Fprotocoloscontroldecalidadhuevos.pdf%2F860b16b6c2f481a9d52542a2296d005%23%3A~%3Atext%3DLas%2520caracter%25C)



3%25ADsticas%2520de%2520calidad%2520del%2Cde%2520frescura%  
2520y%2520envejecimiento%2520del&usg=AOvVaw16C0cRctSeWzaKc  
6zOe0l\_ . Fecha de acceso: 27 de mayo del 2023.