



UNIVERSIDAD DE CHILE



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS.
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**EFEECTO DEL ALMACENAMIENTO Y EDAD DE LA
PONEDORA SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO
DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*)**

Alejandra V. Soto Muñoz

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina Preventiva Animal.

PROFESORA GUÍA: DRA. ANITA SOTO CORTÉS

**SANTIAGO, CHILE
2004**



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS

EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO Y EDAD DE LA
PONEDORA SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO
DE CODORNIZ (*Coturnix coturnix japónica*)

Alejandra V. Soto Muñoz

Memoria para optar al Título
Profesional de Médico Veterinario
Departamento de Medicina
Preventiva Animal.

NOTA FINAL:

	NOTA	FIRMA
PROFESOR GUÍA : ANITA SOTO C.
PROFESOR CONSEJERO: JOSÉ LUIS ARIAS B.
PROFESOR CONSEJERO: HÉCTOR HIDALGO O.

SANTIAGO, CHILE
2004

Agradecimientos

Quisiera agradecer profundamente a todas estas personas que colaboraron en que esta tesis sin financiamiento se pudiera llevar a cabo, y de quienes pienso que mantienen un espíritu joven y que de alguna forma han colaborado en mi evolución como persona y de aspirante a profesional, por lo que les estoy muy agradecida.....

- A **Dra. Anita Soto**, mi “mentora”, por ser una muy buena docente, por la acogida y paciencia brindada durante todas las etapas de la tesis, y por transmitirme su motivación por el área de los alimentos.
- Al **Dr. José Luis Arias**, por ser un guía y transmitirme su experiencia, porque “siempre” se hizo un tiempo para recibirme y tuvo una buena disposición a resolver mis inquietudes, y ser un muy buen docente.
- Al **Dr. Héctor Hidalgo** por sus consejos como profesor consejero.
- Al **Sr. Luis Castellon**, productor de huevos de codorniz “COTU-COTU”, por haber donado los huevos para esta tesis, y haber confiado en mí pese a que no teníamos un contacto previo.
- A **María Soledad Fernandez**, por la buena disposición a facilitarme tener acceso al material y equipo del laboratorio de CERPRAN y no haber hecho nunca una discriminación porque esta tesis no tenía financiamiento.
- A **Dra. M. Angelica Morales**, por su buena voluntad y apoyo en la parte estadística.
- A **Srta. Evelyn Albornoz** y **Sra. Cyntia Otiz**, funcionarias del CERPRAN, por la colaboración y buena disposición en la realización de las mediciones para esta tesis y en la toma de las fotos.
- A **Srta. Chedy Nuñez** por la ayuda computacional y enseñarme a darle formato a esta tesis.
- Al **Dr. Pedro Cattán** y **Srta. Carezza Botto**, por facilitarme tener acceso a una estufa de cultivo.
- A **Sra. Pamela** y **Sra. Paula Muñoz**, funcionarias de la biblioteca por facilitarme tener acceso a paper de difícil acceso.
- A mi mamá **Paty** y a mi hermano **Piry**, por su colaboración y apoyo durante toda la vida.

A las siguientes personas que no conozco personalmente, pero que recibieron mi e-mail y me facilitaron paper científicos de difícil acceso de sus respectivos países sin costo para mí:

Uma Jaganath y Pallapa Venkataran de Indian Institute of Science Professor in-charge J.R.D. Tata Memorial Library (Bangalore) por haberme mandado un paper por correo tradicional.

Al Serviço de comutação bibliográfica de Universidade Estadual Paulista y Universidade de São Paulo.

SUMMARY

The present investigation was made on japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*) from quail hens of 17 and 51 weeks old, to establish the influence of hen age and egg storage on egg quality. Eggs were stored during 0, 7, 14, 21, 40 and 60 days at 8 to 9°C, 12 to 20°C, and 29.7 to 30.1°C to determine the influence of temperature and time of storage on interior quality.

The following variables of egg quality were measured: pH of albumen and yolk, Haugh Unit (H.U.), Interior Quality Unit (I.Q.U.), albumen height, air chamber height, egg weight. The variables were measured in each egg and the results were analysed for factorial experiment of 2 x 3 x 6, and then the Test Tukey was applied. The pH was analyzed for pools of 10 egg and these results were expressed as pH Units. The H.U. and I.Q.U. were calculated using the albumen height (mm) and egg weight (g).

Results indicate that quail hen age did not influence the internal egg quality when storage was alone at 8 to 9°C and 12 to 20°C. However, internal quality egg (albumen height and H.U.) from 51 weeks old hens deteriorated more than 17 weeks old eggs when stored at 29.7 to 30°C. Eggs from 51 week old hens were heavy than thore of 17 weeks old hens.

Storage temperature influenced significantly egg quality. Deterioration of H.U., I.Q.U, albumen height and air chamber height, increased by increasing storage temperature. However, the starting point deterioration of H.U. and I.Q.U. is delayed by decreasing the storage temperature.

Albumen pH increased until day 7 of storage and than it kept almost constant until day 60 in all eggs, except in eggs stored at 29.7 to 30.1°C which decreased from day 40 on. Yolk pH increased during storage in all eggs.

Due to the fact that H.U., I.Q.U., albumen height, egg chamber height and egg weight, are very sensitive to temperature storage, it is suggested that this variables control be useful to rule storage duration and conditions in Chile.

RESUMEN

Se realizó un estudio en huevos de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) de ponedoras de 17 y 51 semanas de edad, con el objeto de establecer si la edad de la ponedora y el efecto de almacenamiento influyen en la calidad del huevo. Los huevos se almacenaron durante 0, 7, 14, 21, 40 y 60 días a 8 a 9°C; 12 a 20°C; y 29,7 a 30,1°C para determinar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad interna.

Se midieron las siguientes variables de calidad del huevo: pH de albúmina y yema; Unidades Haugh (U.H.); Unidades de Calidad Interna (U.Q.I.); Altura de Albúmina; Altura de Cámara de Aire y Peso del Huevo. Las mediciones se efectuaron en forma individual y los datos fueron analizados mediante experimento factorial de 2 x 3 x 6, y luego se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey. Las mediciones de pH se realizaron en lotes de huevos (n=10) y se expresaron como Unidades de pH. La U.H. y la U.Q.I. fueron calculadas en base a la altura de albúmina (mm) y peso del huevo (g).

Los resultados indican que la edad de la ponedora no influye en la calidad interna del huevo solo cuando fueron almacenados a 8 a 9°C y 12 a 20°C. En cambio, la calidad interna (altura de albúmina y U.H.) de los huevos de ponedoras de 51 semanas de edad se deterioran más que los huevos de ponedoras de 17 semanas de edad cuando los huevos son almacenados a 29,7 a 30,1°C. Los huevos de ponedoras de 51 semanas de edad obtuvieron una media de peso del huevo significativamente superior a los de ponedoras de 17 semanas de edad.

La temperatura de almacenamiento influyó significativamente en la calidad del huevo. El deterioro de U.H., U.Q.I., altura de albúmina y altura de cámara de aire, incrementa con el incremento de la temperatura de almacenamiento. El punto de partida del deterioro de U.H. y U.Q.I. es aplazado con la disminución de la temperatura de almacenamiento.

El pH de albúmina incrementó hasta el día 7 de almacenamiento y luego tendió a permanecer constante hasta el día 60 de almacenamiento en todos los huevos, excepto en

los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C que decreció desde el día 40 de almacenamiento en adelante. El pH de yema incrementó durante el almacenamiento de todos los huevos.

Debido al hecho que la U.H., U.Q.I., altura de albúmina, altura de cámara de aire y peso del huevo, son sensibles a la temperatura de almacenamiento, se sugiere que estas variables pueden ser de utilidad para normar en Chile la duración y condiciones de almacenamientos para huevos de codorniz japonesa.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	9
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1	CALIDAD.....	11
2.2	CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA CODORNIZ JAPONESA	12
2.3	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL HUEVO DE CODORNIZ	13
2.4	CUTÍCULA	14
2.5	CÁSCARA	14
2.6	PIGMENTACIÓN DE HUEVOS DE CODORNIZ JAPONESA	17
2.7	ALBÚMINA.....	17
2.8	MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE ALBÚMINA	19
2.9	YEMA.....	24
2.10	EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO	25
2.10.1	<i>Desintegración de la estructura gel de la albúmina.....</i>	<i>25</i>
2.10.2	<i>Cambios químicos por efecto del almacenamiento en huevo de codorniz.....</i>	<i>26</i>
2.10.3	<i>Pérdida de peso</i>	<i>27</i>
2.10.4	<i>Incremento en tamaño de la cámara de aire</i>	<i>27</i>
2.10.5	<i>Cambios internos.....</i>	<i>29</i>
2.10.6	<i>Cambios cuantitativos en componentes del huevo.....</i>	<i>30</i>
2.10.7	<i>Cambios en las capas de albúmina</i>	<i>30</i>
2.10.8	<i>Movimiento de agua en el huevo</i>	<i>31</i>
2.10.9	<i>Debilitamiento de la membrana vitelina</i>	<i>31</i>
2.10.10	<i>Liberación de dióxido de carbono</i>	<i>31</i>
2.10.11	<i>Cambio en valor de pH de albúmina y yema.....</i>	<i>32</i>
2.10.12	<i>Efecto edad</i>	<i>33</i>
2.10.13	<i>Efecto de almacenamiento desde el punto de vista microbiológico.....</i>	<i>34</i>
2.10.14	<i>Aceptabilidad.....</i>	<i>34</i>
3	OBJETIVOS.....	36
3.1	OBJETIVO GENERAL	36
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
4	MATERIAL Y MÉTODO	37
4.1	PROCEDIMIENTO	37
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	40
5	RESULTADOS	42
5.1	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE PH DE ALBÚMINA.....	42
5.2	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE PH DE YEMA.....	45
5.3	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE UNIDADES HAUGH (U.H.).....	47
5.4	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE UNIDADES DE CALIDAD INTERNA (U.Q.I.).....	51
5.5	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE ALTURA DE ALBÚMINA.....	55
5.6	EVOLUCIÓN DE LOS VALORES DE ALTURA DE CÁMARA DE AIRE.....	59
5.7	EVOLUCIÓN DEL PESO DEL HUEVO	63
6	DISCUSIÓN	67
7	CONCLUSIONES	79
8	BIBLIOGRAFÍA	81
	ANEXO: FOTOGRAFÍAS	

INTRODUCCIÓN

La codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) pertenece a la familia Phasianidae, es un ave doméstica de la cual se pueden comercializar como productos principales: huevos y carne, también puede obtenerse como subproducto de la explotación, el estiércol.

Los huevos de codorniz se comercializan: en estado fresco, cocidos sin cáscara y en conserva.

En lo referente al mercado nacional de los huevos de codorniz, según un estudio de SERCOTEC (1986), se establece que dentro de las características de los consumidores de huevos de codorniz se destaca que son personas pertenecientes al estrato socioeconómico medio alto lo que significa, el mayor nivel de ingresos familiar en promedio de la población chilena, y en concomitancia, el mayor nivel educacional como promedio, esto implica que son consumidores exigentes respecto a la calidad del producto, también les interesa la presentación física del producto. Este estudio, describe a la generalidad de los consumidores de huevo de codorniz con un desconocimiento de su riqueza como ingrediente de una dieta, consumiéndolos más por su sabor o por su prestigio como producto sofisticado. También, son consumidores que se concentran, primero en la Región Metropolitana en comunas de mayores ingresos y segundo, en las regiones urbanas de mayores recursos.

Dentro de las características del consumo nacional, las modalidades de consumo de huevo de codorniz son en forma ocasional, por novedad o como exquisitez y en forma periódica, como parte de la dieta alimenticia de la familia. El consumo como “novedad”, es la modalidad más común y generalizada, se realiza ocasionalmente para probar el producto. El consumo por “exquisitez” es la modalidad más conocida pero no la más importante, se realiza en ocasiones especiales como celebraciones, cócteles o banquetes y en general son en hoteles, restaurantes, lo que atrae a este tipo de consumo es el sabor y la tradición en la percepción de este como un alimento sofisticado y especial para ciertas ocasiones. El consumo “habitual” es la modalidad de menor importancia, y lo que atrae su consumo es el valor nutritivo del producto, así como también su sabor (SERCOTEC, 1986).

Según este mismo estudio efectuado por SERCOTEC, la demanda es estable durante el año y sólo aumenta en diciembre para las fiestas de fin de año y disminuye levemente en los meses de enero y febrero. Desde el punto de vista de los productores de huevos de codorniz, la mayor demanda por los productos la tienen los supermercados, después los hoteles y casi sin importancia a particulares al por mayor y al detalle. La demanda total anual de la Región Metropolitana se estimó en 3.301.913 huevos de codorniz anuales que correspondería al 75% de la demanda total anual, se estimó un consumo per capita en la R.M de 0,803807 huevos de codorniz anuales por persona (SERCOTEC, 1986).

En nuestro país, no existen estadísticas de producción de huevos de codorniz, ni figuran como existencias en los censos nacionales agropecuarios ODEPA¹. Tampoco existen normas de calidad para estos huevos INN².

Este estudio tiene como finalidad contribuir al conocimiento sobre variables a utilizar para evaluar la frescura de huevos de codorniz japonesa, con el fin de establecer a futuro parámetros de calidad específicos para estos huevos, y satisfacer una demanda de consumidores cada vez más exigentes.

¹ Comunicación personal con funcionaria ODEPA en Abril 2002.

² Comunicación vía correo electrónico con Elizabeth Jiménez Jefe Servicio de Información y Ventas del INN en Diciembre 2003

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Calidad

La calidad determina la aceptabilidad de un producto para los potenciales compradores. El huevo es uno de los pocos alimentos que no ofrece pistas fácilmente detectables respecto a su conveniencia para su consumo. El significado del término “calidad de huevo”; depende del alcance de cómo el huevo será usado (Romanoff y Romanoff, 1949). Corresponde también a una combinación de factores que estimulan su compra (Arias *et al.*, 1998). Además los consumidores difieren en su concepción de calidad de huevo y frecuentemente son juzgados por criterios fallidos. El huevo varía considerablemente en su condición interna en el tiempo que ellos son puestos, y por lo tanto algunos huevos son inevitablemente juzgados de poca calidad mientras ellos aún son frescos (Romanoff y Romanoff, 1949).

Las características de calidad del huevo pueden clasificarse en externas (peso, forma, color de la cáscara, solidez de la cáscara, limpieza) e internas (grado de frescura, contenido de nutrientes, color y consistencia de clara y yema, olor, sabor, aptitud para el procesado, perfecto estado higiénico-bromatológico). Según se consideren desde el punto de vista de productores, consumidores e industriales procesadores, revisten diferente importancia. Desde el punto de vista del consumidor es importante el grado de frescura (Fehlhaber y Janetschke, 1995), y esta aparece como una combinación entre la edad del huevo con aquellas propiedades físicas y culinarias que disminuyen en algunos huevos. Estas propiedades incluyen una albúmina y yemas firmes, y una clara sin manchas (Arias *et al.*, 1998).

La calidad interna de los huevos limpios no fecundados se deteriora de acuerdo con la duración y las condiciones del almacenamiento (temperatura, H.R., presencia en el aire de sustancias corruptoras volátiles) (Stewart y Abbott, 1961).

Características productivas de la codorniz japonesa

Cuadro N°1: Características productivas de la codorniz japonesa

Características	
Peso al nacimiento (a)	6,2g
Peso a la madurez sexual de la hembra (a)	0,115kg
Peso al estado adulto de la hembra (a)	0,130kg
Edad de inicio de postura (a)	6 semanas
Peso del huevo (a)	9,5g
Peso del huevo como porcentaje del peso de la hembra adulta (a)	7,0%
Cantidad de alimento requerido por día para adultos (b)	14g

Fuente: Adaptado según (a) Wilson *et al.* (1961) y (b) National Academy of Sciences (1969).

Los promedios de producción son muy variables en coturnicultura, tomándose como base 260 a 290 huevos/año (Bissoni, 1996), algunas ponedoras llegan a poner sobre 300 huevos en su primer año de producción (Wilson *et al.*, 1961).

La codorniz japonesa alcanza la madurez sexual a las 5 a 6 semanas de edad, la madurez corporal es alcanzada alrededor de 8 semanas de edad en los machos y 9 a 10 semanas en las hembras (Wilson *et al.*, 1961).

La eficiencia reproductiva decae rápidamente en codornices ponedoras a partir de los 8 meses de edad, aunque la producción de huevos puede ser aún alta. Las cáscaras de huevos producidos por codornices ponedoras de más edad son usualmente más delgadas. Estas cáscaras pueden quebrarse o disminuir el porcentaje de nacimientos (National Academy Sciences, 1969). Wilson *et al.* (1961) mencionan un fuerte efecto adverso sobre el porcentaje de nacimientos debido al incremento en tiempo de almacenaje de huevos para incubar y el aumento en la edad de las ponedoras.

La velocidad de postura decrece bruscamente después que las codornices ponedoras tienen 26 semanas de edad. El cese de postura ocurre entre los 110 y 138 semanas de edad. En un estudio comparativo en que al expresar el segundo año de producción como un porcentaje del primer año de producción para las codornices fue de 48,3%, en contraste con las gallinas y pavas el segundo año de producción fue 68% y 65% respectivamente. Estas observaciones demuestran que la codorniz envejece más rápidamente que las especies gallinaceas más grandes (Woodard *et al.*, 1973).

Estructura y composición del huevo de codorniz

La calidad de los huevos y su estabilidad durante el almacenamiento dependen en buena parte de su estructura física y composición química (Stewart y Abbott, 1961).

El huevo completo líquido fresco sin cáscara de codorniz japonesa tiene una humedad 71,78%, proteína 14,40%, extracto etéreo 11,32%; ceniza 0,94% y carbohidrato 1,55% (Pandey *et al.*, 1983).

Las partes más importantes del huevo son la cáscara, la yema y la clara.

Yema, albúmina y cáscara más membranas comprenden 32,59%, 53,57% y 7,80%, respectivamente del total de peso del huevo de codorniz japonesa (Yannakopoulos y Tserveni-Gousi, 1986) lo que concuerda con Mahmoud y Coleman (1967) quienes establecen 31,9% para yema y 47,4% para albúmina, y 20,7% de cáscara y membranas. Los huevos de codorniz tienen más baja proporción de albúmina y más alta proporción de yema que los huevos de gallina. Romanoff y Romanoff (1949) describen para los huevos de codorniz un porcentaje de agua en yema de 51,8% y en albúmina de 86,6%.

Según Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) el promedio para peso de albúmina y peso de yema fue 6,46g y 3,93g respectivamente. El peso de albúmina se correlaciona mejor con peso del huevo que peso de yema.

Según Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) el promedio para peso del huevo de codorniz se encontró en 12,06g; mientras Mahmoud y Coleman (1967) entregan un promedio de 10g al igual que Woodard *et al.* (1973), quienes además describen que el peso del huevo corresponde al 8% del peso del cuerpo de la ponedora, comparado con 3 y 1% respectivamente, para gallinas y pavas.

Bissoni (1996) menciona que el peso del huevo de codorniz japonesa ofrece grandes oscilaciones que van de 2 a 15g. Siendo el normal de 10g. Se consideran de óptima calidad los huevos destinados al consumo fresco de más de 11g, de calidad corriente de 9-11g y de calidad inferior los de menor peso.

El promedio de peso del huevo, de la yema, y de la cáscara varía con relación a la posición del huevo en una secuencia, según Woodard y Wilson (1963) el peso de la cáscara dentro de una secuencia de huevos fue significativamente más pesado que el primer huevo de una secuencia, además establecen que el primer huevo de codorniz de una secuencia es de menor peso pero no significativamente que los sucesivos huevos, en contraste según Woodard *et al.* (1973) al caso de gallina y pavas.

Cutícula

La cutícula es la capa más externa del huevo (Fernández y Arias, 2000), su grosor es de 0,008 a 0,0195 mm para el huevo de codorniz (Romanoff y Romanoff, 1949), aunque el grosor depende de la cantidad de pigmentación de la cáscara. Esta atravesada por una infinidad de poros siendo más abundante en la región de la cámara de aire. Representa una barrera biológica que impide la contaminación del huevo (Bissoni, 1996). La cutícula a medida que pasan los días después de la puesta (4 a 5 días), comienza a alterarse lentamente. La destrucción mecánica de la cutícula frotando el huevo en seco o húmedo, favorece la descomposición microbiana (Fehlhaber y Janetschke, 1995). La humedad y pérdida de agua a través de la cutícula depende de una fina capa lipoidea que recubre el huevo y que evita la desecación y deshidratación. Gracias a esta película los huevos presentan un aspecto brillante y suave, cuando la película falta, son de color mate (Bissoni, 1996).

Cáscara

La cáscara de huevo es una biocerámica compuesta de una fase orgánica y otra inorgánica. Estructuralmente está constituida por cuatro capas: membrana de la cáscara, capa mamilar, capa empalizada y cutícula. Las membranas de la cáscara corresponden a la capa más interna de la cáscara del huevo, se encuentran dispuestas en dos capas, una interna que está en contacto con la albúmina y otra externa que está situada entre la zona mineralizada de la cáscara y la membrana interna (Fernández y Arias, 2000). Romanoff y Romanoff (1949) describen que el grosor de las membranas de la cáscara disminuye con la disminución del tamaño del huevo, a modo de ejemplo citan el huevo de avestruz con 0,200 mm, versus el de codorniz con 0,067 mm.

Comparado con los huevos de gallina, los huevos de codorniz tienen una pobre calidad de la cáscara, juzgado por la gravedad específica, espesor de la cáscara y forma. El efecto de esta característica es reducido porque, según Asmundsen *et al.* (1943 citados por Yannakopoulos y Tserveni-Gousi, 1986) los huevos de codorniz tienen fuertes membranas de la cáscara, juzgado por su peso expresado como una proporción del peso del huevo total, que los huevos de gallina (2,61% comparado con 0,63%). Mahmoud y Coleman (1967) obtuvieron para el grosor de la cáscara y membranas de la cáscara 0,197 y 0,063 mm respectivamente.

Pandey *et al.* (1982) establecieron que la temperatura de almacenamiento no tiene efecto significativo sobre el grosor de la cáscara del huevo de codorniz japonesa.

La relación entre ancho del huevo/largo del huevo se denomina índice de forma. Pandey *et al.* (1982) almacenaron huevos de codorniz durante 60 días bajo refrigeración ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y H.R. 80 a 85%) tras lo cual, fueron almacenados a temperatura ambiente ($28,8$ a $32,7^{\circ}\text{C}$ y H.R. 65,7 a 88,8%) por 5 días, establecieron que no hay una diferencia significativa en el índice de forma en ambas temperaturas de almacenamiento.

La resistencia del huevo de codorniz japonesa depende más que de la cáscara, de las membranas que la recubren interiormente. La resistencia es de 1 a 3 Kg. Destaca que la rotura de la cáscara no implica descartar el huevo, ya que las fuertes membranas internas posibilitan su manejo y transporte, pero no sirven para incubar (Bissoni, 1996).

Woodard y Mather (1964) caracterizaron el oviducto de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) por un útero y vagina relativamente corto. En comparación a los de gallina y pava, la región del infundibulum y istmo en la codorniz japonesa es más largo, y durante el desarrollo del huevo pasa más tiempo en el istmo. Esto puede explicar las membranas más gruesas de la cáscara del huevo de codorniz japonesa comparadas con las de la gallina. Este mismo estudio indica que el óvulo transita por varias partes del oviducto en los siguientes tiempos: infundibulum $\frac{1}{2}$ hora, magnum 2 a $2\frac{1}{2}$ horas, istmo $1\frac{1}{2}$ a 2 horas y permanece en útero 19 a 20 horas.

Tanabe *et al.* (1970 citado por Souza y Souza 1995) verificaron que la calidad de huevos de codorniz se mantienen mejor a temperatura ambiente comparados con los huevos de gallina, y eso se debe al hecho que los huevos de codorniz presentan las membranas de la cáscara más gruesa.

En un estudio comparativo, se demostró que no hubo diferencias significativas entre pérdidas de peso del huevo de codorniz Bobwhite (*Colinus virginianus*) y codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) cuando ambos fueron almacenados por 12 semanas bajo similares condiciones ambientales, pese a que las cáscaras de huevos de codorniz japonesa son más gruesas que las de los huevos de codorniz Bobwhite, pero por otra parte, las membranas de la cáscara de huevos de codorniz Bobwhite son significativamente más gruesas que las de huevos de codorniz japonesa. Este mismo trabajo establece que existe la posibilidad, que la porosidad pueda ser un factor más importante que el grosor de la cáscara o membranas de la cáscara en el control de pérdida de humedad de estos huevos (Mahmoud y Coleman, 1967).

Con relación a la permeabilidad no hay duda que excesivos poros en la cáscara de huevos de ave son responsables del rápido deterioro de huevos durante el almacenaje. En una cáscara fresca es mucho más baja la permeabilidad en el extremo agudo que en el extremo romo, que es donde usualmente se sitúa la cámara de aire. Se sugiere que ciertas condiciones ambientales afectarían la permeabilidad de la cáscara, en áreas donde la H.R. es baja la cáscara tiende a ser más baja la permeabilidad, y algo más porosa en áreas donde la H.R. es alta (Romanoff y Romanoff, 1949).

Adicional al control de la temperatura y humedad es posible usar otras técnicas de almacenaje como el sellamiento de la cáscara del huevo con aceites o ceras apropiadas (Arias *et al.*, 1998). Es mencionado por Tanabe *et al.* (1972 citado por Imai *et al.* 1986) que huevos de codorniz con una cubierta de aceite almacenados por 120 días bajo refrigeración o por 60 días almacenados a una temperatura ambiente entre 22 y 31°C y H.R. 54 a 84%, presentan una buena calidad de huevo. En cambio, huevos sin esta cubierta oleosa almacenados a temperatura ambiente no se conservaron bien.

Pigmentación de huevos de codorniz japonesa

Poole (1965 citado por Woodard *et al.* 1973) describe que los pigmentos de la cáscara de los huevos de codorniz japonesa encontrados son ovoporfirina y biliverdina. El depósito de pigmento superficial ocurre entre la segunda y tercera hora previa a la oviposición y es acompañada por una abrupta reducción del contenido de ovoporfirina en el tejido uterino.

Los pigmentos que recubren los huevos pueden ser clasificados de acuerdo a su localización en pigmentos de la cáscara o pigmento cuticular. En el caso del huevo de codorniz japonesa corresponde el pigmento cuticular, cuando está presente es desigualmente distribuido sobre la superficie de la cáscara como manchas superficiales oscuras. Este pigmento es depositado como gránulos en la porción baja de la cutícula. La intensidad de la pigmentación depende del grosor de este depósito. Si los gránulos de pigmentos son escasos o faltan, muestran un color tierra y la cutícula es delgada. La porción sin pigmentación tiene 0,007 mm de grosor y la cutícula es de grosor equitativamente uniforme sobre la superficie del huevo. En cambio, en zonas donde hay manchas oscuras, la cutícula es gruesa (0,0125 mm) y contiene bandas anchas de gránulos en su estrato interno (Romanoff y Romanoff, 1949).

Albúmina

La clara o albúmina no es una estructura homogénea y puede dividirse en cuatro láminas concéntricas principales. Con respecto al porcentaje de agua en las cuatro capas de albúmina para el caso de la codorniz corresponde un 88,1% líquida externa, 87,2% densa externa, 85,8% líquida interna, 84,9% densa interna (Romanoff y Romanoff, 1949). La capa de albúmina densa externa a menudo es llamada saco albuminoso, ésta rodea la capa de albúmina líquida interna. El saco albuminoso es sujetado por la membrana interna de la cáscara en cada extremo del huevo.

La albúmina de la codorniz contiene una alta proporción de agua, en relación al porcentaje de agua en la albúmina de codorniz Romanoff y Romanoff (1949) mencionan un 86,6%, Ricklefs y Marks (1983) establecen que el porcentaje de agua en la albúmina no

difiere entre líneas genéticas de codorniz japonesa pero varía en una pequeña cantidad en un rango entre 83,8 a 84,4%.

Pandey *et al.* (1983) establecen que la albúmina de huevo de codorniz japonesa fresca tiene una humedad 86,38%; proteínas 11,22%; extracto etéreo 0,14%; ceniza 0,77% y carbohidratos 1,48%.

La clara o albúmina del huevo esta compuesta por proteínas como ovoalbúmina, ovotransferrina (conalbúmina), ovomucoide, lisozina, ovomucina, ovoglobulinas, ovoflavoproteína, ovostatina (ovomacroglobulina), cistatina y avidina (Arias *et al.*, 1998).

Para el caso de huevos de codorniz japonesa del total de albúmina, la ovoalbúmina constituye alrededor del 80%, ovomucoide 10%, ovomucina 7%, ovoglobulina 3% (Bissoni, 1996).

En un estudio químico comparativo entre la ovalbúmina de codorniz japonesa y de gallina, Itoh *et al.* (1977) determinaron que la codorniz presenta una composición aminoacídica más alta en lisina, ácido aspártico, serina, treonina y glicina, y más baja en arginina, ácido glutámico e isoleucina que ovoalbúmina de gallina. La composición de carbohidrato es levemente más alta en hexosa y más baja en hexosamina que ovoalbúmina de gallina

Itoh *et al.* (1978) establecen que ovotransferrina de codorniz japonesa posee una composición aminoacídica más alta en treonina, glicina, y más baja en arginina, ácido aspártico, cisteína y valina que ovotransferrina de gallina. La composición de hexosa es levemente más alta y la hexosamina es menos en la codorniz que la gallina. También establecen que las similares propiedades físicas y la composición química de la ovotransferrina de ambas especies, sugiere una cercana relación taxonómica de ambas especies clasificadas como galliformes.

Los carbohidratos contenidos en ovomucoide de codorniz fueron significativamente menores especialmente en hexosa y hexosamina, que ovomucoide de gallina. Con relación a la propiedad antitripsina del ovomucoide de codorniz japonesa muestra más estabilidad al calor que el ovomucoide de la gallina al mismo pH (Itoh *et al.*, 1979).

Se sabe que en huevos de gallina, el efecto de la nutrición sobre la calidad de la albúmina no resulta relevante, y el consumo de agua no tiene efecto sobre la estructura de la albúmina (Arias *et al.*, 1998). En cambio, las enfermedades sí influyen seriamente la calidad del huevo, tanto la Enfermedad de Newcastle (Alexander, 2003) como la Bronquitis Infecciosa (Cavanagh y Naqi, 2003) deterioran la albúmina.

Métodos para evaluar la calidad de albúmina

Entre los métodos para evaluar la calidad de albúmina están los efectuados en huevos intactos y los que se realizan directamente sobre la albúmina luego de romper el huevo. Los primeros, son más subjetivos, una forma es medir la dimensión de la cámara de aire al transiluminar un huevo, a medida que avanza el deterioro de la albúmina aumenta considerablemente la altura de la cámara de aire. Hay quienes usan este método para seleccionar huevos frescos de codorniz para incubación, y sugieren que la cámara de aire para estos fines no debe tener más que 3 mm (Bissoni, 1996).

Imai *et al.* (1986) sostienen que no puede ser medida la altura de cámara de aire en huevos de codorniz intactos por el color oscuro de la cáscara, pero puede ser medida después de ser pasados por agua y descascarado, los valores obtenidos por estos autores se muestran en el cuadro N°2, en el cual se puede apreciar la variación de altura de cámara de aire en huevos de codorniz almacenados de 23 a 33°C durante 28 días.

Cuadro N°2: Altura de cámara de aire (mm) de huevo de codorniz japonesa a distinto tiempo de almacenamiento a una temperatura ambiente de 23 a 33°C.

	Tiempo (días)					
	0	3	7	14	21	28
Altura de cámara de aire	1,4	1,9	2,7	3,0	3,4	3,8

Fuente: Imai *et al.* (1986)

Sin embargo, este valor de altura de cámara de aire puede resultar ambiguo ya que depende del peso del huevo. Es útil sólo para casos extremos de deterioro de la calidad de la albúmina y no constituye una técnica de estimación rápida (Arias *et al.*, 1998).

Entre las determinaciones en huevos rotos, la medición de pH de albúmina también ha sido usada para estimar su calidad. Sin embargo, esta determinación requiere la homogeneización de la albúmina, porque se sabe que existen pequeñas diferencias en valores de pH entre las capas de albúmina del huevo de gallina (Romanoff y Romanoff, 1949).

En el cuadro N°3 se muestra la variación de pH de albúmina a lo largo del tiempo en huevos de codorniz japonesa almacenados a diferentes temperaturas, planteados por Imai *et al.* (1986) y Souza y Souza (1995).

Cuadro N°3: Valores de pH de albúmina de codorniz japonesa según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
23 a 33°C (a)	9,02	9,12	9,26	-
23°C (b)	9,02	8,75	8,87	8,89
8°C (b)	8,98	8,39	8,77	8,62

Fuente: Adaptado según (a) Imai *et al.* (1986) y (b) Souza y Souza (1995).

Otra forma de determinación en huevos rotos, esta basada en las propiedades mecánicas de la albúmina y corresponde a la medición de la altura de la capa de albúmina densa exterior de un huevo cuyo contenido ha sido depositado sobre una superficie lisa, medición que se corrige por el peso del huevo. Tales valores se expresan en Unidades Haugh (U.H.). Este método es muy sencillo, de bajo costo y muy rápido de realizar (Arias *et al.*, 1998). Las U.H. tienen una escala del 0 al 100. El cálculo de esta U.H. es para un huevo en forma individual y según se expresa en la siguiente ecuación:

$$U.H. = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Descrita por Eisen *et al.* (1962) donde U.H. es Unidad Haugh, H es la altura de la albúmina en milímetros y W es el peso del huevo en gramos.

En el cuadro N°4 se muestra la relación entre los valores de U.H. y la apreciación del consumidor con respecto a los huevos de gallina.

Cuadro N°4: Calidad del huevo de gallina y su relación con la Unidad Haugh.

U.H.	Descripción cualitativa
100	
90	Excelente
80	Muy bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
50	Inaceptable
0	

Fuente: Arias *et al.* (1998).

En el cuadro N°5 se puede apreciar la variación de U.H. a lo largo del tiempo en huevos de codorniz japonesa almacenados a diferentes temperaturas.

Cuadro N°5: U.H. de huevo de codorniz japonesa según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	3	7	14	21	28
23 a 33°C (a)	88,4	83,6	80,2	79,3	77,7	74,4
23°C (b)	97,49	-	86,10	80,59	73,69	-
8°C (b)	93,51	-	87,55	86,59	85,08	-

Fuente: Adaptado según (a) Imai *et al.* (1986) y (b) Souza y Souza (1995)

Souza y Souza (1995) quienes almacenaron huevos de codorniz japonesa a temperatura ambiente (23°C) y bajo refrigeración (8°C) por 21 días, señalan que huevos almacenados durante 21 días bajo refrigeración (8°C) presentaron medias de U.H. e índice de yema significativamente superiores y pH de albúmina y de yema significativamente inferiores cuando fueron comparados con huevos almacenados a temperatura ambiente (23°C). No hubo diferencias significativas en las U.H. en los días 0 y 7 de almacenamiento entre los dos tratamientos, mientras que ya en los 14 y 21 días de almacenamiento los

huevos refrigerados presentaron U.H. significativamente superiores que los almacenados a temperatura ambiente.

Eisen *et al.* (1962) señalan un cuestionamiento de la U.H. usada en huevos de gallina, es que sobrestima la altura de albúmina de huevos pequeños (< 56,5 g) y subestima la altura de albúmina de huevos más grandes (> 56,5 g).

Un estudio de Kondaiah *et al.* (1981) quienes tenían como propósito desarrollar una medida de calidad interna para huevos de codorniz similar a la U.H. usada para huevos de gallina, establecieron una unidad llamada Unidad de Calidad Interna (U.Q.I.) y esta basada en variables similares a las usadas en la fórmula de la U.H, vale decir, altura de albúmina y peso del huevo, pero esta corregida de acuerdo a un rango de peso del huevo de codorniz entre 9 y 11g. El cálculo de esta U.Q.I. es para un huevo de codorniz en forma individual y según se expresa en la siguiente ecuación:

$$U.Q.I.= 100 \log (H + 4.18 - 0.8989 W^{0.6674})$$

Descrita por Kondaiah *et al.* (1981) donde U.Q.I. es Unidad de Calidad Interna, H es altura de albúmina en milímetros y W es el peso del huevo en gramos.

Pero Kondaiah *et al.* (1981) señalan que la U.Q.I. presenta una limitación para medir la calidad interna de huevos de codorniz que son más pequeños o más grandes que los huevos que pesan entre 9 y 11g, también presenta la desventaja que sobrestima o subestima la calidad de los huevos cuando el peso del huevo se desvía mucho de un valor de 10g en una observación, esta desventaja también existe en la U.H. cuando se desvía mucho de un valor de peso de huevo de 56,5g según se señaló anteriormente por Eisen *et al.* (1962). El cuadro N°6 muestra la variación de U.Q.I. a lo largo del tiempo en huevos de codorniz almacenados a una temperatura ambiente de 23 a 33°C.

Cuadro N°6: U.Q.I. en huevos de codorniz japonesa a distinto tiempo de almacenamiento a una temperatura ambiente de 23 a 33°C.

	Tiempo (días)					
	0	3	7	14	21	28
U.Q.I.	62,0	51,9	45,6	42,8	38,0	31,3

Fuente: Imai *et al.* (1986).

Silversides y Scott (2001) establecen que en huevos de gallina no hay una relación inherente entre peso huevo y altura de albúmina. También establecen que el pH de albúmina incrementa con el tiempo de almacenamiento pero no con la edad de la ponedora.

Scott y Silversides (2000) establecen en huevos de gallina que la altura de albúmina y pH de albúmina no tienen relación en huevos frescos, pero la asociación llega a ser grande a medida que el período de almacenamiento aumenta, lo que sugiere que la altura de albúmina mide factores que están presentes cuando el huevo es puesto y cambios durante el almacenamiento, mientras la medida de pH de albúmina solamente el efecto de almacenamiento.

En el cuadro N°7 se muestra la variación de altura de albúmina en huevos de codorniz japonesa a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento.

Cuadro N°7: Altura de albúmina (mm) de huevo de codorniz japonesa según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	3	7	14	21	28
23 a 33°C (a)	3,96	3,26	2,62	2,47	2,24	1,83
10 a 28°C (b)	Tiempo (meses)					
	0	1	2	3	4	5
	4,93	2,64	1,83	1,11	0,2	0,4
1,2 a 2,8°C (b)		3,7	3,01	2,95	1,99	2,27

Fuente: Adaptado según (a) Imai *et al.* (1986) y (b) Tanabe y Tanabe (1975).

Fue mencionado por Tanabe y Ogawa (1975 citado por Imai *et al.* 1986) que huevos de codorniz comprados en verano japonés (23 a 33°C y H.R. 67 a 90%) presentaron altura de albúminas y altura de yemas bajas, y una alta incidencia de huevos deteriorados.

Yema

La yema se encuentra limitada por una delgada capa de albúmina densa (interna), que en la forma de una fina red longitudinal de fibras espirales contiene a la yema. Estas fibras se extienden desde la yema en la forma de dos gruesos manojos conocidos como chalazas. Estas atraviesan la capa de albúmina líquida interna y se asocian fuertemente con la capa de albúmina densa externa (saco albuminoso) la que a su vez se encuentra adherida a las membranas de la cáscara a ambos extremos del huevo (Arias *et al.*, 1998).

Imai *et al.* (1986) señalan a la yema fresca de codorniz japonesa con una humedad de 50,3%, proteínas 15,78%, grasas 30,66% y un pH 6,35. Pandey *et al.* (1983) obtuvieron en la yema de codorniz japonesa una humedad de 49,66%; proteína 18,46%; extracto etéreo 29,75%; ceniza 1,67% y carbohidratos 0,44%. Romanoff y Romanoff (1949) mencionan un 51,8% de agua en la yema de codorniz.

Al medir el pH de yema es relevante garantizar la homogeneización de la muestra, ya que según Romanoff y Romanoff (1949), se sabe que en huevos de gallina la capa más cercana a la yema usualmente es de más bajo pH que la capa externa.

Los lípidos de la yema de huevo son relativamente estables frente a los procesos de oxidación durante el almacenamiento (Fehlhaber y Janetschke, 1995).

En el cuadro N°8 se muestran la variación de pH de yema en huevos de codorniz japonesa a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento.

Cuadro N°8: Valores de pH de yema de huevo de codorniz japonesa según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
23 a 33°C (a)	6,35	6,64	6,98	-
23°C (b)	6,14	6,23	6,53	6,62
8°C (b)	6,12	5,97	6,38	6,51

Fuente: Adaptado según (a) Imai *et al.* (1986) y (b) Souza y Souza (1995).

Efecto del almacenamiento

Desintegración de la estructura gel de la albúmina

La tendencia de la estructura de la albúmina a perder su heterogeneidad es uno de los indicios más tempranos del proceso de envejecimiento del huevo. El saco albuminoso gradualmente desaparece, y la albúmina en su totalidad llega a ser líquida.

El deterioro en la albúmina densa es debido probablemente a un cambio físico en ovomucina, que está presente en forma de fibras que enmallan el material líquido. En el huevo fresco, el saco albuminoso contiene una gran proporción de ovomucina. Con el pasar del tiempo, hay una tendencia a decrecer el contenido de ovomucina de la capa densa de albúmina y que la porción líquida de albúmina incremente.

La desintegración del saco albuminoso es más o menos coincidente con el alza en el valor de pH y probablemente esté correlacionado con el incremento en la alcalinidad. En presencia de insuficiente dióxido de carbono, la red de fibras de ovomucina aparentemente pierden su estructura. La alta concentración de dióxido de carbono, causa contracción de las fibras, con el resultado que el enmallado líquido es oprimido. Por esta razón, la condición de la albúmina en huevos de gallina es mejor entre pH 7,5 y pH 8,5. Es más rápido el deterioro de la albúmina a altas temperaturas debido posiblemente a la acelerada pérdida de dióxido de carbono u otras causas aún indeterminadas.

Huevos que originalmente contienen un alto porcentaje de albúmina densa muestran menor deterioro relativo del saco albúminoso durante el almacenaje que en los que hay una menor proporción de albúmina densa (Romanoff y Romanoff, 1949).

Cambios químicos por efecto del almacenamiento en huevo de codorniz

Una declinación en la calidad de la apariencia del huevo no necesariamente es una disminución en el valor nutritivo o perjudica su utilidad para cocinar.

Pandey *et al.* (1983) almacenaron huevos de codorniz japonesa a temperatura ambiente (34,77 a 37,50°C y H.R. 62,80 a 74,59%) y bajo refrigeración (5±1°C y H.R. 80 a 85%), y establecieron que estos huevos se pueden almacenar satisfactoriamente por 4 semanas a temperatura ambiente o por 12 semanas bajo refrigeración sin mucha pérdida de su valor nutritivo. Establecieron que en huevos de codorniz almacenados la humedad del huevo tiende a decrecer y la proteína tiende a incrementar sobre sus valores iniciales. Estos cambios son más evidentes en los huevos almacenados a temperatura ambiente que en los bajo refrigeración. La pérdida del contenido de humedad del huevo es atribuida al escape de humedad y movimiento de agua desde albúmina a yema. Además, ellos determinaron un incremento en el contenido de proteína en yema que podría ser debido a una pequeña migración de proteínas desde albúmina a yema durante el almacenamiento, el grado de esta migración es muy pequeña. El contenido de extracto etéreo en la yema decreció significativamente y fue más evidente a las 4 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente que en los mantenidos bajo refrigeración, esto fue atribuido a una lenta producción de ácidos grasos libres, difusión de lípidos desde la yema hacia la circundante albúmina. No hay un cambio apreciable en el contenido de cenizas, carbohidratos contenidos en albúmina, yema y huevo entero.

Según Imai *et al.* (1986), con el incremento del tiempo de almacenamiento el porcentaje de yema de huevo de codorniz japonesa incrementó de 31,14 a 33,22%, y el porcentaje de albúmina decreció de 58,35 a 56,31%, pero en el porcentaje de cáscara no hubo cambios tras 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente (23 a 33°C y H.R. 67 a 90%).

Souza y Souza (1995) quienes almacenaron huevos de codorniz japonesa a temperatura ambiente (23°C) y bajo refrigeración (8°C) por 21 días, señalan que en cuanto a la relación huevo/albúmina y huevo/yema, se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos solamente a los 21 días de almacenamiento. Los huevos almacenados a temperatura ambiente presentaron una relación huevo/albúmina menor y una relación huevo/yema mayor que los bajo refrigeración. Este hecho ocurre por causa de la migración de agua desde albúmina hacia yema durante el almacenamiento. En la relación huevo/cáscara y pérdida de peso no fueron observadas diferencias significativas entre los dos tratamientos.

Pérdida de peso

La pérdida de peso es uno de los cambios más obvios en la edad del huevo. Es causada principalmente por la evaporación de humedad, principalmente desde albúmina. Existe un escape de gases, como dióxido de carbono, amonio, nitrógeno, la mayoría son productos de degradación química de los constituyentes orgánicos del huevo. La evaporación de agua desde el huevo es un proceso continuo, comienza desde que el huevo es puesto, y no cesa hasta que el huevo es completamente deshidratado.

La pérdida de peso ocurre casi lineal con relación al tiempo, bajo condiciones ambientales constantes. La velocidad de pérdida de peso se acelera a altas temperaturas y se retarda a una alta H.R. La velocidad de pérdida de peso por evaporación tiende a ser más grande si la permeabilidad de la cáscara es alta (Romanoff y Romanoff, 1949).

Imai *et al.* (1986) almacenaron huevos de codorniz japonesa durante 28 días a 23 a 33°C y H.R. 67 a 90%, y obtuvieron una pérdida de peso del huevo de 2,99% y 5,9% después de 14 y 28 días de almacenamiento respectivamente.

Incremento en tamaño de la cámara de aire

El diámetro, altura y volumen de cámara de aire son función del tiempo de almacenamiento, cuando la temperatura y H.R. son constantes. Primero, el diámetro y altura de cámara de aire incrementan rápidamente, pero la velocidad de incremento pronto disminuye y eventualmente llega a ser muy lenta en huevos viejos. El volumen de cámara

de aire, incrementa a una velocidad constante a medida que pasa el tiempo y esto es proporcional a la pérdida de agua desde el huevo.

Al momento en que el huevo es puesto no contiene cámara de aire, con el tiempo la cámara de aire aparece como un pequeño espacio circular usualmente en el lado romo del huevo, está situada entre las membranas de la cáscara interna y externa, con un remanente en contacto con la albúmina y otro a la cáscara, respectivamente. El tamaño de la cámara de aire varía de acuerdo a la permeabilidad de la cáscara del huevo, la edad del huevo, y las condiciones de temperatura y humedad en la que el huevo es almacenado. El tamaño de la cámara de aire es también una función del tamaño del huevo. La correlación entre el tamaño de la cámara de aire y el tamaño del huevo es discernible en huevos de una misma especie.

La rapidez con que se forma la cámara de aire depende de la velocidad con que el huevo es enfriado después que es puesto. Si la temperatura ambiental es baja, la cámara de aire puede aparecer dentro de un corto tiempo de 2 minutos. En cambio, en un ambiente húmedo, caliente, puede ser necesario transcurrir varias horas para su formación. En general la formación de la cámara de aire es el resultado de la diferencia de velocidad con que la cáscara y el contenido del huevo se contraen cuando el huevo recién puesto es enfriado desde la temperatura del cuerpo del ave (Romanoff y Romanoff, 1949), y que para la codorniz la temperatura corporal es de 42,2°C (Woodard *et al.*, 1973). La rigidez de la cáscara tiene una contracción de un alcance insignificante comparada con el contenido semisólido del huevo que tiene una composición química completamente diferente.

Los factores físicos que determinan la localización de la cámara de aire no están del todo claro. Generalmente, pero no invariablemente, los poros en la cáscara de huevo son más numerosos en el extremo romo que en el extremo agudo.

Después de su formación, la cámara de aire incrementa en tamaño con la evaporación de humedad y el contenido del huevo disminuye. Por esta razón, el tamaño de la cámara de aire es frecuentemente usada como un índice de calidad y edad del huevo (Romanoff y Romanoff, 1949).

Pero por ser la altura de la cámara de aire expresión del agua pérdida por el contenido del huevo, lo cual a su vez depende de la temperatura y humedad ambiental del lugar de almacenamiento, su aumento no siempre se relaciona con la edad del huevo (Fehlhaber y Janetschke, 1995).

Cambios internos

Con el pasar del tiempo, el saco albuminoso decrece en altura, primero rápidamente y luego más lentamente, también pierde firmeza tanto que se extiende por encima del área de ancho cuando el huevo es abierto. La albúmina densa puede no ser distinguida y la albúmina aparece completamente líquida. Simultáneamente, la yema llega a ser grande y cuando el huevo se ha deteriorado suficientemente, la membrana vitelina puede romperse, y la albúmina y la yema mezclarse (Romanoff y Romanoff, 1949).

El índice de yema se obtiene mediante la relación entre altura de la yema/diámetro de la yema, un elevado índice de yema es indicio de un buen grado de frescura en huevos (Fehlhaber y Janetschke, 1995). El índice de albúmina es una relación obtenida entre la altura de la albúmina densa/el promedio entre su largo y corto diámetro. Los cambios en la edad del huevo pueden expresarse numéricamente por cambios en índice de yema y albúmina, estos decrecen a medida que el huevo se hace viejo, esto es más lento a bajas temperaturas (Romanoff y Romanoff, 1949).

Pandey *et al.* (1982), establecen que huevos de codorniz bajo refrigeración por 60 días no presentan un cambio significativo en índice de yema e índice de albúmina, pero sí un incremento en pérdida de peso y cámara de aire.

Imai *et al.* (1986) almacenaron huevos de codorniz japonesa durante 28 días a 23 a 33°C y H.R. 67 a 90%, el índice de yema decreció rápidamente en comparación con los huevos de gallina. Las yemas de huevo de codorniz almacenadas durante 21 días no pudieron ser separadas fácilmente de la albúmina, ya sea por colapso de las membranas de la yema o por la adhesión de la yema a las membranas de la cáscara.

Con respecto al efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el índice de yema en huevos de codorniz japonesa, Mori y Masuda (1993) almacenaron huevos de codorniz

durante 40 días a 4 y 25°C, señalan que el índice de yema decreció significativamente incluso después del primer día de almacenamiento a 25°C, decrecimiento que continuó hasta el día 25 de almacenamiento. Por otra parte, cuando los huevos fueron almacenados a 4°C, el índice de yema decreció tras un período de 8 días de almacenamiento. Durante todo el período de almacenamiento, el índice de yema de huevos de codorniz almacenados a 4°C fue significativamente más alto que aquellos huevos almacenados a 25°C.

Imai *et al.* (1986) almacenaron huevos de codorniz durante 28 días a 23 a 33°C y H.R. 67 a 90%, evidenciaron que U.H. en huevos de codorniz frescos fue casi la misma que para huevos de gallina, pero la disminución de U.H. durante el almacenamiento fue muy pequeña, aunque fue grande la disminución en altura de albúmina. También evidenciaron una considerable disminución en U.Q.I. durante el almacenamiento. Consecuentemente, ellos recomiendan usar el índice de yema, U.Q.I. y altura de albúmina para expresar la calidad interna de los huevos de codorniz que la U.H comúnmente usada para huevos de gallina. Cabe resaltar que en estos estudios no se hicieron en las mediciones separaciones por edad de las codornices ponedoras.

Cambios cuantitativos en componentes del huevo

Bajo todas las condiciones de almacenamiento, el contenido del huevo disminuye en cantidad, por la evaporación de agua. Primero solamente albúmina pierde peso, mientras yema gana un poco de peso, cuando la deshidratación esta bien avanzada la yema llega a decrecer en peso. Cuando la deshidratación es completa, albúmina y yema constituyen una porción relativamente pequeña del huevo, y la cámara de aire ocupa el mayor espacio dentro del huevo (Romanoff y Romanoff, 1949).

Cambios en las capas de albúmina

Como la albúmina decrece en cantidad total, ocurren cambios en la proporción de las capas. La capa de albúmina densa externa se desintegra rápidamente, y el volumen relativo de la capa de albúmina líquida externa incrementa. Los cambios en la cantidad proporcional de las capas de albúmina son acelerados por altas temperaturas pero aparentemente son poco afectadas por la H.R. del ambiente (Romanoff y Romanoff, 1949).

Movimiento de agua en el huevo

Mientras el agua es evaporada desde el huevo, también difunde a través de la membrana vitelina, primero en una dirección, y luego en otra.

Pérdida de agua desde la albúmina: Durante un período inicial de mantención, la albúmina pierde agua no solamente por evaporación a través de la cáscara, sino que también por difusión hacia yema. En la última etapa de deshidratación, el agua pasa desde la yema a la albúmina y luego al exterior, hasta que es completamente disipada hacia la atmósfera externa (Romanoff y Romanoff, 1949).

Intercambio de agua entre yema y albúmina: La dirección de la difusión inicial de agua es desde albúmina a yema, porque la presión osmótica de la yema es más grande. Es probable que este proceso equilibrativo se inicie antes que el huevo es puesto, si las condiciones ambientales lo permiten, esto continua hasta que el equilibrio es alcanzado. El movimiento de agua se hace en reverso de igual forma cuando la albúmina, por deshidratación, llega a ser la más concentrada entre estos dos componentes del huevo (Romanoff y Romanoff, 1949).

Debilitamiento de la membrana vitelina

La disminución en la fuerza de la membrana vitelina se correlaciona con la difusión de agua hacia la yema. El agrandamiento de la yema estira la membrana y consecuentemente la debilita. En general, el deterioro en la membrana vitelina ocurre en relación lineal con el tiempo, bajo condiciones ambientales constantes. La difusión de agua hacia la yema se acelera con la subida de la temperatura, la membrana vitelina se debilita más rápidamente a altas temperaturas. Aunque la membrana vitelina pierde fuerza con el pasar del tiempo, es posible que la elasticidad incremente, dentro de ciertos límites (Romanoff y Romanoff, 1949).

Liberación de dióxido de carbono

La calidad y vida útil de un huevo entero con cáscara es una función del contenido de dióxido de carbono. La liberación de dióxido de carbono desde el huevo es máxima en un

comienzo, luego cae rápidamente primero, luego más lentamente, hasta llegar a ser estable a una baja y constante velocidad. A altas temperaturas, la pérdida de dióxido de carbono es más rápida. Hay una relación entre la concentración de dióxido de carbono libre en el huevo y el pH del contenido del huevo (Romanoff y Romanoff, 1949).

Cambio en valor de pH de albúmina y yema

Durante el almacenamiento de huevos, el pH de albúmina incrementa a una velocidad que depende de la temperatura. La subida en el pH de albúmina es causada por la pérdida de dióxido de carbono desde el huevo a través de los poros de la cáscara. El pH de albúmina depende del equilibrio entre el dióxido de carbono disuelto, ion bicarbonato, ion carbonato, y proteína. La concentración de bicarbonato y ion carbonato son manejadas por la presión parcial de dióxido de carbono en el ambiente externo. Con el incremento en la concentración de dióxido de carbono en el ambiente, la concentración de ion bicarbonato incrementa mientras la concentración de carbonato decrece (Stadelman y Cotterill, 1973).

Además de disolver dióxido de carbono, la albúmina contiene bicarbonato de sodio y potasio; estas sustancias constituyen el sistema buffer del huevo. Como el dióxido de carbono se pierde a través de la cáscara, la concentración de iones bicarbonato en la albúmina también decrece, y el sistema buffer llega progresivamente a desorganizarse (Romanoff y Romanoff, 1949).

El cambio en la presión de dióxido de carbono tiene un pequeño efecto sobre el pH de la yema, al igual que la albúmina el pH de yema incrementa más rápidamente a altas temperaturas. El pH de yema también incrementa pero más lentamente y gradualmente que la albúmina (Romanoff y Romanoff, 1949).

Kirunda y Mckee (2000) establecieron que no existen diferencias entre el pH del huevo entero entre un huevo de gallina envejecido y uno fresco, pero sí el pH de albúmina y pH yema fueron diferentes, y resultaron más altos comparado con un huevo fresco.

Pandey *et al.* (1982) determinaron en huevo de codorniz fresco los siguientes valores de pH: pH de albúmina 8,79, pH de yema 6,12, y pH de huevo entero 7,28. Almacenaron huevos de codorniz por 60 días bajo refrigeración, tras lo cual almacenaron por 5 días más

los huevos pero a temperatura ambiente, los valores de pH incrementaron a pH 9,85, pH 7,66 y pH 8,91 respectivamente.

Según Itoh *et al.* (1981) establecen que el pH de la clara del huevo de codorniz fresco es alrededor de pH 8,4 y que incrementa rápidamente después de puesto hasta alcanzar un máximo de pH 9,0 dentro de 2 días y que se mantiene hasta los 25 días de almacenamiento. Según este mismo trabajo, en huevos de codorniz almacenados a 20°C, el cambio de pH de albúmina ocurrió un poco más lentamente que en huevos almacenados a 30°C. También se estableció que el nivel de pH de albúmina no superó el valor de pH 9,0 bajo sus condiciones experimentales.

Tiwari (1978 citado por Pandey *et al.* 1982) determinó un valor de pH de albúmina de 9,49 en huevos de codorniz tras 4 semanas de almacenamiento a temperatura ambiente.

Efecto edad

En trabajos sobre huevos de gallina, dentro de los factores más importantes que influyen en la calidad de la albúmina son la edad de las aves, el efecto de la temperatura y humedad durante el almacenaje. A medida que el lote de aves envejece, el promedio de la calidad de la albúmina disminuye. El factor edad resulta crucial cuando se adicionan factores ambientales durante el almacenaje. A medida que la temperatura ambiente aumenta el deterioro de la albúmina es más rápido, especialmente si la H.R. es baja. Es por esta razón que, en países que no cuentan con una buena cadena de frío, es más frecuente encontrar problemas en la calidad de la albúmina en huevos grandes, que son los que producen las gallinas de mayor edad. Consecuentemente, los huevos deberían ser recolectados en forma frecuente y distribuidos en condiciones de ambiente fresco lo más rápido posible (Arias *et al.*, 1998).

Silversides y Scott (2001) establecen que en huevos de gallina la altura de albúmina de huevos frescos son afectados por la edad de la ponedora, en cambio el pH de albúmina no es afectado por esta variable.

Un estudio realizado por Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) usaron huevos de codorniz de ponedoras japonesas entre los 49 y 154 días de edad, con el objeto de estudiar

la influencia de la edad de las codornices ponedoras sobre su calidad de huevo, establecieron que a medida que avanzan en edad las ponedoras el peso del huevo y peso de cáscara más membranas incrementan significativamente, índice de forma y gravedad específica decrecieron pero no significativamente, mientras que el espesor de la cáscara disminuyó significativamente. Por otra parte, el peso de albúmina y de yema incrementó significativamente.

Efecto de almacenamiento desde el punto de vista microbiológico

Según Imai *et al.* (1986), desde un punto de vista microbiológico y de la calidad interna de los huevos de codorniz la duración de almacenaje será aceptable hasta 14 días de almacenamiento a una temperatura ambiente de 23 a 33°C y H.R. 67 a 90% (verano japonés), además ellos recomiendan evitar el lavado de huevos en la granja.

Lorca (2003) efectuó un estudio en nuestro país, donde realizó Recuento de Aerobios Mesófilos y Recuento de Enterobacteriaceae en huevos de codorniz japonesa almacenados durante 60 días a temperatura ambiente (19°C), en éste se establece que en ambos tipos de recuento en las muestras de contenido de huevo señalan un claro aumento de éstos a medida que avanza el almacenamiento, vale decir, el tiempo de almacenamiento de huevos de codorniz se relaciona positivamente con el desarrollo bacteriano en el interior de éstos. Observándose que los niveles bacterianos llegaron a sobrepasar lo permitido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (1997), para huevos de gallina, en el día 45 de almacenamiento, tras lo cual serían considerados como “no aptos para el consumo humano” por el mismo Reglamento.

Aceptabilidad

En un estudio efectuado por Pandey *et al.* (1982) mediante un panel de consumo efectuaron una medición de la aceptabilidad de los consumidores de huevos de codorniz japonesa usando un índice de aceptación con una escala de 1 a 7, donde 1 es la extrema aversión y 7 el extremo gusto. El estudio parte con huevos frescos de codorniz, los que obtienen un índice de aceptación 7. Se almacenaron huevos bajo refrigeración ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y H.R. 80 a 85%) por 30, 45 y 60 días y estos obtuvieron una disminución en el índice de aceptación a 6,00, 6,00 y 5,25 respectivamente. Además después de almacenados estos

huevos por 30, 45, 60 días bajo refrigeración fueron almacenados a temperatura ambiente (28,8 a 32,7°C y H.R. 65,7 a 88,8%) por 5 días y su índice de aceptación disminuyó a 4,75, 4,00, 3,00 respectivamente. Aunque el estudio parte de un índice de aceptación 7 (total aceptación) y el índice mostró una reducción significativa desde sus valores iniciales a los 60 días de almacenamiento bajo refrigeración y posteriormente almacenados a temperatura ambiente por 5 días (índice de aceptación 3) todavía los huevos de codorniz fueron aceptados por el gusto de los panelistas.

Por último en Chile, según el Reglamento Sanitario de los Alimentos (1997), se especifican las características que deben cumplir los huevos frescos y refrigerados de gallina pero no para huevos de codorniz, como tampoco especifica la duración de vida útil que deben tener. Por esta razón son los productores los que sugieren una duración de los huevos frescos de codorniz entre los 45 y 60 días, los cuales son vendidos a temperatura ambiente en la mayoría de los supermercados de Santiago.

El propósito de este estudio es lograr evidenciar la declinación de la calidad interna del huevo de codorniz según distintos tiempos y temperaturas de almacenamiento. Si bien es cierto, se encontraron algunos trabajos que tenían el objetivo de estudiar este efecto de almacenamiento, en su mayoría no hicieron la distinción por edad, ya que se plantea la inquietud si se podría extrapolar eventualmente, lo que se sabe que ocurre en huevos de gallinas, que a mayor edad de la ponedora el promedio de la calidad de albúmina disminuye y a medida que la temperatura ambiente aumenta el deterioro de la albúmina es más rápido por lo que es frecuente encontrar problemas de calidad en los huevos de ponedoras de más edad.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto edad de la ponedora sobre la calidad interna de los huevos de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) para consumo, en distintos períodos desde su oviposición y a distintas temperaturas de almacenamiento.

Objetivos específicos

1. Verificar la declinación de la calidad interna de los huevos de codorniz japonesa bajo distintas condiciones de almacenamiento con relación a una calidad inicial.
2. Establecer si la edad de la codorniz japonesa influye en la declinación de la calidad interna del huevo bajo distintas condiciones de almacenamiento.

MATERIAL Y MÉTODO

Procedimiento

El ensayo, de 60 días de duración, se llevó a cabo en el Centro de Referencia para la Evaluación y Certificación de la Calidad de Productos de Origen Animal (CERPRAN) de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile.

Se recolectaron 360 huevos de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japónica*) con pocas horas de ovipuesto desde un criadero de la Región Metropolitana, de los cuales 180 huevos eran de ponedoras de 17 sem. de edad (2º mes de postura) y 180 huevos de ponedoras de 51 sem. de edad (10º mes de postura). Se trabajó con 36 muestras, cada una con un tamaño de $n = 10$.

El criadero del cual se obtuvieron las muestras trabaja con un promedio de 10 meses de postura y con un promedio de comienzo de postura a los 60 días de edad.

El total de 360 huevos fueron recolectados en una sola tarde, ya que aproximadamente el 80% de las codornices japonesas (*Coturnix coturnix japónica*) ponen los huevos en la tarde y la mayoría de ellas después de las 16:00 horas (Wilson y Huang, 1962).

Tras esta recolección se transportaron las muestras en pequeñas cajas plásticas transparentes en las cuales se venden al mercado y en estas se mantuvieron hasta el final del ensayo, se respetó la separación de huevos de ponedoras de 17 sem. de edad y 51 sem. de edad, y fueron llevados al laboratorio en la mañana del día siguiente, una vez en el laboratorio se hizo la primera medición correspondiente al día 0 de almacenamiento, esta medición se realizó dentro de las 18 horas desde que fueron ovipuestos.

Se trabajó con tres temperaturas de almacenamiento. Los 180 huevos de ponedoras de 17 sem. de edad se dividieron en 3 grupos: (a) 60 huevos se almacenaron bajo refrigeración entre 8 y 9°C y H.R. 70 a 92%, (b) 60 huevos a temperatura ambiente en un rango variable entre 12°C como mínimo y 20°C como máximo y H.R. 52 a 68%, (c) 60 huevos almacenados entre 29,7 y 30,1°C y H.R. 35 a 43% (en una estufa de cultivo). Se realizó la misma división de grupos de almacenamiento para los huevos de ponedoras de 51 sem. de

edad. Respecto de la condición a temperatura ambiente se consideró la recomendación de los productores de “conservar en un lugar fresco”.

Las mediciones se realizaron los días 0, 7, 14, 21, 40 y 60 de almacenamiento. En cada uno de esos días se tomó una muestra de 60 huevos compuesta por: 30 huevos de ponedoras de 17 sem. de edad (10 huevos de los que estaban almacenados bajo refrigeración, 10 huevos de los a temperatura ambiente y 10 huevos de los almacenados a 29,7 a 30,1°C), y 30 huevos de ponedoras de 51 sem. de edad siguiendo la misma clasificación de los huevos de las de 17 sem. de edad. En el cuadro N°9 se muestra el esquema de los tratamientos realizados:

Cuadro N°9: Esquematización de los tratamientos del estudio

Tiempo de almacenamiento (días)	huevos medidos por día	Temperatura de almacenamiento
0	60 { 30 huevos de ponedoras de 17 sem. de edad	10 huevos almacenados bajo refrigeración entre 8 y 9°C. 10 huevos almacenados a temperatura ambiente entre 12°C min. y 20°C máx. 10 huevos almacenados entre 29,7 y 30,1°C.
		10 huevos almacenados bajo refrigeración entre 8 y 9°C. 10 huevos almacenados a temperatura ambiente entre 12°C min. y 20°C máx. 10 huevos almacenados entre 29,7 y 30,1°C.
7	60	Idem
14	60	Idem
21	60	Idem
40	60	Idem
60	60	Idem
Total	360 huevos de codorniz	{ 180 huevos de codornices de 17 sem. de edad 180 huevos de codornices de 51 sem. de edad

Durante todo el experimento se llevó un registro de la humedad y temperatura ambiental. Las siguientes mediciones se realizaron para cada una de las muestras de 10 huevos por repetición:

1. **Altura de cámara de aire:** Se midió en el huevo de codorniz entero con una regla milimetrada que en el extremo tiene una pieza fijada perpendicularmente para poder apoyarla contra el extremo romo del huevo que corresponde al punto 0 del huevo a trasluz, hasta el punto donde las membranas se unen a la cáscara. Cuando las manchas de la cáscara no permitieron observar la cámara de aire la medición se realizó en el huevo roto, donde se efectuó una marca en la cámara de aire y se midió con el huevo a trasluz. Esta medida se expresó en mm. (Foto 2, Anexo).

2. **Peso del huevo:** se midió en forma individual en una balanza de 0,1 g de sensibilidad y se expresó este valor en gramos (g) (Foto1, Anexo), esta balanza estaba conectada a un sistema computacional.

3. **Altura de albúmina y Unidades Haugh (U.H.):** mediante el uso de un tornillo micrométrico se midió en cada huevo la altura de la albúmina densa externa (Foto 4, Anexo) en huevos de codorniz quebrados sobre una superficie lisa de vidrio, este tornillo micrométrico junto a la balanza estaban conectados a un sistema computacional que corrige la altura de la albúmina con relación al peso del huevo y así se obtuvieron las U.H. La U.H. tiene una escala del 0 al 100. El cálculo de U.H. es para un huevo en forma individual y según se expresa en la siguiente ecuación:

$$U.H. = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Según Eisen *et al.* (1962) donde U.H. es Unidad Haugh, H es la altura de la albúmina en milímetros y W es el peso del huevo en gramos.

4. **Unidad de Calidad Interna (U.Q.I.):** se calculó en forma individual para cada huevo siguiendo la siguiente ecuación:

$$U.Q.I. = 100 \log (H + 4.18 - 0.8989 W^{0.6674})$$

Según Kondaiah *et al.* (1981) donde U.Q.I. es Unidad de Calidad Interna, H es altura de albúmina en milímetros y W es el peso del huevo en gramos.

5. **pH de albúmina:** Después de medir la altura de albúmina, se extrajo albúmina de cada huevo con una jeringa sin aguja (Foto 5, Anexo) y se colocó en un recipiente, tras reunir 10 albúminas de huevos almacenados en similar condición, de forma tal de obtener la cantidad necesaria para el análisis, se colocó un magneto y se procedió a homogeneizar y medir el pH mediante un pHmetro con electrodo para medir proteína con escala de 1 a 14.

6. **pH de yema:** se extrajo contenido de yema de cada huevo con una jeringa conectada a una branula de 18 G (Foto 6, Anexo); luego de reunir 10 yemas de huevos almacenados en similar condición, se colocó un magneto en el recipiente, se homogeneizó y luego se midió el pH con un pHmetro con escala de 1 a 14 (Foto 8 y 9, Anexo).

Análisis de los resultados

Los resultados del experimento fueron descritos estadísticamente mediante los promedios y las desviaciones estándar. Además los valores obtenidos para cada una de las variables fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), se trabajó con experimento Factorial 2 x 3 x 6 sobre la base de Calzada (1964), con excepción de los datos referidos a las variables pH de yema y pH de albúmina los que se expresaron como Unidades de pH.

Se trabajó con el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + L_j + T_r + E_iL_j + E_iT_r + L_jT_r + E_iL_jT_r + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde :

Y_{ijkl} = respuesta observada.

μ = media poblacional.

E = efecto de la edad de la codorniz ponedora japonesa.

L = efecto de la temperatura de almacenamiento del huevo de codorniz.

T = efecto del tiempo de almacenamiento del huevo de codorniz.

$E_i L_j$ = efecto de la interacción entre la edad y temperatura de almacenamiento.

$E_i T_r$ = efecto de la interacción entre la edad y tiempo de almacenamiento.

$L_j T_r$ = efecto de la interacción entre la temperatura y tiempo de almacenamiento.

$E_i L_j T_r$ = efecto de la interacción entre la edad, temperatura y tiempo de almacenamiento.

ε_{ijkl} = error experimental.

Las muestras que manifestaban diferencias significativas, eran sometidas a la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para poder determinar entre que pares de medias se produjeron las diferencias.

RESULTADOS

Evolución de los valores de pH de albúmina

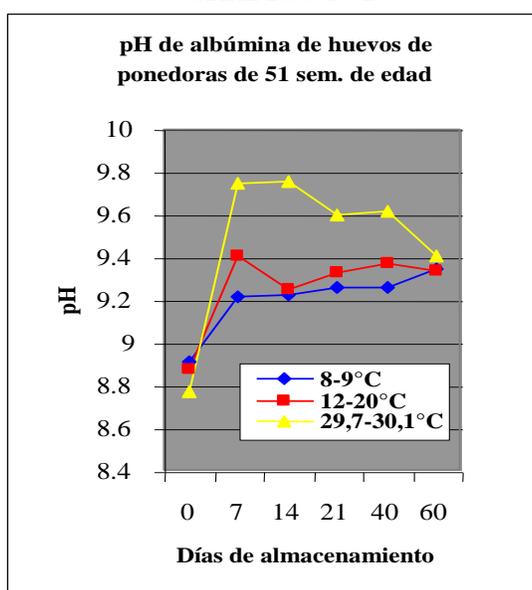
Como se puede observar en los cuadros N°10 y 11 existe una tendencia en ambos grupos etarios hasta el día 40 de almacenamiento que los huevos de codorniz japonesa almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieron valores de pH de albúmina inferiores respecto de los que se encontraban almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) y en la estufa, estos últimos almacenados a 29,7 a 30,1°C obtuvieron los valores de pH de albúmina más altos con relación a los huevos almacenados en las otras dos temperaturas de almacenamiento respecto a igual día de almacenamiento.

Cuadro N°10: Valores de pH de albúmina*de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	8,91	9,22	9,23	9,26	9,26	9,35
12 a 20°C	8,88	9,41	9,25	9,33	9,37	9,34
29,7 a 30,1°C	8,77	9,75	9,76	9,6	9,62	9,41

*cada valor corresponde a la medición de un lote con 10 albúminas de huevos almacenados en similares condiciones.

GRÁFICO N°1

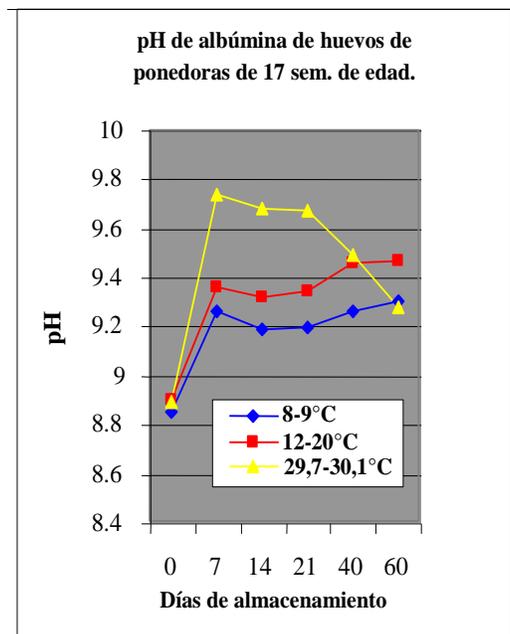


Cuadro N°11: Valores de pH de albúmina* de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	8,85	9,26	9,19	9,2	9,26	9,3
12 a 20°C	8,9	9,36	9,32	9,34	9,46	9,47
29,7 a 30	8,89	9,74	9,68	9,67	9,49	9,28

*cada valor corresponde a la medición de un lote de 10 albúminas de huevos almacenados en similares condiciones.

GRÁFICO N°2



Como se observó en los cuadros N°10 y 11, y se puede apreciar en los gráficos N°1 y 2 se observa un ascenso abrupto del valor de pH de albúmina hasta el día 7 de almacenamiento en todas las temperaturas de almacenamiento en ambos grupos etarios, y luego una tendencia a la mantención o a un leve aumento hasta los 60 días de almacenamiento en los huevos que estuvieron bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C). En el grupo de huevos almacenado a 29,7 a 30,1°C se observó una caída del valor de pH de albúmina desde el día 40 de almacenamiento en ambos grupos etarios.

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron en los huevos de codorniz japonesa promedios de pH de albúmina: pH 8,88 para los de ponedoras de 17 sem. de edad, pH 8,85 para los de ponedoras de 51 sem. de edad y pH 8,86 para los de ambos grupos etarios.

Desde el día 7 de almacenamiento en adelante, no se observó ningún valor de pH de albúmina inferior a 9. A lo largo de estas observaciones se obtiene un valor máximo de pH de albúmina de 9,76.

En ambos grupos etarios se observó un cambio de color en los lotes de albúmina de huevos de codorniz japonesa que estaban almacenados a 29,7 a 30,1°C por 60 días según se observa en la Foto 7 en los lotes I y II (Anexo).

Evolución de los valores de pH de yema

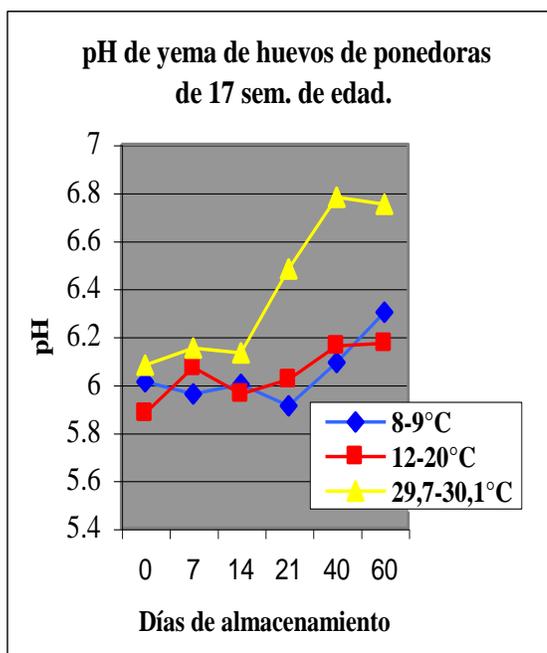
Como se puede observar en los cuadros N°12 y 13 se observa una tendencia al ascenso en el valor de pH de yema en ambos grupos etarios en las distintas temperaturas de almacenamiento hasta el día 60 de almacenamiento.

Cuadro N°12: Valores de pH de yema*de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	6,01	5,96	6	5,91	6,09	6,3
12 a 20°C	5,88	6,07	5,96	6,02	6,16	6,17
29,7 a 30,1°C	6,08	6,15	6,13	6,48	6,78	6,75

*cada valor corresponde a la medición de un lote de 10 yemas de huevos almacenados en similares condiciones.

GRÁFICO N°3

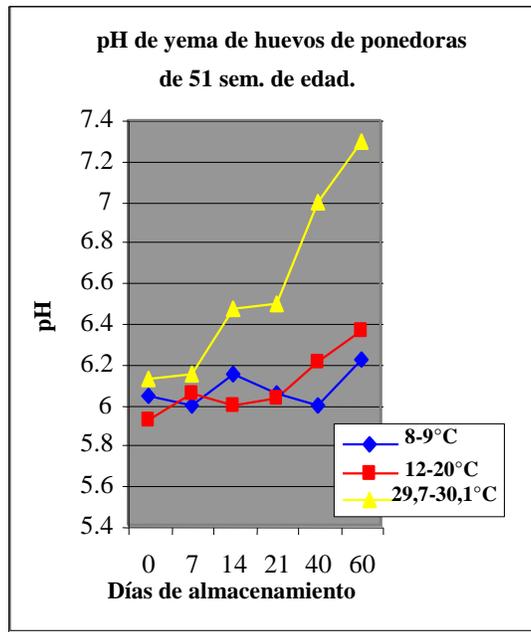


Cuadro N°13: Valores de pH de yema*de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	6,04	6	6,15	6,05	6	6,22
12 a 20°C	5,92	6,06	6	6,03	6,21	6,37
29,7 a 30,1°C	6,13	6,15	6,47	6,49	7	7,29

*cada valor corresponde a un lote de 10 yemas de huevos almacenados en similares condiciones.

GRÁFICO N°4



Como se observó en los cuadros N°12 y 13, y se puede apreciar en los gráficos N°3 y 4 hay una tendencia al ascenso en el valor de pH de yemas en todas las temperaturas de almacenamiento, pero este ascenso es más marcado y a una velocidad mayor en el grupo de huevos almacenado a 29,7 a 30,1°C en ambos grupos etarios.

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de pH de yema: pH 5,99 para los huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad, pH 6,03 para los de ponedoras de 51 sem. de edad, y pH 6,01 para ambos grupos etarios. A lo largo de nuestras observaciones se obtiene un valor máximo de pH de yema de 7,29.

Evolución de los valores de Unidades Haugh (U.H.)

La U.H disminuyó con relación al tiempo de almacenamiento a distintas velocidades según las distintas temperaturas de almacenamiento en ambos grupos etarios.

Cuadro N°14: Unidades Haugh* para huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

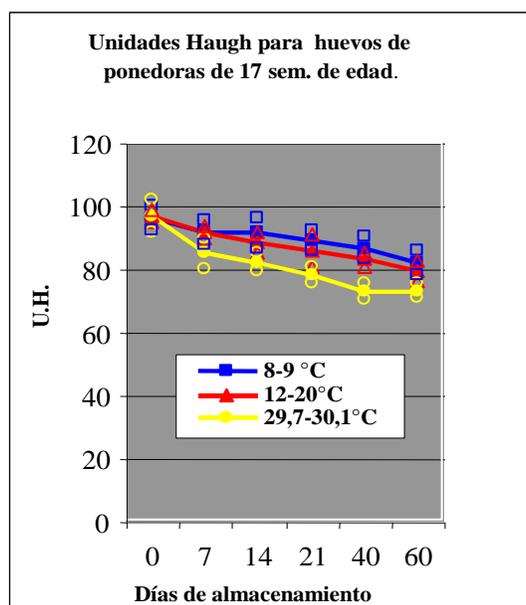
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	96,12±3,84 (3,99)	91,81±3,96 (4,31)	91,55±4,86 (5,31)	89,05±3,43 (3,85)	86,67±3,69 (4,26)	81,79±4,04 (4,94)
12 a 20°C	96,51±1,98 (2,06)	91,55±1,85 (2,02)	88,5±3,11 (3,51)	85,85±5,26 (6,12)	82,99±2,28 (2,75)	79,38±3,25 (4,10)
29,7 a 30,1°C	97,02±5,09 (5,25)	84,92±4,98 (5,87)	82,1±3,01 (3,66)	77,94±2,39 (3,06)	72,78±2,45 (3,36)	73,04±2,34 (3,21)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°5



Cuadro N°15: Unidades Haugh*para huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

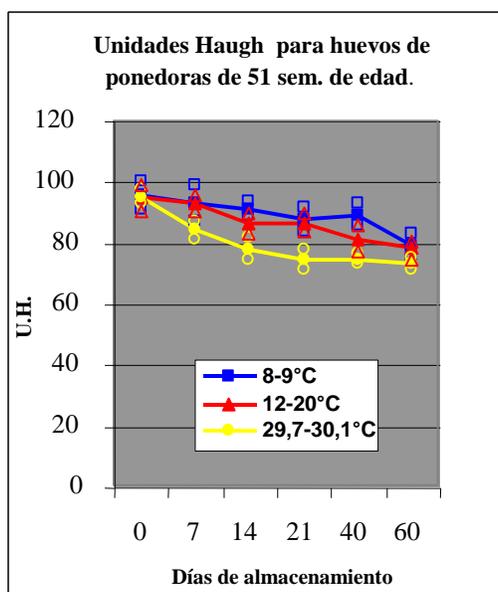
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	95,68±4,86 (5,08)	92,69±5,97 (6,44)	91,19±2,45 (2,68)	87,58±3,81 (4,35)	89,23±3,83 (4,29)	79,26±3,72 (4,69)
12 a 20°C	94,63±4,42 (4,67)	92,89±2,81 (3,02)	86,57±3,37 (3,89)	86,68±3,26 (3,76)	81,38±4,36 (5,35)	77,76±2,98 (3,84)
29,7 a 30,1°C	95,26±2,38 (2,50)	84,15±3,10 (3,68)	77,92±3,73 (4,79)	74,41±3,19 (4,29)	74,68±1,52 (2,04)	73,12±2,18 (2,98)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°6



Como se observa en los cuadros N°14 y 15, y gráficos N°5 y 6 los huevos de codorniz almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) tendieron a valores levemente superiores de U.H. respecto a los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C), los almacenados a 29,7 a 30,1°C tendieron a valores inferiores de U.H. respecto a las otras dos temperaturas de almacenamiento en ambos grupos etarios.

De todas las observaciones del día 0 almacenamiento se obtiene un valor mínimo de 83,5 U.H.

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de 96,55 U.H. para huevos de ponedoras de 17 sem. de edad, 95,19 U.H. para huevos de ponedoras de 51 sem. de edad, y 95,87 U.H. para ambos grupos etarios.

En el análisis estadístico, la U.H. presenta diferencias significativas atribuibles al efecto edad de la ponedora, y a la interacción entre la edad de la ponedora y la temperatura de almacenamiento ($p < 0,05$), pero no es afectada significativamente por la interacción entre la edad de la ponedora y tiempo de almacenamiento ($p > 0,05$). Los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad obtienen una media significativamente superior de U.H. respecto a los de ponedoras de 51 sem. de edad ($p < 0,05$).

La U.H. presenta diferencias significativas atribuibles al efecto de la temperatura de almacenamiento, al efecto del tiempo de almacenamiento, y del efecto de la interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento ($p < 0,05$).

En relación al tiempo de almacenamiento, se obtuvo una disminución significativa de U.H desde el día 7 de almacenamiento.

Con respecto a la temperatura de almacenamiento, se obtienen diferencias significativas de U.H. entre los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C), también entre los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y los almacenados a 29,7 a 30,1°C, y entre los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a 29,7 a 30,1°C; obteniendo los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) una media significativamente superior de U.H. con respecto a los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y a 29,7 a 30,1°C, y los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtienen una media significativamente superior de U.H. con relación a los almacenados a 29,7 a 30,1°C.

En relación al efecto de la interacción entre la temperatura y tiempo de almacenamiento, se obtienen diferencias significativas de U.H. con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento: en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) desde el día 21 de

almacenamiento, en los que se encontraban almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) desde el día 14 de almacenamiento, y los almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 7 de almacenamiento ($p < 0,05$).

Con relación al efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento resultó significativa, y al efectuar el test de Tukey entre las medias de ambos grupos etarios almacenados a 29,7 a 30,1°C resultó una diferencia significativa, obteniendo los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad una media significativamente superior de U.H. respecto a los de 51 sem. de edad ($p < 0,05$).

Los huevos almacenados por 40 días obtuvieron una media significativamente superior de U.H. respecto a los huevos almacenados por 60 días. Además, los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) por 40 días obtuvieron una media significativamente superior de U.H. respecto a los huevos almacenados por 60 días ($p < 0,05$).

Evolución de los valores de Unidades de Calidad Interna (U.Q.I.)

La U.Q.I. disminuyó con relación al tiempo de almacenamiento a distintas velocidades según las diferentes temperaturas de almacenamiento en ambos grupos etarios.

Cuadro N°16: Unidades de Calidad interna*para huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

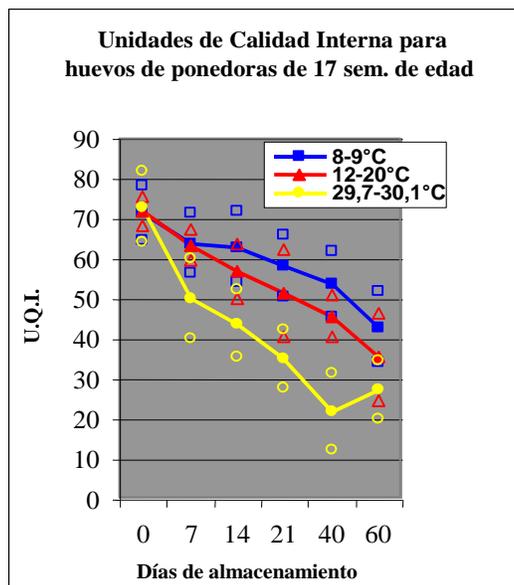
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	71,33±6,66 (9,34)	63,85±7,57 (11,85)	62,92±9,03 (14,36)	58,15±7,73 (13,29)	53,52±8,09 (15,13)	42,84±8,76 (20,46)
12 a 20°C	71,68±3,58 (5,00)	63,34±3,76 (5,94)	56,70±6,78 (11,96)	51,28±10,92 (21,30)	45,61±5,31 (11,65)	35,45±10,88 (30,69)
29,7 a 30,1°C	72,86±8,98 (12,33)	50,04±10,11 (20,20)	43,76±8,30 (18,97)	35,12±7,35 (20,94)	21,92±9,44 (43,07)	27,12±7,32 (26,99)

*Cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°7



Cuadro N°17: Unidades de Calidad Interna*para huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

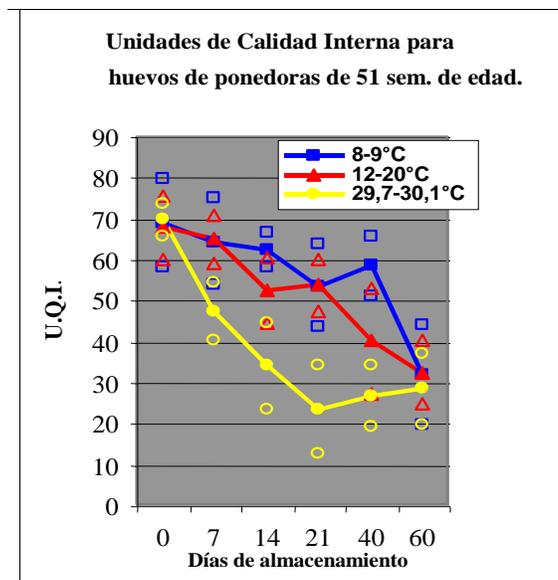
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	69,08±10,80 (15,64)	64,31±10,64 (16,54)	62,23±4,22 (6,78)	53,60±9,92 (18,50)	58,52±7,27 (12,43)	31,81±12,27 (38,56)
12 a 20°C	67,76±7,70 (11,37)	65,05±5,95 (9,14)	52,58±8,01 (15,22)	53,75±6,31 (11,74)	40,13±12,77 (31,81)	32,53±7,62 (23,42)
29,7 a 30,1°C	69,71±3,98 (5,71)	47,36±6,97 (14,73)	33,99±10,64 (31,31)	23,43±10,90 (46,53)	26,73±7,53 (28,16)	28,37±8,79 (30,99)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°8



Como se observa en los cuadros N°16 y 17, y gráficos N°7 y 8, en ambos grupos etarios se observó una tendencia a que los huevos de codorniz almacenadas bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieran valores de U.Q.I. notoriamente superior a los almacenados a 29,7 a 30,1°C, y levemente superior a los almacenados a temperatura ambiente.

De todas las observaciones del día 0 almacenamiento se obtiene un valor mínimo de 56,55 U.Q.I.

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de 71,95 U.Q.I. para huevos de ponedoras de 17 sem. de edad, 68,85 U.Q.I. para huevos de ponedoras de 51 sem. de edad y 70,40 U.Q.I. para ambos grupos etarios.

En el análisis estadístico, la U.Q.I. presenta diferencias significativas atribuibles al efecto edad de la ponedora ($p < 0,05$), pero el efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento no resultó significativa ($p > 0,05$), tampoco resultó significativa la interacción entre la edad de la ponedora y tiempo de almacenamiento ($p > 0,05$). Los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad obtienen una media significativamente superior de U.Q.I. respecto a los de ponedoras de 51 sem. de edad.

La U.Q.I. presenta diferencias significativas atribuibles al factor temperatura de almacenamiento, al factor tiempo de almacenamiento, y al efecto de la interacción entre ambos factores ($p < 0,05$).

Con relación al tiempo de almacenamiento, se obtuvo una disminución significativa de U.Q.I. desde el día 7 de almacenamiento.

Con respecto a la temperatura de almacenamiento se obtienen diferencias significativas de U.Q.I. entre los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C), también entre los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y almacenados a 29,7 a 30,1°C, y entre los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a 29,7 a 30,1°C, obteniendo los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) una media significativamente superior de U.Q.I. con respecto a los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y almacenados a 29,7 a 30,1°C, y los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtienen una media significativamente superior de U.Q.I. con relación a los almacenados a 29,7 a 30,1°C.

Con relación al efecto de la interacción entre la temperatura y tiempo de almacenamiento se obtienen diferencias significativas de U.Q.I. con respecto a la condición

del día 0 de almacenamiento: en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) desde el día 14 de almacenamiento, en los que se encontraban almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) desde el día 14 de almacenamiento, y los almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 7 de almacenamiento.

Los huevos almacenados por 40 días obtuvieron una media significativamente superior de U.Q.I. respecto a los huevos almacenados por 60 días. Los huevos almacenados por 40 días bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtuvieron una media significativamente superior de U.Q.I. respecto a los huevos almacenados por 60 días ($p < 0,05$).

Evolución de los valores de altura de albúmina

Se observa en los cuadros N°18 y 19 una disminución de altura de albúmina con relación al tiempo de almacenamiento en ambos grupos etarios y la velocidad de esta disminución depende de la temperatura de almacenamiento.

Cuadro N°18: Altura de albúmina*(mm) de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

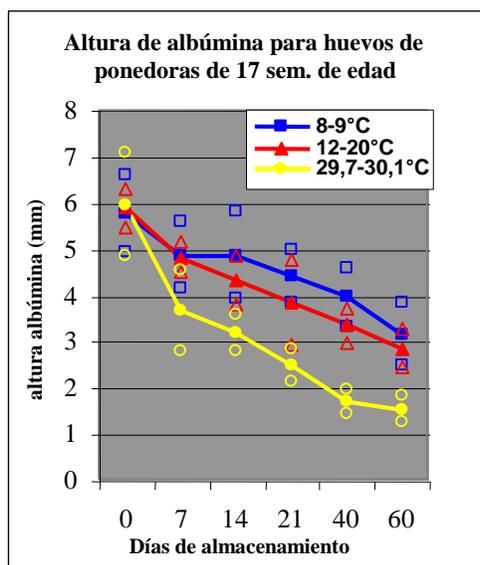
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	5,77±0,85 (14,75)	4,87±0,72 (14,90)	4,87±0,93 (19,14)	4,41±0,55 (12,62)	3,96±0,61 (15,62)	3,16±0,66 (21,05)
12 a 20°C	5,88±0,42 (7,29)	4,82±0,33 (6,97)	4,32±0,52 (12,23)	3,86±0,91 (23,81)	3,35±0,37 (11,27)	2,85±0,41 (14,44)
29,7 a 30,1°C	5,96±1,10 (18,50)	3,66±0,87 (23,99)	3,18±0,38 (12,20)	2,48±0,34 (13,81)	1,72± 0,25 (14,96)	1,55±0,28 (18,31)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°9



Cuadro N°19: Altura de albúmina*(mm) de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

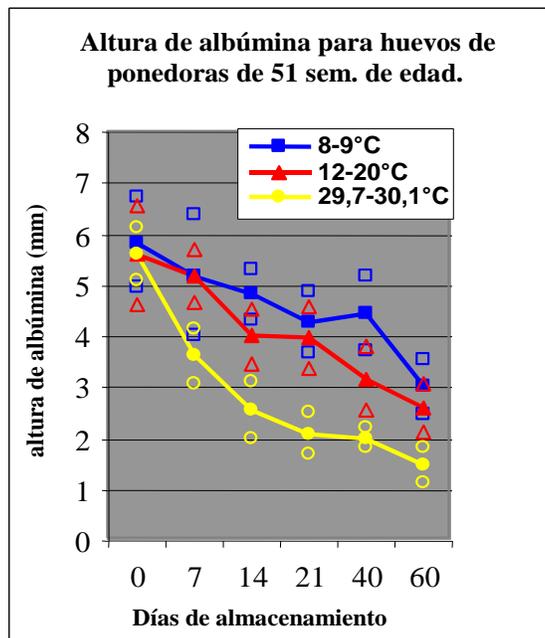
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	5,81±0,88 (15,18)	5,18±1,19 (23,12)	4,80±0,49 (10,25)	4,24±0,60 (14,20)	4,43±0,73 (16,65)	2,99±0,52 (17,58)
12 a 20°C	5,57±0,94 (16,99)	5,15±0,50 (9,86)	3,99±0,54 (13,69)	3,95±0,61 (15,48)	3,16±0,63 (20,19)	2,57±0,47 (18,34)
29,7 a 30,1°C	5,60±0,52 (9,29)	3,60±0,53 (14,87)	2,54±0,55 (21,73)	2,07±0,40 (19,59)	2,00±0,20 (10)	1,47±0,34 (23,38)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°10



Como se observa en los cuadros N°18 y 19, y gráficos N°9 y 10, en ambos grupos etarios se observa una tendencia a que huevos de codorniz almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieron valores notoriamente superiores de altura de albúmina respecto a los almacenados a 29,7 a 30,1°C, y levemente superiores a los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C).

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de altura de albúmina 5,87 mm para huevos de ponedoras de 17 sem. de edad, 5,66 mm para huevos de ponedoras de 51 sem. de edad y 5,76 mm para ambos grupos etarios.

En el análisis estadístico, la altura de albúmina no presenta diferencias significativas atribuibles al efecto edad de la ponedora ($p>0,05$), tampoco resultó significativa la interacción entre la edad de la ponedora y tiempo de almacenamiento ($p>0,05$), pero el efecto la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento resultó significativa ($p<0,05$).

La altura de albúmina presenta diferencias significativas atribuibles al factor temperatura de almacenamiento, al factor tiempo de almacenamiento, y al efecto de la interacción entre ambos factores ($p<0,05$).

Con relación al tiempo de almacenamiento, se obtuvo una disminución significativa de altura de albúmina desde el día 7 de almacenamiento.

Con respecto a la temperatura de almacenamiento se obtienen diferencias significativas entre los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C), también entre los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y almacenados a 29,7 a 30,1°C, y entre los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y los a 29,7 a 30,1°C, obteniendo los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) una media significativamente superior de altura de albúmina con respecto a los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y los a 29,7 a 30,1°C, y los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtienen una media significativamente superior de altura de albúmina con relación a los almacenados a 29,7 a 30,1°C.

Con relación al efecto de la interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento, se obtienen diferencias significativas de altura de albúmina con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C), a temperatura ambiente (12 a 20°C) y los almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 7 de almacenamiento ($p<0,05$).

Con relación al efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento resultó significativa, y al efectuar el test de Tukey entre las medias de ambos grupos etarios en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C resultó una diferencia significativa ($p < 0,05$), obteniendo los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad una media significativamente superior de altura de albúmina con respecto a los de 51 sem. de edad.

Los huevos almacenados por 40 días obtuvieron una media significativamente superior de altura de albúmina respecto a los huevos almacenados por 60 días. Los huevos almacenados por 40 días bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieron una media significativamente superior de altura de albúmina respecto a los huevos almacenados por 60 días ($p < 0,05$).

Evolución de los valores de altura de cámara de aire

Se observa un incremento en la altura de cámara de aire a lo largo del tiempo de almacenamiento en ambos grupos etarios, y la velocidad de este incremento dependió de la temperatura de almacenamiento.

Cuadro N°20: Altura de cámara de aire*(mm) de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

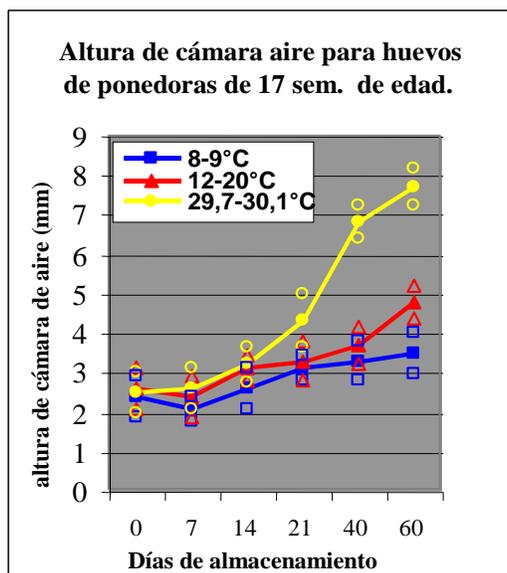
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	2,4±0,51 (19,86)	2,1±0,31 (15,05)	2,6±0,51 (19,86)	3,1±0,31 (10,20)	3,3±0,48 (14,63)	3,5±0,52 (15,05)
12 a 20°C	2,6±0,51 (19,86)	2,4±0,51 (21,51)	3,1±0,31 (10,20)	3,3±0,48 (14,63)	3,7±0,48 (13,05)	4,8±0,42 (8,78)
29,7 a 30,1°C	2,5±0,52 (21,08)	2,6±0,51 (19,86)	3,2±0,42 (13,17)	4,3±0,67 (15,69)	6,8±0,42 (6,20)	7,7±0,48 (6,27)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°11



Cuadro N°21: Altura de cámara de aire*(mm) de huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

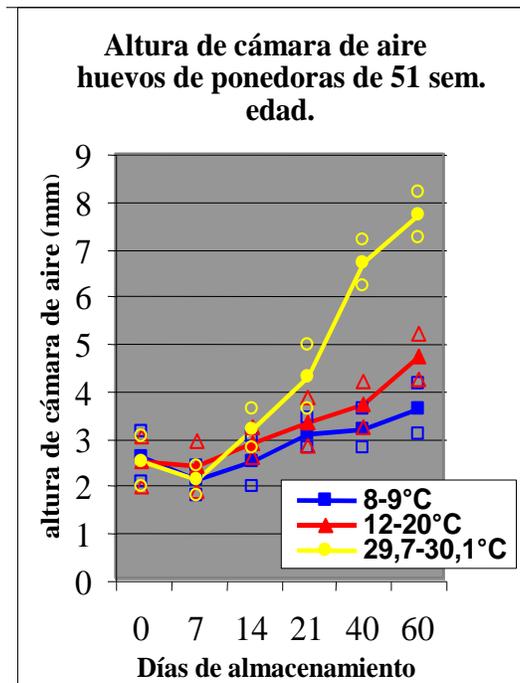
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	2,6±0,51 (19,86)	2,1±0,31 (15,05)	2,5±0,52 (21,08)	3,1±0,31 (10,20)	3,2±0,42 (13,17)	3,5±0,52 (15,05)
12 a 20°C	2,5±0,52 (21,08)	2,4±0,51 (21,51)	2,9±0,31 (10,90)	3,33±0,50 (15,01)	3,7±0,48 (13,05)	4,7±0,48 (10,27)
29,7 a 30,1°C	2,5±0,52 (21,08)	2,9±0,31 (10,90)	3,2±0,42 (13,17)	4,3±0,67 (15,69)	6,7±0,48 (7,20)	7,7±0,48 (6,27)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°12



Como se observa en los cuadros N°20 y 21, y gráficos N°11 y 12, en ambos grupos etarios se observa una tendencia a que huevos de codorniz almacenadas bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieron valores notoriamente inferiores de altura de cámara de aire respecto a los almacenados a 29,7 a 30,1°C, y levemente inferiores respecto a los almacenados a

temperatura ambiente (12 a 20°C). Los huevos de codorniz que se encontraban almacenados a 29,7 a 30,1°C tienen un aumento más marcado de altura de cámara de aire y a una velocidad mayor que los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) y bajo refrigeración (8 a 9°C).

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvo un promedio de altura de cámara de aire de 2,5 mm para huevos de ponedoras de 17 sem. y 51 sem. de edad.

Con relación a la altura de cámara de aire en los huevos de codorniz japonesa no resultaron diferencias significativas atribuibles al factor edad de la ponedora ($p > 0,05$), tampoco resultaron significativos el efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento y el efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y tiempo de almacenamiento ($p > 0,05$).

La altura de cámara de aire presenta diferencias significativas atribuibles al factor temperatura de almacenamiento, al factor tiempo de almacenamiento, y al efecto de la interacción entre ambos factores ($p < 0,05$).

Con relación al tiempo de almacenamiento se obtuvo un incremento significativo de la altura de cámara de aire desde el día 14 de almacenamiento ($p < 0,05$).

Con respecto a la temperatura de almacenamiento se obtienen diferencias significativas de altura de cámara de aire entre los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C), también entre los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y los almacenados a 29,7 a 30,1°C, y entre los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y los a 29,7 a 30,1°C, obteniendo los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C una media significativamente superior de altura de cámara de aire con respecto a los que estuvieron a temperatura ambiente (12 a 20°C) y bajo refrigeración (8 a 9°C), y los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtienen una media significativamente superior de altura de cámara de aire con relación a los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C).

Con relación al efecto de la interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento, se obtienen diferencias significativas ($p < 0,05$) de altura de cámara de aire

con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C) desde el día 21 de almacenamiento, y en los que se encontraban almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 14 de almacenamiento.

Los huevos almacenados por 40 días obtuvieron una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los huevos almacenados por 60 días. Los huevos almacenados por 40 días a 29,7 a 30,1°C y a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtuvieron una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los huevos almacenados por 60 días ($p < 0,05$).

Evolución del peso del huevo

Se observa en ambos grupos etarios una tendencia a la mantención de peso del huevo de codorniz japonesa en los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) y bajo refrigeración (8 a 9°C), y una disminución de peso del huevo en los que se encontraban almacenados a 29,7 a 30,1°C.

Cuadro N°22: Peso de huevos*(g) de codorniz japonesa de ponedoras de 17 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

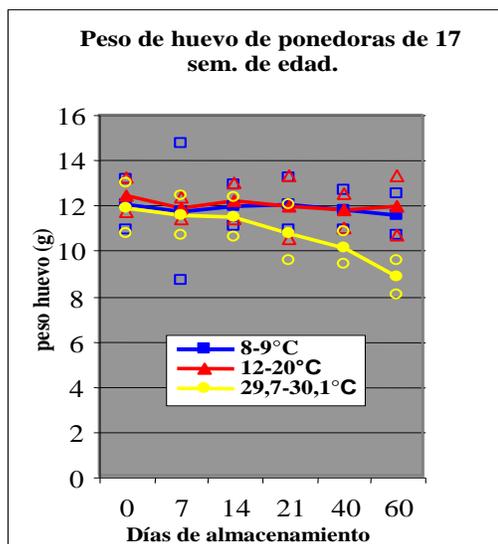
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	12,04±1,11 (9,24)	11,71±3,02 (25,85)	11,97±0,93 (7,78)	12,03±1,16 (9,65)	11,78±0,85 (7,25)	11,58±0,89 (7,68)
12 a 20°C	12,44±0,74 (5,95)	11,87±0,50 (4,22)	12,19±0,80 (6,57)	11,91±1,38 (11,61)	11,75±0,76 (6,52)	11,97±1,29 (10,77)
29,7 a 30,1°C	11,88±1,10 (9,28)	11,53±0,87 (7,61)	11,46±0,87 (7,63)	10,77±1,22 (11,40)	10,11±0,72 (7,18)	8,81±0,77 (8,81)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°13



Cuadro N°23: Peso de huevos*(g) de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad según temperatura y tiempo de almacenamiento.

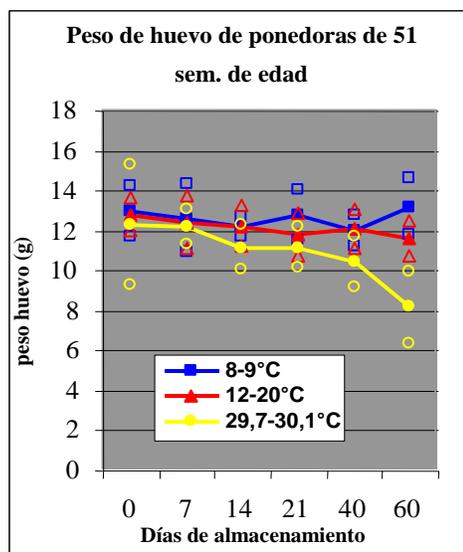
Temperatura	Tiempo (días)					
	0	7	14	21	40	60
8 a 9°C	12,96±1,24 (9,61)	12,57±1,71 (13,65)	12,2±0,49 (4,03)	12,75±1,27 (10,01)	11,98±0,80 (6,73)	13,16±1,39 (10,62)
12 a 20°C	12,79±0,79 (6,21)	12,4±1,27 (10,25)	12,18±1,03 (8,53)	11,75±1,05 (9,01)	12,06±0,92 (7,71)	11,58±0,86 (7,44)
29,7 a 30,1°C	12,24±3,02 (24,73)	12,2±0,87 (7,14)	11,1±1,11 (10,03)	11,13±1,01 (9,13)	10,41±1,29 (12,40)	8,08±1,89 (23,46)

*cada valor corresponde a un promedio de 10 mediciones individuales.

± desviación estándar

() coeficiente de variación

GRÁFICO N°14



Como se observa en los cuadros N°22 y 23, y gráficos N° 13 y 14 las mayores pérdidas de peso en ambos grupos etarios se registraron en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C.

De las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de peso del huevo de codorniz de 12,12g para los de ponedoras de 17 sem. de edad, 12,66g para los de ponedoras de 51 sem. de edad y 12,39g para ambos grupos etarios.

En el análisis estadístico, el peso del huevo presenta diferencias significativas atribuibles al efecto edad de la ponedora, y a la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento ($p < 0,05$), pero no es afectada significativamente por la interacción entre la edad de la ponedora y tiempo de almacenamiento. Los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad obtienen una media significativamente superior de peso del huevo respecto a los de ponedoras de 17 sem. de edad.

El peso del huevo presenta diferencias significativas atribuibles al efecto de la temperatura de almacenamiento, al efecto del tiempo de almacenamiento, y del efecto de la interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento ($p < 0,05$).

Con relación al tiempo de almacenamiento se obtuvo una disminución significativa de peso del huevo desde el día 14 de almacenamiento ($p < 0,05$).

Con respecto a la temperatura de almacenamiento se obtienen diferencias significativas de peso del huevo entre los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) y los almacenados a 29,7 a 30,1°C, también entre los almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y los a 29,7 a 30,1°C, obteniendo los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) una media significativamente superior del peso de huevo con respecto a los que estuvieron a 29,7 a 30,1°C, y los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) obtienen un valor significativamente superior de peso de huevo con relación a los almacenados a 29,7 a 30,1°C. No resultó significativa la diferencia de peso del huevo entre los que estuvieron almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C) ($p > 0,05$).

Con relación al efecto de la interacción entre temperatura y tiempo de almacenamiento, se obtienen diferencias significativas de peso del huevo con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 21 de almacenamiento ($p < 0,05$). No resultaron significativas las diferencias de peso del huevo a lo largo de los 60 días de almacenamiento con respecto de la condición del día 0 de almacenamiento en los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C) ($p > 0,05$).

Con relación al efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y la temperatura de almacenamiento resultó significativa, y al efectuar el test de Tukey entre las medias de ambos grupos etarios resultó una diferencia significativa en los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C), obteniendo los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad una media significativamente superior de peso del huevo respecto a los de ponedoras de 17 sem. de edad ($p < 0,05$).

Los huevos almacenados por 40 días obtuvieron una media significativamente superior de peso de huevo respecto a los huevos almacenados por 60 días. Los huevos almacenados por 40 días a 29,7 a 30,1°C obtuvieron una media significativamente superior de peso de huevo respecto a los huevos almacenados por 60 días ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Como se ha demostrado a través de este estudio, los valores de pH de albúmina del día 0 de almacenamiento fluctuaron entre pH 8,77 y pH 8,91 en ambos grupos etarios. Estos resultados concuerdan con autores como Souza y Souza (1995), Imai *et al.* (1986), Itoh *et al.* (1981), Pandey *et al.* (1982) quienes plantean para huevos de codorniz japonesa frescos, un rango de valores de pH de albúmina entre pH 8,4 y pH 9,02. Dentro de los valores de pH de albúmina del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de pH 8,88 para los huevos de codorniz de ponedoras de 17 sem., pH 8,85 para los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad, pH 8,86 para ambos grupos etarios. No se observó una diferencia visual evidente con relación a los valores de pH de albúmina entre ambos grupos etarios, pero por razones de volumen necesario para la técnica empleada (pHmetro) y también con el fin de garantizar la homogeneización de las muestras para pH no se pudieron realizar mediciones individuales, por lo que al trabajar con las mediciones por lotes se presenta el inconveniente que no se pudo comparar si las diferencias entre ambos grupos etarios son significativas.

En relación al pH de albúmina en los huevos de gallina, Stadelman y Cotterill (1973) e Itoh *et al.* (1981) señalan que el valor de pH de albúmina de huevo de gallina recién puesto fluctúa entre pH 7,6 y 7,9, además Itoh *et al.* (1981) señalan que después de 1 día almacenado a 20°C la subida del pH de albúmina se acerca a pH 8,5 y después de varios días de almacenamiento alcanza un valor máximo de pH 9,4, Scott y Silversides (2000) mencionan un valor de pH de albúmina de 7,43 para huevo fresco de gallina; Romanoff y Romanoff (1949) mencionan un valor inicial de pH 7,6 que dentro de una semana bajo ciertas condiciones ambientales llega tan alto como de pH 9,0 a pH 9,7, donde permanece en un valor constante por algún tiempo.

Con relación a la evolución de los valores de pH de albúmina en este estudio se observa un ascenso abrupto del valor inicial de pH albúmina hasta el día 7 de almacenamiento en todas las temperaturas de almacenamiento en ambos grupos etarios y luego una tendencia a la mantención o un leve aumento hasta los 60 días de almacenamiento en los huevos almacenados bajo refrigeración y a temperatura ambiente. Itoh *et al.* (1981) quienes almacenaron huevos de codorniz japonesa por 25 días,

mencionan un incremento en el valor inicial en forma marcada y abrupta con una temprana subida a un valor constante. El aumento del pH de albúmina en huevos de gallina según Romanoff y Romanoff (1949) también presenta un incremento marcado y abrupto, esto podría deberse a que la liberación inicial de dióxido de carbono es máxima, después cae rápidamente y luego más lentamente, hasta llegar a estabilizarse a una lenta y constante velocidad.

Dentro de la literatura encontrada en trabajos sobre el efecto del almacenamiento en huevos de codorniz para consumo se menciona a Itoh *et al.* (1981) quienes describen que el valor de pH de albúmina se incrementa rápidamente después de puesto hasta alcanzar un valor máximo de pH 9,0 y que se mantiene hasta los 25 días de almacenamiento a 20 y 30°C, pero no se encontró en la literatura trabajos en que se mencione la evolución de los valores de pH de albúmina en huevos de codorniz durante 60 días de almacenamiento y usando un rango de temperatura de almacenamiento similar a 29,7 a 30,1°C. Se destaca este hecho ya que en este estudio, los huevos de codorniz japonesa que se almacenaron por 60 días a 29,7 a 30,1°C tras un ascenso abrupto inicial, ocurrió una mantención o un leve aumento del valor de pH de albúmina y luego se observó una caída en el valor de pH de albúmina que se observó desde el día 40 de almacenamiento en ambos grupos etarios. Esta caída en el valor de pH de albúmina se debería probablemente por la ruptura de los constituyentes químicos del huevo según Romanoff y Romanoff (1949) quienes además describen este fenómeno en huevos de gallina y mencionan a modo de ejemplo que en huevos de gallina almacenados a 37°C el pH de la albúmina llega a declinar en alrededor de una semana. Esto podría ser debido a la desnaturalización de las proteínas, la desnaturalización ocurre según Wilbraham y Matta (1989), cuando una proteína nativa se desdobra debido a la ruptura de los puentes disulfuro o a la interrupción de las fuerzas atractivas débiles, esto puede ocurrir entre otras causas debido a los pH extremos.

Se resalta el hecho de esta declinación en el pH de albúmina tras un período a altas temperaturas como lo ocurrido en nuestras observaciones en los huevos que estaban almacenados a 29,7 a 30,1°C, porque si solo se tomara en consideración el valor de pH de albúmina desde un punto de vista sanitario no sería un método confiable, este valor sólo

resulta útil si se mencionan las condiciones de temperatura en que fueron almacenados estos huevos.

En el presente estudio desde el día 7 de almacenamiento en adelante, todos los valores de pH de albúmina fueron iguales o superiores a pH 9, lo que concuerda con Itoh *et al.* (1981) quienes obtienen en huevos de codorniz un valor de pH 9 a partir del 2° día de almacenamiento, el que se mantiene hasta los 25 días de almacenamiento a 20 y 30°C, pero estos valores de pH no concuerdan con Souza y Souza (1995) quienes almacenaron huevos de codorniz durante 21 días, y en las determinaciones durante este período de tiempo obtuvieron valores inferiores a pH 9 de albúmina.

Los huevos de codorniz japonesa almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) tendieron a valores de pH de albúmina inferiores a los almacenados a 29,7 a 30,1°C y a temperatura ambiente (12 a 20°C) en ambos grupos etarios, esto se debería a que según lo descrito por Romanoff y Romanoff (1949) a más altas temperaturas hay una pérdida más rápida de dióxido de carbono, y esta pérdida se traduce en un incremento en el pH de la albúmina.

En este estudio se obtiene un valor máximo de pH de albúmina 9,76, Itoh *et al.* (1981) mencionan no obtener ningún valor de pH de albúmina de huevo de codorniz sobre pH 9,0; mientras Imai *et al.* (1986) y Tiwari (1978 citado por Pandey *et al.* 1982) obtienen dentro de sus rangos de pH de albúmina de huevos de codorniz japonesa valores sobre pH 9, mencionando este último autor un valor máximo de pH 9,49. En trabajos en huevos de gallina Stadelman y Cotterill (1973) y Romanoff y Romanoff (1949) señalan un valor máximo de pH de albúmina de huevo de gallina de pH 9,7 y estos últimos autores lo señalan como uno de los fluidos biológicos naturales más alcalinos conocidos.

Romanoff y Romanoff (1949) mencionan que pueden ocurrir cambios de coloración en el contenido del huevo de gallina a medida que el huevo envejece, en nuestro estudio en huevos de codorniz japonesa de ponedoras de 51 sem. de edad almacenados a 29,7 a 30,1°C y H.R. 35 a 43% por 60 días como se pudo apreciar en la Foto 10 del anexo 1, ocurrió la solidificación del contenido de un huevo y adquirió una coloración café el contenido, este oscurecimiento se podría deber según lo descrito por Romanoff y Romanoff (1949), en trabajos en huevos de gallina, a la concentración de pigmentos de yema por la

deshidratación cuando el almacenamiento es prolongado, o cuando los huevos son guardados a baja H.R. También se observó en nuestro estudio que en este grupo de huevos que estuvieron almacenados a 29,7 a 30,1°C por 60 días, los lotes de albúmina provenientes de estos huevos adquirieron una coloración más oscura (amarillenta) esto ocurrió en ambos grupos etarios, esto se puede apreciar en la Foto 7 del anexo, este hecho también es mencionado por Romanoff y Romanoff (1949) quienes describen que en trabajos en albúmina de huevos de gallina, esta puede volverse más amarillenta y esto es más evidente después de 25 días de almacenamiento a 25°C.

Con relación al pH de yema el día 0 de almacenamiento se determinaron valores de: pH 5,99, pH 6,03 y pH 6,01, para los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad, 51 sem. de edad y para ambos grupos etarios respectivamente, estos valores concuerdan con Souza y Souza (1995) y con Imai *et al.* (1986) quienes obtuvieron en huevos de codorniz frescos un rango de valores para pH de yema entre pH 6,12 y pH 6,35.

Con relación a la evolución de los valores de pH de yema, en nuestras observaciones en huevos de codorniz japonesa también se parte de un valor de pH de yema de alrededor de pH 6, hasta alcanzar un valor entre pH 6,75 y pH 7,29. Se obtuvo un comportamiento similar a lo descrito en huevos de gallina, ya que según Romanoff y Romanoff (1949), el valor de pH de yema de huevo de gallina sube de pH 6,0 a 6,8, pero más lentamente y gradualmente que los de albúmina, Stadelman y Cotterill (1973) señalan al pH de yema de huevo de gallina fresco en alrededor de pH 6, e incrementa gradualmente entre pH 6,4 y pH 6,9. Este incremento de alcalinidad se debería a la pérdida de dióxido de carbono desde el huevo, y esta pérdida es mayor a más altas temperaturas, esto se observó notoriamente en ambos grupos etarios en el grupo de huevos de codorniz almacenados a 29,7 a 30,1°C los que obtuvieron la mayor alza de pH de yema comparado con la condición del día 0 de almacenamiento.

Romanoff y Romanoff (1949) mencionan en trabajos en huevos de gallina que el incremento en el valor de pH de yema es lineal, fijo y relativamente pequeño. En nuestras observaciones en huevos de codorniz, el incremento en el valor de pH de yema a lo largo del tiempo fue pequeño y gradual a temperatura ambiente (12 a 20°C) y bajo refrigeración (8 a 9°C), y en los almacenados a 29,7 a 30,1°C el incremento fue más rápido y alcanzó

valores más altos de pH. También se observó al graficar los resultados una tendencia a la linealidad en la evolución de los valores de pH de yema (gráficos N°3 y 4, pág. 37 y 38).

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (1997) en su definición de “Huevo” se entiende por este al óvulo completamente evolucionado de la gallina, y en su artículo 339 menciona que “Huevo refrigerado es el huevo entero en su cáscara que ha sido sometido desde su producción a la acción del frío y mantenido en esas condiciones durante más de 30 días, a una temperatura máxima de 2°C y a una H.R. entre 80 y 90%. El pH de la clara y la yema no será mayor de 8,8 y 6,9 respectivamente”. Desde un punto de vista sanitario, si se tomara sólo como referencia este valor de pH de la clara sin tomar en consideración la temperatura de almacenamiento, no se puede aplicar esta referencia a huevos de codorniz, ya que a modo de ejemplo, se obtienen de albúmina fresca de codorniz valores sobre pH 8,8 en este estudio y en la literatura encontrada mencionada anteriormente. En lo referente a valores de pH de yema, en los huevos de codorniz japonesa, a modo de ejemplo se obtuvieron en este estudio valores de pH 6,78 y pH 6,75 en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C por 40 y 60 días respectivamente, los que se encontraban en un franco deterioro, con fallas evidentes en su presentación visual, y aún así no alcanzan el valor de pH de yema de 6,9; por lo que tampoco sería de utilidad sólo considerar esta referencia.

Con relación a las U.H. en nuestras observaciones del día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de 96,55 U.H. para los huevos de codorniz de ponedoras de 17 sem. de edad, 95,19 U.H. para los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad y 95,87 U.H. para ambas edades, esto concuerda con autores como Imai *et al.* (1986) y Souza y Souza (1995) quienes mencionan para huevos de codorniz japonesa frescos, un rango de valores de U.H. entre 97,49 y 88,4 U.H.

Con respecto a la evolución de los valores de U.H. de los huevos de codorniz, en nuestro estudio se determinó una disminución significativa durante los 60 días de almacenamiento, la cual fue a diferente velocidad dependiendo de la temperatura de almacenamiento. Se obtienen diferencias significativas de U.H. con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento, en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) desde el día 21 de almacenamiento, en los que se encontraban almacenados a temperatura ambiente (12 a

20°C) desde el día 14 de almacenamiento, y los almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 7 de almacenamiento, esto se debería a que es más rápido el deterioro de la albúmina a altas temperaturas debido posiblemente a la acelerada pérdida de dióxido de carbono (Romanoff y Romanoff, 1949). Estos resultados serían concordantes con Souza y Souza (1995) quienes establecen que entre los días 0 y 7 de almacenamiento no resultaron diferencias significativas en los huevos de codorniz japonesa almacenados bajo refrigeración (8°C) y a temperatura ambiente (23°C), ya que en nuestro estudio los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) obtienen diferencias significativas con respecto al día 0 desde el día 21 de almacenamiento y los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) desde el día 14 de almacenamiento, en cambio, se difiere en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C que si resultó una diferencia significativa ($p < 0,05$) desde el día 7 de almacenamiento, esto podría deberse a que la temperatura de almacenamiento es mayor.

En nuestro estudio en las observaciones del día 0 de almacenamiento se obtiene como valor mínimo 83,5 U.H., y como promedio para ambas edades 95,87 U.H., Imai *et al.* (1986) menciona que las U.H. para huevos de codorniz fresco son similares a las de gallina, Kirunda y Mckee (2000), plantean para huevos de gallina fresco valores de 80,47 U.H., pero en el caso de huevos almacenados al parecer no ocurre lo mismo, ya que a modo de ejemplo huevos de gallina almacenados durante 7 días a 25°C obtienen un promedio de 55,12 U.H.; valores bastante más inferiores que los descritos en este y otros estudios para huevo de codorniz. Siguiendo con esta comparación, dentro de valores obtenidos para huevos de gallinas se cita como ejemplo un trabajo realizado por Díaz (2003) que usó el mismo equipo del mismo laboratorio empleado en nuestro estudio y similares condiciones ambientales determinando el día 0 de almacenamiento 97,24 U.H. y el día 14 de almacenamiento 78,48 U.H.

A lo largo de los 60 días de almacenamiento en nuestras observaciones el cambio en el valor promedio de U.H. fue pequeño, a modo de ejemplo se parte de un valor 95,87 U.H. y se finaliza con un valor de alrededor de 73,08 U.H. en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C grupo en el cual la disminución fue más notoria, mientras la U.Q.I. parte de una condición inicial de alrededor de 70 U.Q.I. y finaliza con un valor de alrededor de 27 U.Q.I., y la altura de albúmina parte de una condición inicial de alrededor de 5,76 mm y

finaliza con un valor mínimo de 1,47 mm, estas diferencias son concordantes con Imai *et al.* (1986) quienes tras almacenar huevos de codorniz japonesa por 28 días a 23 a 33°C, mencionan que la disminución de la U.H. fue pequeña, y obtuvieron una mayor disminución de altura de albúmina e U.Q.I., esto podría deberse según lo descrito por Eisen *et al.* (1962) que la U.H. sobrestima la altura de albúmina de huevos pequeños (< 56,5g), mientras Kondaiah *et al.* (1981) crearon la U.Q.I. basada en variables similares a las usadas en la fórmula de la U.H, vale decir, altura de albúmina y peso de huevo, pero corregida de acuerdo a un rango de peso del huevo de codorniz.

No sería de utilidad extrapolar la relación entre calidad de huevo y los valores obtenidos de U.H. en huevos de gallina descrita anteriormente por Arias *et al.* (1998), ya que a modo de ejemplo en nuestro estudio los huevos de ambos grupos etarios almacenados a 29,7 a 30,1°C por 60 días, se encontraban con un evidente deterioro visual, yema muy ancha, clara muy licuada y resultaron con valores promedio de 73,12 U.H para huevo de codorniz de ponedoras de 51 sem. de edad. y 73,04 U.H. para los de 17 sem. de edad, en cambio huevos de gallina con estos valores estarían en un rango aceptable para el consumidor (cuadro N°4, pág. 13). Por lo que se recomendaría efectuar un estudio de aceptabilidad para los huevos de codorniz y establecer un punto de corte en que estos son rechazados por la percepción del consumidor y de acuerdo a eso efectuar una relación con las U.H. y U.Q.I.

En nuestras observaciones el día 21 de almacenamiento se presentó el primer huevo de codorniz en que la yema se adhirió a las membranas de la cáscara esto ocurrió en el grupo de huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C de ponedoras 51 sem. de edad, según Imai *et al.* (1986) señalan que los huevos de codorniz japonesa almacenados por 21 días a temperatura ambiente (23 a 33°C y H.R. 67 a 90%) presentaron un colapso de la membrana vitelina o adhesión de la yema a las membranas de la cáscara.

A diferencia de lo ocurrido en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C y H.R. 35 a 43%, los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C y H.R. 70 a 92%) y a temperatura ambiente (12 a 20°C y H.R. 52 a 68%) hasta los 60 días de almacenamiento no presentaron casos de huevos con adhesión de la yema a las membranas de la cáscara o un aspecto visual evidentemente deteriorado, esto concuerda con Tanabe y Tanabe (1975) quienes mencionan

que en los huevos de codorniz no ocurre adhesión de la yema a las membranas de la cáscara y huevos con un deterioro visual evidente hasta los 4 meses en los bajo refrigeración (1,2 a 2,8°C y H.R. 45 a 65%) y hasta los 3 meses en los a temperatura ambiente (10 a 28°C y H.R. 60 a 90%). Esto podría explicarse según lo señalado por Romanoff y Romanoff (1949) que la evaporación de humedad se acelera a altas temperaturas y se retarda a alta H.R., y es más rápido el deterioro de la albúmina a altas temperaturas.

En nuestras observaciones el día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de altura de albúmina de 5,87 mm, 5,66 mm y 5,76 mm, para los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad, 51 sem. de edad y para ambas grupos etarios respectivamente. Tanabe y Tanabe (1975) e Imai *et al.* (1986) obtienen un rango de valores para altura de albúmina en huevos frescos de codorniz japonesa entre 5,02 mm y 3,96 mm.

Scott y Silversides (2000) mencionan para huevos de gallina fresco una altura de albúmina de 9,16 mm, valor bastante superior a nuestras observaciones y lo encontrado en la literatura para huevos de codorniz japonesa.

Con relación a las U.Q.I. el día 0 de almacenamiento se obtuvieron promedios de 71,95 U.Q.I., 68,85 U.Q.I., 70,40 U.Q.I. para los huevos de codorniz de ponedoras de 17 sem. de edad, 51 sem. de edad, y para ambos grupos etarios respectivamente, Imai *et al.* (1986) mencionan un valor de 62,0 U.Q.I. para el día 0 de almacenamiento.

Hubo una disminución significativa en las U.Q.I. a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento, y esta disminución dependió de la temperatura y tiempo de almacenamiento, se determinaron diferencias significativas de U.Q.I. con respecto a la condición del día 0 de almacenamiento en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) y a temperatura ambiente (12 a 20°C) desde el día 14 de almacenamiento, y los almacenados a 29,7 a 30,1°C desde el día 7 de almacenamiento, esto podría deberse a que según Romanoff y Romanoff (1949), es más rápido el deterioro de la albúmina a altas temperaturas debido a la acelerada pérdida de dióxido de carbono.

Tomando en cuenta que la U.H. se creó para huevos de gallina, y la U.Q.I. fue concebida basada en variables similares a la U.H. pero fue adaptada para un rango de pesos

de huevos de codorniz, y considerando las limitaciones de ambas. Al comparar los resultados de ambas variables con relación al efecto de la interacción entre tiempo y temperatura de almacenamiento, en los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) se obtienen diferencias significativas con respecto al día 0 ($p < 0,05$) desde el día 21 de almacenamiento en el caso de U.H. y desde el día 14 de almacenamiento en el caso de U.Q.I., pero concordaron ambas variables que en los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) resultaron diferencias significativas desde el día 14 de almacenamiento, y también concordaron que en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C resultaron diferencias significativas desde el día 7 de almacenamiento. Esto concuerda en el caso de huevos almacenados a temperatura ambiente con Imai *et al.* (1986) quienes dentro de las variables que usaron estuvieron la U.H. e U.Q.I., establecen que desde un punto de vista de la calidad interna la duración de almacenaje de huevos de codorniz japonesa a temperatura ambiente (23 a 33°C y H.R. 67 a 90%) será aceptable 14 días de almacenamiento. En relación a los huevos almacenados bajo refrigeración, Souza y Souza (1995) quienes dentro de las variables que usaron estuvieron la U.H., pero no la U.Q.I., establecen que la refrigeración (8°C) mostró ser un buen método para mantener la calidad interna de los huevos de codorniz durante 21 días de almacenamiento, ya que no obtuvieron cambios en la calidad de la albúmina.

Concordaron las variables U.H. y U.Q.I., en que el efecto atribuible al factor edad resultó significativo, obteniendo en ambos casos los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad una media significativamente superior respecto a los de ponedoras de 51 sem. de edad. Pero, en la variable U.H. al igual que la variable altura de albúmina, la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento resultó significativa, obteniendo ambas variables en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad una media significativamente superior respecto a los de ponedoras de 51 sem. de edad. Se desprende de lo anterior que en los huevos de codorniz japonesa ocurre algo similar a los huevos de gallina descrito por Arias *et al.* (1998) en que los huevos de ponedoras de mayor edad tienen una menor calidad de albúmina, y este efecto resulta crucial cuando se le agregan factores ambientales, como una alta temperatura ambiental el deterioro de la albúmina se hace más rápido, especialmente si la H.R. es baja, condición en que se encontraban los huevos almacenados en la estufa a 29,7 a 30,1°C y H.R. 35 a 43%.

Con relación a la altura de la cámara de aire, en el día 0 de almacenamiento para ambos grupos etarios se obtuvo un promedio de 2,5 mm, lo que concuerda con Bissoni (1996) que describe para huevos frescos de codorniz valores inferiores a 3 mm. No resultaron diferencias significativas atribuibles a la edad de la ponedora, ni a la interacción entre la edad de la ponedora y otros factores como temperatura y tiempo de almacenamiento, vale decir, las diferencias de altura de cámara de aire no tendrían relación con la edad de la ponedora.

Se concuerda con Imai *et al.* (1986) quienes señalan obtener dificultad para realizar las mediciones de altura de cámara de aire, debido a que son huevos más pequeños que los de gallina y por el color oscuro de las cáscaras. En nuestro estudio, en la mayoría de los huevos de codorniz no se pudo observar a trasluz la cámara de aire por las manchas oscuras presentes y se realizó la medición una vez abierto el huevo de codorniz por lo que se encontró no ser un buen método para evaluar la edad del huevo como huevo intacto. En huevos de gallina también se describe que en huevos de color café existe una reducida transmisión de la luz (Romanoff y Romanoff, 1949).

No se encontró la altura de la cámara de aire una buena medida para evaluar la calidad interna en los huevos de codorniz, ya que además de la dificultad en la medición, se señala a modo de ejemplo que en los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C obtienen diferencias significativas con respecto al día 0 de almacenamiento desde el día 14 de almacenamiento, en cambio, las variables U.H., U.Q.I. y altura de albúmina obtienen diferencias significativas desde el día 7 de almacenamiento.

En nuestras observaciones se obtuvieron de promedios de peso de huevo para el día 0 de almacenamiento 12,12g. para los huevos de ponedoras de 17 sem. de edad (120 días) y para los de las ponedoras de 51 sem. de edad (360 días) 12,66g. y para ambas edades 12,39g, Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) obtuvieron en un rango etario de la ponedora entre 49 y 154 días de edad un promedio de peso de huevo de codorniz de 12,06g. Bissoni (1996) señala como huevos de codorniz de óptima calidad los que pesan sobre 11g.

Las diferencias atribuibles al efecto edad de la ponedora en relación al peso del huevo resultó significativo, obteniendo los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad una media

significativamente superior de peso de huevo respecto a los de ponedoras de 17 sem. de edad. Esto concuerda con Yannakopoulos y Tserveni-Gousi (1986) quienes obtuvieron un incremento significativo de peso del huevo en un rango etario de la ponedora entre 49 y 154 días de edad.

En relación al peso del huevo, el efecto de la interacción entre la edad de la ponedora y temperatura de almacenamiento resultó significativa, y en los huevos almacenados bajo refrigeración (8 a 9°C) resultó una diferencia significativa entre ambos grupos etarios, obteniendo los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad una media significativamente superior de peso de huevo respecto a los de ponedoras de 17 sem. de edad, esto podría deberse a que como los huevos de ponedoras de más edad son más pesados e inicialmente parten con un promedio superior de peso y asumiendo similar pérdida de peso, es consecuente pensar que mantienen esa diferencia bajo refrigeración ya que los huevos se conservan mejor.

Se pone en cuestionamiento el peso del huevo como un buen indicador de calidad de huevo de codorniz, ya que no hubo un cambio significativo en peso del huevo en los que estuvieron almacenados a temperatura ambiente y bajo refrigeración durante los 60 días de almacenamiento, pero sí hubo cambios significativos en estos huevos en las mediciones de U.H., U.Q.I, altura de albúmina y altura de cámara de aire.

Las variables U.H., U.Q.I., altura de albúmina, altura de cámara de aire, y peso del huevo no obtuvieron una interacción significativa entre la edad de la ponedora y el tiempo de almacenamiento, vale decir, la edad de la ponedora no influyó en la declinación de la calidad interna del huevo de codorniz japonesa con relación al tiempo de almacenamiento. También en todas estas variables, se obtienen diferencias significativas atribuibles al factor temperatura y tiempo de almacenamiento y a la interacción entre ambos factores, es decir, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, y la interacción entre ambos influyen significativamente en la declinación de la calidad de los huevos de codorniz.

Los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) obtuvieron una media significativamente superior de U.H., U.Q.I. y de altura de albúmina con respecto a los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C), y estos últimos obtuvieron una media significativamente

superior para estas mismas variables respecto a los almacenados a 29,7 a 30,1°C. Además, los huevos bajo refrigeración obtuvieron una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los almacenados a temperatura ambiente, y estos últimos una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C. Para la variable peso del huevo, no resultó significativa la diferencia entre los huevos almacenados bajo refrigeración y a temperatura ambiente, en cambio, los huevos almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) resultaron con una media significativamente superior de peso del huevo respecto a los almacenados a 29,7 a 30,1°C. A la luz de estos resultados, se puede concluir que los huevos bajo refrigeración presentaron una mejor calidad interna (U.H., U.Q.I, altura de albúmina y altura de cámara de aire) que los huevos almacenados a temperatura ambiente, y estos una mejor calidad que los almacenados a 29,7 a 30,1°C, esto se debería a que a menores temperaturas de almacenamiento la declinación en la calidad interna de los huevos es más lenta que a altas temperaturas.

Los huevos almacenados por 40 días presentaron una media significativamente superior de U.H., U.Q.I., altura de albúmina, peso del huevo, y una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los huevos almacenados por 60 días, por lo que se sugiere normar en Chile la duración y condiciones de almacenamiento sugerida para los huevos frescos de codorniz japonesa, ya que actualmente son los productores quienes fijan arbitrariamente esta duración que varía entre los 45 y 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

- La edad de la ponedora no influyó en la calidad interna del huevo de codorniz japonesa cuando fueron almacenados a 8 a 9°C y a 12 a 20°C. En cambio, los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad se deterioran más que los de 17 sem. de edad (U.H. y altura de albúmina) cuando son almacenados a 29,7 a 30,1°C.
- La edad de la codorniz japonesa influye en el peso del huevo, los huevos de ponedoras de 51 sem. de edad obtuvieron una media significativamente superior a los huevos de las ponedoras de 17 sem. de edad.
- La temperatura de almacenamiento influyó en que los huevos bajo refrigeración (8 a 9°C) presentaron una mejor calidad de albúmina por una media superior de U.H., U.Q.I, altura de albúmina y una media inferior de altura de cámara de aire con respecto a los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) y a 29,7 a 30,1°C, estos últimos resultaron con la inferior calidad de albúmina de las tres temperaturas de almacenamiento.
- Durante los 60 días de almacenamiento se observó una tendencia a la mantención del valor de peso del huevo en los almacenados bajo refrigeración y a temperatura ambiente, y una disminución significativa en los almacenados a 29,7 a 30,1°C.
- Las características de los huevos de codorniz japonesa frescos según los valores promedios respecto a las variables estudiadas: 95,87 U.H., 70,40 U.Q.I., 5,76 mm altura de albúmina, 2,5 mm altura de cámara de aire, pH de albúmina 8,86, pH de yema 6,01 y un peso del huevo de 12,39g.
- La temperatura de almacenamiento influye en la declinación de la calidad interna de los huevos de codorniz según el tiempo de almacenamiento. Los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C no difieren en su calidad interna (U.H. y U.Q.I) con respecto al día 0 (fresco) hasta el día 7 de almacenamiento, en cambio en los almacenados a temperatura ambiente (12 a 20°C) conservan estas características hasta el día 14 de almacenamiento. En los huevos almacenados bajo refrigeración

(8 a 9°C) la U.Q.I no difiere con respecto al día 0 hasta el día 14 días de almacenamiento, en cambio la U.H. hasta los 21 días de almacenamiento.

- En la evolución de los valores de pH de albúmina se obtuvo un ascenso abrupto hasta el día 7 de almacenamiento, y luego una tendencia a la mantención o a un leve aumento y esto se mantuvo hasta los 60 días de almacenamiento, con excepción de los huevos almacenados a 29,7 a 30,1°C que presentaron una caída en el valor de pH de albúmina desde el día 40 de almacenamiento en ambos grupos etarios. Con relación a los valores de pH de yema se obtuvo un incremento de diversa magnitud según la temperatura de almacenamiento, y se observó al graficar los resultados una tendencia a la linealidad.
- Los huevos almacenados por 40 días presentaron una media significativamente superior de U.H., U.Q.I., altura de albúmina, peso del huevo y una media significativamente inferior de altura de cámara de aire respecto a los huevos almacenados por 60 días, por lo que se sugiere normar en Chile la duración y condiciones de almacenamiento sugerida para los huevos frescos de codorniz japonesa, ya que actualmente son los productores quienes fijan arbitrariamente esta duración, que varía entre los 45 y 60 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- **ALEXANDER, D.J.** 2003. Newcastle disease. **In:** Saif, Y.M.; Barnes, H.J.; Glisson, J.R.; Fadly, A.M.; Dougald, L.R.; Surayne, D.E (Eds.). Diseases of poultry. Editorial Board for the American association of Avian Pathologists. 11ª ed. Iowa, USA. pp. 64-87.
- **ARIAS, J.L.; FERNÁNDEZ, M.S; NYS, Y.** 1998. ¿Qué se entiende por un huevo fresco? TecnoVet 4(3): 12-16.
- **ASMUNDSEN, V.S.; BAKER, G.A.; EMLLEN, J.T.** 1943. Certain relations between the parts of birds eggs. Auk, 60: 34-44 (citados por Yannakopoulos, A.L.; Tserveni-gousi, A.S. 1986. Quality characteristics of quail eggs. BR. Poult.Sci. 27: 171-176).
- **BISSONI, E.** 1996. Cría de la codorniz. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. 117p.
- **CALZADA, J. B.** 1964. Métodos estadísticos para la investigación. 2ª Edición. Lima, Perú. 494 p.
- **CAVANAGH, D.; NAQI, S.A.** 2003. **In:** Saif, Y.M.; Barnes, H.J.; Glisson, J.R.; Fadly, A.M.; Dougald, L.R.; Surayne, D.E. (Eds.). Diseases of poultry. Editorial Board for the American association of Avian Pathologists. 11ª ed. Iowa, USA. pp. 101-121.
- **CHILE. MINISTERIO DE SALUD.** 1997. Decreto Supremo N°977. Reglamento Sanitario de los Alimentos. 13 de mayo de 1997. 283 p.
- **DÍAZ, C.** 2003. Incorporación de selenio orgánico, vitamina E y ácidos grasos omega 3 en las dietas de gallinas de postura comercial: 2. Características físicas, químicas y sensoriales del huevo. Memoria título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 53 p.
- **EISEN, E.; BOHREN, B.; MCKEAN, H.** 1962. The Haugh Unit as a measure of egg albumen quality. Poult. Sci. 41:1461-68.
- **IMAI, C.; MOWLAH, A.; SAITO, J.** 1986. Storage stability of Japanese quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs at room temperature. Poult. Sci. 65: 474-480.
- **ITOH, T.; KOBAYASHI, S.; SUGAWARA, H.; ADACHI, S.** 1977. Comparative chemical studies on the quail (*Coturnix coturnix* japónica) egg ovoalbumin. Comp.Biochem. Physiol. 60B: 215-220.
- **ITOH, T.; KOBAYASHI, S.; SUGAWARA, H.; ADACHI, S.** 1978. Comparative chemical studies on the quail (*Coturnix coturnix* japónica) egg ovotransferrin Comp.Biochem. Physiol. 62B: 41-44.
- **ITOH, T.; KOBAYASHI, S.; SUGAWARA, H.; ADACHI, S.** 1979. Some properties of the japanese quail (*Coturnix coturnix* japónica) egg ovomucoid. Comp.Biochem. Physiol. 65B: 563-566.

- **ITOH, T.; KOBAYASHI, S.; SUGAWARA, H.; ADACHI, S.** 1981. Some physicochemical changes in quail egg white during storage. *Poult. Sci.* 60: 1245-1249.

- **KIRUNDA, D.F.K; MCKEE, S.R.** 2000. Relating Quality Characteristics of Aged Eggs to Vitelline Membrane Strength as Determined by a Texture Analyzer. *Poult. Sci.* 79: 1189-1193.

- **FEHLHABER, K; JANETSCHKE, P.** 1995. *Higiene Veterinaria de los Alimentos.* Editorial Acribia. Zaragoza, España. 669 p.

- **FERNÁNDEZ, M.S.; ARIAS, J.L.** 2000. La cáscara del huevo: un modelo de biomineralización. *Monografías de Medicina Veterinaria* 20(2): 50-60.

- **LORCA, C.** 2003. Microbiología de huevos de codorniz japonesa (*Coturnix coturnix* japónica) almacenados a temperatura ambiente de un criadero de la sexta región de Chile. Memoria de título Médico Veterinario. Santiago, U. Chile, Fac. Medicina Veterinaria. 60 p.

- **KONDAIH, N; PANDA, B.; SINGHAL, A.** 1981. Internal egg-quality measure for quail eggs. *Indian J. Anim. Sci.* 53: 1261-1264.

- **NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES.** 1969. *Coturnix (coturnix coturnix* japónica) Standars and guidelines for the breeding, care, and management of laboratory animals. Editorial Washington. 50 p.
- **MAHMOUD, T.H.; COLEMAN, T.H.** 1967. A comparison of the proportion of components parts of Bobwhite and *Coturnix* eggs. *Poult. Sci.* 46: 1168-1171.

- **MORI, M.; MASUDA, N.** 1993. Proteins of the vitelline membrane of quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs. *Poult. Sci.* 72: 1566-1572.

- **PANDEY, N.K., MAHAPATRA, C.M., SINGH, R.P.** 1982. Changes in quality and acceptability of refrigerated quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs stored at room temperature. *Journal food Sci. Technol.* 19: 215-218.

- **PANDEY, N.K; SING, R.P.; MAHAPATRA, C.M.** 1983. Chemical changes occurring in quail (*Coturnix coturnix* japónica) egg components during storage. *Indian J. Anim. Sci.* 53: 225-229.

- **POOLE, H.K.** 1965. Egg shell pigmentation in japanese quail: genetic control of the white egg trait. *J. Heredity* 55: 136-138 (citado por Woodard, A.E.; Abplanalp, H. ; Wilson, W.O; Vohra, P. 1973. Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix* japónica). California, U.S.A. Department of Avian Sciences, University of California, Davis, 22 p.).

- **RICKLEFS, R.E; MARKS, H. L.** 1983. Egg Characteristics of Lines of Japanese Quail Selected for Four-Week Body Mass. *Poult. Sci.* 62:1330-1332.

- **ROMANOFF, A.; ROMANOFF, A.** 1949. *The avian egg.* Editorial Jhon Wiley and Sons. New York, USA. 918 p.

- **SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G.** 2000. The Effect of Storage and Strain of Hen on Egg Quality. *Poult. Sci.* 79: 1725-1729.
- **SILVERSIDES, F.G; SCOTT, T.A.** 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult. Sci.* 80: 1240-1245.
- **SERVICIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA (SERCOTEC).** Mayo 1986. Perfil técnico económico de la industrialización de la codorniz japonesa. 115 p.
- **SOUZA, H.B.A.; SOUZA, P.A.** 1995. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna armazenados durante 21 días. *Alim. Nutr.* 6: 7-13.
- **STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J.** 1973. *Egg Science and Technology.* Editorial The Avi Publishing Company. 314p.
- **STEWART, G.F.; ABBOTT, J.C.** 1961. La comercialización de los huevos y de la aves de corral. Guía de comercialización N°4. Editorial FAO. Roma, Italia. 214 p.
- **TIWARI, K.S.; PANDA, B.** 1978. Production and quality characteristics of quail eggs. *Indian J. Poult. Sci.* 13:27 (citado por Pandey, N.K., Mahapatra, C.M., Singh, R.P. 1982. Changes in quality and acceptability of refrigerated quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs stored at room temperature. *Journal food Sci. Technol.* 19: 215-218).
- **TANABE, Y.; NAKAMURA, T.; INABA, M., TAKAHASHI, T.** 1970. Methods for long term storage of poultry eggs. I. Effect of paraffin oil coating on chicken egg quality. *Jpn.Poult.Sci.* 7:186-94 (citado por Souza, H.B.A.; Souza, P.A. 1995. Efeito da temperatura de estocagem sobre a qualidade interna de ovos de codorna armazenados durante 21 días. *Alim. Nutr.* 6: 7-13).
- **TANABE, Y.; KAMIYA, M.; NISHIKAWA, K.; NAKAMURA, T.; TAKAHASHI, T.** 1972. Methods for long term storage of poultry eggs. XI Effect of paraffin oil coating on quail egg quality. *Res.Bull.Fac.Agric.Gifu Univ.* 33:315-322 (citado por Imai, C.; Mowlah, A.; Saito, J. 1986. Storage stability of Japanese quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs at room temperature. *Poult. Sci.* 65: 474-480).
- **TANABE, H.; OGAWA, N.** 1975. Methods for long term storage of poultry eggs. IX. Seasonal changes in internal quality of quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs from retail stores. *Jpn.Poult. Sci.* 12:282-285 (citado por Imai, C.; Mowlah, A.; Saito, J. 1986. Storage stability of Japanese quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs at room temperature. *Poult. Sci.* 65: 474-480).
- **TANABE, H; TANABE, Y.** 1975. Survey of the methods for long term storage of poultry eggs. 7. Effects of storage of quail (*Coturnix coturnix* japónica) eggs on the interior quality. *Jpn. Poult. Sci.* 12: 43-48.

- **WILBRAHAM, A.C.; MATTA, M.S.** 1989. Introducción a la química organica y biologica. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana. 540 p.
- **WILSON, W.O.; ABBOT, U.; ABPLANALD, H.** 1961. Evaluation of coturnix (Japanase quail) as pilot animal for poultry. *Poult. Sci.* 40: 651-657.

- **WILSON, W.O.; HUANG, R.H.** 1962. A comparison of the time of ovipositing for Coturnix and chicken. *Poult. Sci.* 41: 1843-1845.

- **WOODARD, A.E.; WILSON,W.O.** 1963. Egg and yok weight of Coturnix quail (*Coturnix coturnix japónica*) in relation to position in egg sequences. *Poult. Sci.* 42: 544-545.

- **WOODARD, A.E.; MATHER, F.B.** 1964. The timing of ovulation,movement of the ovum through the oviduct,pigmentatiom and shell depositiom in Japanese quail (*Coturnix coturnix japónica*). *Poult. Sci.* 43: 1427-1432.

- **WOODARD, A.E.; ABPLANALP, H. ; WILSON, W.O; VOHRA, P.** 1973. Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japónica*) [en línea] California,U.S.A. Department of Avian Sciences, University of California, Davis, 22 p. <http://animalscience.ucdavis.edu/Avian/Coturnix.pdf>>[consulta: 7-08-2002]

- **YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVERNI-GOUSI, A.S.** 1986. Quality characteristics of quail eggs. *BR. Poult. Sci.* 27: 171-176.

ANEXO

FOTOGRAFÍAS DE LOS EQUIPOS USADOS DEL CENTRO DE REFERENCIA PARA LA EVALUACION Y CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL (CERPRAN) Y PROCEDIMIENTOS.

FOTO N°1: Pesaje del huevo de codorniz japonesa.

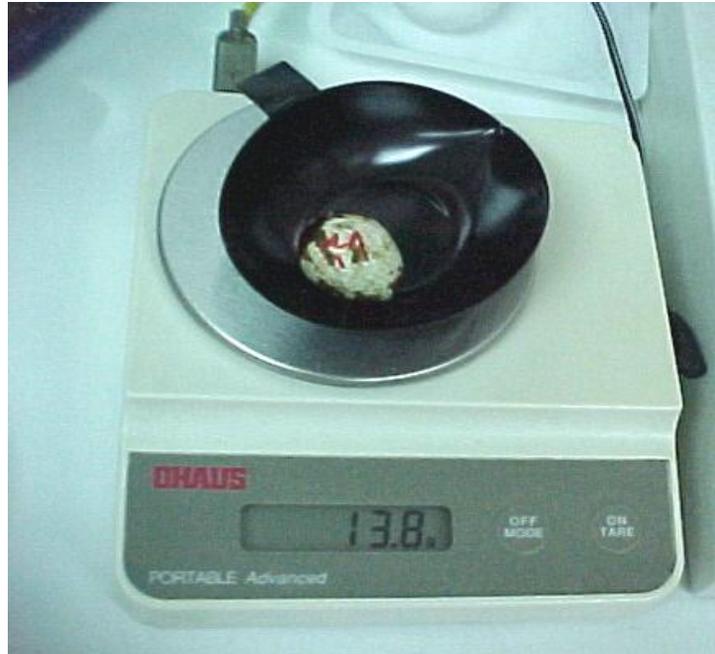


FOTO N°2: Demostración de forma de medición de altura de la cámara de aire de huevo de codorniz japonesa.

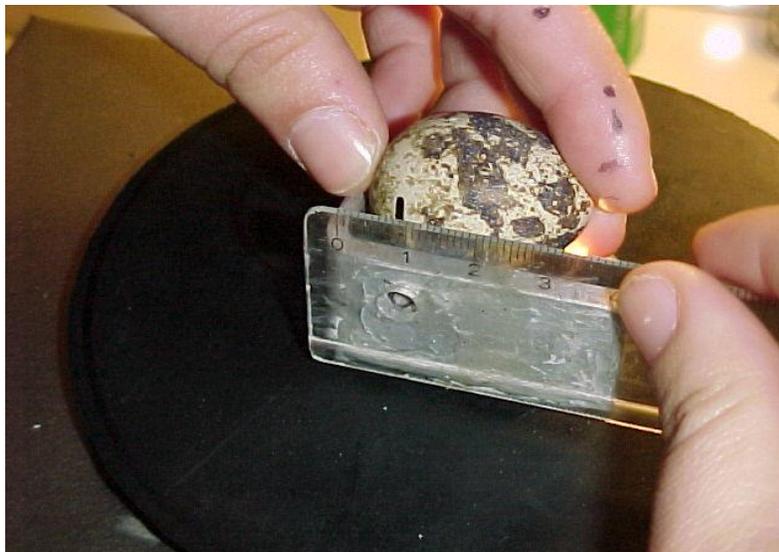


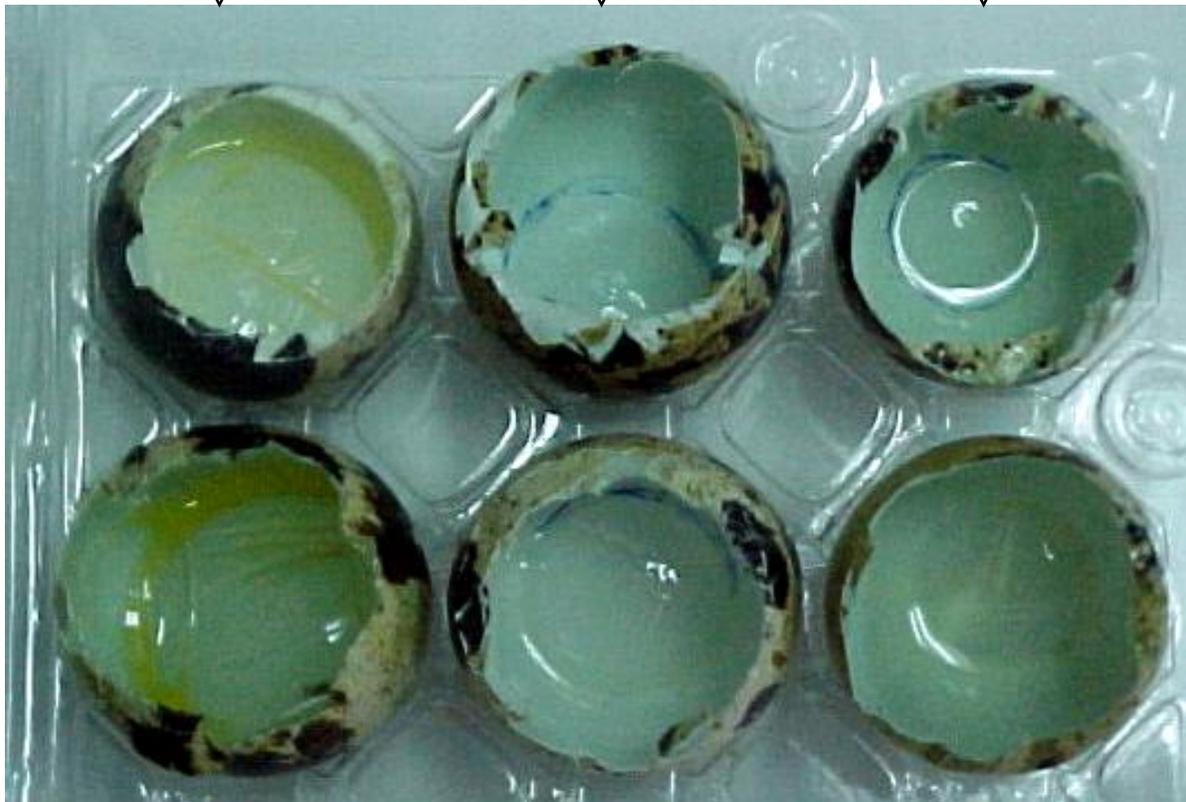
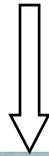
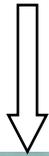
FOTO N°3: Cámaras de aire de huevos de codorniz, en la fila superior huevos de ponedoras de 17 sem.de edad y en la fila inferior los de las de 51 sem.de edad, de izquierda a derecha huevos almacenados durante 60 días a 29,7 a 30,1°C, a temperatura ambiente (12 a 20°C) y bajo refrigeración (8 a 9°C).

HUEVOS DE PONEDORAS DE 17 SEM. DE EDAD

29,3-30,1°C

12 a 20°C

8-9°C



HUEVOS DE PONEDORAS DE 51 SEM. DE EDAD

FOTO N°4: Medición de altura de albúmina de huevo de codorniz japonesa.

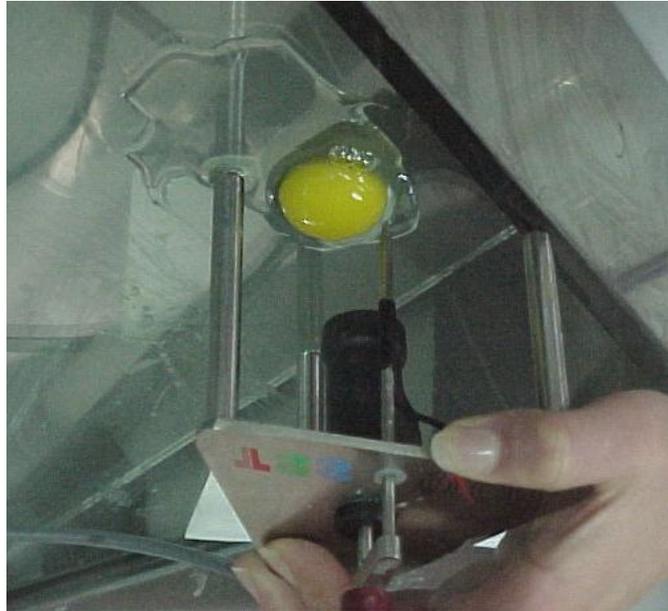


FOTO N°5: Forma de obtención de muestra de albúmina de huevo de codorniz.

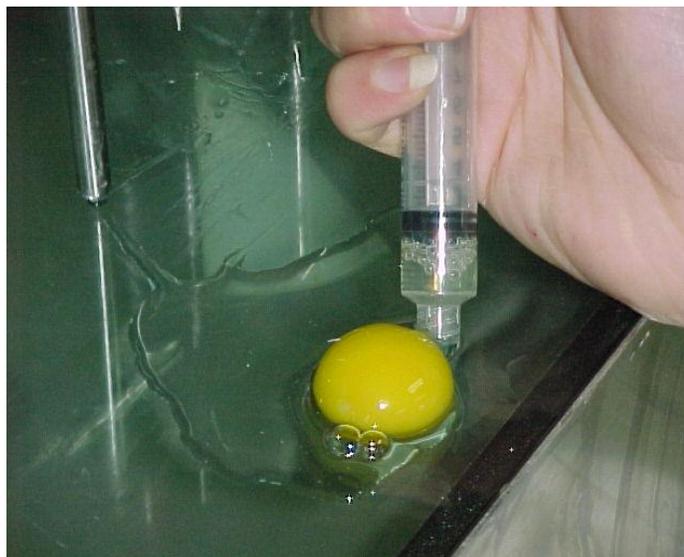


FOTO N°6: Forma de recolección de muestra de yema de huevo de codorniz japonesa.

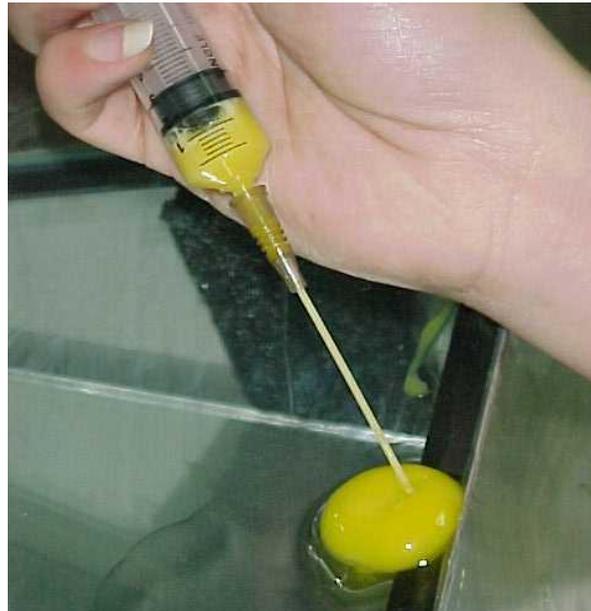


FOTO N°7: Muestras por lote de yema (fila delantera) y de albúmina (fila trasera) correspondientes al día 60 de almacenamiento. De derecha a izquierda: almacenados a 29,7 a 30,1°C lotes **I** y **II** de ponedoras de 51 y 17 sem.de edad respectivamente, a temperatura ambiente lotes **III** y **IV** de ponedoras de 51 y 17 sem.de edad respectivamente, bajo refrigeración lotes **V** y **VI** de ponedoras de 17 sem.y 51 sem.de edad. respectivamente. Destaca el cambio de color de albúmina de lotes **I** y **II** (fila trasera).

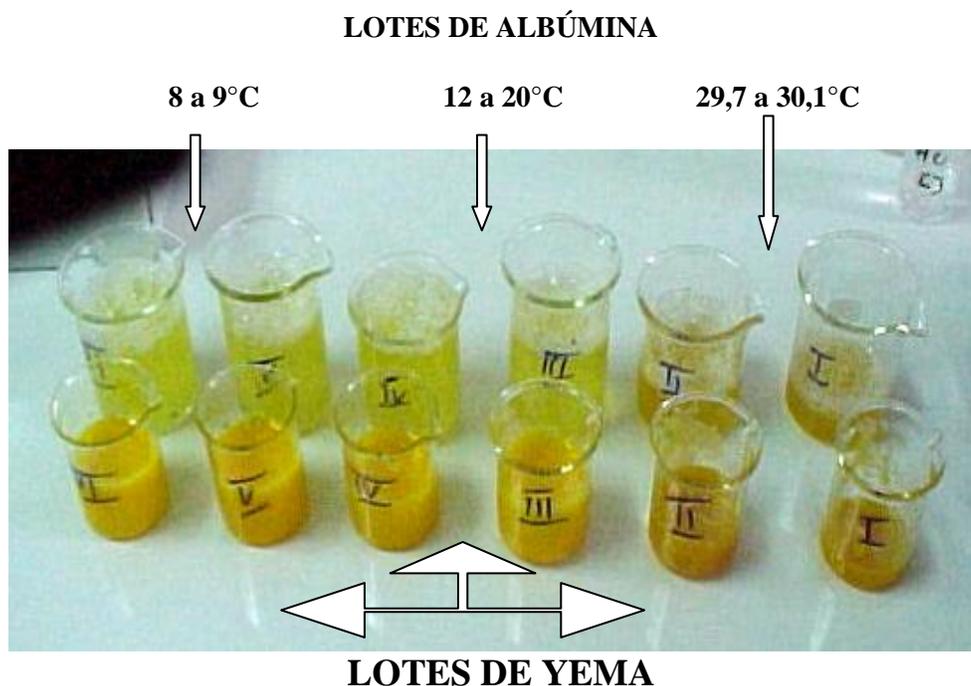


FOTO N°8: Muestras de lote de albúmina (izquierda) y yema (derecha) junto con magnetos sobre agitador magnetico.



FOTO N°9: Medición de pH de yema (izquierda) y albúmina (derecha) por lote.

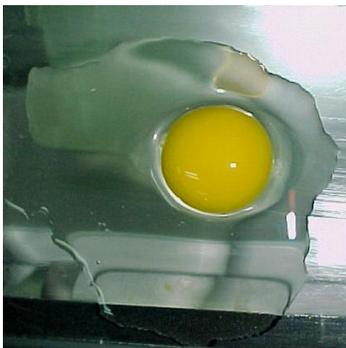


FOTO N°10: Huevo de codorniz japonesa almacenado por 60 días a 29,7 a 30,1°C.

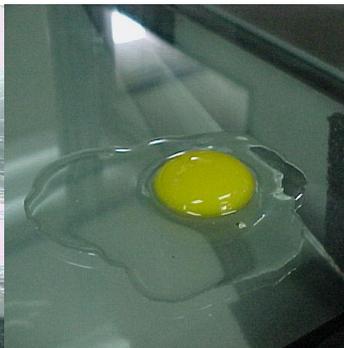


FOTO N°11: De izquierda a derecha, huevos de codorniz japonesa almacenados por 60 días: bajo refrigeración (8 a 9°C), a temperatura ambiente (12 a 20°C) y a 29,7°C a 30,1°C.

8 a 9°C



12 a 20°C



29,7 a 30,1°C

