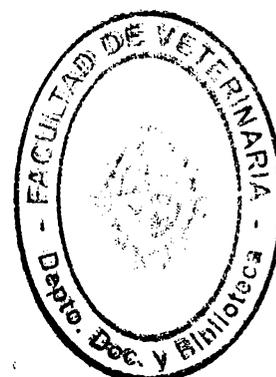


**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**INFLUENCIA DE LA EDAD DE LAS AVES, TIEMPO Y
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD DEL
HUEVO**

Por

Laline FRACHIA FALERO



FV-31659

TRABAJO FINAL presentado como uno de los
requisitos para obtener el título de Doctor en
Ciencias Veterinarias
(Orientación Higiene, Inspección, Control y
Tecnología de los alimentos de origen animal)

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2005**

TUTOR de Trabajo Final:

Dra. Lilián Perdomo

CO-TUTOR de Trabajo Final:

Dr. Hebert Trenchi

TRABAJO FINAL aprobado por:

Presidente de Mesa:

Nombre completo y firma

Segundo Miembro (Tutor):

Nombre completo y firma

Tercer Miembro:

Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

Nombre completo y firma

31 659

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y a mis hermanos, por su constante apoyo, el cual ha sido incondicional y me ha dado la confianza necesaria para realizar mis proyectos, y culminarlos.

A Renzo, quien ha creído en mí mas de lo que yo lo he hecho, por acompañarme, apoyarme y estar conmigo siempre.

A Granjas Frachia por haberme proporcionado los recursos necesarios para realizar este estudio, y al Laboratorio Trenchi por dejarme realizar parte de las pruebas allí.

De igual manera agradezco a la Cátedra de Avicultura de la Facultad de Veterinaria, por haberme abierto sus puertas tan amablemente.

Quiero también agradecer a mis tutores, la Dra. Lilián Perdomo y al Dr. Hebert Trenchi. Ellos han sido mis guías indispensables en este trayecto, compartiendo sus experiencias y conocimientos conmigo.

A Cecilia Sosa, profesional y amiga excelente, por su ayuda en estadística y por haber dedicado su tiempo en leer y criticar en forma constructiva este trabajo.

A Ana Meikle, por su dedicación y paciencia.

A mis amigos, que de alguna u otra forma me ayudaron en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

Página

| | |
|---|-----|
| PAGINA DE APROBACION..... | II |
| AGRADECIMIENTOS..... | III |
| LISTA DE CUADROS Y FIGURAS..... | VI |
| 1. RESUMEN | 1 |
| 2. SUMMARY..... | 2 |
| 3. INTRODUCCION | 3 |
| 4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA..... | 4 |
| 4.1. ESTRUCTURA DEL HUEVO..... | 4 |
| 4.1.1. Yema..... | 5 |
| 4.1.2. Albúmina..... | 6 |
| 4.1.3. Cáscara..... | 7 |
| 4.2. CALIDAD DEL HUEVO..... | 9 |
| 4.3. PESO DEL HUEVO | 9 |
| 4.3.1. Efecto de la edad de la gallina | 10 |
| 4.3.2. Efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento..... | 10 |
| 4.4. CALIDAD EXTERNA DEL HUEVO – CALIDAD DE LA CÁSCARA..... | 10 |
| 4.4.1. Peso y Espesor de la cáscara..... | 11 |
| 4.4.2. Peso Especifico | 12 |
| 4.4.3. Factores que afectan la calidad de la cáscara | 12 |
| 4.4.3.1. Edad de la gallina | 12 |
| 4.4.3.2. Tiempo y condiciones de almacenamiento..... | 13 |
| 4.5. CALIDAD INTERNA DEL HUEVO | 14 |
| 4.5.1. Unidades Haugh | 15 |
| 4.5.2. Indice de Yema | 16 |
| 4.5.3. Factores que influyen sobre la Calidad Interna | 16 |
| 4.5.3.1. Edad de la Gallina | 16 |
| 4.5.3.2. Tiempo y Condiciones de Almacenamiento..... | 18 |
| 5. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 20 |
| 5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL | 20 |
| 5.2. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL HUEVO..... | 21 |
| 5.3. ANALISIS ESTADISTICO..... | 23 |
| 6. RESULTADOS..... | 24 |
| 6.1. PESO DEL HUEVO | 24 |
| 6.2. PESO ESPECIFICO | 25 |
| 6.3. ESPESOR Y PORCENTAJE DE CASCARA | 26 |

| | |
|--|----|
| 6.4. UNIDADES HAUGH | 27 |
| 6.5. INDICE DE YEMA..... | 28 |
| 7. DISCUSION | 29 |
| 7.1. PESO DEL HUEVO | 29 |
| 7.2. PESO ESPECIFICO..... | 30 |
| 7.3. ESPESOR Y PORCENTAJE DE CASCARA | 30 |
| 7.4. UNIDADES HAUGH | 31 |
| 7.5. INDICE DE YEMA..... | 32 |
| 8. CONCLUSIONES | 34 |
| 9. BIBLIOGRAFIA | 35 |

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

| | | |
|--------------|---|----|
| Cuadro 1: | Distribución de los huevos analizados en cada grupo en las diferentes edades | 21 |
| Figura I: | Representación esquemática de la sección longitudinal de un huevo..... | 4 |
| Figura II: | Comparación entre la estructura de un huevo fresco y un huevo viejo..... | 14 |
| Figura III: | Relación entre la edad de la gallina y la unidad Haugh de huevos de un día de edad provenientes de ponedoras de diferente línea genética..... | 17 |
| Figura IV: | Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la unidad Haugh en huevos almacenados por 6 días..... | 18 |
| Figura V: | Curva de postura de Grupos I y II, y curva de postura referencia de línea genética BABCOCK B380..... | 20 |
| Figura VI: | Efecto de la edad de la gallina, tiempo y condición de almacenamiento sobre el peso del huevo..... | 24 |
| Figura VII: | Efecto de la edad de la gallina, tiempo y condición de almacenamiento sobre el peso específico..... | 25 |
| Figura VIII: | Efecto de la edad de la gallina sobre el espesor de cáscara..... | 26 |
| Figura IX: | Efecto de la edad de la gallina sobre el porcentaje de cáscara..... | 26 |
| Figura X: | Efecto de la edad de la gallina, tiempo y condición de almacenamiento sobre las unidades Haugh..... | 27 |
| Figura XI: | Variación en el Índice de yema en función de la edad de la gallina, el tiempo y las condiciones de almacenamiento..... | 28 |

1. RESUMEN

Este experimento estudió la calidad del huevo fresco y almacenado de dos edades diferentes de gallina. La calidad externa se evaluó por el peso específico del huevo y por el espesor y porcentaje de cáscara. Las unidades Haugh y el Índice de yema se midieron como parámetros de calidad interna. El peso del huevo también fue medido. El grupo I (65 semanas) se compuso de 436 huevos, y el grupo II (23 semanas) de 445 huevos. Las mediciones se tomaron al día 0 para el huevo fresco. El resto se almacenó en condiciones controladas (CC) y no controladas (CNC) de almacenamiento y se analizaron al día 7, 14, 21 y 28. La edad de la gallina influyó sobre todas las variables. El peso del huevo no disminuyó con el tiempo de almacenamiento. Los parámetros índice de yema, unidades Haugh y Peso específico presentaron una disminución significativa con el tiempo de almacenamiento, siendo mayor en los huevos almacenados en CNC. La edad de la gallina es determinante en la calidad del huevo fresco y almacenado; y de la misma depende su evolución. El tiempo y las condiciones de almacenamiento influyen fundamentalmente en la calidad interna del huevo.

2. SUMMARY

This experiment studied the quality of the fresh and stored egg of two different ages of hens. The external quality was evaluated for the specific weight of the egg and by the thickness and percentage of shell. Haugh units and yolk index were measured like parameters of internal quality. Egg weight was also measured. Group I (65 weeks) was composed of 436 eggs, and group II (23 weeks) of 445 eggs. The measurements were taken at day 0 for the fresh egg. The remainder was stored in controlled conditions (CC) and in not controlled conditions (CNC) of storage and they were analyzed at day 7, 14, 21 and 28. Hen age influenced on all the variables. Egg weight did not diminish with storage time. The yolk index parameters, units Haugh and specific weight presented a significant decrease with the storage time, being greater in the eggs stored in CNC. Hen age is determinant in the quality of the fresh and stored eggs; and from that their evolution depends. The time and storage conditions influence fundamentally in the internal quality of the egg.

3. INTRODUCCION

En Uruguay, el huevo se ha comercializado tradicionalmente como huevo en cáscara, ya sea para su venta a consumidores finales en los supermercados y almacenes, como también a la industria que los usa como ingrediente de sus productos; tal es el caso de heladerías, panaderías, fábricas de pastas, locales de comidas, etc. Desde hace algunos años se ha introducido en Uruguay el huevo líquido pasteurizado y deshidratado, el cual se ha incorporado al mercado industrial en su mayoría.

En este país no es obligatorio el mantenimiento de la cadena de frío en el transporte y distribución, así como tampoco lo es en sus puntos de venta. Con respecto a esto, encontramos en el mercado variadas situaciones que van desde el mantenimiento del huevo en una góndola refrigerada hasta la venta en ferias donde se encuentran en contacto directo con el sol en días de extremo calor. Por lo tanto, sería interesante conocer en las diferentes situaciones de stock, la calidad del producto.

La calidad del huevo ha sido estudiada ampliamente desde la década del 40, tanto en Norteamérica como en Europa. No ha sucedido lo mismo en nuestro país. Si bien es sabido que la calidad del huevo disminuye con el tiempo, no existe en Uruguay estudios realizados sobre este tema, y es nuestro propósito brindar a profesionales y productores de la industria avícola nacional información sobre la variación de la calidad del huevo en situaciones de stock que se presentan normalmente en un mercado como el nuestro. Debido a esto, nos pareció útil estudiar la calidad del huevo y sus variaciones en una estación del año que es crítica para la conservación y/o mantenimiento de sus características.

OBJETIVOS

- Evaluar como varía la calidad del huevo durante el tiempo de almacenamiento.
- Evaluar como afecta la edad de la gallina sobre el huevo fresco y almacenado.
- Estudiar el efecto de las condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad) sobre la calidad del huevo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

4.1. ESTRUCTURA DEL HUEVO

Si bien los huevos pueden variar en su forma, tamaño y color, todos tienen los mismos componentes: yema, albúmina y cáscara (Figura I). Estas tres partes están separadas entre sí por membranas. La albúmina se separa de la cáscara por las membranas de la cáscara, mientras que la yema esta envuelta por la membrana vitelina la cual la separa de la albúmina (Jacobs y col., 2000).

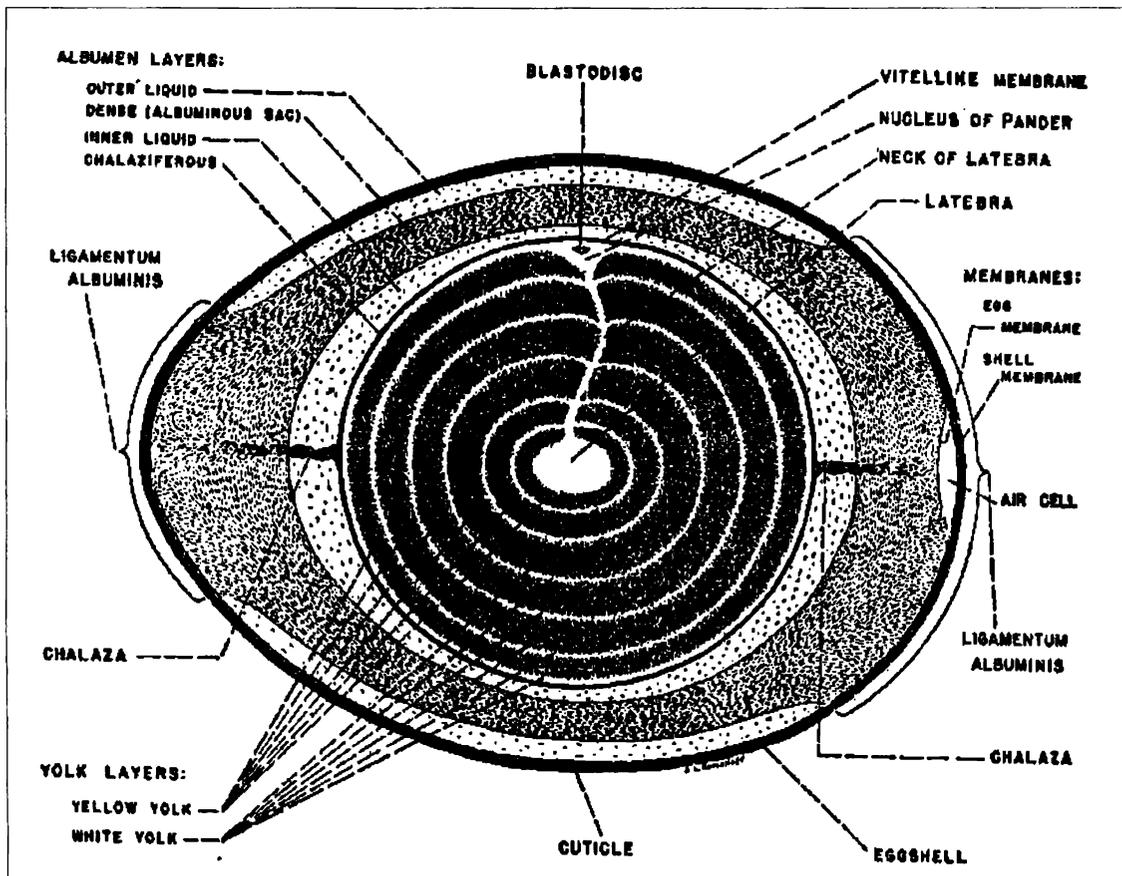


Figura I. Representación esquemática de la sección longitudinal de un huevo (tomado de Romanoff y Romanoff, 1949)

4.1.1. Yema

La yema se origina en el ovario y constituye el 29% del volumen total del huevo, tiene forma casi esférica y está localizada cercana al centro del huevo (Sauveur, 1993). Está compuesta por la latebra, el blastodisco, y capas concéntricas de yema blanca y amarilla (Stadelman, 1995).

En la superficie de la yema se puede apreciar un pequeño disco claro (*blastodisco*), que es el lugar donde ocurre la división de células embrionadas cuando el huevo es fecundado, y en este caso pasaría a llamarse *blastoderma* (Sauveur, 1993).

La latebra se encuentra en la parte central de la yema como un núcleo esférico de aproximadamente 6 mm de diámetro. Ésta contiene un tipo particular de fluido vitelino blanco. Uniendo la latebra con el blastodisco se encuentra el cuello de la latebra el cual también está compuesto por fluido vitelino blanco, éste culmina por debajo del blastodisco.

Envolviendo a la latebra se encuentra una capa concéntrica de yema amarilla y sobre ésta una capa fina de yema blanca, y así sucesivamente hasta formar la yema. Dichas capas son interrumpidas por el cuello de la latebra. Existen usualmente 6 capas de cada color de yema cuando ésta está formada en su totalidad, encontrándose en mayor cantidad cuando la tasa de ovulación es menor (Romanoff y Romanoff, 1949). Las capas de yema amarilla son más gruesas y se forman durante el día, cuando la gallina consume alimento del cual se obtiene el pigmento, mientras que las capas de yema blanca se generan en las horas de la noche, donde la gallina no come, resultando en una capa sin color y más fina.

Todos los componentes de la yema están rodeados de cuatro capas concéntricas que juntas forman la membrana vitelina; las dos capas más externas derivan del oviducto y las otras más internas del ovario (Etches, 1996).

4.1.2. Albúmina

Rodeando a la yema se encuentra la albúmina, la cual se forma en pocas horas y constituye un 60% del volumen total del huevo (Stadelman, 1995). La albúmina se diferencia en 4 zonas físicamente diferentes:

1. Chalazas: son 2 y forman aproximadamente el 3% del total de la albúmina. Son una especie de filamentos compuestos por numerosas fibras finas de proteínas semejantes a la mucina (Etches, 1996). Estos se disponen en espiral y corren a lo largo del eje mayor del huevo saliendo de cada lado de la yema y terminando en la capa densa de la albúmina (Sauveur, 1993). Su función consiste en mantener a la yema en su posición central e impedir que la misma se adhiera a la cáscara.
2. Capa Fluida Interna: constituye alrededor del 17% de la albúmina total. Tiene aspecto fluido y viscoso y se encuentra entre la yema y la capa densa de la albúmina.
3. Capa densa: ocupa alrededor del 57% del total del albumen. Está compuesta por numerosas fibras de mucina semisólida las cuales forman una trama estructural en cuyo intersticio se encuentra albúmina líquida. Esto le da una estructura firme que es capaz de mantener la forma en cierto grado, dando lugar a una especie de amortiguador que protege a la yema de posibles daños externos. Además, esta capa sirve de anclaje para las chalazas las cuales terminan en ésta. La capa densa de la albúmina esta unida a la membrana interna de la cáscara en cada uno de los extremos del huevo por el *ligamentum albumini*, los cuales se forman por la penetración de fibras de mucina en la membrana interna de la cáscara (Romanoff y Romanoff, 1949).
4. Capa Fluida Externa: se encuentra rodeando la capa densa con excepción en el lugar de inserción de los ligamentos. Constituye el 23% aproximadamente de la albúmina y tiene el mismo aspecto fluido y viscoso de la Capa Fluida Interna (Romanoff y Romanoff, 1949).

4.1.3. Cáscara

Sobre la albúmina se encuentran las membranas de la cáscara. Son 2 membranas fuertemente pegadas una a la otra y tienen conjuntamente un espesor medio de 0.07mm (Sauveur, 1993). La membrana interna esta en íntimo contacto con la capa fluida externa de la albúmina en casi toda su extensión, con excepción en los polos donde se une en cada uno de ellos con el *ligamentum albumini*. La membrana externa esta en estrecha aposición con la cascara. Las membranas son plegables mientras están húmedas pero se vuelven quebradizas cuando se secan y aunque son muy finas son marcadamente fuertes (Romanoff y Romanoff, 1949). Una vez que el huevo es puesto, éste disminuye su temperatura, los componentes internos se contraen por la menor temperatura y las membranas interna y externa se separan, usualmente en el polo mayor, formándose así la cámara de aire. La membrana externa se mantiene unida a la cáscara, mientras que la membrana interna acompaña a la albúmina. Durante el almacenamiento, el huevo pierde agua por evaporación ocasionando un aumento en la altura de la cámara de aire (Jacobs y col., 2000).

La cáscara ocupa aproximadamente el 10% del total del peso del huevo y tiene un espesor que varía entre 0.3 a 0.4 mm (Sauveur, 1993). Consiste mayormente en carbonato de calcio (94%), con una mínima proporción de carbonato de magnesio (1%), fosfato de calcio (1%), y materia orgánica fundamentalmente proteínas (4%) (Stadelman, 1995).

Básicamente la cáscara tiene dos capas:

1. La *capa mamilar* resulta de la yuxtaposición de protuberancias cónicas o protuberancias mamilares. En el centro de cada protuberancia se encuentra un nódulo proteico o núcleo mamilar, lugar donde se inicia el proceso de la calcificación (Sauveur, 1993). Esta capa constituye la porción menor de la cáscara, siendo un tercio del total de la misma.
2. La *capa esponjosa* se encuentra por encima a la capa mamilar y está fuertemente pegada a la misma. En el huevo de gallina, la capa esponjosa constituye la mayor parte de la cascara, y, contrariamente a su nombre, en condiciones normales esta

capa es muy compacta (Romanoff y Romanoff, 1949). La capa esponjosa esta formada por columnas cristalinas ubicadas en dirección perpendicular a la superficie del huevo, las cuales se generan de los núcleos mamilares de la capa mamilar. Su región más externa esta compuesta por una capa de mayor densidad de carbonato de calcio que el resto de la misma (Parson, 1982).

Existe una relación inversamente proporcional entre la densidad de las protuberancias mamilares en relación con la fuerza de resistencia de la cáscara entre cáscaras de similar espesor. Cáscaras con mayor numero de protuberancias por unidad de superficie interior presentan también relativamente mayor área intersticial entre las protuberancias; y este incremento parecería ser la causa de la mayor debilidad de las cáscaras (Van Toledo y col., 1982).

La cáscara está atravesada por numerosos *poros* que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y exterior del huevo. Su numero varia entre 7000 y 15000 con una densidad que puede oscilar entre 70 y 200 poros/cm² (Sauveur, 1993). El número total de poros por cáscara es variable entre huevos de una misma línea genética o de una misma especie. Solo los huevos de una misma gallina muestran una porosidad relativamente constante. Además, su distribución no es homogénea en la superficie de la cáscara, los poros son más numerosos en la zona del ecuador del huevo así como en el polo mayor del mismo (que coincide con la cámara de aire) y son escasos en el polo menor (Romanoff y Romanoff, 1949).

La totalidad de la superficie externa de la cáscara se encuentra cubierta por una capa serosa llamada *cutícula*. Si bien su espesor es variable, ésta tiene una profundidad media de 0.01 mm, siendo mayor su cantidad cuando existe la abertura de un poro. La función de esta capa, aparentemente consiste en la regulación del ambiente interno del huevo, ya sea protegiéndolo de invasión microbiana o de la desecación (Parson, 1982).

4.2. CALIDAD DEL HUEVO

La “frescura” del huevo indica el tiempo transcurrido en relación con su puesta. El mismo puede mantener tal condición por tiempo prolongado siempre que se mantengan controladas las condiciones de stock. Por el contrario el producto fresco sin control de los parámetros de almacenamiento se deteriora rápidamente modificándose los valores iniciales.

En cambio, con respecto a la calidad del huevo se deben incluir otros conceptos. Entre ellos podemos citar las características microbiológicas así como su composición nutricional.

En condiciones normales, la frescura del huevo es máxima al momento de la puesta y va disminuyendo conforme pasa el tiempo. Al ser un producto perecedero, éste puede deteriorarse rápidamente si se encuentra en condiciones adversas.

Existen múltiples factores que afectan la calidad del huevo, tanto en sus características externas como en las internas. Dichos factores podrían dividirse en 2 grandes categorías: 1) los que afectan el huevo antes de su postura (línea genética, edad, sanidad y nutrición del animal) y 2) los que lo afectan luego de su postura (manipulación, tiempo, temperatura y humedad de almacenamiento).

En la industria avícola existen varios criterios para evaluar la calidad interna y externa del huevo. La medición del índice de yema y de las unidades Haugh se ha utilizado para la evaluación de la calidad de la yema y de la albúmina respectivamente, mientras que la calidad de la cáscara se ha evaluado por el espesor de la misma y su porcentaje en el huevo, a través del peso específico.

4.3. PESO DEL HUEVO

El peso del huevo varía dentro de un lote de gallinas de igual origen, e incluso dentro de un mismo individuo, y su tamaño cambia durante el período de postura (Romanoff y Romanoff, 1949).

4.3.1. Efecto de la edad de la gallina

El peso del huevo aumenta a medida que aumenta la edad de la gallina (Hurnik y col., 1977; Izat y col., 1986; De Souza y col., 1994). El incremento es más rápido en los primeros seis meses, aproximadamente luego de las 30 semanas presenta una ligera desaceleración y a partir de las 50 semanas, tiende a la estabilización del mismo (Sauveur, 1993). Hill y Hall (1980) encontraron una relación curvilínea entre el peso del huevo y la edad de la gallina.

El aumento del peso del huevo resulta de un aumento absoluto en el peso de sus componentes, albúmina, yema y cáscara; pero en valores relativos no sucede lo mismo. Cuando el incremento del huevo está ligado al envejecimiento de la gallina, está acompañado de un aumento relativo de la yema y de una disminución en el porcentaje de la cáscara (Sauveur, 1993).

4.3.2. Efecto del tiempo y condiciones de almacenamiento

Inmediatamente luego de su postura, el huevo comienza a perder peso debido a la pérdida de agua por evaporación. La pérdida de peso va a depender de las condiciones del ambiente y del tamaño del huevo, ya que, a mayor tamaño, mayor superficie expuesta a la evaporación (Romanoff y Romanoff, 1949). Essary (1964) observó una diferencia significativa en la pérdida de peso en el huevo de gallinas adultas y jóvenes almacenados a temperatura ambiente por el mismo período de tiempo (4,6% vs. 3,9%).

4.4. CALIDAD EXTERNA DEL HUEVO – CALIDAD DE LA CÁSCARA

La calidad de la cáscara es, sin duda, particularmente importante, dado que la misma constituye el “elemento protector” del huevo. El término “calidad de la cáscara” es frecuentemente usado como sinónimo de “fuerza de resistencia de cáscara” e implica la habilidad de la cáscara para soportar la aplicación de fuerzas externas sin romperse.

Esta habilidad depende de la resistencia material y la resistencia estructural de la cáscara. Mientras que la resistencia material está relacionada con la asociación de los componentes orgánicos y minerales de la cáscara; la resistencia estructural depende de la forma, tamaño, espesor y distribución de la cáscara en el huevo (Hamilton, 1982).

Se han diseñado varios métodos con el propósito de estudiar la resistencia de la cáscara, y a través de ella, su calidad. Existen métodos indirectos y directos. Los métodos indirectos (como el peso específico), se caracterizan por ser rápidos, no destructivos y permitir varias mediciones en un mismo huevo sin romperlo; brindándonos al mismo tiempo una predicción de la resistencia de la cáscara. Los métodos directos (como la fuerza de compresión quasi-estática), miden directamente la resistencia de la cáscara dándonos una medida precisa de la máxima fuerza requerida para romper la cáscara. Sin embargo, debido a la naturaleza de este método, solamente una medición puede obtenerse de un huevo (Hamilton, 1982).

4.4.1. Peso y Espesor de la cáscara

El espesor y la porosidad de la cáscara son factores importantes en cuanto al mantenimiento de la calidad del huevo. El espesor influye en la resistencia de la cáscara mientras que la porosidad influye en el pasaje de gases y microorganismos a través de la misma (Mountney y Vanderzant, 1957).

El espesor de la cáscara de un huevo generalmente depende del peso de la cáscara, en relación con el área de superficie del huevo. Dicha área de superficie depende del tamaño del huevo, y puede ser calculada a partir del peso del mismo. Por lo tanto, a mayor tamaño del huevo, mayor área de superficie y menor espesor de cáscara (Nordstrom y Ousterhout, 1982). El espesor de la cáscara del huevo no es uniforme en toda su superficie; es máximo en el polo menor, mínimo en el ecuador e intermedio en el polo mayor (Sauveur, 1993). Por esto cuando se realizan mediciones de espesor de cáscara, éstas son tomadas de la zona del ecuador.

4.4.2. Peso Específico

Por definición, el peso específico del huevo intacto se calcula dividiendo el peso del huevo sobre el peso de igual volumen de agua. El valor medio para un huevo fresco normal es aproximadamente 1.095. Dado que el peso específico de la cáscara duplica al de los componentes internos del huevo, el peso específico del huevo entero está altamente influenciado por la cantidad y espesor de la cáscara (Romanoff y Romanoff, 1949). Dos métodos son los que se usan en forma más común para la medición del peso específico: el método por flotación en soluciones salinas y el método que aplica el principio de Arquímedes (Hamilton, 1982). El peso específico por el método de flotación es una de las medidas más usadas por la industria avícola para medir la calidad de la cáscara. Probablemente sea porque está altamente relacionada con la resistencia de la cáscara y con el espesor de la misma. Además, es un método fácil, económico y no destructivo (Poggenpoel, 1986). Mountney y Vanerzant (1957) encontraron una correlación positiva significativa entre, peso específico y espesor de cáscara, y entre el primero y peso de la cáscara. Las altas y significativas correlaciones entre el peso específico y el espesor de la cáscara, muestran que ambos parámetros son útiles para la estimación de la resistencia de la misma (Ahmad y col., 1976). Sin embargo, algunos autores han discutido la precisión de este método, alegando que existen muchos factores que podrían alterar el resultado (Mountney y Vanerzant, 1957; Voisey y Hamilton, 1977).

4.4.3. Factores que afectan la calidad de la cáscara

4.4.3.1. Edad de la gallina

El primer factor de variación de la calidad de la cáscara es la edad de la gallina. Se ha demostrado que el tamaño del huevo va aumentando a medida que transcurre el período de postura, debido al aumento del peso de la yema, albúmina y la cáscara. Sin embargo, el incremento de peso no es proporcional al incremento de tamaño, y consecuentemente el espesor de la cáscara disminuye (Etches, 1996). La relación entre

la disminución de la calidad de la cáscara con el aumento del tamaño del huevo con la edad no está clara, ya que las gallinas que son sometidas al proceso de muda inducida, cuando vuelven a la producción, vuelven a poner huevos de igual tamaño que antes de la muda, pero con mejor resistencia en su cáscara (Washburn, 1982).

Se ha intentado disminuir el tamaño del huevo en gallinas de avanzada edad por medio de la restricción en los niveles de proteína de la dieta, pero esto no ha logrado mejorar la calidad de la cáscara (Ousterhout, 1981).

El peso específico del huevo fresco disminuye con el aumento de la edad de la gallina y con la alta temperatura del ambiente a la cual la misma está sometida (Huston y Carmon, 1961). Roland (1979) determinó que el peso específico de huevos puestos por el mismo lote de ponedoras, pero con 9 meses de diferencia, disminuyó en 12 unidades desde el inicio al final, debido a que el peso del huevo aumentó un 14.5%, del cual el aumento de la cáscara fue tan solo un 2.9%. En el mismo experimento, Roland (1979) determinó que las gallinas con alta calidad en la cáscara al inicio del período de postura, también la tenían al final, y gallinas que presentaban baja calidad de cáscara al inicio, también lo presentaban al final. De hecho, las gallinas con buena calidad de cáscara al inicio, mostraban la misma calidad al final de la postura, que las gallinas de baja calidad al inicio de la postura. Poggenpoel (1986) verificó una disminución de .004 unidades de peso específico en las mismas gallinas, cuando éstas aumentaron de 34 a 57 semanas de edad. Un huevo pequeño tiene un mayor peso específico ($P < .001$) que uno grande con el mismo espesor de cáscara, con una tasa de disminución de 0.00053 unidades de peso específico por cada 1 g. que aumenta el peso del huevo (Nordstrom y Ousterhout, 1982).

4.4.3.2. Tiempo y condiciones de almacenamiento

Hamilton y Thompson (1981) verificaron que el peso específico del huevo disminuye con el tiempo de almacenamiento ($P < 0.001$) de manera lineal con una tasa de disminución de 0.00046 unidades por día cuando los huevos están almacenados a 10°C, concluyendo que dicha disminución era debida a la pérdida de peso del huevo a

través del tiempo. No se encontró bibliografía que indicara concretamente la posible variación del peso específico con relación a la temperatura y humedad relativa en el almacenamiento, pero se podría suponer, que así como dichas condiciones afectan al peso del huevo, indirectamente influirían en el peso específico.

4.5. CALIDAD INTERNA DEL HUEVO

La calidad interna del huevo abarca muchos aspectos, entre ellos, la calidad de la albúmina y de la yema. Cuando la albúmina densa pierde su consistencia inicial y se vuelve acuosa, puede decirse que su calidad se encuentra comprometida. Esto ocasiona una desituación de la yema de su posición central y generalmente se acompaña de una mayor proporción de albúmina acuosa. Para el caso de la yema, la pérdida de la calidad esta relacionada a la pérdida de forma, y la rotura al momento de abrir el huevo. Esto indica una pérdida en la resistencia de la membrana vitelina.

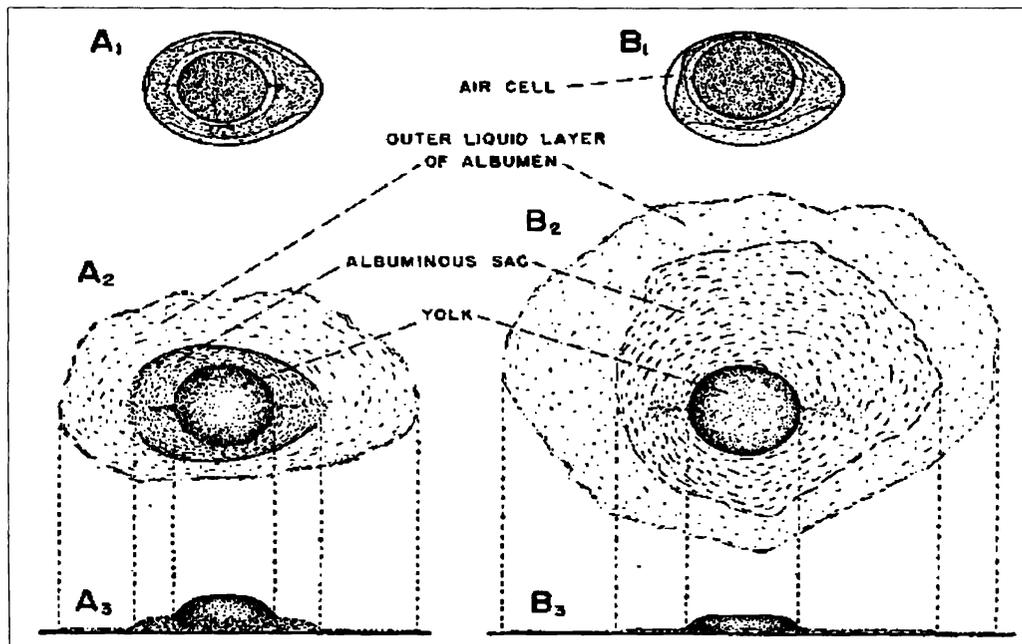


Figura II. Comparación entre la estructura de un huevo fresco, A, y un huevo viejo, B. A₁ y B₁, sección longitudinal de un huevo duro; A₂ y B₂, huevos abiertos mirados desde arriba; A₃ y B₃, huevos abiertos vistos desde un lado. (Tomado de *The Avian Egg*, Romanoff y Romanoff, 1949)



4.5.1. Unidades Haugh

Generalmente un huevo es considerado de mayor calidad cuanto mayor porcentaje de albúmina densa contenga, y probablemente más importante aún, cuanto mayor sea la consistencia de la misma (Romanoff y Romanoff, 1949). Existen varias formas de medir la calidad de la albúmina densa, pero las Unidades Haugh (en adelante, UH) son sin duda la medida más utilizada desde que fue introducida por Haugh en el año 1937. Esta está relacionada con el logaritmo del espesor de la albúmina densa y se corrige en función del peso del huevo. Se expresa "unidades Haugh" de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Unidades Haugh} = 100 \log (H - 1,7 P^{0,37} + 7,57)$$

en donde:

H = Altura del albumen denso (mm).

P = Peso del huevo (g).

La escala de las unidades Haugh va de 20 a 110, siendo mayor cuanto más fresco es el huevo (Sauveur, 1993). Esta unidad usa una escala logarítmica y aplica un ajuste por el peso del huevo que corresponde a una regresión de 0.05mm/g (Eisen y col, 1963). Las críticas a la UH están basadas fundamentalmente en la corrección de la altura de la albúmina con el peso del huevo. Muchos autores (Eisen y col., 1963; Kidwell y col., 1964; Silversides y Villeneuve, 1994) han concluido que dicho ajuste por el peso es incorrecto, ya que éste varía con el tiempo de almacenamiento. Kidwell y con (1964) sugirieron que la UH sería útil para la evaluación del huevo fresco, pero no para huevo almacenado. Silversides y Villeneuve (1994) propusieron medir solo la altura de la albúmina densa como medición de calidad, sin embargo, existe una alta correlación genética entre la altura de la albúmina y las UH (Wesley y Stadelman, 1959; Poggenpoel, 1986). A pesar de las críticas de estos autores, la UH es la medida más utilizada para la evaluación de la calidad de la albúmina en toda la industria avícola (Williams, 1992).

4.5.2. Índice de Yema

La calidad de la yema puede medirse mediante el índice de yema (en adelante IY), el cual resulta de la división de la altura sobre el ancho de la misma; y su valor se encuentra usualmente entre 0.39 y 0.42. Un valor bajo de IY está asociado con huevos de avanzada edad, y un huevo fresco es considerado de baja calidad cuando este índice es bajo (Romanoff y Romanoff, 1949).

La membrana vitelina que envuelve la yema, juega un rol importante en la calidad del huevo. A medida que el huevo envejece, la membrana vitelina se estira y se vuelve más débil. Esto, no solo es un problema para el consumo del huevo en cáscara, sino también para el procesamiento del huevo líquido (Heath, 1976). En condiciones adversas, la albúmina densa se deteriora volviéndose más acuosa provocando la difusión de agua hacia la yema, por lo tanto, la yema incrementa su tamaño a expensas de la albúmina. Esta situación induce a la disminución en el IY y en las UH (Pavlovski, 1990).

4.5.3. Factores que influyen sobre la Calidad Interna

4.5.3.1. Edad de la Gallina

La edad de la gallina afecta en forma negativa en la calidad interna del huevo, tanto en el huevo fresco como en el almacenado. Las UH de los huevos frescos disminuyen con el aumento de la edad de la gallina (Cunningham y col., 1960; Huston y Carmon, 1961; Fletcher y col., 1983; Izat y col., 1986). Las gallinas, al inicio de la postura, presentan mayores UH que aquellas que se encuentran en la mitad y al final de éste período, condición que se mantiene en el tiempo (De Souza y col, 1994); así mismo, la pérdida de la calidad interna (expresada en UH), está influenciada con la edad de la gallina (Hill y Hall, 1980). Poggenpoel (1986) determinó una disminución de 10 UH en gallinas, cuyos huevos fueron evaluados a las 34 semanas de edad y luego a las 57 semanas de edad.

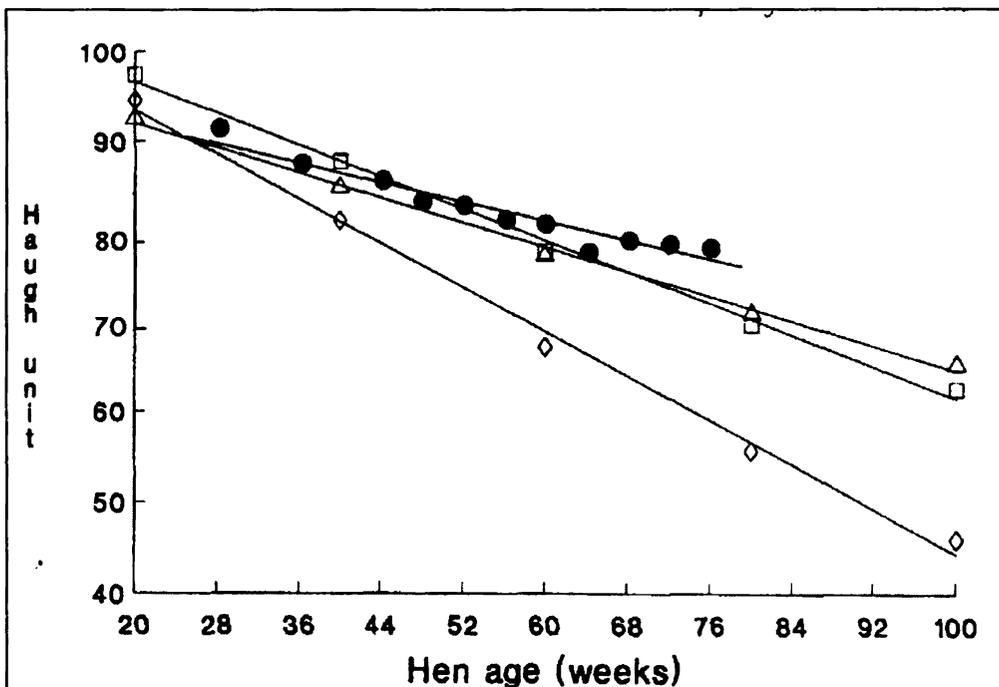


Figura III. Relación entre la edad de la gallina y la unidad Haugh de huevos de un día de edad provenientes de ponedoras de diferentes líneas genéticas. Mezcla de ocho líneas canadienses (●; Hill y col., 1980), SIRO CT (□), Hyline 300 (Δ) y Tegal super brown (◇). Tomado de Williams (1992)

La edad de la gallina también tiene un efecto significativo sobre el IY. Las gallinas al inicio de la postura presentan un índice mayor que aquellas que se encuentran a la mitad y al final de la misma (Ngoka y col., 1983; De Souza y col., 1994). Dado que los huevos provenientes de gallinas jóvenes presentan mayor resistencia en la membrana vitelina y mayor IY que huevos de gallinas al final de la postura, se podría explicar porque es más común la ruptura de la yema en huevos provenientes de estas últimas (Ngoka y col., 1983). Sin embargo, los mismos autores verificaron que, si bien, los huevos de las gallinas jóvenes presentaban mayor IY que los huevos de las gallinas viejas, éste disminuía en forma más rápida cuando al huevo se lo sometía a altas temperaturas.

4.5.3.2. Tiempo y Condiciones de Almacenamiento

A medida que el huevo envejece, varias características de la albúmina y la yema se modifican provocando una pérdida en la calidad de las mismas. Básicamente, durante el almacenamiento, se produce el pasaje de agua desde la albúmina hacia la yema, provocando un debilitamiento de la membrana vitelina (Carr, 1939).

Huevos almacenados a bajas temperaturas presentan mayores UH que aquellos almacenados en temperaturas más altas (Fry y Newell, 1957; Alleoni y Antunes, 2001). De Souza y col. (1995) verificaron que el tiempo de almacenamiento es el factor que afecta mas negativamente la calidad interna de los huevos.

La humedad relativa ambiente afecta la calidad de la albúmina, pero no es importante su influencia en la disminución de las UH. Sin embargo, la temperatura de almacenamiento influencia significativamente a la albúmina, independientemente de la humedad relativa (Korslund y col., 1957; Pavlovski, 1990).

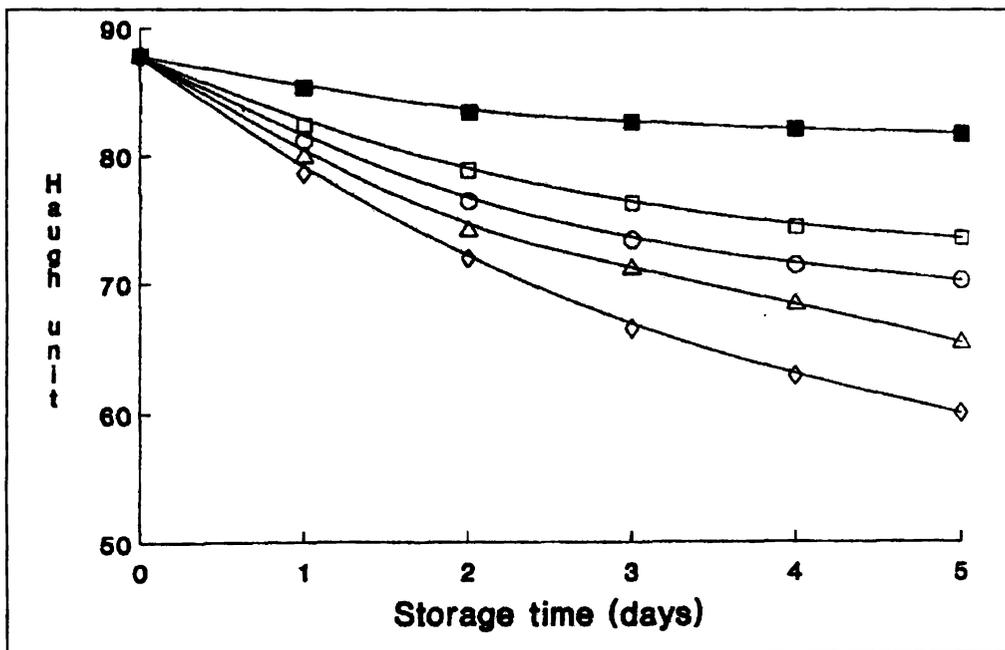


Figura IV. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la unidad Haugh en huevos almacenados por 6 días. 24 °C (◇), 21 °C (Δ), 15.5 °C (○), 10 °C (□), -1 °C (■). Tomado de Williams (1992).

Como en la albúmina, la forma de la yema y la resistencia de la membrana vitelina se deteriora con el tiempo. Fromm (1966) concluyó que con el envejecimiento del huevo, la membrana vitelina se debilita por la pérdida de su última capa. A medida que la fuerza de la membrana vitelina disminuye, también lo hace el Índice de Yema y las unidades Haugh (Kirunda y McKee, 2000). La tasa de deterioro depende de la temperatura de almacenamiento (Heath, 1975; Ngoka y col., 1983). Existe una regresión lineal entre el tiempo de almacenamiento y la condición de la yema, y la pendiente de esa línea varía directamente con la temperatura de almacenamiento (Wolk y col., 1952; Feeney y col., 1956), de lo que se puede concluir, que a mayor tiempo y temperatura de almacenamiento, menor IY.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

La ejecución del diseño se llevó a cabo en una granja avícola ubicada en la Ruta 94 Km. 100, Fray Marcos, Dpto. Florida, y la determinación de los diferentes parámetros en un Laboratorio ubicado en la ciudad de Montevideo. El mismo se realizó en el verano del 2004 comenzando en el mes de febrero para culminar a mediados de Marzo.

Se eligieron 2 lotes de aproximadamente 4000 ponedoras (Grupos I y II) de diferentes edades (63 y 23 semanas respectivamente) de la línea genética BABCOCK B380. Ambos se encontraban alojados en instalaciones similares (galpones abiertos equipados con jaula de tipo invertida, bebederos y comederos lineales) y consumían el mismo alimento, cuya composición era: 2850 Kcal EM/Kg, 20% PB y 3,8% Ca. A ambos lotes se les aplicó el mismo manejo, tanto productivo como higiénico – sanitario y presentaron una curva de postura similar de acuerdo a lo establecido por la línea genética (Figura V).

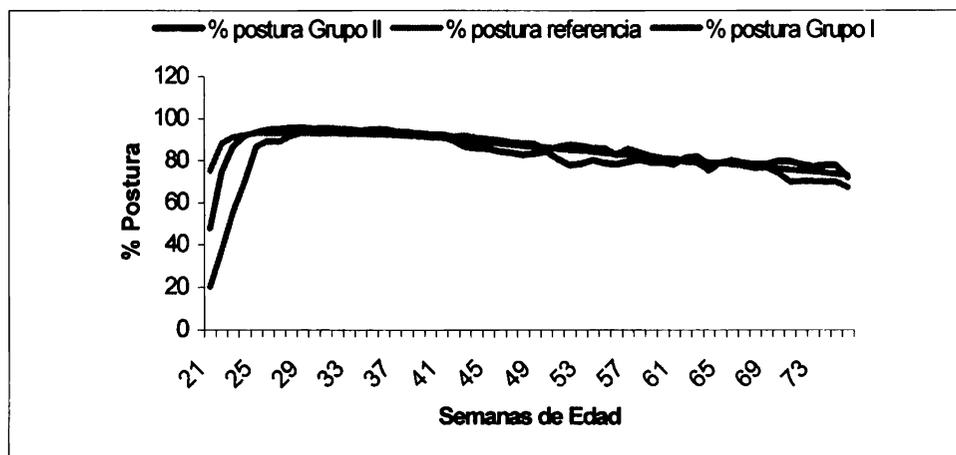


Figura V. Curva de Postura de Grupos I y II, y curva de postura de referencia de línea genética BABCOCK B380.

Al inicio del experimento (día 0) se recogieron 436 huevos del Grupo I y 445 huevos del Grupo II al azar.

Los estudios analíticos se llevaron a cabo en los días 0, 7, 14, 21, 28. Al día 0 se analizaron un total de 98 huevos, 49 en cada grupo. El resto fue sometido a dos condiciones diferentes de almacenamiento. En condiciones controladas (en adelante CC) (n = 397), con una temperatura de 3 ± 1 °C y una humedad del 82 ± 2 %; y en condiciones no controladas (en adelante CNC) (n = 386). Con excepción del día 0, en las siguientes instancias, los huevos almacenados en CC fueron retirados 6 horas previo a la evaluación de los parámetros, y fueron colocados junto con los huevos almacenados en CNC. La cantidad de huevos analizados en cada instancia puede observarse en el Cuadro I.

Cuadro 1. Distribución de los huevos analizados en cada grupo en los diferentes días.

| Días de Almacenamiento | Grupo I | | Grupo II | |
|------------------------|---------|----|----------|----|
| | CNC | CC | CNC | CC |
| 0 | 49 | | 49 | |
| 7 | 44 | 47 | 49 | 50 |
| 14 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 21 | 48 | 50 | 49 | 50 |
| 28 | 48 | 50 | 49 | 50 |

CNC = Condiciones no controladas; CC = Condiciones controladas

5.2. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL HUEVO

Los huevos fueron mirados con ovoscopio (observación a trasluz) para descartar los rotos o astillados previo al comienzo del ensayo.

Fueron luego pesados e identificados en forma individual. Fue utilizada una balanza marca Kern. 462-41 max. 100 g. de precisión 0,01 g. Si por alguna razón, se observaba un huevo roto o astillado, o se rompía durante la manipulación, éste era descartado.

El peso específico fue medido a continuación por el método de flotación. Los huevos que estaban almacenados en CC eran retirados de la misma y se colocaban junto a los almacenados en CNC 6 hrs. previo a la medición. Se emplearon 12 soluciones sobresaturadas de NaCl entre el rango de densidad de 1.045 a 1.100 con incrementos de 0.005. Las soluciones fueron preparadas en diferentes recipientes a los cuales se les colocaba agua y luego se le agregaba NaCl hasta lograr la densidad deseada. La densidad de cada solución fue medida con un densímetro con una escala de 0.001 comprendida entre 1.000 a 1.100. Los huevos fueron sumergidos en las soluciones en orden creciente y el peso específico del huevo fue establecido por la solución de menor densidad en donde el mismo flotaba. Cuando los huevos no flotaban en la solución en la que se los sumergía, éstos se lavaban con agua limpia y se secaban, y luego eran sumergidos en la siguiente solución. La densidad de las diferentes soluciones era controlada cada 25 huevos y era ajustada en el caso que fuera necesario, de modo de mantener constante a la misma.

Luego, los huevos fueron abiertos y apoyados en una superficie plana para la medición inmediata de las unidades Haugh y el índice de yema. Un trípode manual marca AMES, Whatham, Mass, USA, con precisión de 1 unidad Haugh fue utilizado para la medición de las unidades Haugh. Se midió la altura de la yema con un trípode, y su diámetro con un calibre. El índice de yema se obtuvo por división de la altura sobre el diámetro. Los huevos cuya membrana vitelina se rompía al momento de su apertura, no fueron considerados.

Las cáscaras junto con las membranas fueron colocadas en una estufa a 37° hasta obtener peso constante. Luego, fueron pesadas en la misma balanza utilizada para pesar el huevo. La medición del espesor de la cáscara y membranas fue realizada con un calibre llamado Tornillo de Palmer, de precisión de 0.01 mm, en la zona del ecuador de la cáscara. Si bien el espesor de la cáscara incluyendo las membranas no nos da una medida exacta de la cáscara propiamente dicha, probablemente sea un buen parámetro para estimarlo, especialmente porque existe la posibilidad de que las

membranas de la cáscara influyan sobre la resistencia de la misma (Ahmad y col., 1976). El porcentaje de cáscara se calculó a partir de una regla de tres simple, multiplicando el peso de la cáscara por 100 sobre el peso total del huevo.

5.3. ANALISIS ESTADISTICO

Las variables consideradas fueron el peso del huevo (PH) medido en gramos; el peso específico (PE); las unidades Haugh (UH); el Índice de yema (IY); el % de la cáscara residual en relación al peso total del huevo (PC) y el espesor de la cáscara junto con las membranas (EC) luego de ser secada medido en gramos. Para el análisis estadístico se utilizó el Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA 1989). Los datos se analizaron por procedimiento mixto y el modelo incluyó los efectos fijos de la edad de la gallina (65 o 23 semanas), tiempo de almacenamiento (0, 7, 14, 21 y 28 días) y las condiciones de almacenamiento (CNC o CC). Las diferencias se consideraron significativas si $P \leq 0.05$.

Por error en el procesamiento de los huevos con 14 días de almacenamiento, este día fue excluido del análisis estadístico de las variables espesor y porcentaje de cáscara, unidades Haugh e Índice de yema.

6. RESULTADOS

6.1. PESO DEL HUEVO

Se observó el efecto fijo de la edad de la gallina ($P < 0.0001$) sobre el peso del huevo, y del tiempo de almacenamiento ($P = 0.03$). También se observó el efecto de la interacción edad de la gallina, tiempo y condición de almacenamiento ($P = 0.0001$). El peso del huevo del grupo I fue mayor al del grupo II (65.37 ± 0.22 g. y 55.71 ± 0.22 g. respectivamente). Los resultados sobre el peso del huevo se pueden ver en la figura VI. Se observó una diferencia significativa en el peso de los huevos del grupo I cuando la condición era diferente, en los días 14, 21 y 28. En el día 14, el peso del huevo en condición no controlada fue significativamente mayor al resto de los valores pertenecientes a ese grupo. Al día 21 y 28, el peso fue significativamente menor en los huevos almacenados en condición no controlada que en aquellos en condición controlada. El grupo II no presentó valores significativamente diferentes con el tiempo ni la condición, con excepción del día 7, en donde el peso de los huevos almacenados en condición controlada fue significativamente mayor al resto de ese mismo grupo.

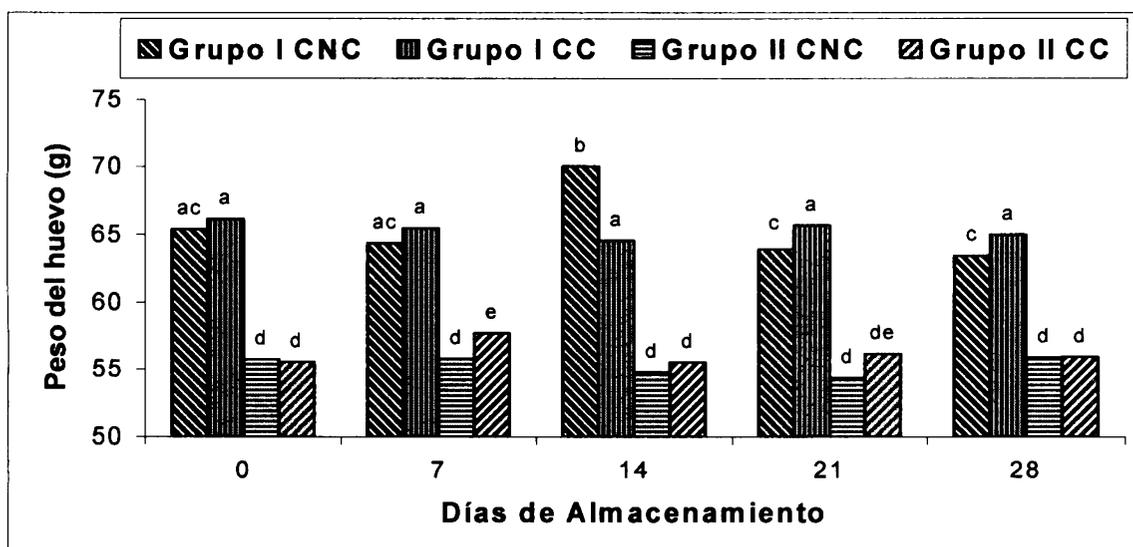


Figura VI. Efecto de la Edad de la Gallina, Tiempo y Condición de almacenamiento sobre el peso del huevo. CNC = condición no controlada; CC = condición controlada. Letras diferentes indican diferencia significativa $P < 0.05$

6.2. PESO ESPECIFICO

Hubo un efecto significativo de la edad de la gallina, el tiempo y la condición así como de interacción entre ellos ($P < 0.0001$). Se observó un menor peso específico en el grupo I con respecto al grupo II cuando la condición de almacenamiento era la misma, durante todo el período de estudio. Se encontró que en ambos grupos, el peso específico de los huevos mantenidos bajo condición no controlada, mostraron una mayor disminución a través del tiempo en comparación a aquellos mantenidos bajo condición controlada (Grupo I = 0.044 vs. 0.012 respectivamente; Grupo II = 0.048 vs. 0.017 respectivamente). Independientemente de la condición y de la edad de la gallina, el peso específico disminuyó a medida que transcurría el tiempo de almacenamiento. Los datos se observan en la Figura VII.

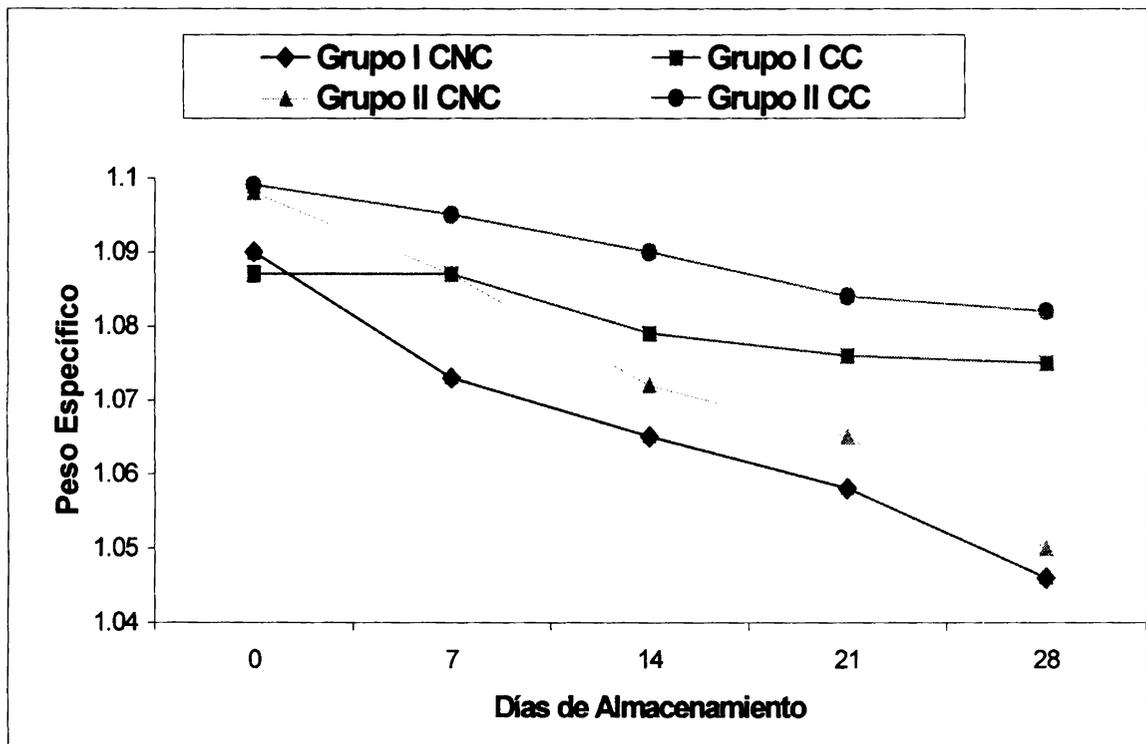


Figura VII. Efecto de la edad de la gallina, tiempo y condición de almacenamiento sobre el peso específico.

6.3. ESPESOR Y PORCENTAJE DE CÁSCARA

De los efectos fijos estudiados, solo la edad de la gallina influyó en el espesor y el porcentaje de la cáscara del huevo ($P < 0.0001$).

El espesor de la cáscara (Figura VIII) fue menor para el grupo I que para el grupo II (0.33 ± 0.002 y 0.37 ± 0.002 respectivamente).

De igual manera, el grupo I presentó menor porcentaje de cáscara (Figura IX) que el grupo II y ($8.99\% \pm 0.04$ y $11\% \pm 0.04$ respectivamente).

Ni el tiempo, ni la condición influyeron significativamente sobre estas variables.

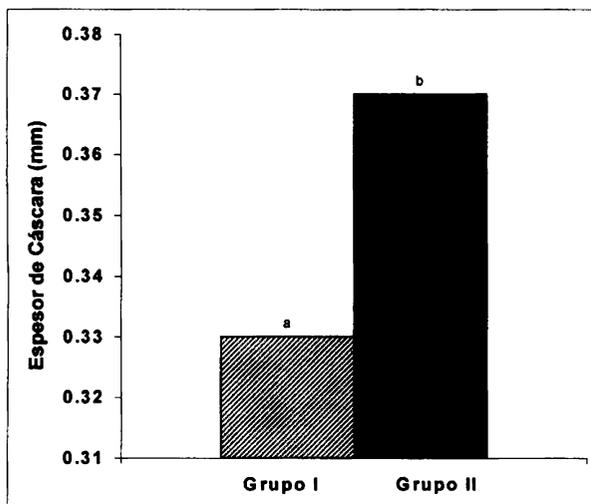


Figura VIII. Efecto de la edad de la gallina sobre el espesor de cáscara. Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

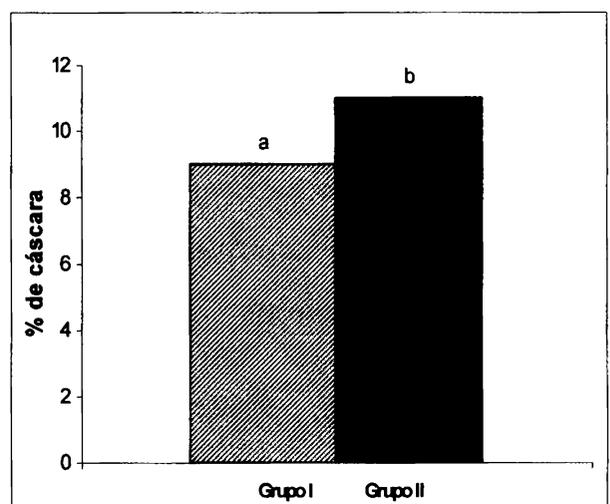


Figura IX. Efecto de la edad de la gallina sobre el porcentaje de cáscara. Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

6.4. UNIDADES HAUGH

Se observó el efecto fijo de la edad de la gallina, del tiempo y de la condición de almacenamiento, así como de la interacción tiempo y condición ($P < 0.0001$). También hubo efecto de la interacción edad de la gallina y tiempo ($P = 0.0018$) y de la interacción edad de la gallina, tiempo y condición ($P = 0.017$). Las UH del grupo II fueron significativamente mayor que las del grupo I ($99,6 \pm 0.25$ y 93.43 ± 0.27 respectivamente), condición que se mantuvo durante todo el tiempo. Los huevos mantenidos en condición controlada presentaron valores de UH significativamente mayor que aquellos mantenidos en condición no controlada (100.6 ± 0.25 y 92.4 ± 0.27 respectivamente). Los huevos del grupo I en condición no controlada presentaron una mayor disminución de UH que los almacenados en condición controlada (18,1 UH vs. 8,1 UH); lo mismo sucedió en el grupo II (21,1 UH vs. 5,9 UH). Los datos se observan en la Figura X.

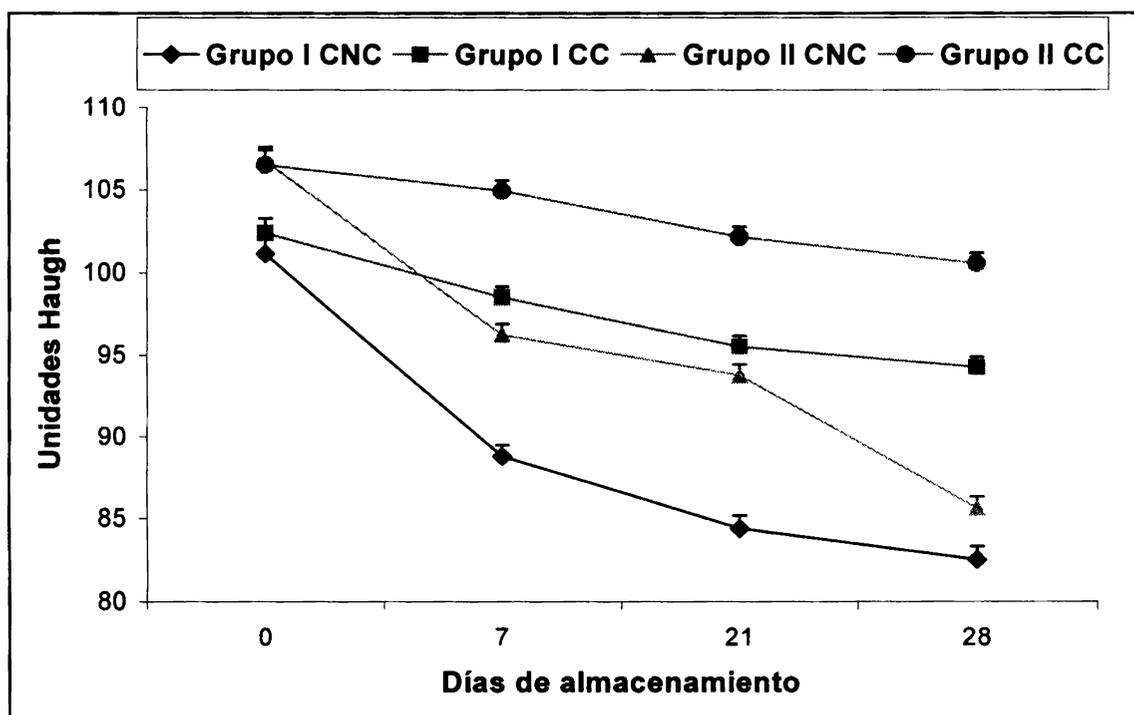


Figura X. Efecto de la edad de la gallina, tiempo y condiciones de almacenamiento sobre las unidades Haugh.

6.5. INDICE DE YEMA

Se encontró los efectos fijos de la edad de la gallina, el tiempo y la condición sobre esta variable, así como la interacción tiempo y condición ($P < 0.0001$). El IY fue mayor para el grupo II que para el grupo I (0.38 ± 0.002 y 0.34 ± 0.002). Los valores de IY en condición controlada no presentaron variación significativa a través del tiempo, mientras que aquellos en condición no controlada mostraron una disminución significativa a lo largo del mismo. La figura XI muestra una disminución casi lineal del IY en el tiempo para la condición no controlada.

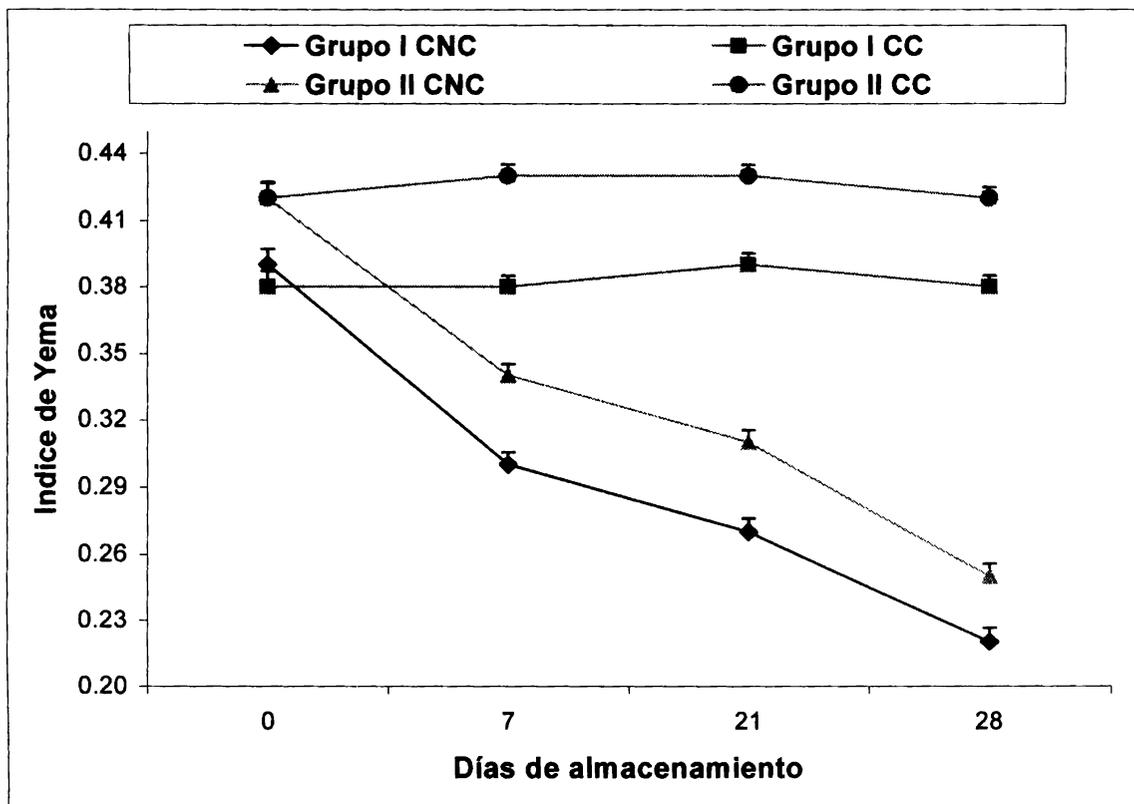


Figura XI. Variación en el Índice de Yema en función de la edad de la gallina, tiempo y condiciones de almacenamiento.

7. DISCUSION

7.1. PESO DEL HUEVO

Se comprobó un incremento en el peso del huevo con el aumento de la edad de la gallina. Estos resultados concuerdan con los de De Souza y col. (1994) en donde se encontró diferencias significativas en el peso del huevo en gallinas al inicio de la postura (27 semanas) y al final de la misma (68 semanas).

En este estudio no se comprobó la disminución de peso durante el tiempo de almacenamiento en ninguna de las situaciones estudiadas, con excepción de la muestra correspondiente al día 14 del grupo I en condiciones no controladas. En dicha instancia se constata un aumento en el peso que se le puede atribuir a un error en la manipulación dado la coherencia comprobada en los valores precedentes y posteriores a dicha muestra.

Estos resultados fueron inesperados ya que con el tiempo de almacenamiento, el peso del huevo disminuye fundamentalmente por la evaporación de sus componentes internos (Romanoff y Romanoff, 1949).

Este resultado difiere del hallado por Essary (1964) donde verificó la disminución de tanto en gallinas jóvenes como adultas mantenidos a temperatura ambiente y en refrigeración. En ese estudio el autor utilizó gallinas de diferente línea genética a las que formaron parte de este ensayo. En dicho trabajo, el citado investigador no especifica la edad de las gallinas jóvenes ni de las adultas de los lotes correspondientes. Además no cita los valores de temperatura y humedad de las condiciones de almacenamiento utilizadas.

Se estima que las diferencias surgidas entre estos estudios pueden atribuirse las causas anteriormente mencionadas.

7.2. PESO ESPECIFICO

En este estudio se demostró la influencia de la edad de la gallina sobre el peso específico, tanto para el huevo fresco como en el almacenado. Esto concuerda resultados hallados por Roland (1979) y por Poggenpoel (1986). Nordstrom y Ousterhout (1982) verificaron una disminución de 0.00053 unidades por cada 1 gr de incremento en el peso del huevo, lo cual explicaría los diferentes valores para ambas edades estudiadas.

Así mismo, las condiciones de almacenamiento y el tiempo del mismo influyeron sobre esta variable. Estos resultados concuerdan con los hallados por Hamilton y Thompson (1981) quienes verificaron una disminución significativa durante el almacenamiento. No obstante, estos autores le atribuyeron la causa de dicha disminución a la pérdida de peso del huevo.

En este estudio, no se verificó una pérdida significativa en el peso del huevo durante el tiempo de almacenamiento.

Por otra parte, el espesor y el porcentaje de cáscara no se vieron influenciados por el tiempo ni las condiciones de stock. Por lo tanto, no se debería atribuir en este caso la disminución del peso específico a una variación en la cáscara, mas allá de la relacionada a la edad de la gallina.

7.3. ESPESOR Y PORCENTAJE DE CASCARA

El efecto de la edad de la gallina sobre estas variables ha sido estudiado ampliamente con resultados coincidentes entre diferentes autores.

La disminución del espesor de cáscara debido al aumento de la edad de la gallina fue un resultado que era esperado dado los antecedentes encontrados. De igual manera lo fue la disminución del porcentaje con la edad de la gallina. La causa de estos eventos fue el incremento en el peso del huevo sin el aumento concomitante del peso de la cáscara (Washburn, 1982). Por otra parte, Nordstrom y Ousterhout (1982) encontraron

que a igual espesor de cáscara, el porcentaje de la misma disminuye debido al aumento del peso del huevo.

Tanto el espesor como el porcentaje de cáscara no se vieron influenciados por el tiempo ni por las condiciones de almacenamiento. Es lógico concluir que ambas variables no sufran variaciones dado que los factores que influyen en la formación de la cáscara intervienen antes de la puesta.

7.4. UNIDADES HAUGH

En este estudio se demostró la influencia de la edad de la gallina sobre las UH en todas las instancias de ensayo.

Con el envejecimiento de la gallina, los valores iniciales de unidades Haugh disminuyeron. Esto concuerda con los datos descritos por Cunningham y col., (1960), Huston y Carmon (1961), Hill y Hall (1980), Izat y col., (1986), Poggenpoel (1986) y por De Souza y col. (1994), en donde gallinas al inicio de la postura presentan valores mayores de UH que aquellas al final de la misma.

La pérdida de la calidad interna (expresada por las UH) está directamente relacionada con la edad de la gallina; es decir, cuanto mayor sea la edad de la gallina, menor la UH (Hill y Hall, 1980).

De igual manera se verificó un efecto del tiempo de almacenamiento y de la condición del mismo.

La pérdida de la calidad de la albúmina en relación a las unidades Haugh observada durante el transcurso del ensayo, así como la diferenciación según las condiciones de almacenamiento fue un resultado esperado. Estos resultados concuerdan con los de Alleoni y Antunes (2001). Estos autores verificaron una disminución del 53,5% en 7 días de almacenamiento, y de un 100% a los 14 días, cuando los huevos se encontraban a temperatura ambiente y a 75% de humedad.

En nuestro estudio, la disminución de las unidades en condiciones no controladas no se presentó de forma tan espectacular. Se observó una disminución del 19,8% a los 28 días para el grupo II, y del 18,1 % para el mismo tiempo en el grupo I. Los huevos de

las gallinas utilizados por ellos provenían de diferente genética a los usados en este estudio. Se ha comprobado que existe un efecto de la genética sobre esta variable (Williams, 1992), por lo tanto esto podría ser la causa de dicha diferencia.

7.5. INDICE DE YEMA

La edad de la gallina fue un efecto determinante en esta variable. Se observó la superioridad de las ponedoras jóvenes sobre las adultas en relación con el índice de yema, como se había observado en el caso de las unidades Haugh.

Estos resultados concuerdan con los verificados por Ngoka y col. (1983) y por De Souza y col. (1994). Además, Ngoka y col. (1983) encontró una relación directa entre el índice de yema y la resistencia de membrana vitelina, es decir que, a mayor resistencia, mayor índice encontrado.

En nuestro ensayo el índice de yema no varió en forma significativa cuando los huevos se encontraban almacenados en refrigeración. Sin embargo, bajo condiciones adversas de stock esta variable sufrió cambios considerables, presentando una disminución significativa para ambas edades estudiadas.

Heath (1975) indicó que el movimiento del agua a través de la membrana vitelina varía de acuerdo a diferentes condiciones de almacenamiento. La disminución de las unidades Haugh en los huevos en condiciones controladas de stock indica que existió pasaje de componentes desde la albúmina hacia la yema, sin embargo, este pasaje no fue suficiente para provocar la disminución del índice de yema. Por el contrario, se observó que en los huevos almacenados en condiciones no controladas la disminución mayor de unidades Haugh tuvo repercusión significativa en el índice de yema, provocando concomitantemente la disminución del mismo.

Con relación a los resultados obtenidos de los huevos almacenados en condiciones controladas, Heath (1975) encontró diferentes resultados. El autor verificó la disminución del índice de yema en huevos refrigerados por 7 días. No obstante, las condiciones de almacenamiento en ese caso incluían una temperatura de 6°C y una

humedad relativa desconocida, mientras que en nuestro caso, la temperatura fue de 3 ± 1 °C y una humedad del 82 ± 2 %.

De acuerdo a los resultados provenientes de los huevos almacenados en condiciones no controladas, varios autores verificaron la disminución del índice de yema en relación al aumento de temperatura de almacenamiento (Wolk y col., 1952; Feeney y col., 1956; Heat, 1975; Kirunda y McKee, 2000).

8. CONCLUSIONES

Este estudio demostró que la edad de la gallina influye en la calidad del huevo, tanto fresco como almacenado. Se verificó que con el envejecimiento de la gallina, la calidad inicial disminuye. Claramente, este efecto fue el más importante de los tres estudiados, ya que el mismo influyó en la totalidad de las variables estudiadas.

El efecto del tiempo y de la condición de almacenamiento se observó en las variables de calidad interna y sobre el peso específico. Se observó que tanto el tiempo como la condición son determinantes en la durabilidad del producto luego de puesto, independientemente de la edad de la gallina que lo puso.

En la industria avícola es necesario tener lotes de ponedoras de diferentes edades de producción de manera de asegurarse diferentes tamaños de huevos para satisfacer diferentes clientes.

Es necesario que los productores tomen en cuenta que la calidad inicial del huevo disminuye con el envejecimiento de la gallina. En relación a esto, es muy importante que ante la opción de mantener partidas de huevo en condiciones de stock como las citadas en el presente estudio se prioricen las procedentes de aves de menor edad.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad MM, Froning GW, Mather FB, Bashford LL. (1976) Relationships of egg specific gravity and shell thickness to quasi-static compression tests. Poultry Sci; 55:1282-1289
2. Alleoni ACC, Antunes AJ. (2001) Haugh unit as a measure of the quality of hen eggs stored under refrigeration. Sci. agric.; 58:681-685
3. Benjamin EW, Price HC. (1949) The Egg. Jon Wiley & Sons, Inc. New York, NY.
4. Car RH. (1939) The measurement of freshness of unbroken eggs. Poultry Sci; 18:225-231
5. Cunningham FE, Cotteril OJ, Funk EM. (1960) The effect of season and age of bird. I. On egg size, quality and yield. Poultry Sci; 39:289-299
6. De Souza HBA, Souza PA, Brognoni E, Rocha OE. (1994) Influência da idade da ave sobre a qualidade dos ovos. Científica, São Paulo; 22:217-226
7. Eisen EJ, Bohren BB. (1963) Some problems in the evaluation of egg albumen quality. Poultry Sci; 42:74-83
8. Essary EO. (1964) Weight changes during storage of eggs and egg yolks and change in rd values of yolks from pullets and mature hens. Poultry Sci; 43:216-222
9. Essary EO, Sheldon BW, Crews SL. (1977) Relationship between shell and shell membrane strength and other shell characteristics. Poultry Sci; 56:1882-1888
10. Etches, JR. (1996) Reproducción aviar. Editorial Acribia S.A.
11. Feeney RE, Weaver JM, Jones JR, Rhodes MB. (1956) Studies of the kinetics and mechanisms of yolk deterioration in shell eggs. Poultry Sci; 35:1061-1066
12. Fletcher DL, Britton WM, Pesti GM, Rahn AP. (1983) The relationship of layer flock age and egg weight on component yields and solids content. Poultry Sci; 62:1800-1805
13. Fromm D. (1966) The influence of ambient pH on the moisture content and yolk index of the hen yolk. Poultry Sci; 45:234-241
14. Fry JL, Newell GW. (1957). Management and holding conditions as they affect the interior quality of eggs. Poultry Sci; 36:240-246

15. Hamilton RMG. (1982) Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. Poultry Sci; 61:2022-2039
16. Hamilton RMG, Thompson BK. (1981) The effects of storage duration on nondestructive deformation, quasi-static compression strength, impact fracture strength, and specific gravity of eggs from white leghorn hens. Poultry Sci; 60:517-522
17. Heath JH. (1975) Investigation of changes in yolk moisture. Poultry Sci; 54:2007-2014
18. Heath JH. (1976) Factors affecting the vitelline membrane of the hen's egg. Poultry Sci; 55:936-942
19. Hill AT, Hall JW. (1980) Effects of various combinations of oil spraying, washing, sanitizing, storage time, strain, and age of layer upon albumen quality changes in storage and minimum sample sizes requires for their measurement. Poultry Sci; 59:2237-2242
20. Hurnik JF, Summers JD, Reinhart BS, Swierczewska EM. (1977) Effect of age on the performance of laying hens during the first year of production. Poultry Sci; 56:222-230
21. Huston TM, Carmon JL. (1961) The influence of high environmental temperature on specific gravity and albumen quality of hen eggs. Poultry Sci; 40:1060-1062
22. Izat AL, Gardner FA, Mellor DB. (1986) The effects of age of bird and season of the year on egg quality. II. Haugh Units and compositional attributes. Poultry Sci; 65:726-728
23. Jacobs JP, Miles RD, Mather FB. (2000) Egg quality. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
<http://edis.ifas.ufl.edu>
24. Kidwell MG, Nordskog AW, Forsythe RH. (1964) On problem of correcting albumen quality measures for egg weight. Poultry Sci; 43:42-49
25. Kirunda DFK, McKee SR. (2000) Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. Poultry Sci; 79:1189-1193

26. Korslund HJ, Marion WW, Stadelman WJ. (1957) Some factors affecting quality loss in shell eggs. *Poultry Sci*; 32:338-341
27. Mountney GJ, Vanderzant C. (1957) Relationship of selected egg quality measurements. *Poultry Sci*; 36:908-913
28. Ngoka DA, Froning GW, Babji AS. (1983) Effect of temperature on egg yolk characteristics of eggs from young and old laying hens. *Poultry Sci*; 62: 718-720
29. Nordstrom JO, Ousterhout LE. (1982) Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. *Poultry Sci*; 61:1991-1995
30. Ousterhout LE. (1981) The effects of phased feeding protein and calcium on egg weight and shell quality with four strains of white leghorn hens. *Poultry Sci*; 60:1036-1042
31. Parson AH. (1982) Structure of the eggshell. *Poultry Sci*; 61:2013-2021
32. Pavlovski Z. (1990) The effect of production mode and market conditions on the quality of eggs in Yugoslavia.
<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/a07/C1901596.pdf>
33. Poggenpoel DG. (1986) Correlated response in shell and albumen quality with selection for increased egg production. *Poultry Sci*; 65:1633-1641
34. Roland DA. Sr. (1979) Factors influencing shell quality of aging hens. *Poultry Sci*; 58:774-777
35. Roland DA. Sr. (1981) Relation of interval between eggs and time of oviposition to egg shell quality. *Poultry Sci*; 60:1066-1070
36. Romanoff AL, Romanoff AJ. (1949) *The avian egg*. Jon Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
37. Sauveur B. (1993) *El huevo para consumo: bases productivas*. Versión española de Buxadé C. Madrid, España, Mundi-Prensa, Aedos, INRA
38. Silversides FG, Villeneuve P. (1994) Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poultry Sci*; 73:50-55
39. Stadelman WJ, Cotterill OJ. (1995) *Egg science and technology*. WJ Stadelman & OJ Cotterill Editors. 4th edition.
40. Van Toledo B, Parsons AH, Combs GF Jr. (1982) Role of ultrastructure in determining eggshell strength. *Poultry Sci*; 61:569-572

- 41.**Voisey PW, Hamilton RMG. (1977) Sources of error in egg specific gravity measurements by the flotation method. Poultry Sci; 56:1457-1462
- 42.**Washburn KW. (1982) Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in commercial production. Poultry Sci; 61:2005-2012
- 43.**Williams KC. (1992) Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World Poultry Sci. J.; 48:5-16
- 44.**Wesley RL, Stadelman WJ. (1959) Measurements of interior egg quality. Poultry Sci; 38:474-481
- 45.**Wolk J, McNally EH, Brant AW. (1952) Yolk measurements used as a indication of temperature deterioration of eggs. Poultry Sci; 31:386-388