

71
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

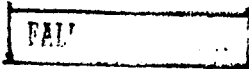
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**DISTRIBUCION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y SU
RELACION CON EL GROSOR DE LA CUTICULA DE
HUEVOS PROCEDENTES DE REPRODUCTORAS
PESADAS DE 60 SEMANAS DE EDAD**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
ALFREDO JOSE CACHO RIBEIRO

ASESORES: M.V.Z. JOSE A. QUINTANA LOPEZ
M.V.Z. JOSE E. BARBOSA ESTUDILLO
M.V.Z. RICARDO NAVARRO FIERRO
FIS. JORGE MARQUEZ FLORES

MEXICO, D. F.



1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN

I	INTRODUCCION.....	1
II	MATERIAL Y METODOS	
II.I	Muestras.....	8
II.II	Determinación de la gravedad específica.....	8
II.III	Estimación del peso del cascarón.....	9
II.IV	Procesamiento Digital de Imágenes (PDI).....	10
II.V	Análisis estadístico.....	16
III	RESULTADOS	
III.I	Calibración Fotométrica.....	17
III.II	Estimación de la variación en los datos obtenidos por PDI.....	17
III.III	Análisis de la relación entre las diferentes variables estimadas.....	18
IV	DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	19
	CUADROS Y GRAFICAS.....	25
	APENDICE.....	31
	LITERATURA CITADA.....	36

Cacho Ribeiro Alfredo José. DISTRIBUCION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y SU RELACION CON EL GROSOR DE LA CUTICULA DE HUEVOS PROCEDENTES DE REPRODUCTORAS PESADAS DE 60 SEMANAS DE EDAD.

Asesores: MVZ. Jose A. Quintana López, MVZ. Jose E. Barbosa Betudillo, MVZ. Ricardo Navarro Fierro y Fis. Jorge Márquez Flores.

RESUMEN: Se determinó la gravedad específica y el grosor de la cutícula de 200 huevos de reproductoras Arbor Acres de 60 semanas de edad. La gravedad específica se obtuvo por el Método de Arquímedes y el grosor de la cutícula por técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI). Se obtuvieron como datos adicionales el peso, el volumen y el peso del cascarón de todos los huevos, y el perímetro, la superficie, el diámetro mayor y el diámetro menor de la imagen de cada huevo. Se hicieron pruebas estadísticas de correlación lineal simple entre todas las variables y de correlación de Spearman entre la gravedad específica y el grosor de la cutícula, y entre el grosor de la cutícula y el peso del cascarón. Las correlaciones encontradas entre la gravedad específica y el grosor de la cutícula, fueron significativas ($P < .05$) en ambas pruebas. Se sugiere que la disminución de la calidad del cascarón va acompañada de una disminución en el grosor de la cutícula.

I. INTRODUCCION

El cascarón protege al embrión contra el medio externo, proveyéndolo de una fuente de calcio ⁴⁹ y controlando el intercambio gaseoso durante la incubación, así como la pérdida de humedad a través de la evaporación. 24,35,41,42

La calidad del cascarón se entiende como el grosor, y la dureza del mismo, 19,26 y se encuentra íntimamente relacionada con la incubabilidad y la calidad del huevo. 24,31,37 es por ello que se han desarrollado diversos métodos para medirla, entre los que se encuentran los indirectos o no destructivos y los directos o destructivos. 12,19,20,21,39,46,51,54

Olson fue el primero en informar que la gravedad específica de un huevo está relacionada con el porcentaje de cascarón, reflejando el peso del cascarón relativo al peso del contenido del huevo, y de esta manera, puede ser utilizado como un indicador no destructivo de calidad de cascarón. 14,19,23,33

La gravedad específica está relacionada con el grosor del cascarón 7,13,18,23,25,39,40,51,53,54 y es rutinariamente utilizada en la selección de parvadas de reproductoras tanto en líneas productoras de huevo incubable como de huevo para plato, 23 además, es uno de los métodos más ampliamente usados para medir calidad de cascarón. 19,21,22,25,33,37,48

El cascarón tiende a ser más delgado en parvadas viejas y decrece en calidad conforme aumenta la edad de la gallina después del pico de postura, reflejándose en una disminución en los valores de gravedad específica 12,17,22,26,24,31,34,39,47 y de incubabilidad. 24,31,37 El adelgazamiento del cascarón conforme la gallina envejece, se debe a que el peso del cascarón no aumenta en la misma proporción que el peso y tamaño del huevo; 13,26,34,43 esto también tiene como resultado el incremento en la presentación de fracturas. 19,26,53

La gravedad específica tiene una correlación positiva con la incubabilidad. 31,37 Un decremento de 0.005 unidades de gravedad específica, representa una reducción del 3% en la incubabilidad. 24

Dos métodos son utilizados para medir la gravedad específica en los huevos: el de flotación y el de Arquímedes. 19,20,23,46 El de flotación es el más utilizado por ser rápido, económico y poderse manejar un gran número de muestras al mismo tiempo. 19,33,52 sin embargo, los datos obtenidos a partir del método de flotación son discontinuos, 23,25,46,53 debido a los incrementos arbitrarios (generalmente de 0.004 unidades) entre las soluciones, 8,19,46,53 presentándose de esta forma un margen no especificado en las mediciones realizadas entre una solución y otra; 25,53 las pérdidas de agua por evaporación y las variaciones de temperatura también son una fuente de error por alteraciones en la densidad. 14,19,25,52 lo que puede conducir a errores hasta de .006 unidades de gravedad específica. 46,52

El método basado en el principio de Arquímedes, que consiste en la comparación del peso de un huevo y el peso del agua desplazada por el mismo cuando es completamente sumergido,^{8,19,23,25,48} es poco utilizado debido a que solo se puede procesar una muestra por turno, sin embargo, es más preciso que el de flotación.^{23,25,46} Por este método los datos obtenidos son continuos,⁸ y las fluctuaciones de temperatura pueden ser fácilmente corregidas multiplicando el peso del agua desplazada por el factor de corrección correspondiente a la temperatura del agua en el momento de la medición.^{23,46}

La matriz orgánica del cascarón puede ser dividida en al menos cuatro fracciones, basándose en sus características químicas histoquímicas y morfológicas, entre las que están las membranas del cascarón y la cutícula.²⁹

La cutícula es una cubierta formada principalmente por péptidos, forma parte de la matriz orgánica del cascarón cubriendo su superficie externa,^{4,29,44} constituye una barrera física para la pérdida de vapor de agua^{32,36,50} y protege al huevo de la invasión de agentes externos como bacterias y hongos.^{5,24,44,50}

La penetración de microorganismos al interior del huevo, puede causar la muerte del embrión disminuyendo de esta manera la incubabilidad.^{24,28} La cutícula tiene un importante papel en la protección del huevo contra la entrada de microorganismos.⁴⁵

Peebles et al.^{36,38} y Tullet⁵⁰ mencionan que la destrucción de la cutícula puede aumentar la pérdida de peso y de vapor de

agua del huevo; ambos en función del grosor y la porosidad del cascarón.³⁷

También se ha sugerido que la morfología y la cantidad de cutícula en huevos de reproductoras pesadas cambia durante el ciclo de producción, y que al final de éste, hay un aumento en la pérdida de vapor de agua a través del cascarón debido a una reducción en el grosor de la cutícula, o a cambios en su morfología³⁶. Las fisuras o fracturas en la cutícula tal vez conecten los canales de los poros con el exterior del huevo, contribuyendo a aumentar la pérdida de vapor de agua.⁶

El intercambio gaseoso (oxígeno y dióxido de carbono) y la pérdida de vapor de agua, tienen lugar a través de miles de poros microscópicos en el cascarón,^{35,50} que actúan como medio de comunicación entre el medio externo y el interior del huevo.^{35,49} El papel más importante en la resistencia a este intercambio gaseoso, ha sido atribuido a la porción de CaCO_3 del cascarón y en menor grado a las membranas del cascarón y a la cutícula.^{36,42} Un número de poros suficientemente alto en relación al grosor del cascarón, es requerido para un desarrollo e incubación adecuados.⁴¹ La porosidad del cascarón, está directamente relacionada con la pérdida de vapor de agua e inversamente relacionada con el grosor del cascarón y la gravedad específica.³⁷

La cutícula puede ser detectada por medio de la tinción del cascarón con colorantes especiales como el Edicol Pea Green.^{2,5,45} Evidencia concluyente demuestra que dicho colorante

tífe específicamente la cutícula al ponerlo en contacto con la superficie del cascarón.⁵ Las observaciones hechas en huevos teñidos con Edicol Pea Green parecen indicar que la cutícula no sólo cubre los orificios externos de los poros, sino también sella los canales de los poros.^{5,45}

El grosor de la cutícula puede ser cuantificado mediante el uso de un reflectómetro, instrumento con el que se mide el porcentaje de reflectancia del cascarón antes y después de teñirlo con Edicol Pea Green, siendo la relación entre la primera medición y la segunda, expresada como un valor relativo de grosor de cutícula*. Mientras mayor sea la diferencia entre las dos mediciones, mayor será el grosor de la cutícula. El grado de captación del colorante aumentará conforme aumente el grosor de la cutícula, lo que se reflejará en variaciones de tonalidad entre huevos con diferente grosor de cutícula*.

Para la cuantificación de la cutícula en este estudio, se utilizaron técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), que consisten en extraer y procesar información de la imagen de un objeto, mediante un modelo matemático de dicha imagen, y programas de cómputo especializados*. Estos programas realizan un tratamiento numérico de la imagen,^{3,15,16,30} a base de

*Dr. Bruce J.M. Comunicación personal. 1989

*BIOCOM/UNAM; UDIPI, CIUNAM: Bio-200, Système Photométrique d'Analyse d'Images. Vers. 1.5, Logiciel IMAL.BIOCOM, Imagerie Instrumentation Biotechnologique, Paris, France, 1989.

unidades de imagen llamadas "píxeles", a las cuales se asignan valores de intensidad luminosa y que es posible almacenar en la memoria de una computadora tipo IBM-PC compatible.^{3,16}

Uno de los programas que se utilizó, permite hacer mediciones de tipo fotométrico y morfométrico.^{*,9,16} Con las mediciones de tipo fotométrico pueden cuantificarse hasta 256 niveles diferentes de gris (niveles de gris medio), desde el negro (valor mínimo igual a 0), hasta el blanco (valor máximo igual a 255).⁺

De esta forma, a partir de los niveles de gris medio (NGM), se miden el promedio y la dispersión (desviación estándar) de tonalidad, en la imagen de cada muestra que se analiza (10). En el presente trabajo, la muestra fue el cascarón de cada uno de los huevos que se sometieron al estudio: proporcionando, de esta manera, un valor relativo de tonalidad del cascarón antes y después de tefñirlo. El margen de error fotométrico, debido al proceso de digitalización de imagen, es mínimo (aproximadamente de 2 unidades de gris, en la escala de 0 a 255), si se controlan adecuadamente las condiciones de iluminación.⁺

El proceso de fotometría mediante PDI, es una alternativa equivalente a la reflectancia obtenida con el reflectómetro, con

*BIOCOM/URAM; UDIPI, CIUNAM: Bio-200, Système Photométrique d'Analyse d'Images. Vers. 1.5, Logiciel IMAL.BIOCOM, Imagerie Instrumentation Biotechnologique, Paris, France, 1989.

la ventaja de poder obtener otros parámetros, tales como la dispersión media (desviación estándar) del NGrm, el área y el perímetro de la región cuantificada.

Es bien conocido que la gravedad específica es utilizada como un indicador de calidad del cascarón y de incubabilidad en huevos de reproductoras, también lo es, que la susceptibilidad del huevo a la descomposición e invasión por microorganismos aumentan al avanzar la edad de la gallina después del pico de postura, lo que ha sido atribuido principalmente a un decremento en la calidad del cascarón; sin embargo, aparentemente no se han hecho estudios para conocer la relación de la calidad del cascarón con el grosor de la cutícula, relación que de existir, ayudaría a explicar más claramente el decremento de la incubabilidad conforme envejece la gallina.

HIPOTESIS

Existe una relación directa entre la calidad del cascarón (determinada indirectamente mediante la gravedad específica) y el grosor de la cutícula. A un aumento de los valores de gravedad específica, corresponderá un aumento en el grosor de la cutícula.

OBJETIVOS

Determinar si existe relación entre la gravedad específica y el grosor de la cutícula de huevos procedentes de reproductoras pesadas de 60 semanas de edad.

II. MATERIAL Y METODOS

II.I Muestras

Se utilizaron 200 huevos procedentes de una parvada de 2000 reproductoras Arbor Acres de 60 semanas de edad. Las muestras se recolectaron al azar entre los huevos disponibles a las 10:30 am. Cada uno de los huevos fue numerado y todas las pruebas se realizaron en forma individual.

II.II Determinación de la gravedad específica

La gravedad específica se determinó el mismo día de la colecta y se estimó por el método de Arquímedes, utilizando para ello el procedimiento propuesto por Henpe et al.²³ El peso al aire del huevo y el peso del volumen desplazado por el mismo al ser sumergido en agua destilada, se obtuvo mediante una báscula electrónica Mettler PM-4600 (Mettler Instrumente, AG, Greifensee-Zurich). La temperatura del agua fué registrada en cada medición y mantenida a 23°C, en donde el factor de corrección de temperatura es igual a a 0.9975385.²⁷ Los valores obtenidos

fueron registrados en forma individual y después se les aplicó la siguiente fórmula: Gravedad específica = Peso del huevo al aire / Peso del agua desplazada x Factor de corrección de temperatura. La cutícula no es dañada al ponerla en contacto con agua,⁴⁴ por lo que la determinación de la gravedad específica por el método de Arquímedes, no altera la posterior cuantificación del grosor de la cutícula.

II.III Estimación del peso del cascarón

La gravedad específica refleja la relación del peso del cascarón con respecto al peso del huevo, sin embargo, no indica la cantidad de cascarón del huevo. Para conocer además de las diferencias de gravedad específica, las diferencias de la cantidad de cascarón de cada huevo, y relacionarlas con el grosor de la cutícula, se estimó el peso del cascarón, utilizando para ello la fórmula desarrollada por Harms et al.:²²

$$PC = \frac{D_{Ca} \times PH - (D_{CH} \times D_{Ca} \times PH) / F_{Ct} \times Ge}{D_{Ca} - D_{CH}}$$

En donde:

PC = Peso del cascarón

D_{Ca} = Densidad del cascarón (= 2.028)

PH = Peso del huevo

DCh = Densidad del contenido del huevo (= 1.031)

Fct = Factor de corrección de temperatura (= 0.9975385)

Ge = Gravedad específica

II.IV Procesamiento Digital de Imágenes (PDI)

Una vez determinada la gravedad específica de todas las muestras, se procedió a medir la tonalidad (intensidad luminosa) del cascarón de todos los huevos, mediante PDI. El procedimiento fue el siguiente:

II.IV.I Determinación del arreglo para realizar las mediciones

Los huevos fueron colocados sobre una base de color negro, uniforme y mate, para evitar reflejos y lograr una captura adecuada de la imagen. Alrededor de la base, se colocó una pantalla translúcida, con el objeto de difundir la luz proveniente de una lámpara de luz incandescente, reduciendo de esta forma sombras y reflejos.

II.IV.II Calibración fotométrica

Para cada sesión, se cuantificaron las condiciones de iluminación, mediante la medición repetida 5 veces y en forma alternada, de 3 huevos blancos seleccionados para tal efecto. La cuantificación se realizaba antes de iniciar y finalizar cada sesión de mediciones, las que fueron en total cuatro (2 para evaluar la tonalidad natural del cascarón y 2 para evaluar la

tinción del cascarón). Estas mediciones de referencia se usaron para calibrar los registros de cada sesión y normalizar los datos. Como se trabajó con huevos cafés, cuyo NGr_m no podía ser mayor al de los huevos blancos, el promedio de las dos calibraciones de cada sesión se normalizó a 100 (NGr_m máximo) y todos los valores de NGr_m obtenidos durante esa sesión, fueron ajustados con respecto al promedio de NGr_m máximo igualado a 100.

II.IV.III Calibración y ajuste de sensibilidad del sistema de captura

Se realizó el ajuste y optimización del intervalo dinámico de los tonos de gris (mínimo 0, máximo 255, con incrementos de 2 en 2), se determinó la escala de distancias y umbrales de segmentación para identificación y extracción de contornos, a partir del borde del huevo con respecto al fondo negro. La medición fotométrica de intensidad luminosa se realizó dentro de los contornos correspondientes a huevos, eliminando aquellos contornos que representaban información irrelevante (artefactos y basuras en la imagen), mediante criterios de superficie y factor de forma.

II.IV.IV Determinación de la tonalidad natural del cascarón

La determinación de la tonalidad natural del cascarón, se basó en las técnicas de fotometría descritas por Corkidi y Márquez (10), y consistió en colocar cada huevo, previamente identificado, bajo una cámara de video monocromática tipo CCD

(Cohu 6415-2100/AL16; Gail West, Arlington Texas). La cámara estaba conectada a una tarjeta digitalizadora electrónica de alta integración Matrox PIP-1024B (Matrox Electronic System LTD, Quebec, Canada) instalada en una computadora personal IBM-AT. Esta tarjeta realizaba la captura digital de las imágenes de TV de la muestra, convirtiendo la señal de video a datos numéricos. Finalmente, estos datos fueron procesados por medio del programa IMAL Bio-200 de BIOCOM-CIUNAM (BIOCOM, Imagerie Instrumentation Biotechnologique, Paris, France), consistente en un sistema fotométrico de análisis de imágenes, al mismo tiempo que se visualizaba la imagen capturada en un monitor de alta resolución NEC Multysinc II (NEC Corporation, Tokyo, Japan). Además de los niveles de NGr_m obtenidos en la cuantificación de la tonalidad del cascarón, se obtuvieron los siguientes datos de la imagen de cada huevo: Perímetro, Superficie, Diámetro mayor, Diámetro Menor, y Desviación Estándar del NGr_m. Estos datos fueron almacenados en forma automática en disco magnético. Es importante mencionar que la superficie obtenida en este estudio, es una proyección bidimensional de cada huevo, y que a pesar de ser una medida relativa de superficie, refleja con precisión las diferencias de tamaño entre los huevos.

II.IV.V Determinación del grosor de la cutícula

Finalizada la evaluación de la tonalidad natural del cascarón de los 200 huevos por medio de PDI, se procedió a tefirlos mediante su inmersión en una solución acuosa de Edicol

Supra Pea Green H (ICI, Hexagon House, Blackley, Manchester) al 1% 5,2,45 durante 5 minutos". Después de transcurrido este periodo se enjuagaron en un recipiente con agua. Una vez secos, los huevos teñidos fueron sometidos nuevamente al análisis por PDI siguiendo el procedimiento previamente descrito, obteniéndose un segundo valor de NGr_a y cuya diferencia con el primer valor obtenido (determinado antes de la tinción) dió un valor relativo de grosor de cutícula.

II.IV.VI Estimación de la variación en las mediciones hechas con PDI.

Para evaluar las posibles variaciones debidas a la fluctuación en la iluminación de los huevos, se realizó una estimación de la repetibilidad y precisión de las determinaciones hechas con PDI, por medio de la medición repetida 10 veces, sobre una muestra de 20 huevos de diferentes categorías (8 coloreados y 12 sin colorear), tomados al azar. A cada huevo le fue asignado un número para identificarlo. Esta estimación permitió asignar un error representativo a las mediciones de NGr_a, independientemente de la desviación estándar debida a la variación natural de la tonalidad en cada huevo.

*Dr. Bruce J.M. Comunicación personal, 1989

II.IV.VII Ordenes de procesamiento de la información

Para la aplicación del sistema de Procesamiento Digital de Imágenes al problema de fotometría y morfometría, para estimar los espesores de la cutícula, fue necesario diseñar y probar todo un proceso automático para medir bajo condiciones reproducibles los 200 huevos antes y después de la tinción. El proceso automático que se diseñó utiliza los mandos del programa IMAL, del paquete BIO-200 de BIOCUM-CIUNAM, en forma de listas de instrucciones conocidas como "macros". Las instrucciones son operaciones específicas de captura, ajuste, iniciación de parámetros, selección de opciones, y comandos de procesamiento y medición, permitiendo extraer las características de interés para el caso particular de los huevos.

Se escribieron dos "macros": uno de puesta en marcha e iniciación general (archivo HINICIA.CMD) y otro de mediciones y procesamiento (archivo H.CMD). El primero se ejecuta para cada sesión de medidas, al entrar por primera vez al entorno del sistema (menú principal), y el segundo para medir cada huevo. Para centrar la base de los huevos y para calibrar las escalas en milímetros se realizaron dos operaciones, usando una retícula superpuesta a la imagen de la base, y ajustando su posición y la de la cámara. Una regla graduada en milímetros sirvió como referencia para la calibración de escalas. Los datos de calibración, así como otros parámetros de configuración (nivel de umbral=10, sincronía tipo americano, canal de captura=0, tabla de

tonos de gris inicial=estándar), fueron almacenados en el archivo de configuración del programa.

Los archivos de instrucciones anteriormente descritos se detallan a continuación:

Archivo HINICIA.CMD:

Instrucción	Función
EFFACE GRA	Borrar plano gráfico
reini	reiniciar memoria de contornos
!etal 100	para calibración de escalas (sólo la primera vez, quitando "!")
acq cont	adquisición continua de imagen
entr con 255	ajuste de contraste óptimo
entr lum 100	ajuste de luminosidad óptima
SANS RIEN	selección de los parámetros a medir:
AVEC PERIMETRE	Perímetro
AVEC SURFACE	Superficie
AVEC DIA PETIT	Diámetro Menor
AVEC DIA GRAND	Diámetro Mayor
AVEC GRISMOY MEM	Nivel de Gris medio
AVEC ECAR MEM	Desviación Estándar del nivel de gris
SEL FORM SUP 0.8	Discriminar objetos demasiado irregulares, según un criterio de factor de forma (para un círculo = 1.0)

Archivo HINICIA.CMD (Continúa):

Instrucción	Función
SEL PERI SUP 1500	Discriminar objetos pequeños, según un criterio de perímetro.

Archivo H.CMD:

Instrucción	Función
reinit	Reiniciar memoria de contornos
reaff	Borrar contornos anteriores
ac	Adquirir una imagen a memoria
seg pol 10 10 2	Segmentar (extracción de contornos)
DET SURF INF 1600	Eliminar contornos menores a 1600 mm de superficie
DET FORM INF 0.8	Eliminar contornos con factor de forma inferior a 0.8 ("artefactos")
impre huevos/c	Abrir el archivo "huevos"
res tab	Obtener tabla de resultados y agregarlos al archivo "huevos"
impre	Cerrar archivo "huevos".

II.V Análisis estadístico

Una vez obtenidos los valores de gravedad específica y de grosor de la cutícula de cada una de las muestras, se realizó un

análisis estadístico usando correlación lineal simple y la prueba de correlación de Spearman.1.11

III. RESULTADOS

III.I Calibración Fotométrica

Los promedios de NGr_m obtenidos durante las 4 calibraciones hechas en las 4 sesiones de PDI se muestran en el cuadro 1. La máxima variación de NGr_m se presentó en la primera sesión de mediciones, con una variación del 6.94% entre los promedios de la primera calibración. La baja variación en estas medidas, antes y después de cada sesión, indica una alta reproducibilidad y precisión de las medidas a lo largo de las sesiones.

III.II Estimación de la variación en los datos obtenidos por PDI

Los resultados de la medición repetida de 20 huevos, para estimar la precisión de las determinaciones hechas por PDI, se muestran en el cuadro 2. La mayor variación en la determinación del NGr_m se presentó en el huevo 5, y fue de 4.27% (gráfica 1).

Las variaciones más altas en el resto de las determinaciones fueron las siguientes: Perímetro= 1.575%; Superficie= 0.504%; diámetro mayor= 0.454%; y diámetro menor= 0.895%.

La variación en el NGr_m por la sombra natural de los huevos debida a su curvatura, está presente en todas las mediciones; sin embargo, al ser tomada en cuenta como parte de la dispersión medida, su efecto se anula, lo que queda demostrado en la alta

correlación de las desviaciones estándar obtenidas antes y después de la tinción, con los valores de gris medio respectivos (ver en el cuadro 4 la correlación entre De.a y NGrm.a, y entre De.d y NGrm.d).

La repetibilidad obtenida en las mediciones hechas por PDI y su bajo porcentaje de error, le confieren una alta confiabilidad a los datos obtenidos mediante esta prueba.

III.III Análisis de la relación entre las diferentes variables estimadas

En el apéndice aparecen los valores individuales obtenidos para cada huevo a partir del método de Arquímedes y de PDI. Los promedios, desviación estándar y valores máximos y mínimos de los 200 huevos, se muestran en el cuadro 3, en donde se observa la baja desviación estándar del peso y la gravedad específica de los 200 huevos procesados.

La correlación lineal simple (cuadro 4) tuvo valores positivos, bajos pero significativos ($P < .05$), del grosor de la cutícula (Ct) con la gravedad específica (Ge) y con el peso del cascarón (Pc).

La correlación de Spearman también dió resultados significativos ($P < .05$) para el grosor de la cutícula con la gravedad específica ($r_s = 2.449$), y con el peso del cascarón ($r_s = 2.542$).

La gravedad específica presentó una correlación positiva y altamente significativa ($P < .01$) con el peso del cascarón estimado (cuadro 4).

No se encontraron correlaciones significativas de la gravedad específica ni del grosor de la cutícula con las siguientes variables: peso, volumen, perímetro, superficie, diámetro mayor, y diámetro menor, sin embargo, todas ellas presentaron correlaciones positivas y altamente significativas ($P < .01$) con el peso del cascarón.

Se encontraron correlaciones positivas y altamente significativas ($P < .01$) entre el peso, el volumen, el perímetro, la superficie, el diámetro mayor y el diámetro menor.

IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Ya que no se encontró ninguna referencia que informara de la relación entre la gravedad específica y el grosor de la cutícula, éste es al parecer el primer estudio que lo hace.

Considerando que la gravedad específica es un indicador de calidad del cascarón, 19, 22, 25, 31 y que se encontraron correlaciones significativas de la gravedad específica y del peso del cascarón con el grosor de la cutícula, se sugiere que la disminución en la calidad del cascarón en gallinas viejas, se presenta al mismo tiempo (pero no en la misma proporción) que la disminución en el grosor de la cutícula. Esta suposición, se apoya en el hecho de que la calidad del cascarón y la incubabilidad en huevos de reproductoras pesadas cambia entre las

diferentes edades y que se ha postulado, que la cutícula por sí sola tal vez contribuya a este sistema dinámico y que presenta cambios durante el ciclo productivo,³⁶ presentándose al final de éste, una reducción en su grosor. Otros autores sin embargo,² consideran que no hay un efecto de la edad de la gallina sobre la cantidad de cutícula.

La gravedad específica y el grosor de la cutícula no presentaron correlaciones significativas con el peso, el volumen, el perímetro, la superficie, el diámetro mayor y el diámetro menor. El que la gravedad específica no haya presentado relación con ninguna de ellas, parece indicar que el tamaño del huevo tiene poca influencia sobre la calidad del cascarón, lo que coincide con los resultados de Roland,⁴³ quien sin embargo, señala que el aumento del tamaño del huevo sin un incremento proporcional en la deposición del cascarón, es la causa del decremento en la calidad del cascarón conforme la gallina envejece. Aparentemente el tamaño del huevo tampoco tiene influencia sobre el grosor de la cutícula, al menos en aves de la misma edad.

Las correlación altamente significativa ($P < .01$) encontrada entre la gravedad específica y el peso del cascarón, coincide con los resultados obtenidos por Peebles y Brake³⁷, y por Thompson y Hamilton.⁴⁷ En el presente estudio sin embargo, el peso del cascarón fué una estimación hecha a partir de la gravedad específica, por lo que una parte de la alta correlación encontrada entre éstas dos, debe ser atribuida a este hecho.

Se encontró una correlación altamente significativa del peso del huevo con el peso del cascarón, sin embargo, la gravedad específica no presentó una correlación significativa con el peso del huevo. Esta aparente incongruencia, considerando que la gravedad específica y el peso del cascarón están estrechamente relacionados, y que los valores de gravedad específica tienden a disminuir al aumentar el peso del huevo (conforme la gallina envejece), se explica porque al haber un incremento en el peso del huevo, el peso del cascarón no aumenta en la misma proporción,^{13,33,43} lo que produce un decremento en los valores de gravedad específica. La correlación del peso del huevo con el peso del cascarón encontrada en este trabajo, coincide con los resultados de Nordstrom y Ousterhout,³³ quienes encontraron que el 47% de la variación en el peso del cascarón se debía al peso o tamaño del huevo, y señalan que el peso del huevo tiene influencia sobre la interpretación de la gravedad específica, lo que puede confirmarse (ver apéndice), al encontrar que huevos cuyos pesos de cascarón eran iguales, presentaban valores de gravedad específica distintos, atribuibles a las diferencias de peso entre los huevos.

Las correlaciones altamente significativas del peso del huevo, y del peso del cascarón estimado, con el volumen, el perímetro, la superficie, el diámetro mayor y el diámetro menor, indican que cualquier cambio en el tamaño del huevo, tiene como consecuencia cambios en el peso del huevo y del cascarón. De

igual forma, se explican las correlaciones altamente significativas encontradas entre el volumen, el perímetro, la superficie, el diámetro mayor y el diámetro menor, es decir, un cambio en cualquiera de ellas produce cambios en las demás; si por ejemplo, hay una disminución en la superficie, todas las demás medidas también sufrirán un decremento.

La suposición de que existe una relación entre la calidad del cascarón y el grosor de la cutícula, no puede ser discutida con mayor profundidad debido a la falta de antecedentes, por esta razón, a continuación se incluyen una serie de razonamientos que intentan dar una mayor validez a dicha suposición:

1. La gravedad específica está relacionada con la incubabilidad, y la reducción en sus valores se ha asociado al envejecimiento de la gallina y al decremento de la incubabilidad.^{24,31,37} Varios autores,^{19,24,31,37} mencionan que la calidad del cascarón puede ser un factor importante en el decremento de la incubabilidad conforme la gallina envejece. Debido a que la calidad del cascarón y la incubabilidad en huevos de reproductoras pesadas cambia entre diferentes edades, se ha postulado que la cutícula por sí sola tal vez contribuya a este sistema dinámico y que presente cambios durante el ciclo productivo,³⁶ ya sea en su grosor o morfología.³⁸ La penetración de microorganismos a través del cascarón es una causa importante en el decremento de la incubabilidad,²⁴ y la cutícula tiene un papel importante en impedir esta invasión microbiana;⁴⁵ Board y Sparks⁵ sugieren que la mayor cantidad de cutícula presente en

ciertos huevos, explica su mayor resistencia a la descomposición. Por esta razón, puede pensarse que al mismo tiempo que hay una reducción en la calidad del cascarón, y por ende de incubabilidad, se presenta algún cambio en la cutícula, como podría ser una disminución en su grosor.

2. El incremento en el peso del huevo sin un incremento proporcional en el peso del cascarón, parece ser la causa principal en la disminución de la calidad del cascarón en gallinas viejas; 17,33,43 junto con el incremento del peso del huevo, también hay un aumento en la porosidad y en la pérdida de vapor de agua, y un decremento en la gravedad específica;³⁷ esto, junto con los estudios que demuestran que la remoción de la cutícula aumenta la pérdida de vapor de agua, 31,37,39 y que hay una contribución evidente del aumento de la pérdida de vapor de agua sobre el decremento en la incubabilidad en las últimas semanas de producción,²⁷ parecen indicar, que al menos en gallinas viejas (como las utilizadas en el presente trabajo), hay junto con la disminución en la calidad del cascarón, alguna alteración en la cutícula, como lo sugieren Peebles et al,³⁶ que también señalan que esta alteración podría consistir en una disminución en el grosor de la cutícula.

3. Britton,⁷ ha sugerido que la menor cantidad de nitrógeno encontrado en las membranas del cascarón en huevos de gallinas viejas en comparación con las de gallinas jóvenes, tal vez se deba a una disminución en el contenido de proteínas. Esta sugerencia podría apoyar la suposición de que el grosor de la

cutícula se reduce conforme envejece la gallina (al mismo tiempo que la calidad del cascarón), considerando que la cutícula está formada en su mayor parte por proteínas.

Para conocer si la relación encontrada en este estudio entre la gravedad específica y el grosor de la cutícula, se debe a la edad, o alguna clase de interacción entre el peso o grosor del cascarón con el grosor de la cutícula, sería necesario hacer estudios con aves de diferentes edades o con huevos con diferencias marcadas de calidad de cascarón (ej., comparando huevos puestos en la mañana con huevos puestos en la tarde). Hay muy poca información acerca de la síntesis de la cutícula, y no se encontró ninguna referencia que mencionara alguna relación entre la "cantidad" de cascarón y de cutícula depositados en un huevo, relación que de existir, explicaría al menos en parte, el aumento de la susceptibilidad del huevo a la invasión por microorganismos, y el decremento de la incubabilidad conforme disminuye la calidad del cascarón, informado por varios autores.

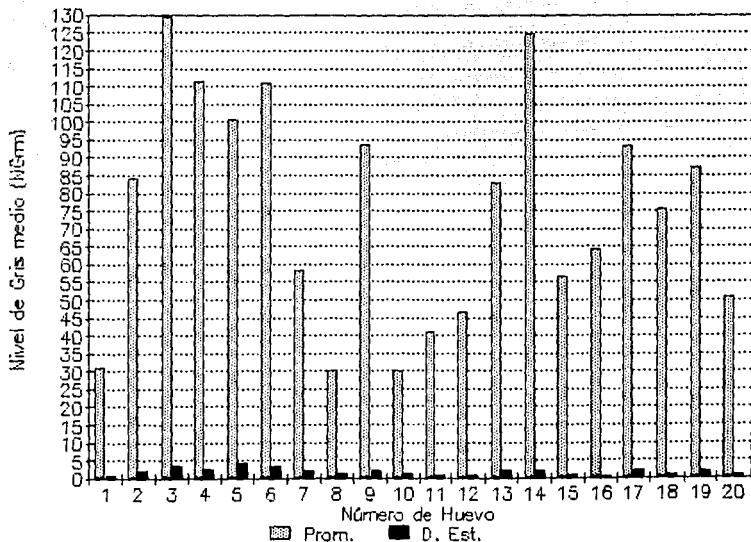
Cuadro 1. Promedios y variación del Nivel de Gris medio (NGrm) obtenido en las calibraciones fotométricas realizadas antes de iniciar y al finalizar cada sesión de mediciones.

No. de sesión	No. de Huevos	Promedio al iniciar	Promedio al finalizar	Promedio global	Diferencia promedio	VA
1	15	158.77	170.2	164.48	11.43	6.94
2	15	168.48	165.53	166.99	2.93	1.75
3	15	164.2	162.2	163.2	2.0	1.22
4	15	162.73	163.13	162.93	0.4	0.24

VA= Porcentaje de variación del NGrm (Diferencia promedio / Promedio global x 100)

Grafica 1. Estimación de la variación del Nivel de Gris medio (NG_{Gr})

Procedio (Prom.) y Desviación estándar (D. Est.) del NG_{Gr} de los 20 huevos sometidos a 10 sediciones repetidas cada uno, para estimar la precisión en la determinación del NG_{Gr} por PDI.



**Cuadro 2. Estimación de la variación del Nivel de
Grís medio (NGr_m)**

Promedio, desviación estándar y porcentaje de variación de 20 huevos sometidos a 10 mediciones repetidas cada uno, para estimar la precisión al medir el NGr_m por PDI. También se incluyen las variaciones de Perímetro, Superficie, Diámetro Mayor y Diámetro Menor, obtenidas durante cada serie de mediciones.

	Huevo	Perim. (mm)	Superf. (mm ²)	D _{Ma} (mm)	D _{Me} (mm)	NGr _m
Promedio	1	191.043	2515.752	67.910	47.790	30.800
Desv. Estándar		3.009	12.209	0.306	0.000	0.600
% Variación		1.575*	0.485	0.454*	0.000	1.948
Promedio	2	189.980	2732.401	70.185	50.259	84.000
Desv. Estándar		0.174	3.830	0.110	0.237	1.844
% Variación		0.091	0.140	0.156	0.472	2.195
Promedio	3	180.497	2501.872	65.728	48.985	129.600
Desv. Estándar		0.108	3.987	0.116	0.395	3.231
% Variación		0.060	0.159	0.176	0.808	2.493
Promedio	4	184.336	2616.954	66.700	50.531	111.444
Desv. Estándar		0.095	4.126	0.117	0.393	2.455
% Variación		0.051	0.156	0.175	0.777	2.202
Promedio	5	180.866	2497.918	66.008	47.708	100.400
Desv. Estándar		0.174	6.718	0.197	0.427	4.284
% Variación		0.096	0.269	0.299	0.895*	4.277*
Promedio	6	183.222	2518.452	68.414	46.753	110.600
Desv. Estándar		0.124	4.241	0.120	0.362	3.158
% Variación		0.067	0.166	0.176	0.774	2.848
Promedio	7	186.182	2647.305	67.962	49.301	58.200
Desv. Estándar		0.184	5.920	0.149	0.237	2.040
% Variación		0.099	0.224	0.220	0.481	3.504
Promedio	8	182.250	2348.080	65.093	46.512	30.200
Desv. Estándar		2.580	11.834	0.291	0.362	0.980
% Variación		1.405	0.504*	0.446	0.822	3.244
Promedio	9	193.791	2766.327	73.976	48.270	93.600
Desv. Estándar		0.203	5.814	0.147	0.392	2.200
% Variación		0.105	0.210	0.199	0.812	2.350

Perim. = Perímetro; Superf. = Superficie; D_{Ma} = Diámetro Mayor; D_{Me} = Diámetro menor
* = mayor variación encontrada en cada categoría dentro de los 20 huevos.

Cuadro 2. (Continuación)

	Huevo	Perim. (mm)	Superf. (mm ²)	DMa (mm)	DMe (mm)	NGra
Promedio	10	180.682	2443.771	65.886	46.911	30.000
Desv. Estándar		0.608	8.017	0.244	0.237	1.000
% Variación		0.337	0.328	0.370	0.505	3.333
Promedio	11	190.640	2693.256	72.005	47.230	40.800
Desv. Estándar		0.194	4.901	0.118	0.367	0.600
% Variación		0.102	0.182	0.161	0.776	1.471
Promedio	12	184.840	2577.794	68.564	47.790	46.400
Desv. Estándar		0.117	2.698	0.116	0.000	0.917
% Variación		0.063	0.105	0.170	0.000	1.975
Promedio	13	179.661	2499.709	64.008	49.940	82.800
Desv. Estándar		0.091	3.425	0.095	0.367	2.088
% Variación		0.051	0.137	0.149	0.734	2.522
Promedio	14	172.960	2321.190	61.300	48.164	124.600
Desv. Estándar		0.120	4.249	0.116	0.394	2.099
% Variación		0.069	0.183	0.189	0.818	1.665
Promedio	15	184.775	2605.479	67.117	48.985	56.600
Desv. Estándar		0.308	6.785	0.135	0.395	0.857
% Variación		0.166	0.260	0.201	0.806	1.514
Promedio	16	173.933	2347.142	61.634	48.430	64.400
Desv. Estándar		0.126	4.875	0.107	0.320	0.473
% Variación		0.072	0.208	0.174	0.661	0.734
Promedio	17	185.746	2635.645	67.412	49.194	93.200
Desv. Estándar		0.120	5.196	0.109	0.423	2.000
% Variación		0.065	0.197	0.162	0.859	2.146
Promedio	18	196.309	2933.916	72.596	51.690	75.600
Desv. Estándar		0.165	5.661	0.108	0.240	0.719
% Variación		0.084	0.193	0.148	0.464	0.951
Promedio	19	172.866	2318.806	61.308	48.270	87.000
Desv. Estándar		0.220	7.375	0.069	0.392	1.483
% Variación		0.127	0.318	0.112	0.812	1.705
Promedio	20	184.560	2601.737	66.999	49.292	50.800
Desv. Estándar		0.162	2.418	0.116	0.248	0.930
% Variación		0.088	0.093	0.173	0.504	1.831

Perim. = Perímetro; Superf. = Superficie; DMa = Diámetro Mayor; DMe = Diámetro menor
 * = mayor variación encontrada en cada categoría dentro de los 20 huevos.

Cuadro 3. Promedio, Desviación estándar, valores mínimos y máximos, de las variables determinadas para los 200 huevos.

Variable	Promedio	Desv. est.	Mínimo	Máximo
Peso del huevo (g)	68.19250	4.59407	55.70000	79.53000
Vol. (g)	63.57555	4.25944	51.48000	73.66000
Gravedad específica	1.07526	0.00621	1.05290	1.08910
Peso del cascarón (g)	5.38230	0.88105	2.14880	7.35460
Perímetro (mm)	182.8786	5.29417	168.95000	199.87000
Superficie (mm ²)	2540	132.63821	2182	2944
Diámetro mayor (mm)	67.17995	2.83837	59.67000	76.35500
Diámetro menor (mm)	46.18867	1.47099	44.60000	52.57000
NGrm.a	70.92936	8.29827	48.83340	92.24090
NGrm.d	35.79010	11.08695	17.32380	68.12740
Ct	35.13926	9.16488	10.92690	59.26430

Vol= Volumen de agua desplazada; NGrm.a= Nivel de Gris medio antes de la tinción; NGrm.d= Nivel de Gris medio después de la tinción; Ct= Grosor de cutícula (NGrm.a - NGrm.d).

Cuadro 4. Correlación lineal de los datos obtenidos por el Método de Arquímedes y por PDI.

	peso	vol	Ge	Pc	Perim	Superf	D _{Ma}	D _{Me}	NGra.a	NGra.d	De.a	De.d
peso												
vol	0,99637*											
Ge	0,10382	0,01895										
Pc	0,50453*	0,42817*	0,90903*									
Perim	0,84091*	0,8444*	0,00749	0,3579*								
Superf	0,91642*	0,91878*	0,02837	0,40471*	0,96757*							
D _{Ma}	0,60281*	0,60502*	0,00758	0,25958*	0,91952*	0,80953*						
D _{Me}	0,7343*	0,73831*	0,00009	0,30283*	0,40672*	0,80025*	0,04775					
NGra.a	-0,0138	-0,00854	-0,08188	-0,08006	-0,01851	0,05133	-0,05685	0,17847**				
NGra.d	-0,03735	-0,02134	-0,19185*	-0,17874**	-0,03534	0,0521	-0,09058	0,23233*	0,58379*			
De.a	0,04332	0,05006	-0,08124	-0,05616	-0,00359	0,07183	-0,06812	0,21823*	0,98586*	0,55494*		
De.d	-0,03655	-0,01815	-0,2097*	-0,18311*	-0,08597	0,0218	-0,12438	0,23057*	0,58208*	0,88832*	0,55811*	
Ct	0,03281	0,01865	0,15782**	0,14483**	0,02775	-0,01852	0,05615	-0,12101	0,18679*	-0,67886*	0,20249*	-0,86104*

30

* P < .01

** P < .05

vol = volumen de agua desplazada; Ge = Gravedad específica; Pc = Peso del caracón; Perim = Perímetro; Superf = Superficie; D_{Ma} = Diámetro mayor; D_{Me} = Diámetro menor; NGra.a = Nivel de Gris medio antes de la tinción; NGra.d = Nivel de Gris medio después de la tinción; De.a = Desviación estándar antes de la tinción; De.d = Desviación estándar después de la tinción; Ct = Grosor de cutícula (NGra.a - NGra.d).

APENDICE

Registro de los datos obtenidos por el Método de Arquimedes y por PDI en los 200 huevos procesados

N	peso (g)	vol (ml)	Gs	P.e (g)	Perim. (mm)	Superf. (mm2)	Dma (mm)	Dme (mm)	NGra.a	NGra.d	De.a	De.d	Ct
1	80.25	83.91	1.0705	4.7979	190.4	2485.5	85.99	48.18	54.8622	24.4922	27	15	30.3700
2	84.62	88.12	1.0705	5.2403	177.535	2397.91	82.25	48.285	63.3028	25.1027	30	13	41.1890
3	72.72	68.18	1.0691	4.9144	190.18	2686.97	71.15	48.59	70.5372	34.4397	35	23	34.0975
4	80.47	84.02	1.0721	5.0147	194.44	2534.76	86.0	48.99	70.5372	16.5195	32	10	52.0190
5	88.5	91.64	1.0697	5.9407	181.30	2483.63	87.31	48.595	50.0397	32.0502	34	19	17.3950
6	75.84	70.68	1.0744	6.2943	185.21	2651.74	86.22	50.87	60.1833	32.0502	34	19	17.3950
7	67.04	62.73	1.0713	4.8112	182.35	2447.79	67.43	48.875	53.8585	16.5195	25	10	35.1390
8	70.04	64.95	1.0610	6.2519	183.585	2554.67	68.03	47.79	72.8487	29.2712	34	18	43.0775
9	73.83	69.43	1.0830	6.0724	183.62	2607.82	85.475	50.172	59.6853	40.0239	34	20	13.8814
10	72.02	66.47	1.0678	4.7341	184.295	2517.28	87.53	50.97	74.1545	21.7489	31	17	33.9895
11	70.49	65.70	1.0742	5.4326	186.91	2620.66	69.865	47.745	74.1545	37.6344	36	21	36.5200
12	80.16	84.05	1.0824	6.3553	182.95	2642.13	67.645	48.14	71.7429	34.0502	35	18	37.6926
13	70.82	65.46	1.0695	6.3461	183.735	2583.1	67.59	47.39	71.7429	30.0292	36	22	32.9186
14	71.94	67.64	1.0622	4.4813	194.865	2670.77	67.31	45.385	60.1833	48.3671	39	25	31.7822
15	65.73	61.02	1.0798	5.7327	190.345	2460.18	86.59	46.2	74.1545	36.4397	36	19	37.7148
16	64.59	60.06	1.0781	5.4271	176.595	2397	63.94	48.19	64.8199	54.3609	37	20	12.5591
17	66.49	61.99	1.0752	5.2444	179.66	2452.11	65.75	47.79	71.7429	20.0765	36	17	23.8485
18	57.84	53.55	1.0698	5.3495	169.18	2185.06	61.115	45.8	62.5948	30.4639	36	17	33.7293
19	68.15	63.99	1.0676	4.4267	176.805	2444.34	61.07	50.575	60.1833	37.6344	40	24	42.5489
20	69.64	65.11	1.0722	5.1067	178.915	2475.68	63.535	48.865	70.5372	25.6970	36	15	44.8502
21	69.26	64.27	1.0803	5.6973	181.175	2511.35	66.23	48.885	75.3602	32.8554	36	18	42.5048
22	68.9	61.26	1.0769	5.3716	183.805	2521.59	64.73	46.2	68.0550	24.7112	39	20	30.4141
23	73.6	68.77	1.0729	5.4861	183.84	2766.33	74.24	47.39	81.3690	40.0239	37	20	41.3651
24	71.99	67.65	1.0668	4.5620	184.89	2615.5	67.555	50.175	74.1545	40.0239	34	21	34.1308
25	66.11	61.76	1.0731	4.9538	179.875	2467.65	65.865	47.39	72.8487	45.8876	35	20	26.8511
26	72.07	67.84	1.0674	5.074	184.375	2586.84	66.235	48.865	74.1545	32.7849	36	19	38.9019
27	70.01	65.88	1.0656	4.2684	183.745	2581.46	67.215	46.985	62.5948	47.1924	40	32	35.4024
28	89.07	84.07	1.0907	6.1303	194.455	2529.18	89.00	47.79	71.7429	16.5195	33	10	53.2244
29	86.84	81.93	1.0819	6.0822	179.275	2435.49	65.99	48.39	58.4795	25.6970	39	25	12.7228
30	76.45	70.72	1.072	5.4875	185.035	2485.84	64.47	49.975	44.0529	48.0292	36	19	23.8485
31	77.82	71.8	1.0752	6.0940	189.385	2742.45	69.425	50.10	62.0968	37.6344	39	21	24.4624
32	64.19	60.86	1.0672	4.1562	180.675	2460.33	67.305	48.595	69.3314	36.0292	37	21	30.5023
33	66.06	61.29	1.0695	5.6377	183.81	2513.31	68.71	45.8	75.3602	45.8876	37	21	30.5684
34	69.27	64.85	1.0748	5.3716	185.745	2635.85	66.495	46.95	68.0550	32.8554	36	19	29.9610
35	77.82	73.3	1.0700	5.4044	180.35	2769.68	69.535	51.37	62.5948	36.4397	36	14	46.1551
36	75.09	70.15	1.0731	5.6248	189.72	2714.51	70.235	48.865	74.1545	30.4639	37	18	43.6985
37	60.31	56.11	1.0775	5.0650	172.81	2284.33	62.865	48.595	61.3690	59.1398	38	30	23.2483
38	68.25	62.77	1.0794	5.4752	180.03	2684.45	64.35	48.865	74.1545	34.0502	36	19	42.5158
39	74.05	69.28	1.0744	5.7420	190.395	2674.33	70.53	48.18	53.8585	26.8617	29	16	28.7748
40	74.09	68.65	1.0789	5.3170	190.16	2710.76	71.63	48.275	63.3028	31.8670	30	10	31.6419
41	69.07	64.32	1.0765	5.6060	185.11	2665.34	69.11	48.595	64.5063	24.4922	29	13	40.0161
42	73.91	68.36	1.0745	5.8163	187.785	2737.81	69.71	48.595	75.3602	30.5195	36	19	44.8502
43	67.31	64.36	1.0622	6.1963	177.435	2367.47	84.425	48.295	60.8911	17.3296	31	9	43.5673
44	67.01	62.86	1.0670	4.2679	177.8	2441.00	63.84	48.59	72.8487	36.4397	37	22	36.5080
45	67.04	62.17	1.0810	5.9857	179.28	2438.63	65.98	47.79	72.8487	25.6970	35	15	47.2617

N= Número de Huevo; peso= peso al aire; vol= volumen de agua desplazado; Gs= Gravedad específica; P.e= Peso de la cascara; Perim.= Perímetro; Superf.= Superficie; Dma= Diámetro mayor; Dme= Diámetro menor; NGra.a= Nivel de Gris medio antes de la tinción; NGra.d= Nivel de Gris medio después de la tinción; De.a= Desviación estándar antes de la tinción; De.d= Desviación estándar después de la tinción; Ct= Grosor de la cutícula (Ngra.d - Ngra.a).

APENDICE (Continuación)

#	peso (g)	vol (g)	Co	F c (g)	Perim. (mm)	Superf. (mm ²)	D ₁ (mm)	D ₂ (mm)	MG ₁ .a	MG ₁ .d	De.a	De.d	Ct
49	72.34	87.18	1.0796	4.2018	181.205	2431.98	84.785	50.18	48.8324	20.9080	74	12	27.8754
49	72.34	89.29	1.0799	4.1889	182.09	2432.52	84.785	48.865	48.865	37.8444	74	12	27.8754
48	72.47	86.82	1.0802	4.1818	181.778	2431.24	84.785	48.865	48.865	37.8444	74	12	27.8754
49	66.15	61.44	1.0793	5.2061	177.755	2433	64.358	48.18	60.4236	42.4134	33	29	48.2102
50	72.91	67.61	1.0811	6.5173	183.98	2596.46	66.47	48.865	66.8189	35.6607	43	19	35.2592
51	64.41	59.87	1.0785	5.4594	176.595	2385.99	64.78	48.89	66.8189	29.2712	32	32	37.6476
52	68.84	65.73	1.0792	5.0493	174.795	2369.86	64.3	45.8	71.742	47.4134	34	34	28.4296
53	61.48	57.63	1.0694	4.1872	170.5	2268.34	59.67	48.18	71.7429	45.6081	34	24	28.3388
54	62.73	60.33	1.0781	5.2718	175.18	2354.11	63.81	46.99	77.7717	30.4659	35	26	47.9758
53	63.96	59.87	1.0732	4.9008	178.975	2410.55	68.83	45.4	80.9311	31.8867	35	20	29.2354
56	65.58	61.14	1.0769	5.3794	181.36	2470.52	67.79	46.7	68.1269	31.3212	36	20	48.6781
57	65.01	60.5	1.0787	5.4807	179.875	2436.78	66.95	46.5	70.5372	30.8554	34	18	37.6811
58	68.86	63.76	1.0827	6.3532	186.48	2590.28	70.565	46.595	63.3026	35.2449	31	20	28.0577
59	65.58	62.22	1.0566	2.8110	178.08	2484.19	64.3	48.59	65.7141	54.3698	37	23	11.5533
60	65.82	61.32	1.0777	5.4801	184.31	2516.15	69.88	46.595	64.5083	40.0229	31	23	24.4385
61	74.04	66.78	1.0780	6.3412	195.06	2782.99	75.72	47.39	80.1833	35.2449	39	19	44.8384
62	62.35	57.89	1.0797	5.4216	174.595	2334.25	63.72	46.595	66.8189	43.6081	30	23	23.3118
63	70.34	65.88	1.0703	4.9177	184.355	2567.84	68.15	48.865	76.8660	51.0719	37	23	24.3847
64	73.24	66.4	1.0734	5.5318	187.785	2635.37	69.11	46.59	64.5083	33.2875	30	14	41.2108
65	73.39	67.84	1.0629	6.8016	188.85	2668.11	71.03	47.39	48.1256	23.9975	33	28	44.6281
66	70.96	65.77	1.0800	6.2081	182.3	2559.41	65.745	48.865	66.4121	56.7503	40	12	29.4618
67	63.81	54.63	1.0727	4.7423	178.235	2392.94	66.11	46.2	68.1269	24.4922	34	15	43.6384
68	70.79	65.59	1.0743	5.4242	187.2	2521.15	70.73	47.39	64.5083	31.6607	33	17	32.8477
69	63.78	59.39	1.0704	4.4838	178.455	2414.23	65.99	46.595	82.2409	47.1824	47	26	45.0488
70	71.68	66.17	1.0570	3.2477	184.65	2613.16	66.47	49.78	62.5888	35.2449	36	19	47.3488
71	62.98	58.33	1.0803	5.5769	176.87	2378.96	64.9	47.38	77.7717	32.8554	36	26	46.8163
72	70.77	66.81	1.0777	5.2853	180.79	2453.79	67.83	48.18	67.2449	30.1488	36	20	44.8488
73	68.06	60.2	1.0740	4.8767	178.115	2424.8	65.292	47.18	74.1348	43.6081	40	30	30.4483
74	63.1	56.82	1.0784	4.9880	178.335	2379.77	64.355	46.895	61.4719	35.5534	36	27	31.8850
75	68.15	61.4	1.0600	5.7801	177.4	2418.58	64.235	47.7	72.8487	24.8817	37	15	48.0870
76	62.56	57.8	1.0687	4.4838	186.88	2578.97	70.57	48.895	70.5372	61.6017	41	19	45.4840
77	62.31	59.41	1.0688	4.4739	178.18	2415.88	63.815	48.18	67.2449	30.1488	36	17	45.624
78	63.34	58.21	1.0724	4.6671	176.82	2385.04	64.455	47.39	72.8487	36.4387	34	24	36.5080
79	66.63	61.88	1.0630	6.2086	182.315	2511.51	68.15	47.39	71.9900	50.7886	36	24	30.8125
80	64.81	61.88	1.0742	5.7735	180.715	2451.51	67.83	48.18	67.2449	30.1488	36	24	36.5080
81	76.28	70.18	1.0625	7.5246	187.625	2686.82	68.89	48.78	69.3314	27.6470	35	15	43.6444
82	70.37	65.78	1.0727	5.2304	185.78	2608.14	68.805	48.18	71.7429	48.3671	36	25	35.5658
83	69.31	64.89	1.0819	4.6891	180.01	2619.05	71.825	48.89	85.7141	30.4659	37	28	35.2482
84	71.11	65.87	1.0689	6.4752	186.88	2578.97	70.57	45.8	67.2449	48.5519	39	19	45.624
85	64.84	60.2	1.0688	4.4838	182.335	2530.51	68.21	46.59	77.7717	40.0229	37	23	31.7478
86	70.03	65.85	1.0811	4.3501	185.345	2625.07	69.485	48.18	87.2969	30.4659	30	17	41.6271
87	77.18	68.88	1.0760	6.2070	187.995	2644.22	68.895	48.865	85.6660	51.0719	36	24	36.7424
88	73.81	68.88	1.0757	5.6880	182.335	2571.47	68.31	48.78	85.7141	34.6387	34	20	39.6482
89	64.81	61.88	1.0630	6.2086	182.315	2511.51	68.15	48.18	67.2449	30.1488	36	24	36.5080
90	69.37	64.24	1.0689	4.3489	180.485	2487.78	65.03	48.18	60.9311	23.2875	35	20	37.1388
91	66.18	62	1.0701	4.5828	180.185	2470.33	65.87	46.89	75.3602	37.6444	36	18	37.7258

= Número de Huevo; peso = peso al a; vol = volumen de agua desplazada; Co = Gravedad específica; Fc = Peso de la cascara; Perim. = Perímetro; Superf. = Superficie; D₁ = Diámetro mayor; D₂ = Diámetro menor; MG₁.a = Nivel de Gris medio antes de la tinción; MG₁.d = Nivel de Gris medio después de la tinción; De.a = Desviación estándar antes de la tinción; De.d = Desviación estándar después de la tinción; Ct = Grosor de la cutícula (MG₁.a - MG₁.d).

APENDICE (Continuación)

N	peso (g)	vol (g)	Ge	P c (g)	Perim. (mm)	Superf. (mm ²)	Dna (mm)	Dna (mm)	Dna (mm)	NGra.a	NGra.d	De.a	De.d	Ct
82	87.38	82.77	1.0750	5.3783	179.94	2454.1	85.305	47.79	69.1250	19.7132	35	10	48.4124	
83	74.872	67.87	1.0750	5.8016	184.896	2604.35	87.185	48.065	62.7141	28.0765	37	11	37.8794	
84	84.5	64.56	1.0746	4.9184	172.5	2243.35	83.84	44.6	75.7735	18.7175	31	11	37.1974	
85	87.25	67.60	1.0746	5.6802	184.665	2404.74	87.4	48.80	63.3026	32.4870	31	14	37.1524	
86	65.53	61.7	1.0647	3.8986	180.1	2442.71	86.74	46.2	53.6565	18.7133	35	17	33.8432	
87	85.29	60.73	1.0730	4.8560	176.875	2400.74	84.18	47.39	76.5680	42.4134	37	20	34.1528	
88	85.8	62.76	1.0744	4.2113	171.82	2440.89	83.3	46.975	76.975	16.3871	37	25	34.1902	
89	85.8	61.52	1.0722	4.8295	176	2420.89	83.58	48.59	72.5487	40.0239	37	25	32.5248	
90	89.26	64.33	1.0783	5.9715	179.6	2490.87	84.78	48.76	66.8189	38.4397	35	32	30.8807	
91	65.72	61.63	1.0680	4.4331	184.89	2574.92	89.11	47.39	89.2402	44.8045	33	23	24.4367	
92	82.9	58.41	1.0785	5.4496	179.47	2474.67	85.535	46.595	81.8873	21.4816	36	11	40.4056	
93	85.72	61.63	1.0723	7.2282	192.885	2831.76	70.78	50.18	75.3678	25.1642	36	14	50.2035	
94	76.08	67.19	1.0719	5.6979	190.67	2443.67	76.355	49.38	61.8873	31.3018	30	16	30.5886	
95	67.6	62.63	1.0680	6.1474	196.545	2613.76	80.83	47.79	71.6912	43.5770	30	28	28.7142	
96	72.06	67.34	1.0721	5.3545	186.62	2465.67	88.93	49.38	89.0147	28.3917	34	15	41.8230	
97	67.16	68.28	1.0682	4.2172	183.845	2382.49	87.66	45.005	65.5637	17.7891	32	10	47.7647	
98	69.37	63.71	1.0758	5.4614	181.68	2542.32	85.675	49.38	66.7882	33.7568	33	18	33.0324	
99	76.33	71.17	1.0751	6.0090	189.37	2747.85	87.31	51.77	76.5931	43.5770	37	22	33.0181	
100	72.74	67.79	1.0757	5.7940	184.855	2649.73	85.11	51.37	75.3878	44.8045	38	22	30.5451	
101	69.73	64.88	1.0774	5.7747	182.87	2579.84	85.67	50.575	74.1422	47.2596	35	24	28.8828	
102	69.73	61.79	1.0759	5.2977	181.595	2509.69	86.68	48.59	74.1422	30.0743	38	19	44.0879	
103	69.4	63.96	1.0686	6.6254	188.662	2833.85	71.625	48.99	85.5637	22.4818	31	11	44.0623	
104	69.45	64.33	1.0669	6.9692	186.405	2869.89	89.35	47.39	33.3068	22.7091	37	30	30.1891	
105	69.28	64.61	1.0751	5.4453	181.38	2523.42	84.18	50.16	86.3971	69.5348	42	30	28.8823	
106	70.33	65.94	1.0704	4.8813	186.49	2639.44	88.63	48.19	84.3387	33.7568	32	18	30.5814	
107	72.89	67.34	1.0683	7.0426	182.93	2539.20	84.535	50.575	83.1127	27.6192	31	16	39.4935	
108	75.01	67.96	1.0781	5.4581	180.865	2741.47	71.078	49.38	88.6488	50.1091	31	25	30.5814	
109	66.13	62.51	1.0653	4.1346	185.48	2588.37	88.71	47.39	79.0441	58.5348	38	31	19.5083	
110	71.49	66.86	1.0751	5.6212	185.72	2651.21	87.19	50.18	85.5637	34.8643	31	17	30.5794	
111	69.15	64.12	1.0811	6.1881	185.665	2615.7	89.53	47.79	74.1422	43.5770	38	30	30.5652	
112	85.85	67.89	1.0783	4.8715	192.24	2811.61	87.15	49.38	81.8873	61.8873	30	28	30.5652	
113	82.4	67.89	1.0808	4.8715	192.24	2811.61	87.15	49.38	81.8873	61.8873	30	28	30.5652	
114	85.89	64.9	1.0785	5.9127	189.18	2679.55	71.15	47.79	79.0441	38.2719	30	17	42.8322	
115	85.89	61.36	1.0781	4.8719	180.725	2495.8	86.15	47.79	88.0174	30.0743	33	16	37.8404	
116	85.89	61.36	1.0781	5.4579	180.725	2495.8	86.15	47.79	88.0174	30.0743	33	16	37.8404	
117	67.14	52.75	1.0811	6.5085	176.52	2387.82	84.68	47.39	70.4657	24.3817	33	14	48.0740	
118	71.44	65.81	1.0782	7.3020	189.045	2860.69	71.4	47.19	58.2108	27.6192	38	13	35.5018	
119	63.85	59.52	1.0754	5.0544	178.84	2462.2	85.92	47.39	75.3876	32.5283	36	15	42.8383	
120	68.7	62.38	1.0751	5.8070	185.53	2541.6	86.75	49.38	75.3876	32.5283	36	14	50.2014	
121	84.38	60.18	1.0721	4.7076	186.9	2481.06	88.47	49.38	80.2494	27.0747	38	31	23.1889	
122	57.38	54.63	1.0529	2.1498	176.92	2338.36	86.23	45.4	61.8873	30.0743	39	21	31.8130	
123	72.89	67.39	1.0843	6.9360	187.2	2656.89	86.895	49.38	84.3382	26.3917	31	15	37.8485	
124	66.82	61.82	1.0692	5.8540	182.115	2529.27	84.535	50.19	76.1578	34.8643	34	18	30.5814	
125	85.86	67.58	1.0753	5.2089	178.64	2488.94	83.84	48.59	71.6112	42.1696	34	26	19.1516	
126	67.49	62.89	1.0758	5.3910	183.825	2555.44	87.065	47.76	66.7882	38.8688	33	23	28.1223	

N = Número de Hueco; peso: peso al aire; vol = volumen de agua desplazada; Ge = Gravedad específica; P c = Peso del cascara; Perim. = Perímetro; Superf. = Superficie; Dna: Diámetro mayor; Dna: Diámetro menor; NGra.a: Nivel de Gris medio antes de la tinción; NGra.d: Nivel de Gris medio después de la tinción; De.a = Desviación estándar antes de la tinción; De.d = Desviación estándar después de la tinción; Ct = Grosor de la cutícula (NGra.a - NGra.d).

APENDICE (Continuación)

N	peso (g)	vol (cc)	Ce	P c (g)	Perim. (mm)	Superf. (mm ²)	Dm (mm)	Dm ₀ (mm)	NGr.a	NGr.d	De.a	De.d	Ct
137	88.30	64.48	1.0729	5.1293	182.70	2572.74	65.99	50.10	79.0441	49.4671	37	28	30.2570
138	88.38	63.72	1.0759	5.4390	181.04	2530.55	65.07	49.36	78.0441	48.4671	37	28	31.0041
139	86.06	60.25	1.0756	5.3508	182.34	2513.32	64.85	49.19	78.5637	49.0743	35	26	30.4095
140	86.06	60.13	1.0756	5.3132	184.945	2803.91	74.45	48.59	82.5537	50.5589	31	17	31.8089
141	67.67	63.96	1.0603	3.4713	185.915	2612.2	69.14	49.36	80.2595	50.9421	37	25	29.3272
142	64.50	59.59	1.0666	6.4128	179.035	2445.2	65.26	46.88	64.3382	28.3911	30	13	37.8467
143	69.98	64.2	1.0771	5.6745	185.445	2618.46	69.51	49.495	78.0441	48.6724	31	15	37.7717
144	70.53	75.66	1.0624	7.7852	183.18	2885.03	70.18	52.17	82.7206	48.1274	36	34	37.1812
145	69.16	64.43	1.0761	5.5584	182.09	2564.24	65.26	50.18	66.7882	43.5770	32	24	22.2122
146	70.2	65.14	1.0603	6.1849	189.105	2808.49	71.15	47.78	72.9187	29.8467	34	14	44.0689
147	69.95	65.08	1.0776	5.8441	184.62	2808.64	67.19	49.36	83.9461	43.7589	40	18	50.1893
148	69.09	64.5	1.0737	5.4390	186.69	2747.98	69.13	48.53	81.4921	43.3495	39	20	50.0893
149	69.97	65.04	1.0765	5.8287	186.42	2630.92	69.11	47.75	70.4657	42.3495	33	22	28.1847
150	64.99	60.30	1.0790	5.5697	174.92	2475.90	65.75	46.59	72.8187	36.4669	34	21	36.2494
151	69.05	64.43	1.0765	5.7289	180.055	2522.22	66.81	50.87	71.6917	38.4418	34	19	35.4783
152	69.92	64.83	1.0765	6.0551	185.84	2632.02	68.51	48.945	82.7206	45.3495	39	23	40.3711
153	72.23	66.88	1.0609	6.4343	187.245	2877.06	68.38	49.36	75.3676	30.0743	36	16	45.2934
154	70.25	65.02	1.0631	6.5362	183.255	2549.41	66.28	48.985	61.0673	23.836	30	20	37.9506
155	78.03	70.81	1.0748	5.9430	194.87	2848.66	73.06	49.36	78.5931	35.6844	38	21	37.8907
156	59.14	55.06	1.0764	4.7851	171.82	2278.92	61.68	48.99	61.0673	31.3018	29	16	30.5855
157	75.07	69.53	1.0623	6.0944	193.27	2806.73	72.265	49.985	72.9187	34.9843	34	16	37.8253
158	63.00	59.80	1.0690	4.1928	160.11	2474.16	66.47	47.39	70.4657	36.4419	34	16	37.8253
159	63.00	59.80	1.0690	4.1928	175.31	2460.15	65.11	47.39	69.2402	34.9844	34	16	37.8253
160	67.25	63.57	1.0690	4.0485	169.18	2590.18	67.07	46.58	69.58	50.6421	30	22	31.7865
161	73.32	68.17	1.0782	6.1769	183.2	2627.28	63.72	52.57	79.0441	42.3495	37	25	36.6184
162	71.42	65.86	1.0771	7.1585	185.715	2632.78	68.175	49.78	76.5931	27.6192	35	14	48.0739
163	61.4	58.86	1.0763	4.9107	175.785	2368.26	64.03	46.98	61.0673	26.0467	30	16	37.8253
164	64.86	60.2	1.0763	5.7023	185.94	2579.16	67.105	48.59	64.9521	44.0458	38	30	36.6884
165	67.86	63.23	1.0762	5.4713	185.07	2583.54	68.74	46.98	75.3676	38.8844	35	20	35.4732
166	80.11	63.36	1.0765	5.8885	179.465	2495.51	64.18	49.78	80.7892	31.3018	39	19	37.4074
167	59.59	58.04	1.0666	3.6872	179.21	2405.36	67.105	46.98	76.5931	35.6844	35	16	37.8253
168	59.24	57.4	1.0666	3.6872	185.05	2444.4	65.985	46.98	72.9187	37.5569	35	16	37.8253
169	59.83	57.26	1.0720	4.3558	174.9	2339.89	63.575	46.295	72.9187	54.6247	34	28	18.2020
170	70	65.61	1.0692	4.7504	185.865	2623.16	67.99	46.59	64.3382	25.1642	30	14	39.1741
171	66.80	62.81	1.0673	4.3117	180.07	2477.61	65.085	46.59	74.4222	24.1081	37	17	37.8253
172	65.84	60.4	1.0673	4.3117	180.07	2477.61	65.085	46.59	77.8187	24.1081	37	17	37.8253
173	67.35	63.22	1.0690	4.4142	185.07	2584.78	69.14	47.79	70.4657	28.6467	32	15	41.8189
174	67.84	62.67	1.0620	6.1535	186.77	2600.24	70.11	46.99	85.5637	25.1642	31	14	40.3895
175	61.54	57.49	1.0733	4.6336	177.905	2408.49	65.505	46.595	70.4657	39.8844	33	21	30.5712
176	63.23	56.91	1.0763	4.5738	175.455	2384.8	64.85	46.99	82.7206	38.8844	38	18	37.8253
177	71.23	66.65	1.0714	5.1133	194.255	2774.85	74.16	48.19	75.3676	60.7623	34	28	18.8064
178	65.73	61.16	1.0774	5.4391	181.085	2483.96	68.53	47.975	68.0147	31.3018	32	17	36.7129
179	67.6	62.77	1.0628	6.2733	181.63	2531.12	65.75	48.59	83.2402	27.6192	33	15	41.8270
180	81.82	69.84	1.0690	4.5738	185.24	2341.42	68.03	48.19	85.5637	31.3018	34	19	37.8253
181	81.82	69.84	1.0690	4.5738	174.605	2341.42	63.26	47.36	71.6917	31.3018	34	19	37.8253
182	82.61	59.03	1.0633	3.5597	178.135	2392.96	65.425	46.595	85.5637	22.7061	32	14	42.6544

34

Nr. Número de Huevo; peso= peso al ajet; vol= volumen de agua desplazada; Ce= Gravedad específica; P c= Peso de la cascarilla; Perim.= Perímetro; Superf.= Superficie; Dm= Diámetro mayor; Dm₀= Diámetro menor; NGr.a= Nivel de Gr (a medio antes de la tinción); NGr.d= Nivel de Gr (a medio después de la tinción); De.a= Desviación estándar antes de la tinción; De.d= Desviación estándar después de la tinción; Ct= Grosor de la cutícula (NGr.a - NGr.d).

APENDICE (Continuación)

N	peso (g)	vol (g)	Gr	P c (g)	Perla. (mm)	Superf. (mm ²)	Dma (mm)	Dme (mm)	NGra.a	NGra.d	De.a	De.d	Ct
183	88.13	83.86	1.0692	4.8187	183.17	2526.52	67.025	47.79	60.8818	19.2868	27	10	41.8352
184	85.22	81.87	1.0651	3.9424	178.36	2459.95	63.62	48.985	71.8912	30.0743	34	18	41.8188
185	72.51	67.54	1.0762	5.8504	187.815	2586.64	58.84	48.78	82.7206	37.4384	39	19	45.2812
186	69.5	65.47	1.0646	4.0689	186.69	2648.71	69.75	48.985	65.2637	37.6844	30	20	45.6883
187	84.48	84.57	1.0761	5.8157	183.115	2647.11	66.62	48.19	61.8873	22.1091	30	14	39.1761
188	84.49	80.27	1.0723	4.7431	181.352	2470.9	61.615	48.99	59.4363	23.1367	27	13	36.4896
189	55.7	51.48	1.0846	5.3376	168.95	2181.61	61.715	44.6	64.3362	26.3917	30	18	37.8465
190	64.74	59.97	1.0822	5.9210	160.05	2450.47	66.1	46.99	53.3098	21.4916	25	10	31.6272
191	86.03	81.47	1.0765	5.3892	176.45	2429.98	61.715	49.78	86.3971	47.2586	41	26	38.1315
192	87.4	82.78	1.0761	5.4177	182.23	2546.21	65.11	48.985	74.1422	45.5888	44	17	40.3853
193	71.23	68.52	1.0734	5.3659	191.415	2717.06	72.24	47.39	61.8873	23.9367	28	12	37.8506
194	55.96	52.27	1.0732	4.2097	169.295	2197.64	61.345	45.8	69.7892	36.2119	32	20	30.5773
195	81.41	77.59	1.0613	3.8499	176.41	2391.02	63.7	47.98	74.1422	61.8686	34	28	12.3753
196	81.01	77.15	1.0700	4.2288	185.005	2422.54	71.515	45.4	83.6481	37.4384	38	20	46.5047
197	68.42	63.45	1.0810	6.1084	185.365	2584.49	68.75	47.78	77.8196	26.3917	35	15	51.4289
198	58.31	54.45	1.0735	4.4180	177.82	2354.31	67.43	44.6	70.4657	42.3495	33	21	28.1162
199	88.33	84.58	1.0762	5.5886	185.125	2582.58	68.21	48.18	70.4657	23.6367	34	13	48.5280
200	68.85	65.6	1.0689	4.7116	187.77	2652.94	69.63	48.58	72.8767	37.5018	36	16	41.8149

N = Número de Huevos; peso = peso al aire; vol = volumen de agua desplazada; Gr = Gravedad específica; P c = Peso del cascarón; Perla. = Perímetro;
 Superf. = Superficie; Dma = Diámetro mayor; Dme = Diámetro menor; NGra.a = Nivel de Gris medio antes de la tinción; NGra.d = Nivel de Gris medio después de la tinción;
 De.a = Desviación estándar antes de la tinción; De.d = Desviación estándar después de la tinción; Di = Grosor de la cutícula (NGra.a - NGra.d).

LITERATURA CITADA

1. Baird, D.C.: Experimentation: An Introduction to Measurement Theory and Experiment Design. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1962.
2. Ball, R.F., Logan, V. and Hill, J.F.: Factors affecting the cuticle of the egg as measured by intensity of staining. Poult. Sci., 54: 1479-1484 (1975).
3. Ballard, D. and Brown, C.: Computer Vision. Prentice-Hall, New Jersey, 1982.
4. Bell, D.J. and Freeman, B.M.: Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl. Academic Press, London, 1971.
5. Board, R.G. and Halls, N.A.: The cuticle: A barrier to liquid penetration of the shell of the hen's egg. Br. Poult. Sci., 14: 69-97 (1973).
6. Board, R.G. and Scott, V.D.: Porosity of the avian eggshell. Am. Zool., 20: 339-349 (1980).
7. Britton, W.M.: Shell membranes of eggs differing in shell quality from young and old hens. Poult. Sci., 56: 647-653 (1977).
8. Carter, T.C.: The hen's egg: A rapid method for routine estimation of flock mean shell thickness. Br. Poult. Sci., 16: 131-143 (1975).

9. Corkidi, G.: Système d'analyse de préparations histologiques par imagerie numérique: Histo 200. Thèse de Doctorat. Université Paris XII, Paris, France, 1989.

10. Corkidi, G. y Márquez, J.: Microestación para el procesamiento digital de imágenes biomédicas. Memorias de la conferencia sobre procesamiento digital de señales e imágenes en biomedicina. México, D.F. 1990. 8. IEEE, México, D.F. (1990).

11. Daniel, W.: Biestadística. Limusa, México, D.F., 1983.

12. Doyon, G., Bernier-Cardou, M., Hamilton, R.M.G., Castaigne, F. and MacLean, H.: Egg quality. 1. Shell strength of eggs from five commercial strains of white leghorn hens during their first laying cycle. Poult. Sci., 64: 1685-1695 (1985).

13. Essary, B.O., Sheldon, B.W. and Crews, S.L.: Relationship between shell and shell membrane strength and other egg shell characteristics. Poult. Sci., 56: 1882-1888 (1977).

14. Foster, W.H. and Weatherup, S.T.C.: The use of specific gravity of the egg to estimate shell thickness. Br. Poult. Sci., 20: 439-443 (1979).

15. Garza, M., Rodríguez, C., Ostrosky, P., Montero, R., Toledo, R. and Márquez, J.: Análisis del índice mitótico en una PC. Comunicación técnica IIMAS, serie amarilla, No. 107, IIMAS, México, D.F., 1990.

16. González, R. and Wintz, P.: Digital Image Processing. 2nd ed. Addison-Wesley, Massachusetts, 1987.

17. Hamilton, R.M.G.: Observations on the changes in physical characteristics that influence egg shell quality in ten strains of White Leghorns. Poult. Sci., 57: 1192-1197 (1978).

18. Hamilton, R.M.G.: The effects of age and strain on the relationships between destructive and non-destructive measurements of eggshell strength for White Leghorn hens. Poult. Sci., 58: 1125-1132 (1979).

19. Hamilton, R.M.G.: Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. Poult. Sci., 61: 2022-2039 (1982).

20. Hamilton, R.M.G. and Thompson, B.K.: Effects of the sequence of measuring nondestructive deformation and specific gravity on the Quasi-Static compression and impact strength of eggs from White Leghorn hens. Poult. Sci., 60: 1798-1801 (1981).

21. Hammerle, J.R.: An engineering appraisal of egg shell strength evaluation techniques. Poult. Sci., 48: 1708-1717 (1969).

22. Harms, R.H., Rossi, A.F., Sloan, D.R., Miles, R.D. and Christaas, R.B.: A method for estimating shell weight and correcting specific gravity for egg weight in eggshell quality studies. Poult. Sci., 69: 48-52 (1990).

23. Heape, J.M., Lauen, R.C. and Savage, J.B.: Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. Poult. Sci., 67: 902-907 (1988).

24. Hodgetts, B.: Egg quality and hatchability. Inter. Hatchery Pract., 4: 17-19 (1987).
25. Holder, D.P. and Bradford, M.V.: Relationship of specific gravity of chicken eggs to number of cracked eggs observed and percent shell. Poult. Sci., 58: 250-251 (1979).
26. Izat, A.L., Gardner, F.A. and Mellor D.B.: Effect of age of bird and season of the year on egg quality 1. Shell quality. Poult. Sci., 64: 1900-1906 (1985).
27. Kell, G.S.: Density, thermal expansivity, and compressibility of liquid water from 0° to 150 °C: Correlations and tables for atmospheric pressure and saturation reviewed and expressed on 1968 temperature scale. J. Chem. Eng. Data, 20: 97-105 (1975)
28. Kuhl, H.Y.: Washing and sanitising hatching eggs. Inter. Hatchery Pract., 3: 29-33 (1989).
29. Leach, R.M. Jr.: Biochemistry of the organic matrix of the eggshell. Poult. Sci., 61: 2040-2047 (1982).
30. Márquez, F.J. y Toledo, C.R.: Unidad de adquisición y procesamiento de imágenes del CIUNAM. Memorias del III Simposio Interno CIUNAM. México, D.F. 1989. 5. CIUNAM. México, D.F. (1989).
31. McDaniel, G.R., Roland, D.A. Sr. and Coleman, M.A.: The effect of egg shell quality on hatchability and embryonic mortality. Poult. Sci., 58: 10-13 (1979).

32. Meir, M., Ar, A. and Nir, A.: Preincubation dipping of turkey eggs. Does it affect eggshell conductance?. Poult. Sci., 63: 2475-2478 (1984).

33. Nordstrom, J.O. and Ousterhout, L.E.: Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. Poult. Sci., 61: 1991-1995 (1982).

34. Nys, Y.: Relationship between age, shell quality and individual rate and duration of shell formation in domestic hens. Br. Poult. Sci., 27: 253-259 (1986).

35. Peebles, E.D., and Brake: Relationship of eggshell porosity to stage of embryonic development in broiler breeders. Poult. Sci., 64: 2388-2391 (1985).

36. Peebles, E.D. and Brake, J.: The role of the cuticle in water vapor conductance by the eggshell of broiler breeders. Poult. Sci., 65: 1034-1039 (1986).

37. Peebles, E.D. and Brake, J.: Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. Poult. Sci., 66: 596-604 (1987).

38. Peebles, E.D., Brake, J. and Gildersleeve, R.P.: Effects of eggshell cuticle removal and incubation humidity on embryonic development and hatchability of broilers. Poult. Sci., 66: 834-840 (1987).

39. Potts, P. L. and Washburn, K.W.: Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, breaking strength, shell thickness and specific gravity. 1. Relationship to egg characteristics. Poult. Sci., 53: 1123-1128 (1974).

40. Potts, P.L., Washburn, K.W. and Hale, K.K.: Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, breaking strength, shell thickness and specific gravity. 2. Stepwise Regression Analysis of egg characteristics on methods of assessing shell strength. Poult. Sci., 53: 2167-2174 (1974).

41. Rahn, H.: Gas exchange of avian eggs with special reference to turkey eggs. Poult. Sci., 60: 1971-1980 (1981).

42. Rahn, H., Ar, A. and Paganelli, C.V.: How bird eggs breathe. Sci. Am., 240: 46-55 (1979).

43. Roland, D.A.: Factors influencing shell quality of aging hens. Poult. Sci., 58: 774-777 (1979).

44. Simons, P.C.M. and Wiertz, G.: The ultra-structure of the surface of the cuticle of the hen's egg in relation to egg cleaning. Poult. Sci., 45: 1153-1162 (1966).

45. Sparks, N.H.C. and Board, R.G.: Cuticle, shell porosity and water uptake through hen's eggshell. Br. Poult. Sci., 25: 267-276 (1984).

46. Thompson, R.K. and Hamilton, R.M.G.: Comparison of the precision and accuracy of the Flotation and Archimedes' Methods for measuring the specific gravity of eggs. Poult. Sci., 61: 1599-1605 (1982).

47. Thompson, B.K. and Hamilton, R.M.K.: Relationships between laboratory measures of egg shell strength and breakage of eggs collected at a commercial grading station. Poult. Sci., 65: 1877-1885 (1986).

48. Thompson, B.K. and Hamilton, R.M.K.: Prediction of shell percentage using inverse specific gravity: some problems in deriving an equation and its application. Poult. Sci., 68: 482-488 (1989)

49. Toledo Van, B., Parsons, A.H. and Combs, G.F.: Role of ultrastructure in determining eggshell strength. Poult. Sci., 61: 569-572 (1982).

50. Tullet, S.G.: Science and the art of incubation. Poult. Sci., 69: 1-15 (1990).

51. Voisey, P.W. and Hamilton, R.M.G.: Factors affecting the non destructive and destructive methods of measuring egg shell strength by the Quasi-Static Compression Test. Br. Poult. Sci., 17: 103-124 (1976).

52. Voisey, P.W. and Hamilton, R.M.G.: Sources of error in egg specific gravity measurements by the flotation method. Poult. Sci., 56: 1457-1462 (1977).

53. Voisey, P.W. and Hamilton, R.M.G.: Observations on the relationship between non-destructive egg shell deformation and resistance to fracture by Quasi-Static Compression for measurement of egg shell strength. Poult. Sci., 56: 1463-1467 (1977).

54. Voisey, P.W. and Hunt, J.R.: Comparison of several egg shell characteristics with impact resistance. Can. J. Anim. Sci., 56: 299-304 (1976).