

Factores de influencia en los resultados de incubación (y II)

Antonio Callejo, Vicente Jimeno

Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid

En la 1.^a parte de este artículo se recogían los factores que afectaban a la calidad del huevo incubable, lo que llamamos **factores intrínsecos**, y también mencionábamos aquellos que, implicados en el proceso de incubación (**factores extrínsecos**), se producen antes de la introducción del huevo en la incubadora.

En esta 2.^a parte, pasamos revista a aquellos factores que, podríamos decir, suceden en la propia incubadora. Asimismo, se comentan algunos aspectos prácticos en el diseño y mantenimiento de la planta incubadora.

Condiciones durante la incubación

Temperatura

La temperatura de incubación de las especies domésticas se sitúa en un estrecho margen entre los 37 y los 38 °C. En concreto, y para las gallinas, la temperatura ideal de incubación es de 37,7 a 37,8 °C (Sauveur, 1988). También parece que el valor térmico ideal es diferente según se trate de incubadoras de carga continua o de carga única (todo dentro-todo fuera). En general, este valor es algo más bajo en el momento de la eclosión, siempre y cuando el tipo de incubadora lo permita. Evidentemente, es necesario establecer un riguroso control de la temperatura, de forma que se mantenga siempre dentro de los límites deseados. Es preciso, pues, ser conscientes de cuáles son las pérdidas y ganancias de calor, cuyo equilibrio permitirá que la temperatura no se desvíe de su valor óptimo. Tal equilibrio térmico responde a la ecuación:

Ganancias de calor = Pérdidas de calor
 Producido por los huevos A través de la estructura
 Producido por el equipo Por la ventilación
 (luz, motores, etc.)
 Sistema de calefacción Sistema de refrigeración

Humedad

La humedad del espacio en el que se desarrolla la incubación requiere un riguroso control, en aras de obtener una óptima eclosionabilidad y un tamaño correcto de polluelo, ya que ambos parámetros están afectados por la pérdida de peso que sufre el huevo durante la incubación.

El procedimiento habitual es regular la humedad en la incubadora de modo que se alcance una pérdida de peso durante la incubación de alrededor del 12-14% del peso inicial del huevo (Visschedijk, 1991). Como ya referimos con anterioridad, esta pérdida de peso es debida únicamente a la pérdida de agua, puesto que el intercambio respiratorio del embrión no implica cambios en la masa del huevo. Esta pérdida ponderal a través de la cáscara depende fundamentalmente de la humedad en la incubadora, además de la ya comentada conductividad de aquélla.

La humedad relativa durante el proceso de incubación se sitúa entre el 50-60% aunque en los últimos años existe una clara tendencia, recomendada por algunos investigadores (Visschedijk, 1991), a expresar la humedad en términos de presión parcial del vapor de agua en lugar de como porcentaje. En cualquier caso, es una

variable a controlar, por cuanto que puede incidir en los resultados técnicos de incubación.

Posición y volteo de los huevos

Durante la fase de incubación, los huevos de gallina deben estar colocados **imprescindiblemente** con el polo fino hacia abajo. En caso contrario, se dificulta la orientación de la cabeza del embrión hacia la cámara de aire (Sauveur, 1988).

El volteo de los huevos constituye una de las principales operaciones a efectuar durante el período de incubación para asegurar unos buenos resultados. La ausencia de volteo lleva aparejada la adherencia del embrión y de las membranas embrionarias a la membrana de la cáscara, a la yema, o a otros membranas, además de una mayor incidencia de malposiciones. Parece ser que los huevos de gallinas más viejas sufren más daños por un volteo insuficiente durante la incubación, ya que al ser la cáscara más delgada, hay mayores posibilidades de adherencias debido a la mayor pérdida de agua. No obstante, de estudios recientes (Deeming, 1989; citado por Tullet, 1991), se desprende que no son éstas las principales causas de problemas embrionarios por una falta de volteo. Parece ser que las peores consecuencias se dan por una menor utilización del albúmen, una deficiencia de fluido embrionario, una menor superficie de intercambio de oxígeno del «corioalantoide» y un desarrollo vascular más lento.

Por otra parte, el volteo de los huevos incluye otros parámetros además de volteo en sí. Es preciso, pues, considerar:

1. **Frecuencia de volteo.** La recomendación general es voltear un mínimo de tres veces al día en incubadoras de volteo manual. En

N.º de volteos diarios	Incubabilidad de los huevos, fértiles (%)
2	78,1
4	85,3
6	92,0
8	92,2
10	92,1

Fuente: North, 1984, cit. por TECNA.

las de volteo automático, el óptimo se situaría en 1 volteo cada 15 minutos (96 veces/día), si bien, en la práctica se realiza 1 volteo cada hora (cuadro I).

2. **Eje de rotación.** En la mayoría de las especies, los resultados más satisfactorios se han obtenido, según se ha dicho, colocando el polo fino hacia abajo y volteando alrededor del eje pequeño del huevo. En cambio, en ocas la recomendación es colocar los huevos horizontalmente y voltearlos alrededor del eje largo.
3. **Angulo de volteo.** De 20 a 45° respecto a la horizontal parece que es el valor que mejores resultados da (cuadro II).
4. **Plano de rotación.** La tasa de eclosión y la calidad del polluelo se incrementan aumentando el número de planos de rotación, pero también aumenta el número de malposiciones.

Relación entre anomalías de los pollitos y errores en la incubación

De los tres factores considerados, temperaturas, humedad, y posición y volteo de los huevos, no parece tan simple atribuir a ninguno de ellos en particular las anomalías observadas en los pollitos al nacimiento. No obstante, puede hacerse una clasificación que conecte estas anomalías con errores en el manejo durante la incubación de los tres factores citados. (cuadro III).

Según se desprende del cuadro III, las anomalías del grupo I, especialmente cuando se dan combinados y a gran escala, son causadas por una temperatura demasiado alta.

Las del grupo II pueden estar causadas por diversos errores durante la incubación. El principal es que la incubación se desarrolló en un ambiente demasiado seco. Estas anomalías se encuentran cuando la temperatura ha sido demasiado alta, lo que casi siempre va acompañado de una humedad relativa reducida, si bien, también pueden estar causadas por un volteo infrecuente durante la incubación.

Las anomalías del grupo III aparecen cuando el ambiente dentro de la incubadora es demasiado húmedo. De igual forma, una humedad relativa alta

suele estar asociada a temperaturas demasiado bajas.

Ventilación

La ventilación es necesaria durante la incubación para proporcionar el oxígeno que el embrión va consumiendo y para eliminar el CO₂ y el vapor de agua producidos por el mismo.

Durante la 1.^a semana de incubación, el embrión es particularmente sensible a un incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera de la incubadora. En general, esta proporción de CO₂ no debe superar el 0,5%, admitiéndose hasta el 1% durante la eclosión. La falta de oxígeno también es crucial durante la última semana del desarrollo embrionario, provocando el agotamiento del embrión ya formado. El pollito muere si no puede romper la cáscara.

Asimismo, una ventilación escasa puede conducir a una excesiva humedad, y viceversa, provocando los mismos efectos que ya hemos comentado.

El caudal de entrada de aire puro podría fijarse en 150 m³/h por cada 10.000 huevos, aumentando en salas no climatizadas a 300 m³/h en primavera y otoño y a 450 m³/h en verano.

Radiación durante la incubación

Diversas experiencias demuestran las grandes posibilidades que ofrece la irradiación de los huevos durante su incubación, con vistas a mejorar la tasa de eclosión, e incluso disminuir el tiempo de incubación.

En dichos ensayos se han utilizado diversos tipos de radiación, dependiendo sus resultados fundamentalmente del tiempo y momento de exposición y/o de las dosis empleadas.

En efecto, en trabajos realizados utilizando radiación gamma, se han observado efectos favorables o, al menos, no desfavorables, cuando las dosis han sido bajas (Zakaria, 1991) o se ha empleado en los primeros días de incubación (Vardanyan, 1988). Dosis bajas han supuesto también mejoras en el peso de los pollos a los 120 y 180 días respecto a los procedentes de huevos no irradiados.

Por el contrario, la radiación láser parece ofrecer mejores resultados, tanto reduciendo la mortalidad como mejorando la tasa de nacimientos. Los resultados fueron aún mejores efectuando 2 veces esta operación, 24 horas antes y previamente a la introducción de los huevos en la incubadora.

Iluminación de los huevos

El papel de la iluminación en la incubación es un tema que sigue siendo todavía objeto de atención e interés, a pesar de que han transcurrido casi treinta años desde las primeras investigaciones. Fueron Shutze *et al.* (1962; citado por Giavarini, 1984) los primeros que comprobaron que iluminando los huevos durante la incubación, la duración del desarrollo embrionario se reducía aproximadamente 16 horas, resultados corroborados posteriormente en pruebas de otros investigadores.

Algunas experiencias obtuvieron resultados prácticamente iguales iluminando los huevos durante todo el período de incubación o sólo durante los primeros 15 días, o bien en la primera semana o incluso sólo en la última. Otras, en cambio, no han encontrado resultados positivos (Zakaria, 1989).

Algunos investigadores opinan que la longitud de onda de la luz empleada tiene también su importancia. Así, Coleman *et al.* (1977) comprobaron que el desarrollo embrionario es acelerado por longitudes de onda de 295 mm por debajo del espectro visible.

El color de la luz también parece tener su influencia. En experimentos del mismo autor, se observó que el color verde provocaba el nacimiento de pollitos afectados de diversas anomalías; el azul aumentaba la tasa de eclosión en un 6% y el amarillo-rojo

Cuadro II	
Efecto del ángulo de volteo de los huevos sobre la incubabilidad	
Angulo de volteo sobre la horizontal	Incubabilidad de los huevos, fértiles (%)
20	69,3
30	78,9
45	84,6

Fuente: North, 1984, cit. por TECNIA.



No es aconsejable la entrada de personal ajeno a la planta incubadora.

reducía la duración de la incubación en unas 16 horas.

La iluminación de los huevos durante la incubación no influiría únicamente sobre la duración de la misma, sino también sobre el peso de los embriones, sobre el del pollito en el momento de nacer, e incluso sobre el nivel de incubabilidad de los huevos. Cabe indicar, sin embargo, que el efecto de la iluminación sobre los parámetros de incubación está en continua revisión, habiéndose encontrado resultados muy variables, y en algunos aspectos, contradictorios, según experiencias. Por ello, todavía resulta difícil formular conclusiones ortodoxas sobre la naturaleza y sentido de su influencia.

La planta incubadora

El manejo correcto de la planta incubadora es factor de decisiva importancia para que tanto los parámetros ambientales (temperatura, humedad, etc.) como las condiciones higiosanitarias estén siempre al nivel óptimo. Por tanto, habrá que tener en cuenta algunos aspectos de la planta incubadora para su adecuado funcionamiento y rendimiento.

Construcción y mantenimiento

Hay que tener muy presente la zona donde se ubica la planta, y adaptar a esta circunstancia cuestiones como el aislamiento, capacidad de

enfriamiento, ventilación, calefacción, etc. Las paredes deben construirse de forma que no dificulte la limpieza, al igual que los suelos, que deberán ser lisos y bien drenados.

Los controles deben ser regulares. Las instalaciones defectuosas pueden ser causa de incendios, y de disminución de la eficacia del trabajo, además de ofrecer una mala imagen. Es fundamental verificar los niveles de O₂, CO₂, humedad y temperatura. Por ello, es esencial mantener en perfecto estado los sistemas de extracción y ventilación.

Finalmente, los carros de volteo deben ser engrasados regularmente para que cumplan su misión adecuadamente.

Aislamiento

La planta de incubación debe estar aislada de granjas o establecimientos animales, respetando las distancias mínimas que marca la ley. Las visitas deben ser equipadas convenientemente (vestimenta estéril y/o desechable) y no ser muy frecuentes. Suspenderlas por completo cuando se observe algún problema en la planta o haya riesgo evidente de contaminación del exterior.

Diseño y flujo de movimientos

La planta incubadora debe ser diseñada de tal modo que el movimiento de trabajo, de personal y del aire, siga la misma ruta que los huevos. Es aconsejable, pues:

- Usar puertas de un solo sentido de apertura.
- Acondicionar cada sala con su propio sistema de ventilación.
- Ventilar mediante sistemas de presión negativa las salas sucias (salas de limpieza de bandejas, nacedoras, ...).

Tener siempre presente que una rápida renovación por aire fresco y limpio del aire contaminado, elimina tantos o más gérmenes que un desinfectante.

Limpieza y desinfección

Para que la desinfección sea más efectiva, es preciso una concienzuda limpieza previa. El desinfectante a utilizar será elegido en función de ciertas

Cuadro III		
Relación entre anomalías en los pollitos y errores en la incubación		
Grupo	Anormalidades	Error en la incubación
I	Postura anormal Dedos encogidos Ombiligo ensangrentado Ombiligo abultado	Temperatura demasiado alta
II	Pollito pequeño, corto, débil Tacto seco y pegajoso, con trozos de cáscara Adherencias	Temperatura demasiado alta Baja humedad Volteo infrecuente
III	Grande y abultado Manchado con contenido de huevo Tacto húmedo y pegajoso Ombiligo sin cerrar	Humedad alta Temperatura demasiado baja

Fuente: Kaltofen, 1984.

condiciones para que su acción sea lo más efectiva posible. Los criterios de elección deberán basarse en:

- pH.
 - Compatibilidad con otros agentes químicos.
 - Cantidad de materia orgánica presente.
 - Temperatura y humedad.
- considerando también:
- Sus posibilidades efectos corrosivos.
 - Y su toxicidad para los trabajadores o para los pollitos.

Es importante adiestrar a los trabajadores en el uso de estos productos, advirtiéndoles de sus riesgos y de seguir fielmente las instrucciones de uso.

Eliminación de residuos

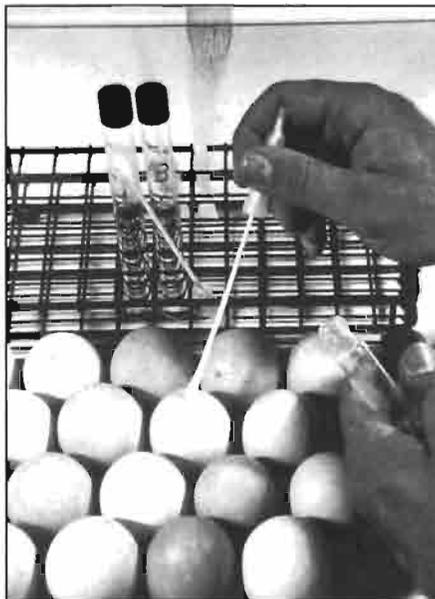
Los residuos sólidos deben ser incinerados y almacenados en contenedores cerrados hasta su eliminación. Ese almacenamiento debe realizarse en zonas apartadas de las de recepción de huevos y de expedición de pollitos.

Los residuos líquidos pueden eliminarse a través de la red de alcantarillado municipal o de fosas sépticas.

Control de calidad

Es preciso llevar a cabo un riguroso control de calidad para alcanzar el objetivo de una planta incubadora, como es el **obtener el mayor número posible de pollitos sanos a partir de los huevos fértiles que entran**. Este control debe cubrir tres aspectos:

- a) Control mensual, en granja, del peso específico como medida de la calidad de la cáscara. El mínimo aceptable es de 1,080, en el caso de huevos de gallina.
- b) Control semanal de una o dos bandejas de huevos de cada lote de gallinas. Ello permite comprobar si la *selección* de los huevos es correcta, si su *limpieza* es adecuada, y si el porcentaje de huevos con el *polo fino hacia arriba* está dentro de los márgenes aceptables.
- c) Control durante la incubación, en el que se medirá el flujo de aire en incubadora y nacedora y se determinará el número de huevos rotos debido a procedimientos incorrectos de transferencia a la nacedora.



Control microbiológico.

Control microbiológico

Este control se debe efectuar después de realizada la limpieza y la desinfección, con objeto de verificar si estas operaciones se realizan con la eficacia precisa, tomando las medidas oportunas en caso negativo. Debe ser lo más completo y exhaustivo posible, evaluando el contenido en bacterias y hongos, para lo cual se tomarán muestras en los siguientes puntos:

- Área de limpieza de bandejas.
- Salidas y entradas de aire.
- Evaporadores de refrigeración.
- Incubadoras y nacedoras.
- Zonas de almacenamiento de huevos y de pollitos.
- Cinta de transporte de pollitos.
- Agua.
- Equipo de vacunación.

Comunicación

Como último punto, pero no por ello menos importante, debemos mencionar el de la comunicación de resultados, incidencias, etc., entre el productor de huevos incubables y la planta incubadora.

En efecto, es de suma importancia que el productor de huevos informe a la incubadora de los sucesos anormales que acontezcan en la granja:

- Humedad accidental de los huevos.
- Abundancia de huevos puestos en el suelo.
- Averías del enfriador en la sala de conservación.

- Sudado del huevo.
- etc.

Tan preciada información supone una valiosa ayuda para que en la planta de incubación, precalentamiento, procedimientos de sanitización, etc.).

De igual forma, la planta de incubación debe informar al productor de huevos de aquello que pueda estar impidiendo alcanzar la óptima eficiencia del proceso, como por ejemplo, número anormal de huevos rotos, deformes, sucios, etc.

Como siempre, una íntima colaboración entre los distintos segmentos productivos, contribuye a incrementar la eficacia global del proceso.

CONCLUSIONES

En este tema se ha hecho una revisión de cómo algunos factores, intrínsecos y extrínsecos al huevo, influyen sobre los resultados de incubación. Después de exponer, asimismo, diversos trabajos de investigación (algunos contradictorios) y los datos de ellos obtenidos, quizá sea conveniente, a modo de conclusión, hacer un resumen de los parámetros y acciones básicas a tener presentes durante el proceso de incubación.

1. Incubar preferentemente huevos de tamaño medio. En otros casos (por lo general, huevos grandes), efectuar las acciones oportunas (precalentamiento, por ejemplo) para que el inicio del desarrollo embrionario sea uniforme. O mejor aún, incubar separadamente.
2. Efectuar controles periódicos de la calidad de la cáscara. Si no es adecuada, será necesario revisar, fundamentalmente, la alimentación de esas aves.
3. Lograr un manejo adecuado (alimentación, iluminación, etc.) de las reproductoras, dirigiéndolo hacia la consecución de un crecimiento uniforme y de un peso vivo homogéneo y suficiente en el momento de iniciarse la puesta.
4. Manejo correcto de la nave de puesta. Colocación y mantenimiento apropiados de los nidos. Recogida frecuente de los

huevos y selección de los mismos: eliminar los sucios, los manchados, los rotos y los de formas anormales.

5. Procurar que el almacenamiento de los huevos no sea prolongado, manteniéndolo en la sala de conservación una temperatura entre 10 y 17 °C y un 70-85% de humedad relativa. Se colocarán con el polo fino hacia abajo, sin necesidad de voltearlos.
6. Si es inevitable un almacenamiento prolongado, la temperatura se situará en el nivel más bajo del intervalo citado, y la humedad en el más alto. Será conveniente realizar un precalentamiento y, si es posible, los huevos se protegerán con envases de baja permeabilidad. Los huevos se situarán con el polo fino hacia arriba.
7. Durante la incubación, la temperatura se sitúa en 37,7 a 37,8 °C, y la humedad relativa entre el 50-60%, procurando mantener en todo momento el equilibrio térmico e hídrico.
8. Los huevos se colocarán en la incubadora con el polo fino hacia abajo, volteándolos cada hora.
9. Si la legislación lo permite, lavar y desinfectar los huevos, tratándolos posteriormente con antibióticos. En cualquier caso, es necesario efectuar una fumigación, bien con formaldehído o con otros compuestos de reciente o próxima aparición.
10. Diseñar, construir y mantener la planta incubadora de forma que los flujos de movimientos sean correctos y se logre la máxima higiene, con el mayor ahorro energético.

Evidentemente, el proceso de incubación no es un capítulo cerrado. Es necesario tener presente las nuevas posibilidades que se abren en aspectos como la desinfección (ozono, rayos ultravioleta, etc.) o la radiación y la iluminación de los huevos durante el desarrollo embrionario. Será necesari-



Es necesario que el intercambio de información sea regular y exacto.

rio, pues, seguir trabajando intensamente para establecer como concluyentes los esperanzadores resultados que se han obtenido hasta la fecha.

BIBLIOGRAFIA

BAUER, F. et al. 1990 Effects of setting eggs small end up on hatchability and posthatching performance of broilers. *Br. Poultry Sci.*, 31: 715-724.

BRAKE, J. et al. 1988. Efficacy of alternative biocidal agents for hatching egg sanitation. 2: hatchability. *Poultry Sci. Abstr.*

BUTLER, D. E. 1991. Egg handling and storage at the farm and hatchery. pp. 195-203. En *Avian Incubation*. Ed Butterworths-Heinemann, Londres.

BUXADF, C. 1988. *El pollo de carne. Sistemas de explotación y técnicas de producción*. (2.ª Edición). Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

CALLEJO, A. Y OTROS. 1991. Relación entre el grado de suciedad y los resultados de incubación de huevos de pata. I.T.E.A., vol. Extra: 358-360.

CALLEJO, A. Y OTROS. 1991. Relación entre el peso de los huevos de pata y el peso de los patitos al nacimiento y su efecto sobre la incubabilidad. I.T.E.A., vol. Extra: 361-363.

FRENCH, N. A.; TULLET, S. G. 1991. *Variation in the eggs of poultry species*. pp. 59-77. En *Avian Incubation* Ed. Butterworths-Heinemann Ltd. Londres.

GIAVARINI, I. 1984. Incubación e iluminación. *Revista di Avicoltura*, 53 (4): 13-15. En *Selecciones Avícolas*, julio 1985.

LATALA, A. Y OTROS. 1990. Effect of ultraviolet radiation of eggs on hatchability and microbial flora of the egg shell. *Medycyna Weterynaryjna*, 46: 224-226. *De Poultry Abstr.* 1990.

LEESON, S. 1985. Early application of conventional or ahemeral photoperiods in an attempt to improve egg size. *Poultry Sci.* 64: 2020-2026.

MAULDIN, J. M. Y OTROS. 1990. 12 components of good hatchery sanitation. *Misset Poultry International*, Vol. 6: 29-37.

MAYES, F. J.; TAKEBALLI, M. A. 1984. Almacenaje de huevos de gallina (*Gallus domesticus*) antes de su incubación: Revisión. *Revista de la Sección Española de la Asociación Mundial de Avicultura Científica*, vol. 40, n.º 2: 19-28.

PHELPS, P. V. et al. 1989. Effect of «in ovo» antibiotic administration on the hatchability and performance on turkey poults. *Poultry Sci. Abstr.*

PINGEL, H. et al. 1989. Untersuchungen über Möglichkeiten der Langzeitlagerung von Eutenbruteiern. *Arch. Tierz.*, 32: 39-49.

QUERESHI, A. A. 1990. Keep your hatchery in good working order. *Misset Poultry International*. Vol. 6: 32-33.

RAMOS, M. et al. 1989. Limpieza en seco o lavado de los huevos de gansa. Resultados en la incubación. *Revista Avicultura*, 33: 163-172.

RYBAKOV, L.; KUDRYASHOV, V. 1989. Laser irradiation of incubation eggs. *Ptitssevodstvo*, 4: 19-20. *De Poultry Abstr.* 1989.

SAUVEUR, B. 1988. *Reproduction des volailles et production d'oeufs*. Ed. INRA. París.

TULLET, S. G. 1990. Science and Art of Incubation. *Poultry Sci.*, 69: 1-15.

VARDANYAN, V. A.; HYUGHKYANTS, M. A. 1988. Growth of chicks irradiated during embryonic development. *Biologicheski Zhurnal Armenii*, 51: 573-577. *De Poultry Abstr.*

VISSCHEDIJK, A. H. J. 1991. Physics and Physiology of incubation. *Br. Poultry Sci.*, :3-20.

WHISTLER, P. E.; SHELDON, B. W. 1989. Comparison of ozone and formaldehyde as poultry hatchery disinfectants. *Poultry Sci.*, 68: 1.345-1.350.

WHITEHEAD, C. C. 1991. *Nutrition of the breeding bird and developing embryo*. pp. 227-238. En *Avian Incubation*. Ed. Butterworths-Heinemann Ltd. Londres.

WILSON, H. R. 1991. *Physiological requirements of the developing embryo: temperature and turning*. pp. 145-156. En *Avian Incubation*. Ed. Butterworths-Heinaman Ltd. Londres.

WILSON, H. R. 1991. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *Worlds Poultry Sci. J.* 47: 5-20.

ZAKARIA, A. H. 1989. Effects of fluorescent light on hatchability of commercial broiler parent stock eggs and on body weight of chickens hatched under large-scale commercial conditions. *Poultry Sci.*, 68: 1.585-1.587.

Nota.—El resto de las fuentes bibliográficas utilizadas están a disposición de todo aquel lector que lo solicite.