

# Factores de influencia en los resultados de incubación (I)

Antonio Callejo, Vicente Jimeno

Departamento de Producción animal. Universidad Politécnica de Madrid

**E**l principal objetivo en el sector de la avicultura de carne es obtener un producto, el pollo cebado, en el menor tiempo posible (crecimiento acelerado), con el peso que demanda el mercado y, por supuesto, al mínimo coste.

Para que este producto final sea el que se desea, es preciso que el producto inicial, el pollito de un día, sea de la mejor calidad. Juzgar ésta no presenta excesivos inconvenientes. La experiencia práctica nos da una serie de características a tener en cuenta a la hora de valorar la calidad de los pollitos:

- peso del animal
- ojos vivos y brillantes
- ombligo cerrado, seco y suave
- patas sólidas, con los dedos estirados
- postura erecta
- etc.

La calidad de los pollitos va a estar determinada principalmente por dos grupos de factores bien diferenciados:

1. Los que afectan a la calidad del huevo incubable o **FACTORES INTRINSECOS**.

2. Los implicados en el proceso de incubación o **FACTORES EXTRINSECOS**.

A pesar de diferenciar claramente estos dos grupos, sobre todo a efectos didácticos, no hay que olvidar que existen numerosas interacciones entre ellos. Así, el peso del huevo puede condicionar que se maneje de una forma u otra en la pre-incubación, así como la calidad de la cáscara. Esta misma puede influir sobre las constantes ambientales a fijar en la incubadora; la alimentación de la reproductora también tiene su influencia sobre la calidad del huevo y, por tanto puede condicionar el manejo posterior del mismo, etc.



**Objetivo de producción: pollitos de calidad.**

Veamos, pues, algunos de estos factores, intentando delimitarlos con la mayor claridad, en particular aquellos que presentan un mayor grado de interrelación entre ellos.

Somos conscientes, no obstante, que nos dejamos en el tintero algunas cuestiones no menos importantes como la edad de la reproductora, la incubación en altitud, etc., pero que omitimos deliberadamente para no alargar este artículo más de lo que inicialmente nos habíamos propuesto.

## FACTORES INTRINSECOS

### Peso del huevo

El peso del huevo es un factor que siempre ha sido tenido muy en cuenta por las plantas incubadoras. En la práctica, estas industrias descartan generalmente los huevos muy pequeños y los muy grandes.

Existe una coincidencia general (Wilson, 1991; Narahari *et al.*, 1991; Puchajda, 1988; Chang *et al.*, 1989) en afirmar que los huevos de tamaño medio presentan mayores tasas de eclosión que los de tamaño extremo,

en particular aquellos cuyo peso es ligeramente inferior al peso medio.

Asimismo, la duración de la incubación está positivamente correlacionada con el peso del huevo, por lo que resultaría recomendable clasificar los huevos según este parámetro e ir escalonando su introducción en la incubadora de forma que la eclosión sea más homogénea. En cálculos hechos para 475 especies, se encontró que la duración de la incubación resultaba ser proporcional al peso del huevo elevado a 0,22 (O'Connor, 1984). No obstante, esta variable parece que está incluso más afectada por el tiempo de almacenamiento previo a la incubación que por el peso del huevo.

El peso del huevo determina de forma clara y positiva el peso del polluelo al nacimiento, aspecto importante para la vitalidad del recién nacido, si bien, pollitos del mismo peso pueden proceder de huevos con mayor cantidad de cáscara y menor de vitelo, o viceversa, lo que le otorgaría, en este caso, mayores posibilidades de supervivencia durante las primeras horas (Skewes *et al.*, 1988, citado por Wilson, 1991).

Shanawany (1987), revisando en seis especies la relación peso del huevo-peso del polluelo, sugirió la siguiente fórmula de predicción:

Peso al nacimiento:  $0,96 \times \text{peso del huevo}^{0,96}$

considerando que podrían añadirse otras variables como la humedad y la temperatura durante la incubación o la pérdida de peso durante el almacenamiento.

En nuestras experiencias, realizadas con huevos de pato, además del peso del huevo, hemos incluido el período de almacenamiento de los mismos (Callejo *et al.*, 1991), obteniendo una ecuación de regresión de estructura:



Peso patito al nacimiento =  $0,172 \times$   
 Días de almacenamiento +  $0,633 \times$  Pe-  
 so de huevo +  $4,412 R^2 = 0,43$ .

**Calidad de la cáscara**

Un huevo es un sistema biológico cerrado aunque conectado con el exterior a través de los poros de la cáscara. Durante la incubación, a través de ellos pasa tanto el oxígeno hacia el interior del huevo como el CO<sub>2</sub> hacia el exterior. Como a lo largo de la incubación, el peso del CO<sub>2</sub> producido es igual al del O<sub>2</sub> consumido, la pérdida de peso que sufre el huevo es debida a la pérdida de vapor de agua. Esta pérdida de humedad depende de:

1. La temperatura y la humedad de la incubadora.
2. La calidad de la cáscara.

La calidad de la cáscara, en definitiva, su porosidad, determina su conductividad en unas condiciones ambientales dadas. Ello constituye una buena medida de la facilidad con que el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono se difunden a través de la misma.

La conductividad de la cáscara del huevo se incrementa con el tamaño de mismo y también, por tanto, la pérdida de agua, factor éste de la mayor influencia en la supervivencia del embrión. Pérdidas de agua por encima o por debajo del nivel óptimo, provocan menores tasas de eclosión y menor calidad de los pollitos nacidos. De igual forma, la conductividad de la cáscara afecta también al consumo de oxígeno y a la producción de CO<sub>2</sub> del embrión (Visschedijk, 1984). Así, una baja conductividad provoca una falta de oxígeno, un exceso de CO<sub>2</sub> y un bajo ph de la sangre. Como conse-

cuencia, los huevos, o no eclosionan, o producen pollitos de escasa calidad. De otra parte, una conductividad excesiva conduce a la situación contraria, ésto es, a un exceso de oxígeno, a una falta de CO<sub>2</sub> y a un alto ph sanguíneo. El resultado es un efecto depresivo sobre el crecimiento embrionario, y una tasa de nacimientos y calidad de pollitos similares a las originadas por una baja conductividad de la cáscara.

Aunque íntimamente relacionados, podemos considerar otros parámetros de la cáscara útiles para evaluar su calidad. Así, dentro de unos determinados márgenes, Sergeeva (1986) encuentra que la tasa de eclosión se incrementa con el espesor de la cáscara, con el peso específico de la misma y con su resistencia a la deformación. En cambio, cáscaras defectuosas presentan menor eclosionabilidad.

**Manejo de las reproductoras**

Serán importantes aquellos factores de manejo que ayudan a mantener la intensidad de puesta y a producir un tamaño uniforme de huevo, evitando los de tamaño excesivo que se producen en la última fase del ciclo de puesta. Entre ellos, merecen destacarse:

1. **Peso vivo y ritmo de crecimiento.** Fundamentalmente, hay que lograr una buena homogeneidad respecto al peso vivo desde el principio del período de crecimiento.
2. **Programas de iluminación,** diseñados para controlar la madurez sexual durante la cría. También pueden utilizarse para reducir el peso del huevo en las últimas semanas de puesta o, mediante programas ahemerales, mejorar la calidad de la cáscara. Sau-

veur (1988) por su parte, indica que el manejo adecuado de la iluminación puede aumentar la longitud de la secuencia de puesta, y mejorar el peso del huevo y la tasa de eclosión.

3. **Raciones alimenticias** apropiadas al desarrollo y estado fisiológico del animal. Con ello se logra:

- alcanzar rápidamente el pico de puesta
- uniformidad en el tamaño del huevo
- disminuir la incidencia de puesta en el suelo
- pautas de puesta en relación al momento del día

Este aspecto de la alimentación es de enorme importancia, por lo que será tratado más detenidamente en el próximo punto.

4. **Controles regulares** del peso vivo, del peso del huevo, del consumo y de los parámetros ambientales son importantes con objeto de adoptar las medidas oportunas.

**Alimentación de las reproductoras**

El desarrollo embrionario depende en gran medida del contenido y estructura del huevo. La alimentación de la reproductora, pues, puede influenciar muchas de las características de aquél y juega, por tanto, un papel esencial en el desarrollo de embrión y en el éxito de su incubación.

Durante mucho tiempo, se ha asociado un gran consumo de proteína con una máxima producción de huevos, considerándose como peligrosa una ingestión alta de energía, ya que las reproductoras podrían alcanzar excesivo peso. En cambio, son éstas las normas que se están recomendando en los programas alimenticios de la reproductora joven durante el período de prepuesta y primera fase de producción.

Vamos a considerar, pues, diversos aspectos que tienen influencia en la expresión del máximo potencial genético para la producción de huevos y la incubabilidad de éstos:

*Nutrición de prepuesta (18 - 25 semanas)*

Las experiencias realizadas parecen indicar que es de gran importancia conseguir una adecuada y controlada ganancia de peso, de forma que las 20 semanas de edad, las futuras repro-

TABLA I Efecto del consumo de proteína y energía por las reproductoras sobre la incubabilidad de los huevos fértiles					
Semanas de edad	Consumo de proteína		Consumo de energía		
	alto	bajo	alto	medio	bajo
28	86,4	87,3	89,1	86,4	85,0
32	87,6	89,3	89,5	89,1	86,7
36	87,6	88,3	89,6	88,6	85,7

Fuente: Leeson, 1985.

ductoras alcancen **uniformemente** un 60% del peso deseado en el pico de producción, ésto es, a las 31 - 33 semanas.

Ya hace algunos años, Cave (1984), modificando los estándares de nutrición existentes, surgió suministrar un pienso más protéico a las 18 semanas de edad, de tal forma que las reproductoras jóvenes produjeron un mayor número de huevos incubables.

La ingestión de energía también tiene suma importancia. Así, se ha señalado que a partir de las 20 semanas de edad, si el lote es uniforme, se incrementa ostensiblemente el consumo de calorías, ya que su efecto se puede traducir posteriormente en un incremento de la producción de huevos.

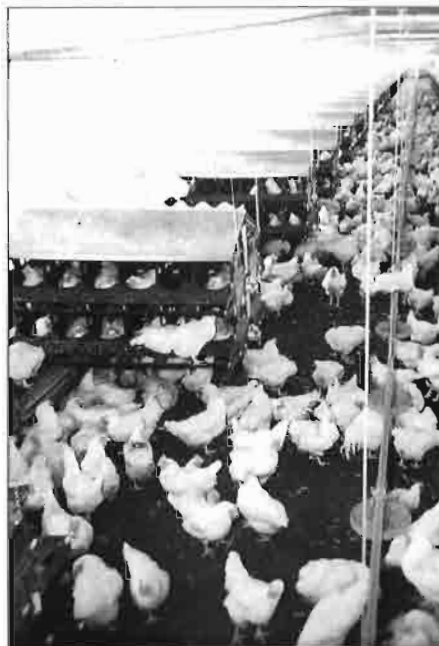
*Relación energía-proteína antes y después del pico de producción*

Mientras que el incremento de proteína durante el período de respuesta puede ser beneficioso, hay pruebas que demuestran que un exceso de la misma durante la puesta no es necesario para obtener óptimos resultados (Leeson, 1985). Este investigador ha demostrado el efecto de diferentes consumos de energía sobre la incubabilidad. Sus resultados se expresan en la **tabla I**.

Asimismo, son de destacar los trabajos de Pearson y Herron (1981), que detectaron una menor tasa de nacimientos en reproductoras que recibían una relación energía-proteína alta. Posteriormente se encontró que esta relación afectaba a la relación entre las hormonas triyodotironina y tiroxina (Mitchell and McLeon, 1988, citados por Tullet, 1991). Estas hormonas no son sintetizadas por el tiroides del embrión hasta los 11-15 días de incubación, por lo que hasta ese momento dependen de las que ha transferido la gallina al huevo.

*Nivel de alimentación*

La restricción alimenticia es habitual en reproductoras, tanto en la cría como en la fase de puesta, habiéndose comprobado ampliamente que constituye una práctica esencial para maximizar la producción de huevos, aunque hasta la publicación de los trabajos de Hocking *et al* (1987) no ha habido una explicación metabólica de este hecho. Estos investigadores comprobaron que las gallinas



**Son fundamentales un adecuado manejo y una correcta ubicación de los nidales.**

alimentadas "ad libitum" presentaban un mayor número de folículos ováricos en desarrollo, lo que provocaba una tasa de ovulación superior. La presencia de dos o más yemas (folículos maduros) en las proximidad del oviducto o de la cámara calcífera impide la normal formación del huevo y de la cáscara.

*Calcio*

La gallina mantiene el nivel de calcio en un nivel adecuado mediante la movilización del calcio del tejido óseo, aportando este elemento a la formación de la cáscara durante períodos en los que su ingestión es baja, por ejemplo, durante la noche. Cuando la alimentación es "ad libitum", las gallinas aumentan su consumo de

pienso o de conchilla en las últimas horas del día para mantener la formación de cáscara durante las horas nocturnas. Sin embargo, cuando la alimentación es restringida, Farmer *et al* (1983) registraron una superior calidad de cáscara, medida en términos de peso específico, en aquellas reproductoras a las que se les suministraba el pienso y/o el suplemento de calcio por la tarde.

*Vitaminas*

El contenido en vitaminas del huevo depende enormemente de su ingestión por la gallina. Las deficiencias vitamínicas se traducen en anomalías específicas en el desarrollo de los embriones y en una baja tasa de eclosión (**cuadro I**).

Particular atención merece la **vitamina D**. Uno de los principales metabolitos de la vitamina D, el 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>, está implicado en la absorción y transporte de calcio en el intestino, en los huesos y en la cámara calcífera, por lo que ha habido un considerable interés en determinar si esta hormona o sus precursores pueden utilizarse para mejorar la calidad de la cáscara.

Ninguna de la investigaciones realizadas hasta el momento han demostrado que el uso de metabolitos de la vitamina D tenga ventajas claras, aunque este capítulo no está ni mucho menos cerrado.

**Alimentación de los machos**

La información obtenida en las investigaciones de McDaniels (1986), pone de manifiesto que la excesiva ingestión de proteínas por el macho reduce la producción de esperma y su viabilidad afectando desfavorablemente

CUADRO I	
Anormalidades anatómicas y morfológicas causadas por deficiencias vitamínicas específicas en embriones en el desarrollo	
Deficiencia vitamínica	Anormalidades
Vitamina D	Mandíbulas acortadas
Vitamina E	Encefalomalacia, hinchazón, edema de córnea
Vitamina K	Hemorragias
Riboflavina	Atrofia, edema, hemorragias, degeneración nerviosa
Acido pantoténico	Emplume deficiente, edema, hemorragias, esteatosis hepática, patas torcidas
Biotina	Condodistrofia, pico del oro
Acido fólico	Edema, Anomalidades en pico y patas
Vitamina B12	Hemorragias, edema, esteatosis hepática

Fuente: Whitehead, 1991.



te a la fertilidad y a las posibilidades de incubabilidad.

**FACTORES EXTRINSECOS**

**Manejo del huevo en la granja**

Las medidas a adoptar para alcanzar el objetivo de producción deben empezar en la propia granja.

En primer lugar, los ponederos deben estar colocados antes de iniciarse la puesta, ya que las gallinas siguen poniendo habitualmente donde colocaron sus primeros huevos. Los ponederos, fácilmente accesibles para las gallinas, deben ser suficientes (1 nido/4-5 gallinas) y contar en todo momento con yacija limpia y seca, al igual que el resto de la nave. Deben ser manejados, en suma, de forma correcta.

En segundo lugar, la recogida debe ser frecuente, aumentando su número en épocas calurosas y cuando los ponederos son de recogida manual. De esta forma, se evitará en gran medida la contaminación de los huevos y cierta preincubación de los mismos. Evidentemente, habrá que hacer una selección previa de los huevos recogidos, eliminando los sucios, con manchas de heces o de sangre. También se desecharán los rotos, los fisurados y los de formas anormales.

**Desinfección de los huevos**

Sin duda alguna, la correcta desinfección de los huevos para incubar es uno de los aspectos más importantes de todo proceso. Normalmente, se distinguen dos vías de contaminación, denominadas "vertical" y "horizontal".

En el caso de la **contaminación vertical**, la infección se transmite directamente de la reproductora al embrión en el interior del huevo, pudiendo ser bacterias, micoplasmas o virus, los agentes infecciosos. Para luchar contra la transmisión vertical de infecciones, puede actuarse con inyecciones o por inmersión en solución de antibióticos, en función del número de huevos que deben ser tratados.

El **METODO DE INYECCION** consiste en inyectar en la cámara de aire



La recogida de huevos debe ser frecuente.

el compuesto (tilosina, antibióticos, etc) de que se trate. Es un método efectivo, sobre todo en altas dosis (Phelps *et al*, 1989), pero tremendamente laborioso, lo que sólo le hace interesante para el tratamiento de huevos de las líneas de "abuelas" o "bisabuelas".

En el **METODO DE LAVADO-INMERSION**, el huevo es lavado en primer lugar, utilizando máquinas de varios compartimentos, en los que sucesivamente es sometido a la acción de detergentes, desinfectantes, aclarado y secado.

Es necesario tener presente algunas normas a la hora de efectuar el lavado (Sauveur, 1988):

a) La temperatura del agua debe ser al menos de 15 °C superior a la de los huevos, pero siempre inferior a 55 °C (umbral de coagulación de las proteínas).

b) La temperatura del agua en cada etapa del lavado debe ser superior a la anterior, ya que en caso contrario, el huevo sufriría una contracción y facilitaría la penetración de los gérmenes.

c) No añadir jabón ni detergente a los desinfectantes clorados, descartándose todo producto ácido.

Los detergentes más usuales son el acil-fenoxi-polietoxi-etanol y el alquil-anil-poliéter-alcohol, asociados con productos antiespumantes y neutralizantes.

Para la desinfección pueden utilizarse:

a) **Productos clorados:** baratos pero de actividad poco persistente en presencia de materia orgánica. Los más estables son el **diclorocianuro** (0,35 gr/l) y el **ciclorodimetilhidantoína** (0,70 gr/l). En cualquier caso,

se trata de proporcionar 50-60 ppm de cloro activo.

b) **Amonios cuaternarios.** Las soluciones deben renovarse frecuentemente. Presentan el inconveniente de formar con los huevos que tienen la cáscara fracturada sustancias gomosas, que ensucian los cepillos.

La inmersión tiene por objeto hacer penetrar un antibiótico en el interior del huevo, para lo que es imprescindible realizar un lavado previo del mismo. La penetración del antibiótico puede fundamentarse en:

- la diferencia de temperatura;
- la diferencia de presión.

La **Contaminación horizontal** tiene su origen en el depósito de gérmenes patógenos sobre la cáscara del huevo cuando éste atraviesa la cloaca de la gallina, pudiéndose transmitir a otros huevos en los nidales, bandejas y en la propia incubadora. Los gérmenes pueden proceder, por tanto:

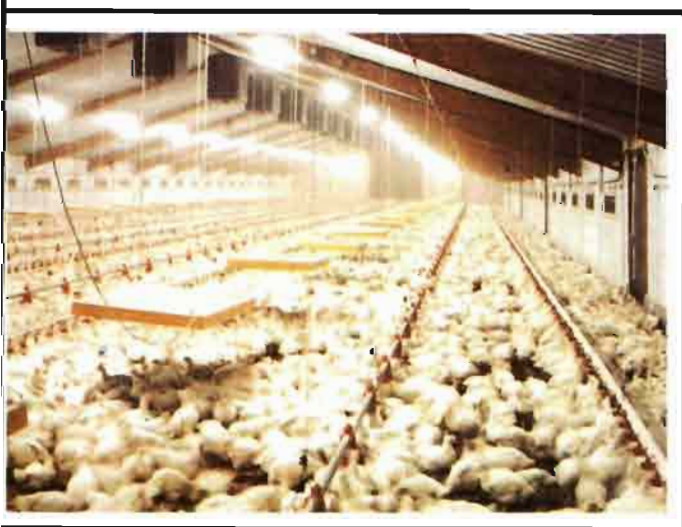
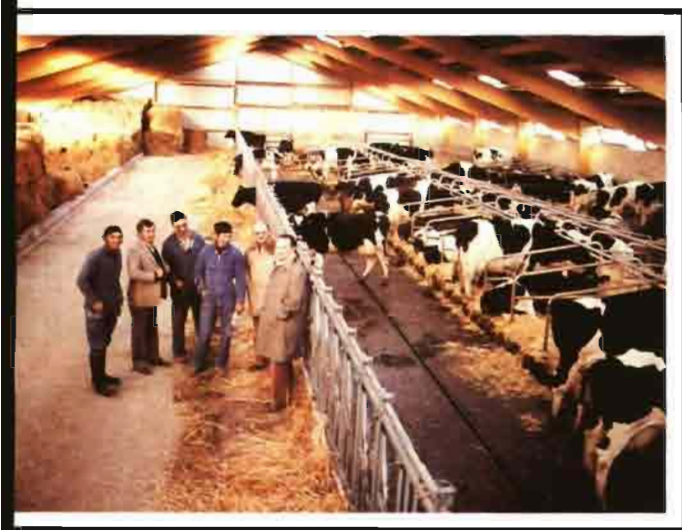
- del tubo digestivo o del oviducto de la reproductora;
- de la yacija o del aire de la nave;
- del personal o de material de incubación.

El tratamiento que con más frecuencia se aplica a los huevos para incubar, es la **formalización**. Esta operación debe hacerse lo antes posible tras la puesta, procurando que las condiciones sean las óptimas para que la acción germicida sea máxima. Los valores recomendados de las variables ambientales son:

- Temperatura entre 24 y 35 °C.
- Humedad relativa: 85-90%.

Sin embargo, este tipo de tratamiento se ha empezado a poner en cuestión desde hace algunos años. Incluso algunos países han prohibido su utilización en salas de incubación o están en vías de hacerlo, por su posible efecto cancerígeno, además de por la efectividad de nuevos desinfectantes y por la menor producción de residuos y menor coste. Debido a ello, se ha empezado a investigar y a trabajar con nuevos productos, como el ozono, agua oxigenada, espuma de ClO<sub>2</sub> o, incluso, con radiación ultravioleta.

Así, el peróxido de hidrógeno me-



**DANNO**

SIEMPRE UNA TECNICA DE AVANCE  
 ¡LA ELECCION DE UNA NAVE ES SERIA!  
 NAVES AVICOLAS PARA POLLOS,  
 REPRODUCTORAS, NAVES PARA BOVINOS,  
 OVINOS, PORCINOS, HANGARES  
 AGRICOLAS E INDUSTRIALES.  
 DANNO LES OFRECE TODAS LAS GARANTIAS  
 DE UN CONSTRUCTOR ESPECIALIZADO:

**EL lamellé collé**  
 DANNO IBERICA

Calle Galceran Marquet, nº 4  
 43850 CAMBRILS (TARRAGONA)  
 TEL. (977) 36 50 70 — FAX: (977) 36 18 20

**SOLICITUD DOCUMENTACION:**

NOMBRE .....

DIRECCION .....

TEL.....

SUPERFICIE PREVISTA..... ALTITUD.....



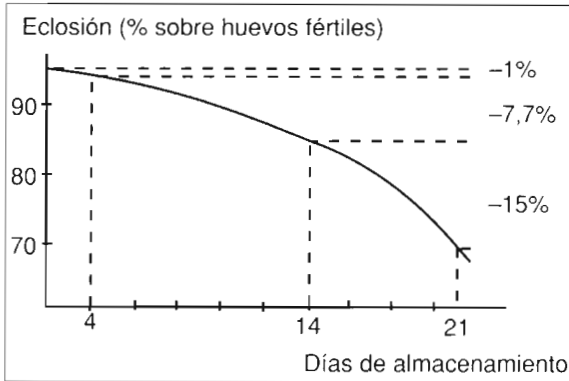
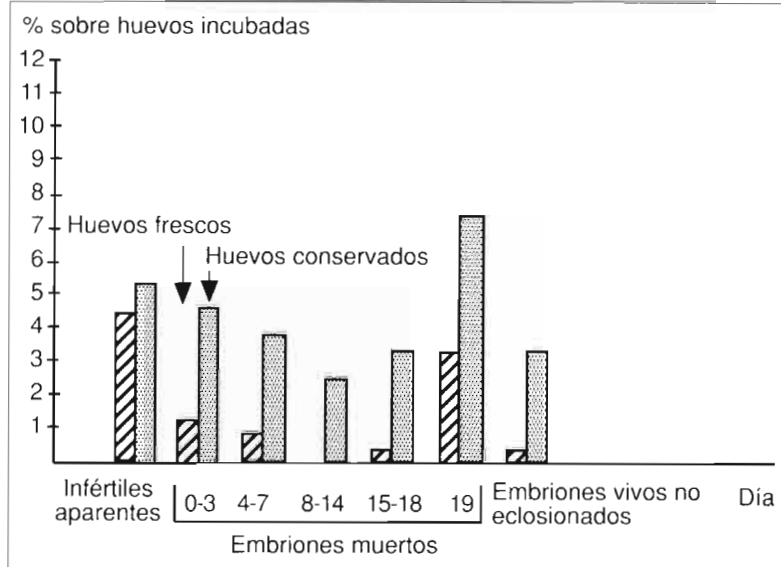


Fig. 1. Evolución de los resultados de eclosión en función de la duración de conservación de huevos de gallinas ligeras o semi-pesadas, (Sauveur, 1988).

Fig. 2. Análisis de muertes embrionarias de huevos de gallina no conservados (rayas) o conservados dos semanas (puntos), (Sauveur, 1988).



juró significativamente la tasa de eclosión en las experiencias hechas por Brake *et al* (1988). Estos autores obtuvieron también resultados favorables con agua ozonizada, aunque el ozono no parece resultar tan favorable si se usa en forma de gas.

Finalmente, nos parece realmente interesante y prometedor, aunque son necesarios más ensayos, la utilización de radiación ultravioleta, incluso sin lavado de los huevos únicamente limpiándolos en seco. Puede pensarse que esta práctica daña la cutícula del huevo, con las consecuencias conocidas. Sin embargo, Peebles *et al* (1988) encontraron que ello no perjudicaba a la tasa de nacimientos. En cualquier caso, la radiación ultravioleta reduce de manera importante la población bacteriana de la cáscara, y puede

constituir una interesante alternativa de desinfección. Nosotros mismos podemos corroborar estos datos, al haber obtenido, con huevos de pata, sin lavar, resultados francamente buenos, salvo en huevos clasificados como muy sucios (Callejo *et al.* 1991).

**Almacenamiento del huevo**

*Introducción*

Está ampliamente demostrado que el almacenamiento de los huevos para incubar produce una serie de efectos no deseables, como son:

- reducción de la tasa de eclosión (figura 1);
- prolongación el período de incubación;
- disminución de la calidad del pollito recién nacido;

- afectar negativamente al crecimiento posterior.

Sin embargo, estas consideraciones deben ser matizadas en función de:

1. La especie y tipo genético (los efectos mencionados se observan con mayor rapidez en estirpes pesadas).
2. Las condiciones de conservación

La mortalidad embrionaria originada por un tiempo de conservación demasiado largo afecta especialmente a las primeras etapas del desarrollo del embrión, lo cual puede inducir al error de pensar que ha habido una baja tasa de fecundación, en lugar de achacar el problema al tiempo o condiciones de conservación (figura 2).

Esta conservación también comporta un incremento de la duración total de la incubación (figura 3), debido

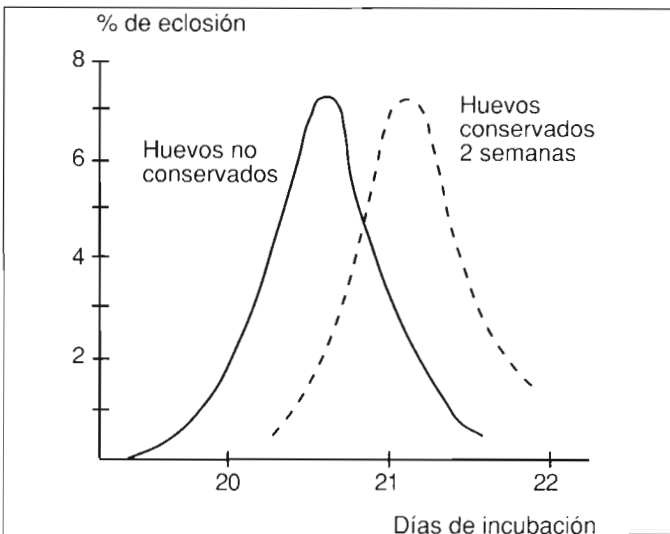


Fig. 3. Efecto de la conservación del huevo previa a la incubación sobre la distribución de las eclosiones en el tiempo, (Sauveur, 1988).

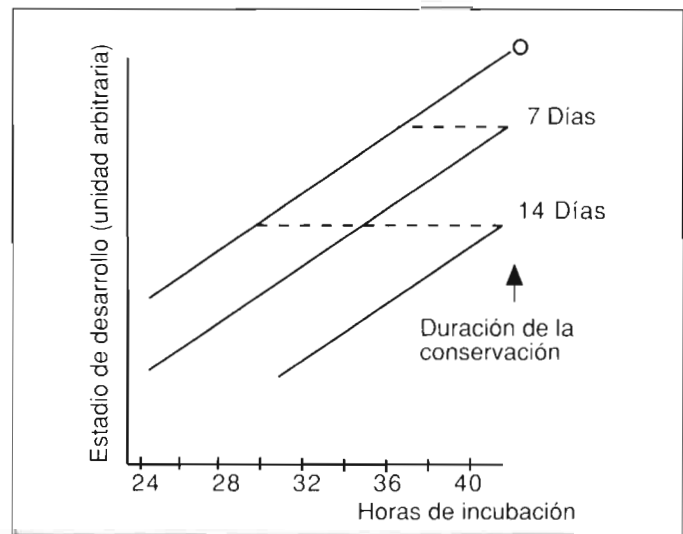


Fig. 4. Efecto de la duración de la conservación sobre el desarrollo inicial del embrión, (Sauveur, 1988).

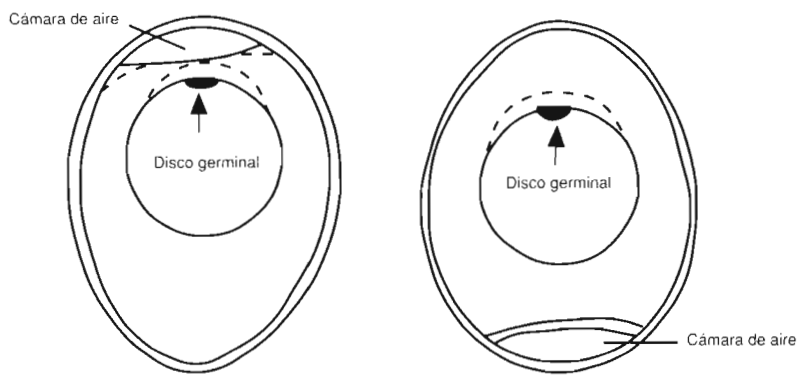


Fig. 5.

fundamentalmente a:

1. Un retraso en el inicio del desarrollo embrionario.

2. Una menor velocidad de crecimiento del embrión durante las primeras 48 horas (figura 4).

Esto justifica el empleo de diversas técnicas de pre-incubación, y también, la práctica de introducir primero en la incubadora los huevos de más edad (orden de carga) o de aplicarles un precalentamiento.

**Pre calentamiento**

Se admite generalmente que, a temperaturas normales de almacenamiento, la tasa de nacimiento de los huevos de gallina aumenta cuando éstos han sido sometidos a un calentamiento previo a su incubación. Esta técnica de precalentamiento se aplica en los huevos antes de introducirlos en la incubadora, con el fin de no incorporar una "masa fría" a la máquina (máquina de carga continua). Cuando esta técnica se aplica con mayor antelación —algunos autores como Sauveur (1988) la llaman pre-incubación—, lo que se pretende es anular los efectos del almacenamiento sobre la velocidad de desarrollo del embrión.

El precalentamiento, sobre todo cuando los huevos van a ser almacenados largo tiempo a baja temperatura, permite compensar las diferencias existentes entre los distintos estados de desarrollo embrionario que se dan en el momento de la oviposición, siendo más resistentes al estrés del almacenamiento los huevos que en el momento citado contienen embriones en estado de gástrula que los que están en estado de pre-gástrula, además de ser una característica de tipo genético, el estado de desarrollo embriona-

rio en el momento de la oviposición parece estar también influenciado por la edad de la gallina (Mather y Laughlin, 1979), de forma que las gallinas de más edad ponen huevos en un estado de desarrollo embrionario más avanzado que las más jóvenes.

En general, los huevos que han sido almacenados durante más tiempo se benefician más del precalentamiento.

Existen dos métodos principales de precalentamiento:

1. Aumentar la temperatura durante cortos períodos en varias ocasiones a lo largo del almacenamiento (tabla II).

2. Incrementar la temperatura durante unas horas inmediatamente antes de ponerlos a incubar (tabla III).

**Condiciones de conservación**

Los mecanismos por los que el almacenamiento del huevo para incubar afecta al desarrollo embrionario sólo son parcialmente conocidos. Las modificaciones físico-químicas que tienen lugar en el huevo después de la puesta, juegan un papel indudable. Así, la pérdida de glucosa libre de la clara, el aumento del contenido en calcio de la yema y las modificaciones de la presión osmótica son mecanismos muy dependientes de las condiciones de conservación del huevo.

**Temperatura y humedad relativa**

Aunque la temperatura a la que comienza el desarrollo embrionario es diversa según distintos investigadores, sí parecen coincidir en que el intervalo de temperaturas entre 10-17 °C es el que otorga los resultados más satisfactorios, existiendo también un general acuerdo en que las temperaturas más bajas de ese intervalo son más idóneas cuando el tiempo de conservación va a ser dilatado.

En cuanto a la humedad relativa del aire, debe ser lo más alta posible, pero sin permitir el desarrollo de mohos. Debe estar comprendida entre el 70-85%, incluso puede llegar hasta el 90% cuando el tiempo de conservación es prolongado, lo que contribuirá a reducir la pérdida de agua durante el período de conservación. Esto es

**TABLA II**  
**Efectos de un precalentamiento diario de 1 hora durante el almacenamiento, sobre la incubabilidad**

Período de almacenaje	Con precalentamiento	Sin precalentamiento
1 a 7 días	78	74
8 a 14 días	70	64

Fuente: Kosin, 1956.

**TABLA III**  
**Incubabilidad de los huevos precalentados durante las 18 horas anteriores a su carga y después de un almacenaje a 11 °C**

Días de almacenaje	Con precalentamiento	Sin precalentamiento
14	74,3	77,5
21	68,8	62,6
28	53,2	41,6

Fuente: Proudfoot, 1966.





Satinización de los huevos.

importante puesto que la pérdida de peso durante la incubación es similar tanto en huevos almacenados como en los que no lo son (Mayes, 1984), por lo que se debe intentar prevenir aquélla durante el almacenaje.

*Posición del huevo*

Contra la tradicional creencia de que los huevos para incubar deben mantenerse con el polo fino hacia abajo, Proudfoot (1967, 1969, citado por Butler, 1991), encontró que la posición inversa mejoraba la tasa de nacimientos, sobre todo para tiempos de almacenamiento prolongados, siendo innecesario el volteo. Esta operación resulta aconsejable cuando los huevos se almacenan con el polo fino hacia abajo y durante más de dos semanas, aunque otros autores no encontraron diferencias (Pingel *et al.*, 1989).

Según se refleja en una revisión de Mayes (1984), parece ser que el almacenaje con el polo fino hacia arriba puede ser beneficioso debido a que la yema se mantiene cerca del centro del

albúmen y ésto da al embrión latente una protección mayor contra la deshidratación y la adhesión a la membrana interna de la cáscara (figura 5).

*Almacenamiento con Atmósfera Controlada*

Una vez el huevo ha sido puesto, el dióxido de carbono procedente de la clara es liberado al exterior a través de los poros de la cáscara. Precisamente en esta pérdida está el origen de las modificaciones físico-químicas de la clara las cuales podrían ser la causa, como ya se ha aludido, del descenso de la tasa de eclosión que se observa en los huevos conservados.

*Empaquetado de huevos en envases de plástico*

Del mismo modo que el empaquetado en plástico de los huevos para consumo retrasa el deterioro de la calidad interna de éstos durante su almacenamiento, se ha observado que el empaquetar huevos para incubar, especialmente si van a estar almacena-

dos largos períodos de tiempo, ayuda a conservar su calidad interna, posiblemente al disminuir la difusión del CO<sub>2</sub> y mantener el ph. Ambos efectos coadyuvan a preservar la calidad del albúmen.

La permeabilidad del plástico es una cuestión a tener en cuenta, siendo más alta la tasa de eclosión cuando los huevos se embalan en bolsas de baja permeabilidad (tabla IV).

Otras hipótesis, apuntan a que lo verdaderamente importante y lo que hay, por tanto, que tratar de reducir es la pérdida de vapor de agua, siendo la de CO<sub>2</sub> menos importante. Incluso algunas experiencias han mostrado resultados de incubabilidad similares en

**TABLA V**  
Efecto del tipo de empaquetado sobre la incubabilidad de huevos almacenados durante 25 días

Tipo de envasado	Tasa de eclosión (%)
Cryovac + nitrógeno	74,8
Cryovac + oxígeno	10,8
Cryovac + dióx. carbono	4,2
Cryovac + aire	60,8

Fuente: Butler, 1991.

huevos almacenados sin envoltura, pero con alta humedad (90-92%) a 12,8 °C durante 22-28 días, que en aquellos protegidos con Cryovac.

*Empleo de gases junto con envolturas de plástico*

No se ha determinado aún cuál es el ambiente gaseoso óptimo para el huevo antes de su incubación. Proudfoot (1964, citado por Tullet, 1991) demostró el desfavorable efecto que sobre la tasa de eclosión tenía un enriquecimiento en CO<sub>2</sub> de la atmósfera de la sala de almacenamiento y, por contra, el favorable efecto de nitrógeno. También parece ser importante cubrir las necesidades de oxígeno y mantener así la actividad enzimática durante el período de conservación.

Parece, pues, que para proveer de las condiciones óptimas durante un largo período de almacenamiento a los huevos incubables, es deseable el empleo de envolturas de plástico insuflado con gas nitrógeno, con un bajo nivel de anhídrido carbónico y de oxígeno (tabla V).

**TABLA IV**  
Efecto del tipo de embalaje y del período de almacenamiento

Tipos de envoltura	Incubabilidad (%) después del almacenamiento	
	1 - 7 días	8 - 15 días
Cyrovac	80,8	72,9
Polietileno	82,8	67,1
Sin embalar	78,5	55,8

Fuente: Butler, 1991.