



Universidad del Sureste

Licenciatura en medicina veterinaria y zootecnia

Sexto cuatrimestre

Zootecnia de aves

Trabajo de investigación

Mónica Nicole Renaud Ley

17 de julio del 2021

Contenido

Huevo.....	3
Formación del huevo.....	3
Estructuras del huevo.....	6
Incubación.....	10
Desarrollo embrionario.....	14
Bibliografía.....	17

Huevo

En la naturaleza, el huevo tiene como finalidad la perpetuación de la especie en los animales ovíparos. Las hembras de estos animales ponen sus huevos con poco o ningún desarrollo embrionario, y este se producirá fuera del cuerpo de la hembra en el caso de los huevos fecundados. Así se reproducen muchos peces, anfibios y reptiles, todas las aves, los mamíferos monotremas y la mayoría de los insectos y arácnidos. El estudio de los huevos, particularmente los de las aves, es una rama de la Zoología, denominada Oología.

El huevo es el gameto (célula reproductiva) que aporta el miembro femenino en la reproducción sexual. Es un cuerpo unicelular, de forma esférica o más o menos elíptica (que se denomina ovoide). Tras la fecundación, aloja al embrión durante su desarrollo, proporcionándole los compuestos nutritivos que necesita y la protección necesaria (en el caso de los huevos de reptiles, aves y monotremas, mediante la cáscara, también llamada cascarón). (huevo, 2009)

Formación del huevo

La gallina produce un huevo cada 24-26 horas, independientemente de que estos sean o no fecundados por un gallo. De hecho, en las granjas de producción de huevos solo hay gallinas ponedoras y no hay gallos, por lo que los huevos que se comercializan no están fecundados y, por tanto, no se pueden incubar para que nazcan pollitos

El proceso de formación es complejo y comprende desde la ovulación hasta la puesta del huevo. Para que el huevo cumpla los requisitos de calidad, los numerosos componentes que lo integran deben ser sintetizados correctamente y deben disponerse en la secuencia, cantidad y orientación adecuada. El éxito de este proceso de formación del huevo se basa en que las gallinas sean alimentadas con nutrientes de alta calidad y mantenidas en situación de confort ambiental y óptimo estado sanitario.

El huevo es esencial en el proceso de reproducción. La gallina selecta inicia la puesta de huevos hacia las 20 semanas de vida, tras un período de crecimiento y desarrollo adecuados que le permiten alcanzar la madurez sexual. El aparato reproductor de la hembra está formado por ovario y oviducto, resultando funcionales únicamente los izquierdos.

El ovario de la gallina contiene más de 4000 óvulos microscópicos. De ellos, solo un reducido número llegará a desarrollarse y constituir una yema. La yema se desarrolla a partir de un óvulo rodeado por una membrana folicular muy vascularizada. La ovulación es el momento en el que la yema de mayor tamaño se

libera del ovario, mediante la ruptura de la membrana folicular, y es depositada en el infundíbulo, primera estructura del oviducto.

El oviducto se presenta como un tubo de unos 60 a 70 cm de largo y con cinco secciones: infundíbulo, magno, istmo, útero o glándula cascarógena y cloaca.

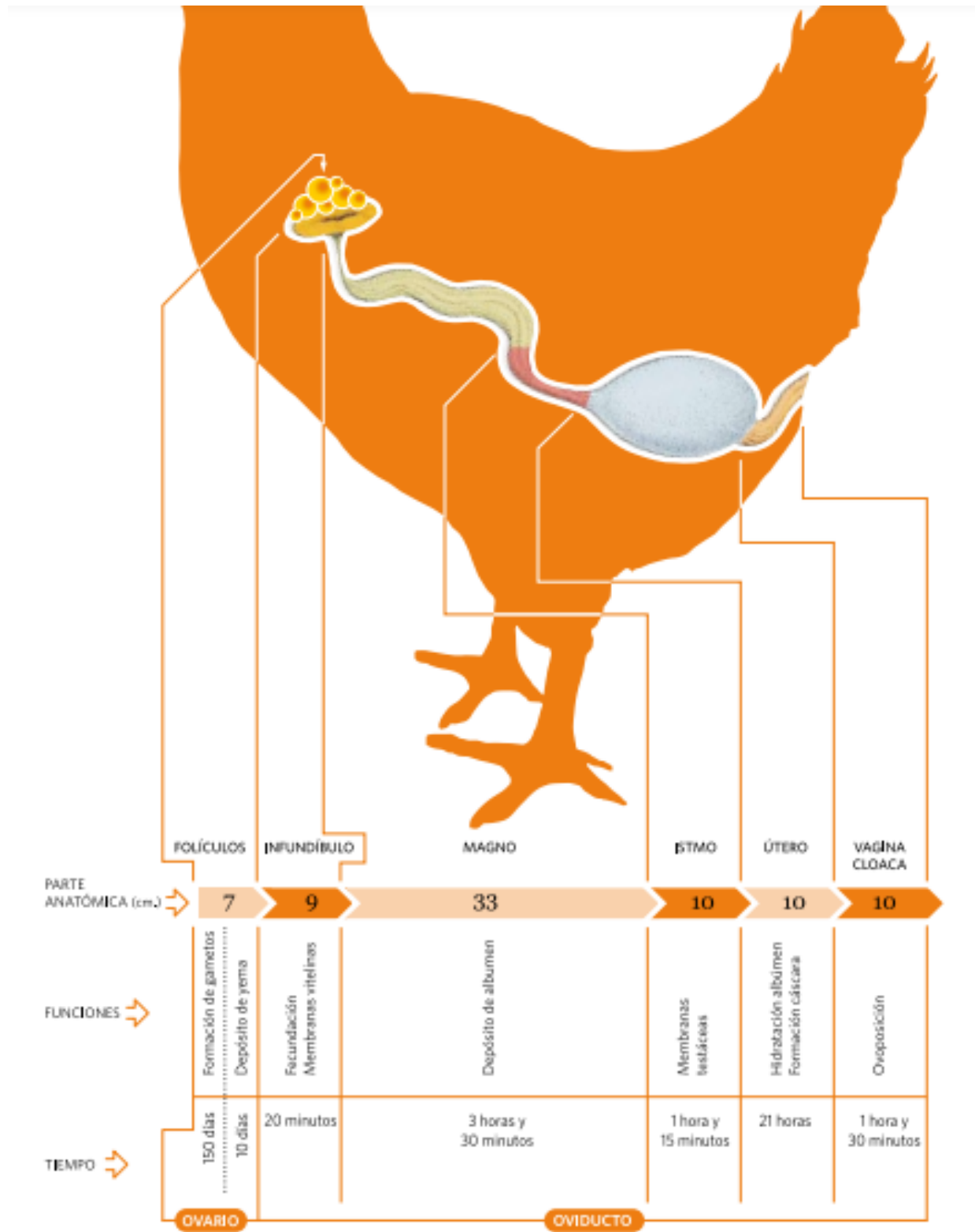
El infundíbulo es la entrada del oviducto, el lugar donde la yema o vitelo es capturada tras la ovulación. Tiene forma de embudo y la yema lo atraviesa en unos 15-30 minutos. Aquí se forman las dos capas más externas de la membrana vitelina, que representan 2/3 partes del total y juegan un papel muy importante en la protección de la yema, evitando la entrada de agua desde la clara. Además, el infundíbulo es el lugar donde se puede producir la posible fertilización del huevo.

El magno es la sección más larga del oviducto y presenta distintos tipos de células que sintetizan las proteínas que se irán depositando durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso. El magno, complementariamente con el útero, es responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema. Cuando el huevo sale del magno, el albumen presenta un aspecto gelatinoso denso ya que solo contiene un 50% del agua, alrededor de 15 g. El proceso de hidratación y estructuración del albumen acaba en el útero; es decir, su función es determinante en la calidad interna del huevo.

Al llegar al istmo el albumen empieza a rodearse de las dos membranas testáceas. En el útero o glándula cascarógena se produce una rotación del huevo dando lugar a la torsión de las fibras proteicas del albumen denso, formándose las chalazas, que sostienen centrada la yema. Por lo tanto, el útero, complementariamente al magno, es el responsable de las propiedades fisicoquímicas de la clara y de la situación de la yema. El huevo permanece en el útero de 18 a 22 horas y se produce la formación de la cáscara.

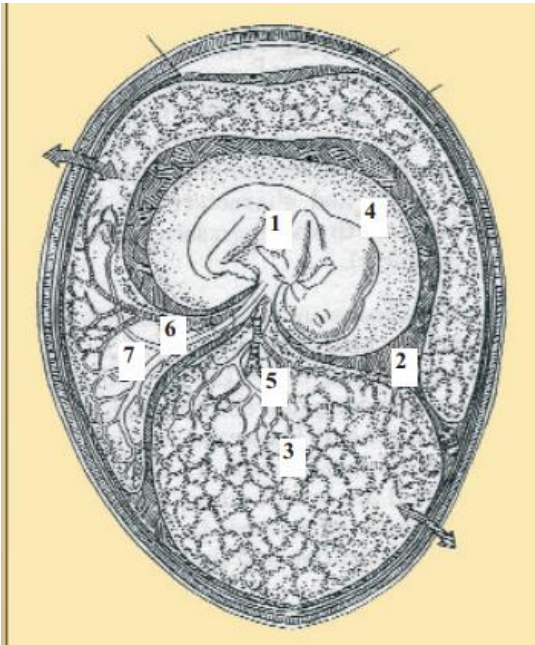
Una vez formado el huevo se producirá la expulsión a través de la cloaca o vagina. El huevo sale con fuerza gracias a las contracciones de la musculatura lisa que rodea a la mucosa. En algunas gallinas, 1 hora antes de la ovoposición, el huevo gira 180 °C y sale primero la parte roma.

La puesta de huevos suele producirse entre las 7 y las 11 de la mañana. La ovulación puede iniciarse de 15 a 30 minutos después de que haya sido puesto el huevo anterior. (huevo, 2009)



Estructuras del huevo

Al huevo de las aves se le llama huevo amniótico, lo que quiere decir que se trata de una envoltura que rodea al embrión y está formada por varias membranas anexas. La más importante es el **amnios**, que es una bolsa llena de líquido dentro de la cual se desarrolla el embrión. Su función principal es proporcionar ambiente fluido y protección. La aparición de esta membrana constituyó un suceso importantísimo en la evolución de los vertebrados terrestres, pues permitió que los huevos pudieran ser colocados fuera del agua sin que el embrión se deshidratase.



1. Embrión
2. Bolsa de albúmina
3. Bolsa de la yema
4. Bolsa amniótica
5. Arteria y vena (omphalomesentérica)
6. Arteria y vena (alantoides)
7. Fusión del corión y alantoides (Chorioallantoides)

La otra membrana anexa se llama **alantoides** y es otra bolsa en la cual se depositarán los productos de deshecho del embrión, evitando así su contaminación. Sin embargo, estos anexos embrionarios solamente son visibles cuando el embrión lleva ya algunos días de desarrollo.

La estructura de todos los huevos es siempre la misma. Sólo difieren en el cianotipo dentro de ellos. A efectos prácticos para cualquier estudio del huevo, podemos decir que se compone de las siguientes partes principales: la cáscara y sus distintas membranas, cámara de aire, la albúmina (clara o albumen), la yema y el disco germinal. Estas distintas partes están separadas entre sí por medio de membranas que mantienen su integridad. En el ovario se origina la formación de la yema y en el oviducto se forman las partes restantes del huevo.

Cáscara

El grueso de la cáscara, el tamaño, la forma y la pigmentación varía según la especie e incluso dentro de la misma especie pueden existir algunas diferencias, sobre todo en morfología y en tamaño.

La cáscara del huevo, además de darle a éste una protección física, protege al embrión frente a microorganismos y controla la transpiración. Regula, pues, la evaporación y es la fuente de carbonato cálcico para la formación de los huesos del polluelo.

La parte exterior es una capa delgada de material muy denso, mientras que la interior es ligeramente más gruesa dispuesta como una esponja. Al estar construida así, resulta ser muy fuerte desde la parte exterior; tanto es así que, si queremos romper un huevo intacto, tenemos que hacer una fuerza considerable para conseguir este fin. Sin embargo, para hacerlo desde el interior bastaría con una fuerza mínima, ya que la capa interna es esponjosa y porosa, y mucho más al final de la incubación. Esto explica cómo el polluelo sale del interior con relativa facilidad.

Muchos agujeros o poros minúsculos perforan el grueso entero de la cáscara. Hay muchos más poros por milímetro cuadrado en el extremo más ancho del huevo que en la parte contraria. La función de estos poros es permitir el intercambio de gases respiratorios (dióxido de carbono y oxígeno) y controlar el índice de evaporación del agua.

Las bacterias infecciosas pueden entrar a través de estos poros, aunque la estructura mantiene a la mayoría de ellas fuera. La cáscara dispone, en su periferia, de la llamada cutícula, cuya función es regular la evaporación y proteger al embrión de los microorganismos. Si la cáscara está mojada y sucia, les sería más fácil a los gérmenes penetrar a través de ella y vencer los mecanismos de defensa de las membranas y albúmina, y producir la muerte del embrión.

Membranas de la cáscara y cámara de aire

Hay dos membranas alrededor del huevo: la exterior que se ata firmemente a la cáscara y la interior que cubre la albúmina. Esta membrana interior es la segunda línea de defensa contra las bacterias y está compuesta de pequeñas capas de fibras de proteínas.

La cámara de aire es el espacio vacío formado entre la albúmina (clara) y la cáscara en el extremo más ancho del huevo. Se empieza a formar una vez que se produce la contracción del contenido del huevo al enfriarse después de la puesta. En el caso de que el huevo sufriera un proceso de incubación, esta cámara se haría mayor debido a la evaporación y absorción de material por parte del embrión.

Este espacio de aire es vital para el desarrollo del embrión: permite la evaporación dentro de una estructura rígida, es útil al polluelo para su movilidad y sirve para respirar cuando rompe la membrana interior antes de eclosionar.

Albúmina

Podríamos definir la albúmina como la tienda que suministra al embrión todo lo necesario para su formación y crecimiento, al mismo tiempo que le proporciona un medio líquido durante todo este proceso.

Comienza a formarse en el magnum (parte superior del oviducto) y acaba en el útero. Contiene proteínas, vitaminas y minerales. Está exenta de lípidos (grasas).

Dado que la albúmina no es una masa uniforme, podemos distinguir varias capas que la componen:

- Capa media: Es viscosa y tiene una apariencia de gel blanquecino y es menos densa que la yema. Está adherida a ella a través de las ligaduras suspensorias.
- Capas interna y externa: Estas capas claras son más finas que la capa media. Contienen una albúmina más fluida.

De vital importancia para la estabilidad y centralización de la yema en el corazón de la albúmina son las **chalazas**, formadas por un par de bandas espirales a modo de ligaduras suspensorias.

Estas ligaduras son las responsables de que la yema vaya girando y así el disco germinal esté siempre en contacto con nutrientes frescos que son esenciales para el embrión. De ahí la importancia del volteo durante la incubación.

Si este proceso no actuara de este modo, la yema, al ser más ligera tendería a flotar y pegarse a la membrana de la cáscara. Por ello, es importante que en el almacenaje de los huevos antes de la incubación se proceda al cambio de posición volteándolos regularmente.

En las fases primarias del desarrollo, el embrión (antes de que se haya desarrollado el sistema sanguíneo) sólo puede usar los nutrientes que están en contacto con él. Al volverse el huevo le da una nueva fuente inmediata de comida y oxígeno dentro de la capa delgada blanca.

Yema

La yema también se forma en el ovario junto con la célula del germen femenino. Consiste en una bolsa esférica rodeada de la membrana vitelina (sello claro que sostiene la yema). Su color puede ser más o menos amarillo dependiendo de la especie y de la dieta. Es una inmensa tienda de reservas de comida. No es la

verdadera célula reproductiva, sino el material alimenticio a partir del cual la diminuta célula (blastodermo) y el embrión resultante se alimentan parcialmente para su crecimiento.

Esta reserva de comida está compuesta de 50 % de agua, 30% de lípidos (grasa) y 20% proteína. La reserva de comida no utilizada durante la incubación es arrastrada a la cavidad abdominal del polluelo sólo antes de salir del cascarón y es necesaria como alimento durante los primeros días de su vida.

Los anticuerpos maternos están presentes en la yema y le proporcionan al polluelo una inmunidad pasiva. De ahí que en la mayoría de los casos el recién nacido no presente problemas de enfermedades en los primeros 6-7 días de vida.

Disco germinal

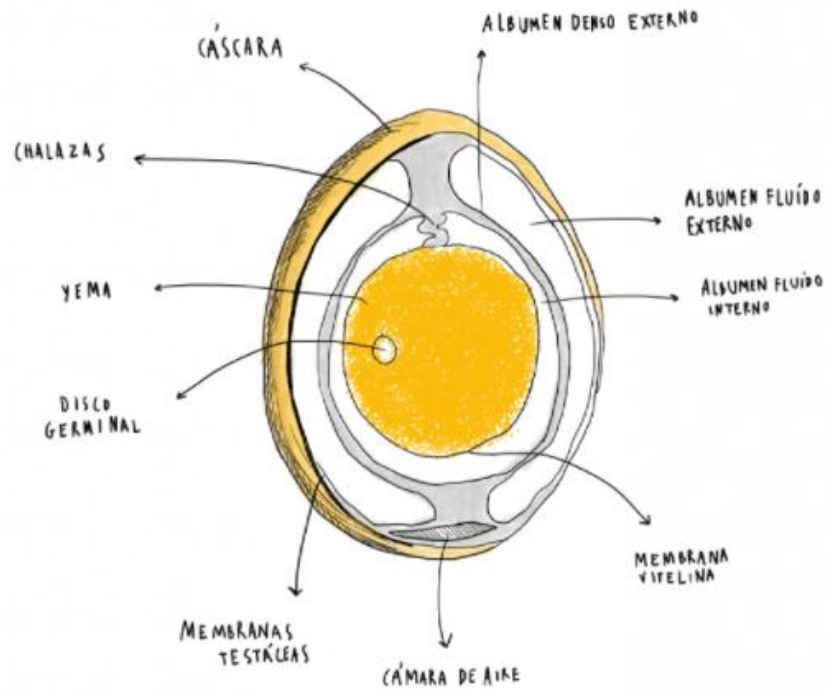
Es una mancha blanca pequeña, redonda, opaca, de 3 - 4 mm., de diámetro, situada en la superficie de la yema del huevo como si se tratase de una depresión sobre la misma. Es la entrada para la fertilización del huevo.

El disco germinal flota en un cono de la yema de color claro o yema blanca que se extiende hacia abajo a la parte terminal de la esfera, la **latebra**. La composición química de la yema blanca difiere de la amarilla, ya que contiene una mayor proporción de proteínas.

Este disco está formado por la unión de una sola célula producida en el ovario de la hembra y otra de espermatozoides producida por el macho. La célula hembra contiene la mitad del número total de cromosomas (información genética) y la célula masculina la otra mitad.

Después de la fusión o fertilización de las dos mitades la célula resultante se divide en dos; estas dos células crecen y se dividen una y otra vez hasta que el huevo es liberado del interior de la hembra a través de la cloaca. Durante la incubación esta masa de células crecerá, se dividirá y especializará para formar el polluelo, y usará el resto de los volúmenes del huevo como comida. (Pina, 2006)

ESTRUCTURA DEL HUEVO



Incubación

Podemos definir al régimen de incubación como el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo. Los factores que lo integran son: temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos. De todos ellos la temperatura es el factor de mayor importancia, ya que, pequeñas variaciones en sus valores pueden resultar letales para muchos embriones.

Tabla 1: Tiempos de incubación de huevos

Especie	Días
Gallinas	21
Pavos	28
Patos comunes	28
Patos Muscovy	30
Gansos	30
Gallinas de Guinea	25
Codornices	16

Los cambios que tienen lugar en el huevo durante la incubación se presentan regidos por leyes físicas. Estos cambios se producen, con normalidad, solamente

bajo niveles determinados de temperatura, humedad, contenido químico del aire y posiciones del huevo. Por otra parte, el mismo huevo incubado modifica el medio que lo rodea al emitir calor, gases y vapor de agua.

Antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación. De esta manera, evitaremos variaciones bruscas de temperatura y que el vapor de agua se condense en la cáscara, taponando los poros.

Los huevos se pueden preincubar para aumentar el porcentaje de incubabilidad de un 1 a un 2 %. Se someten a una temperatura de 38 °C durante 2 horas, y después se enfrían a temperatura ambiente antes de colocarlos en las incubadoras.

Incubadora

Es recomendable que la incubadora esté colocada en una habitación con una temperatura comprendida entre los 15 y 23° C. y, que esta habitación, tenga una buena ventilación, pero sin corrientes de aire.

Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación artificial se produce mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. De ahí se deriva, que la temperatura del aire se constituye en el factor fundamental en este proceso. La temperatura de las incubadoras se enmarca entre 37 y 38 grados C.

Es necesario disminuir el nivel de temperatura durante los últimos días (2 a 3) de incubación, es decir, que la temperatura se ajusta según las etapas de incubación.

Al comienzo de la incubación, los embriones no están preparados funcionalmente (ni orgánicamente) para emitir calor. Por esto reaccionan como los organismos de sangre fría, es decir, cuando la temperatura del aire se eleva, aumenta el metabolismo de los embriones. Si la temperatura disminuye, el metabolismo decrece igualmente. Por tanto, el aumento de la temperatura favorece la multiplicación celular, la formación de las capas y las membranas embrionarias (alantoides, corion, amnios y saco vitelino), así como la nutrición. En resumen, se incrementa el ritmo de crecimiento y desarrollo de los embriones.

Al final de la incubación, cuando ya la emisión de calor por parte del huevo es alta, la disminución de la temperatura (dentro de los límites normales) actúa, por su parte, de forma completamente inversa; estimula el consumo de los nutrientes o lo que es lo mismo, acelera el metabolismo y el desarrollo en los embriones.

Especie	1ª. Etapa de incubación (primeros 18 días)	2ª. Etapa de incubación (últimos 3 días)
GALLINA		
Temperatura	37.5-37.7 °C	36.5-37 °C

Humedad

De la humedad del aire depende el calentamiento y la evaporación de agua de los huevos. A mayor temperatura del aire, mayor será la cantidad de vapores de agua que el mismo puede llegar a contener. Por otra parte, el aire seco es mal conductor de calor y, por tanto, se hace necesario humedecerlo a fin de lograr el necesario calentamiento de los huevos.

De los huevos se evapora agua durante la incubación, más o menos en función de la etapa de incubación.

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente, lo que es imposible de evitar, no obstante, el régimen de humedad que se establezca ha de ir dirigido a disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. La pérdida de agua por evaporación ocasiona también la pérdida de calor de los huevos. De esto se infiere que, en los primeros días de incubación resulta desventajosa una evaporación excesiva de agua, en tanto que, durante la segunda mitad de la incubación, la evaporación de agua es necesaria al contribuir a la eliminación del calor excesivo contenido en el huevo.

Al final del proceso de incubación se hace necesario elevar la humedad a fin de facilitar el reblandecimiento de las membranas de la cáscara y, con ello, el picaje de la misma.

Por tanto, en los últimos días de incubación, cuando las reservas de agua en el huevo han sido agotadas, es necesario elevar la humedad relativa del aire en el gabinete a fin de evitar el desecamiento de las membranas de la cáscara y del plumón de los pollitos en fase de eclosión.

El límite mínimo de humedad para el termómetro húmedo debe ser de 26.6 ° C y el máximo de 35°C.

- EXCESO HUMEDAD: Pollitos blandos y débiles
- FALTA HUMEDAD: Pollitos adheridos a la cáscara

Ventilación

Durante la incubación el huevo absorbe oxígeno y elimina anhídrido carbónico en gran cantidad. Una adecuada reventilación es necesaria para eliminar el agua que produce el huevo por transpiración, renovar el oxígeno imprescindible para la respiración del embrión y eliminar el CO₂.

La correcta circulación de aire en la incubadora se garantiza mediante el funcionamiento de los ventiladores, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida, etc.

La temperatura del aire que penetra en la incubadora ha de estar siempre por debajo de los 28 °C.

- **LA FALTA DE VENTILACIÓN:** produce pollitos débiles y blandos que tienen gran dificultad para salir del cascarón.

Volteo

En la incubación natural, las aves voltean los huevos que incuban con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos. El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. El huevo, como se ha explicado antes, pierde agua durante todo el período de incubación, es decir, sufre un proceso de desecamiento. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. La frecuencia de volteo óptima es de una vez cada 1 o 2 horas. El giro debe alcanzar los 90 grados.

El peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara. El embrión en desarrollo siempre se encuentra en la superficie más elevada de la yema. Cuando el huevo es volteado, la yema gira en la albúmina y el embrión se posiciona de nuevo en la parte superior. La naturaleza hace esto para que el embrión esté siempre en la mejor posición para recibir calor de su madre. Si el huevo no es volteado, la yema tiende a flotar y empuja al embrión contra el cascarón, lo que ocasiona su daño o muerte.

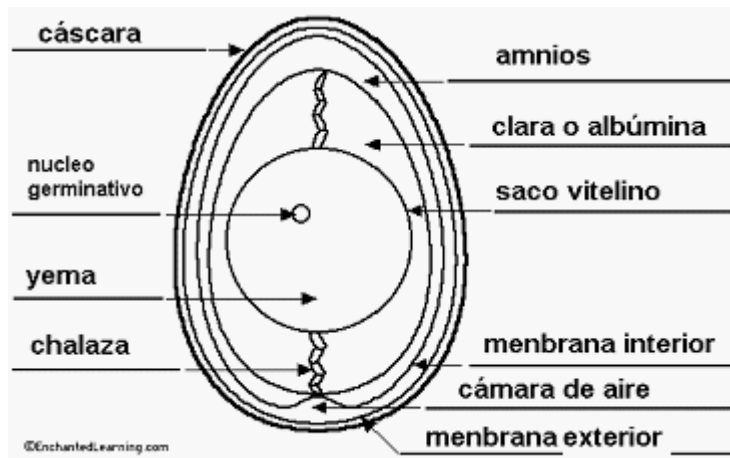
A partir del 3º día de incubación los huevos deben ser volteados para impedir que la yema se adhiera a las membranas, lo que daría lugar, en los primeros días de incubación a un deficiente desarrollo de la zona vascular. Por otra parte, el volteo contribuye a homogeneizar la temperatura.

El volteo nunca se debe llevar a cabo en una sola dirección ya que ello puede provocar alteraciones de la membrana corioalantoidea y de otras estructuras internas del huevo. A partir del día 18 no deben voltearse. Los huevos no deben voltearse más cuando falten de 2 a 3 días para el nacimiento de los pollos. Estos necesitan posicionarse dentro del huevo para poder picar el cascarón y lo hacen mejor si están quietos cuando este proceso tiene lugar. Para este momento, el embrión es lo suficientemente grande y ha consumido la mayor parte de la yema, por lo que ya no corre peligro de ser aplastado entre la yema y el cascarón. (Castillo, 2011)

Desarrollo embrionario

La fertilización del disco germinal por los espermatozoides tiene lugar en el infundíbulo unos 15 minutos después de que su folículo de retención haya liberado la yema. La división celular para crear el nuevo embrión comienza unas cinco horas después de la fertilización y continúa mientras el óvulo pasa por el oviducto y después de la puesta.

Al comenzar la incubación, dentro de la cáscara porosa del huevo, se empiezan a desarrollar tres membranas: el amnios, el corion y el alantoides. Este sistema de membranas tiene vasos sanguíneos que permiten al ave en desarrollo obtener oxígeno y desechar dióxido de carbono. En su interior se encuentra la clara (sustancia que contiene albúmina entre otros importantes componentes) y la yema (que contiene gran cantidad de vitelo nutritivo).



Saco vitelino:

Es la membrana que contiene el vitelo o alimento en la yema. Está conectada al cordón umbilical y contiene vasos sanguíneos. La utilización de la yema es gradual al inicio de la incubación, y es muy acelerada en los últimos 5 días. Al comienzo, del 25 al 30 por ciento de la yema permanece sin usar; esto es transferido al cuerpo del

polluelo, a través del ombligo, justo antes del nacimiento. Ahí es absorbido durante la primera semana de vida fuera de la cáscara. Su función es nutricional. Sus paredes absorben materiales alimenticios de la albúmina dentro de los vasos sanguíneos, para nutrir al embrión.

Amnios:

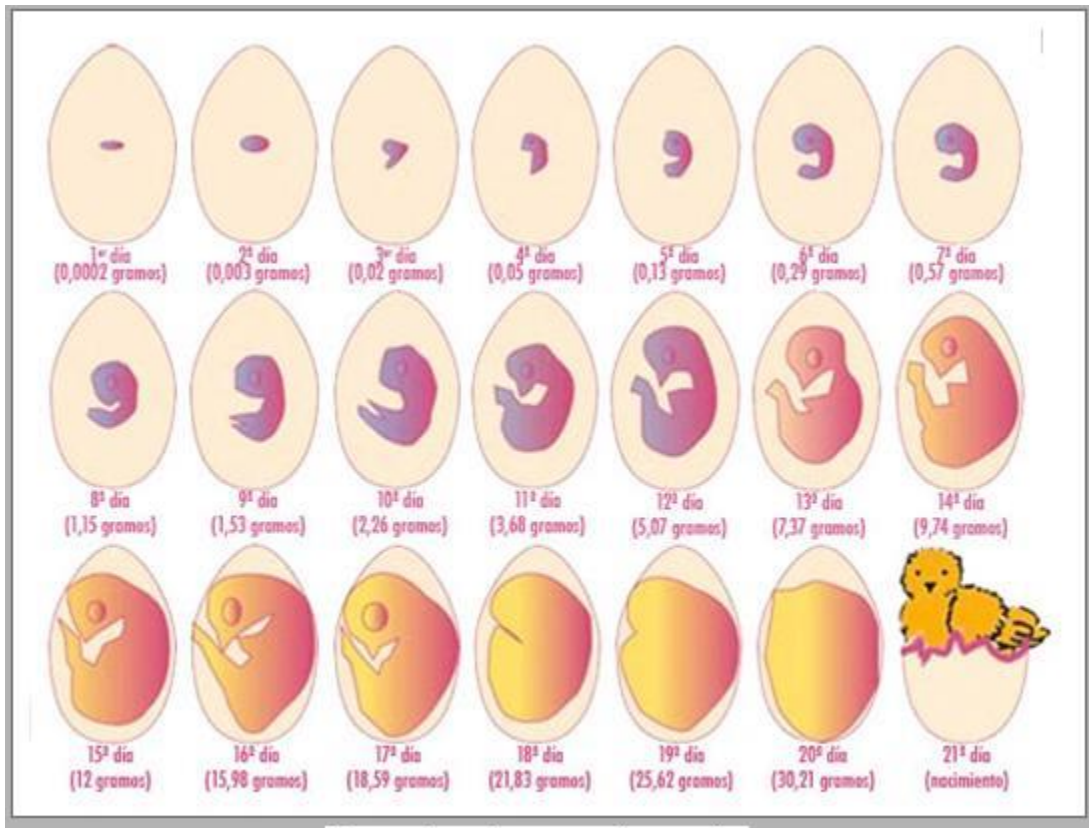
Es una membrana cerrada en forma de saco que contiene líquido amniótico. Esta estructura se desarrolla más rápido que el alantoides; el embrión está sumergido en él. Sirve para amortiguar al embrión contra los golpes mecánicos, y lo protege contra la deshidratación o los contactos con la cáscara. Parte de este fluido es absorbido por el embrión en los últimos estadios de su desarrollo.

Alantoides:

Es una membrana también en forma de saco que está conectada con el tubo digestivo; cumple dos funciones: como órgano respiratorio, llevándole oxígeno al embrión y expulsando el dióxido de carbono (intercambio de gases a través de la cascara del huevo), y como órgano excretor: el riñón excreta sus productos dentro del alantoides (depósito de los productos de desecho que no pueden salir del huevo). La posición del embrión se define ya desde las 36 a 48 horas de incubación. En este momento el embrión descansa en la yema, de manera transversal, a lo largo del eje menor.

Con posterioridad la cabeza del embrión comienza a separarse de la yema y girar hacia la izquierda. Hacia el 5º día de incubación, el embrión se halla cerca de la cámara de aire. A partir del 11º. día, cuando el cuerpo del embrión pesa más que su cabeza, el mismo efectúa un giro a la izquierda, lo que provoca que el cuerpo descienda en dirección al polo fino del huevo. A los 14 días, el cuerpo del embrión está situado a lo largo del eje mayor del huevo, con la cabeza dirigida hacia el polo grueso. Esta es la posición correcta y necesaria que debe adoptar el pollito para el nacimiento.

El embrión está orientado normalmente con su cabeza hacia la punta ancha de la cáscara. En el día diecinueve, el embrión introducirá su pico entre las membranas separadas y usará la cámara de aire para respirar por primera vez. El pollito tiene la oportunidad de "practicar" la respiración mientras que sigue permaneciendo dentro de la cáscara, esto le permite realizar el desarrollo final de sus diferentes órganos. (Castillo, 2011)



Desarrollo embrionario de un pollo

Bibliografía

Castillo, R. (24 de Octubre de 2011). *Avicultura*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/guia-incubacion-t28445.htm>

huevo, I. d. (2009). *El gran libro del huevo*. Madrid: EVEREST.

Pina, J. G. (Junio de 2006). *miticus pina*. Obtenido de <http://www.muticus-pina.com/subm/huevo.pdf>