

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**PRODUCCIÓN DE HUEVO DE AVESTRUZ  
(*"Struthio camelus"*): ASPECTOS  
FUNDAMENTALES**

**POR:**

**NAZARETH SÁNCHEZ SILVA**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**"PRODUCCIÓN DE HUEVO DE AVESTRUZ (*Struthio  
camelus*): ASPECTOS FUNDAMENTALES"**

**PRESENTADA POR:**

**NAZARETH SÁNCHEZ SILVA**

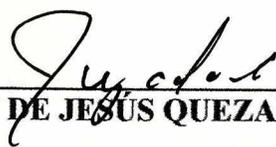
**MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOÓTECNISTA**

**PRESIDENTE DEL JURADO:**

  
\_\_\_\_\_  
**I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE**

**VOCAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**

**VOCAL SUPLENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**IZ. HECTOR MANUEL ESTRADA FLORES**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**MONOGRAFÍA**

**“PRODUCCIÓN DE HUEVO DE AVESTRUZ (*Struthio  
camelus*) ASPECTOS FUNDAMENTALES”**

**MONOGRAFÍA QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

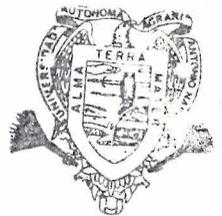
**POR:**

**NAZARETH SÁNCHEZ SILVA**

**APROBADO POR:**



**IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS  
PRESIDENTE DEL JURADO**



**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UT**



**M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

# **AGRADECIMIENTOS**

**De manera muy especial a mi ALMA MATER la  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad  
Laguna por permitirme formar parte de este noble  
proyecto que es la educación.**

**Al I.Z. Jorge H. Borunda Ramos por su invaluable  
apoyo incansable y desinteresado en las diferentes  
etapas de mi vida universitaria.**

**A mis padres, pilares incansables de mi educación, por  
su apoyo y comprensión en todas las etapas de mi  
vida.**

**¡G R A C I A S!**

# **DEDICATORIAS**

**A MIS PADRES:**

**M.V.Z. APOLONIO SÁNCHEZ BARRAGÁN Y**

**SRA. ISABEL SILVA SANDOVAL**

**A MI HERMANO:**

**MURICY SÁNCHEZ SILVA**

**A MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y MAESTROS.**

# I N D I C E

<b>1. – HISTORIA</b>	<b>1</b>
<b>2. - ORIGEN Y EVOLUCIÓN</b>	<b>2</b>
2.1. - Características Biológicas	3
2.2. - Características Fisiológicas	3
<b>3. - APARIENCIA SEXUAL</b>	<b>5</b>
3.1. - Fisiología Reproductiva.	6
3.1.1. – Macho	7
3.1.2. – Hembras	8
3.1.3.- Ciclo Biológico	10
3.1.4.- Apareamiento	10
<b>4. – HUEVO</b>	<b>11</b>
4.1.- Composición.	13
4.2.- Fecundación	14
4.3.- Formación del huevo.	15
<b>5. – INCUBACIÓN</b>	<b>16</b>
5.1. – Aspectos generales	16
5.2.- Incubadoras artificiales	18
5.3.- Factores que influyen sobre el éxito de la incubación	20
5.4. - Incubación Artificial Aplicada	23
5.4.1. – Preincubación	24
5.4.2. – Incubación	25
5.4.3. - Eclosión.	26

<b>6. – MANEJO DE HUEVO EN INCUBADORA .....</b>	<b>28</b>
6.1. - Recolección y selección de los huevos a incubar .....	28
6.2. - Lavado y limpieza de los huevos.....	29
6.3. – Fumigación.....	30
6.4. – Almacenamiento .....	30
6.5. – Precalentamiento .....	31
<b>7. - PROCESO DE INCUBACIÓN: PARÁMETROS A</b>	<b>A</b>
<b>CONSIDERAR.....</b>	<b>32</b>
7.1. – Miraje .....	35
7.2. – Volteo .....	36
7.3. - Ovoscopia .....	36
7.4. – Temperatura .....	38
7.5. – Humedad .....	40
7.6. – Ventilación .....	41
7.7. - Control de peso .....	41
<b>8. - TRANSFERENCIA DE LOS HUEVOS A LAS NACEDORAS.</b>	
<b>NACIMIENTO.....</b>	<b>45</b>

## 1.- HISTORIA

Originario de Asia, el avestruz, tras diversas migraciones se asentó en el continente africano, unas pinturas rupestres constatan su presencia en el Sahara hace aproximadamente 9.000 años<sup>(11)</sup>.

En el Antiguo Egipto el avestruz era símbolo de divinidad, justicia y verdad, para los asirios fue un pájaro sagrado y los romanos utilizaban sus plumas como elemento decorativo, formando parte del casco de los soldados.

Más tarde las damas de la nobleza europea, durante el reinado de Isabel I adornaban sus tocados con plumas de avestruz.

Como hemos podido ver el avestruz ha sido un animal de gran utilidad y ya a partir de la segunda mitad del S. XVIII y en el S. XIX empieza a formar parte de los animales domesticados por el hombre<sup>(11)</sup>.

La explotación del avestruz como ganadería no tradicional no es un negocio nuevo, sus orígenes los podemos encontrar a finales del siglo pasado (1880) en Sudáfrica<sup>(11)</sup>.

En sus inicios la explotación se centró en la piel y en las plumas siendo un negocio dirigido y explotado por muy pocas personas (monopolio) hasta llegar a nuestros días en los cuales se aprovecha todo lo que el animal produce, especialmente carne y piel, y generando subproductos muy apreciados y de gran valor comercial como las plumas, huevos fértiles e infértiles(para consumo como alimento) y también como elemento decorativo, así como la utilización de la grasa en la elaboración de cosméticos (muy solicitados por su alta calidad como humectantes de la piel).

El avestruz es un ave que ha perdido la capacidad de volar, y por el contrario ha desarrollado una gran velocidad en la carrera y una gran adaptación a distintos climas y regiones geográficas, mencionando como ejemplo, la explotación industrial del avestruz en sitios tan dispares como Sudáfrica, Australia, Inglaterra, Bélgica y Holanda<sup>(10)</sup>.

## **2.- ORIGEN Y EVOLUCIÓN**

Las Ratites, que constituyen una subclase de aves, han perdido la facultad de volar, adaptándose a la carrera. Entre ellas se encuentran las especies actuales de mayor tamaño, como el avestruz, que llega a los ciento cincuenta kilos de peso y dos metros y medio de altura, y algunas aves gigantes ya extinguidas como los moas de Nueva Zelanda y las aves elefantes de Madagascar. El más grande de los moas alcanzó los cuatro metros de altura y se calcula que su peso pudo llegar a los doscientos treinta y cinco kilos<sup>(7)</sup>.

El avestruz pertenece a la clase de Aves, y al grupo de las Ratites. Según la clasificación sistemática, estas aves se agrupan en cuatro órdenes:

Orden Estrutioniformes (Struthioniformes): con una sola familia, los Estrutionídeos, y una sola especie, el avestruz<sup>(7)</sup>.

Orden Reiformes (Rheiformes): con una única familia, los Reídeos o Nandus, que incluye dos especies.

Orden Casuariformes (Casuariiformes): agrupa dos familias, los Casuarídeos o Casuares, con tres especies; y los Dromaídeos, con una sola especie.

Orden Apterigiformes (apterygiformes), del que forman parte los apterigídeos, que reúnen a los kiwis, con dos especies<sup>(7)</sup>.

En cuanto al origen de las Ratites, la cuestión capital estriba en dilucidar si éstas derivan de las Carenadas actuales, es decir, son carenadas que han

perdido la facultad de vuelo, o por el contrario, se han diferenciado de la línea evolutiva de las Aves antes de que éstas adquiriesen la capacidad de vuelo. En este último caso, serían los representantes más primitivos de la clase Aves; en el anterior, los más evolucionados. Por una serie de estudios basados en anatomía comparada, restos de fósiles, desarrollo embrionario y estudio comparativo del comportamiento, la opinión general admitida hoy día es que las Ratites derivan de las Carenadas, con las cuales presentan caracteres comunes de la máxima importancia, como la complejidad estructural del cerebelo, la existencia de hueso carpo metacarpo y otros detalles anatómicos (2).

## 2.1.- Características Biológicas

Pertenece al grupo de las ratites, grandes aves corredoras entre las que se encuentra el emú, el ñandú, el casuario y el mismo avestruz. No tiene quilla y por consiguiente no tiene pechuga (la carencia de pechuga también está relacionada con su pérdida de aptitud para volar). Falta de desarrollo de los músculos pectorales debido a la pérdida de la aptitud del vuelo.

Tiene un desarrollo muy rápido y es muy resistente a las condiciones climáticas más adversas, lo cual ha permitido desarrollar sus aptitudes reproductivas en zonas tan dispares como Sudáfrica, Inglaterra y Holanda (2).

## 2.2.-Características Fisiológicas

Presenta un claro dimorfismo sexual en su plumaje, las plumas de las hembras adultas son grises y las de los machos negras a excepción de las de las alas, que son blancas.

Sus dos alas no son funcionales para el vuelo pero les sirve a la hora de realizar el cortejo en la época reproductiva o como abanico en épocas muy calurosas <sup>(12)</sup>.

Poseen una gran agudeza visual al igual que un gran oído, hechos éstos que implican situaciones de estrés en caso de encontrarse con obstáculos visuales o ruidos.

Sus extremidades posteriores son muy fuertes siendo de gran utilidad para su defensa y la carrera, pueden alcanzar velocidades punta de 80-90 Km/h y resistir carreras de una hora y media a 40-50Km/h.

Si un avestruz al nacer pesa entorno de los 900 grs. a la edad de un año alcanza los 100 Kgs. Por lo tanto su sistema músculo esquelético debe conformarse rápidamente y en las mejores condiciones <sup>(26)</sup>.

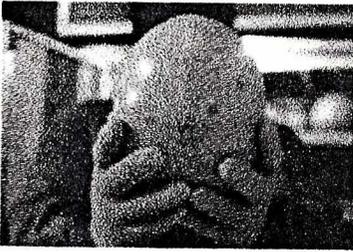
Al nacer miden 25-30 cm de altura y de adultos llegan a medir 2,5 m. e incluso 3m.

La longevidad del avestruz es bastante elevada encontrándose en algunas zonas avestruces de más de 70 años de edad, aunque su vida productiva es más corta, llegando a los 25 años de edad.

Son animales que carecen de buche, poseen un intestino delgado muy largo (5 m.) formado por dos ciegos y un colon-recto, lugar donde se realiza la fermentación de la fibra y la absorción de ácidos grasos volátiles y agua <sup>(26)</sup>.

Poseen un proventrículo o estómago glandular, una molleja o estómago muscular y una glotis de gran tamaño <sup>(26)</sup>.

La micción y defecación, si bien son dos actos diferentes se realiza en primer lugar la micción y acto seguido la defecación.



### 3.- APARIENCIA SEXUAL

La apariencia de todos los polluelos de avestruz es tan similar, que su género solo se puede determinar examinando sus órganos sexuales; aún así es muy difícil, pues el pene del pollo macho es minúsculo y se confunde fácilmente con el clítoris de la hembra <sup>(1)</sup>.

A partir de los 6 a 7 meses de edad, el sexo de las aves se puede distinguir por que el pene del macho emerge cuando este va a orinar o defecar.

Es muy interesante anotar que, a diferencia de otras especies de aves, el avestruz macho tiene pene y que el orinar y defecar son actos separados, aunque normalmente uno le sigue al otro inmediatamente <sup>(2)</sup>.

El tracto reproductivo del macho posee dos testículos, de color tostado, los cuales se agrandan durante el periodo reproductivo.

El pene del macho, que se inserta en la cloaca de la hembra durante el apareamiento para facilitar la dirección del semen, no es parecido al de los mamíferos, no estando conectado a la uretra <sup>(1)</sup>.

El tracto reproductivo de la hembra tiene un solo ovario, localizado en el lado izquierdo, cerca del riñón y un pequeño clítoris en la cloaca ventral.

Los machos logran un plumaje blanco y negro cuando maduran; las hembras y los machos inmaduros tienen un plumaje marrón grisáceo, más descolorido.

En periodos reproductivos, el plumaje del macho adulto se abriglanta, mientras que la piel toma una coloración escarlata <sup>(2)</sup>.

### 3.1.- Fisiología Reproductiva.

Los avestruces entran a la pubertad aproximadamente entre los 10 y 14 meses de edad, pero no están listas para iniciar su vida reproductiva hasta unos 12 a 24 meses después.

Así, lo más común es que las hembras alcancen su madurez sexual a partir de los 2 años, mientras que los machos lo hacen un año más tarde.

Los avestruces tienen un comportamiento reproductivo estacional, lo que significa que solo se cruzan en algunas temporadas del año<sup>(3)</sup>.

Por lo general, la temporada de cruzamientos dura entre 6 y 8 meses por año, dependiendo de la latitud en donde se encuentra ubicada la granja.

En el hemisferio norte, la época reproductiva comienza durante el mes de marzo y termina en agosto y septiembre. Mientras tanto, en el hemisferio sur la época reproductiva comienza entre julio y agosto y finaliza hacia finales de marzo<sup>(1)</sup>.

Un factor determinante en el inicio de la época reproductiva, lo constituye el aumento de la longitud del día. La duración de la época de apareamientos depende de la condición del ave, la disponibilidad de alimentos y del clima.

Unos dos meses antes del inicio esperado de la temporada de apareamientos, los reproductores deben ser agrupados, siendo la proporción ideal la de un macho por una a tres hembras como máximo<sup>(1)</sup>.

Un macho viril puede llegar a servir a varias hembras, pero si el número de hembras por cada macho es muy alto, existe el riesgo de que disminuya el índice de fertilidad de los huevos.

En este punto, la condición de los reproductores es esencial, pues las aves enfermas o disminuidas ven afectada su capacidad productiva.

Después que los grupos de reproductores son formados, el macho hará un nido, escarbando un hoyo de entre 15 y 20 cm de profundidad y entre 1 y 3 m de diámetro. Al inicio de la temporada reproductiva, los avestruces machos muestran un distintivo color rojizo en la piel, el pico y en el borde de los ojos; la intensidad del color rojo tiene correlación con la virilidad del ejemplar <sup>(1)</sup>.

### 3.1.1.- Macho

Las hormonas involucradas en la actividad reproductiva, provienen de hipotálamo, que es altamente influenciado por efecto de la luz (aumenta su actividad durante el periodo de días largos), hipófisis y testículos <sup>(10)</sup>.

Estas son:

- GnRH, hormona liberadoras de gonadotropinas, provenientes de hipotálamo y que estimulan, vía portal hipofisiario, a la hipófisis para la liberación de gonadotropinas FSH - LH

- FSH, generada en hipófisis, ejerce su efecto sobre testículos estimulando la generación de espermios (espermioogénesis) - LH, actúa sobre las células intersticiales o céls. de Leydig de testículos para la generación y liberación de testosterona.

- Testosterona, contribuye en la maduración espermática y es la responsable de los caracteres sexuales secundarios. En las avestruces influyen sobre el tamaño, agresividad y coloración del plumaje (negro-blanco).

En términos anatómicos, el macho avestruz presenta dos testículos de ubicación intra-abdominal en el extremo cefálico de riñones y "refrigerados" por los sacos aéreos abdominales. Durante el periodo reproductivo se desarrollan en forma manifiesta, aumentando su tamaño (400% su peso). Otra característica destacable es la presentación de un pene muy desarrollado, que

en erección alcanza los 40 cm de longitud; éste a diferencia de los mamíferos, se erecta por acúmulo de linfa, el cual sirve de vehículo a los espermios, dado que las aves carecen de glándulas anexas (próstata y vesículas seminales) <sup>(3)</sup>.

El macho durante el cortejo nupcial, adopta actitudes y movimientos bastante característicos. Como dato curioso, el comportamiento sexual es de mayor prevalencia en presencia de personas.

### 3.1.2.- Hembras

Al igual que en machos, las hormonas involucradas en la actividad reproductiva, provienen del hipotálamo, que es altamente influenciado por efecto de la luz (aumenta su actividad durante el periodo de días largos), hipófisis y luego actúan sobre el ovario, teniendo desarrollado sólo el izquierdo.

Estas son:

- GnRH, hormona liberadoras de gonadotropinas, provenientes de hipotálamo y que estimulan, vía portal hipofisiario, a la hipófisis para la liberación de gonadotropinas FSH - LH)

- FSH, originada en hipófisis y cuya función fundamental es estimular el desarrollo de los folículos, que en las aves, se determinan a través de un proceso de "jerarquía folicular", correspondiente al desarrollo de un grupo de folículos que ovularán en días continuados en una secuencia de postura.

- LH, responsable del mecanismo de ovulación.

- Estrógenos, originados en células de granulosa del ovario y que cumplen roles sexuales primarios, tales como el desarrollo del oviducto, osificación secundaria de hueso largos para los efectos de acumular Ca requerido en la formación del huevo, y caracteres sexuales secundarios (comportamiento, desarrollo corporal, coloración de plumas).

- Progesterona, proveniente del ovario y cuya función principal es el desarrollo de la actividad glandular del oviducto para la formación del huevo <sup>(2)</sup>.

Algunas particularidades anatómicas de la hembra son: la presencia de sólo el ovario y oviducto izquierdo. El primero se caracteriza por el gran tamaño y desarrollo de folículos durante el periodo reproductivo. El segundo corresponde a una larga estructura tubular, constituida por varios segmentos: infundíbulo, mágnium, itsmus, útero (llamado también glándula de la cáscara) y vagina <sup>(10)</sup>.

Las funciones de estos segmentos son:

- infundíbulo, englobar el huevo (yema con su poro germinativo) durante la ovulación. El tiempo estimado de permanencia del huevo en formación es de 30 min.

- mágnium, es la estructura de mayor tamaño y su función es la de aportar la albúmina o clara del huevo. Tiempo estimado de permanencia es 6 hrs.

- itsmus, de longitud similar al infundíbulo, que aporta las membranas de la cáscara. Tiempo estimado de permanencia es de 2,5 hrs.

- útero, estructura globosa y lugar donde se produce la formación de la cáscara a través del depósito de  $\text{CaCO}_3$ . Asimismo se le adiciona agua, contribuyendo a la formación de diferentes capas de albúminas. Tiempo estimado de permanencia es de 40 hrs.

- Vagina, lugar de paso del huevo durante la ovoposición, adicionándole una cubierta de mucina. Asimismo en la unión con útero, posee las glándulas espermatógenas, que pueden almacenar los espermios introducidos por el macho

(1)

### 3.1.3.- Ciclo Biológico

Las hembras de avestruz alcanzan su madurez sexual a partir de los dos años y medio de edad, los machos no la alcanzan hasta los tres años y medio o cuatro.

La puesta del avestruz es estacionaria y abarca desde marzo-abril hasta octubre-noviembre y ponen sus huevos en días alternos. Suelen poner un promedio de 40 huevos y toman un descanso de 7 a 20 días para reanudar su ciclo. Un huevo suele pesar un kilo y medio y mide 13 x 16 cm.

Los machos durante el celo son agresivos, sus plumas son más brillantes y el pico, frente y escamas de los tarsos se vuelven de un color rojo intenso.

Realizan un cortejo muy llamativo y en el apareamiento la hembra se tira sobre el suelo<sup>(3)</sup>.

### 3.1.4.- Apareamiento.

Antes de iniciarse el apareamiento, el macho inicia un ritual sobre sus rodillas, batiendo sus alas de arriba abajo, mientras mueve su cabeza de lado a lado; asimismo, algunas veces, llena su esófago de aire, de tal manera que su cuello aparenta ser un balón inflado y emite un leve sonido monótono.

Entonces, la hembra receptiva le responde asumiendo una posición sumisa, colocando su cabeza y su cuello cerca del suelo y batiendo sus alas y su pico.

Mientras que la reproductora se encuentra agazapada, el macho acerca su pata izquierda al cuerpo de la reproductora y la monta colocando su pata derecha sobre su espalda.

Finalmente, introduce el pene y deposita el semen dentro de la cloaca de la hembra. La consumación del acto sexual es acompañada por un gemido

característico del macho, mientras que la hembra chasquea el pico y mueve su cabeza <sup>(3, 2, 1)</sup>.

#### 4.- EL HUEVO

Como corresponde a su magnitud, el avestruz produce el huevo más grande de todas las aves del mundo, aunque es pequeño en relación a su tamaño.

Los huevos de avestruz varían entre ellos en lo que se refiere a forma, tamaño, así como en la estructura y porosidad de la cáscara, asimismo tiene forma oval; color blanco amarillento; tamaño entre 13 y 16 cm. y con un peso promedio entre 1.1 y 1.9 Kg. (que llega solo al 1% del peso vivo de la madre).

El huevo es una estructura compleja en el aspecto físico y químico. Su complejidad se deriva de los requerimientos naturales de protección y sustento del embrión que se desarrollará en el interior <sup>(2)</sup>.

El huevo de avestruz está formado por 3 componentes: la yema que equivale al huevo de los mamíferos, la clara y el cascarón. Ninguno de los 3 elementos es homogéneo ni en estructura ni en composición química.

La yema contiene al oocito secundario en el caso de un huevo infértil o el cigoto si éste es fértil. Está rodeado por la capa perivitelina. La parte citoplásmica de la célula que contiene el núcleo haploide llamada blastocito en el caso de un huevo infértil, o blastodermo cuando se trata de huevo fértil. Ocupa una fracción del oocito. En un huevo fértil, el área está cubierta por capas de células y se aprecia como una pequeña mancha blanca. El blastodermo flota sobre el núcleo de Pander o "yema clara" que se extiende hacia abajo y termina en la latebra. Está compuesta principalmente por proteínas y se encuentra suspendida en la yema amarilla que es una emulsión

de agua y aceites con fase continua como proteína acuosa. La yema es fuente de material para la embriogénesis o desarrollo embrionario <sup>(4)</sup>.

La clara o albúmina es una proteína acuosa casi pura que contiene alrededor de 40 proteínas diferentes. Esta se forma en el mágnum del oviducto y está constituida por cuatro capas distintas: la capa chalacífera o chalaza inserta la yema; la capa clara interna, la capa media densa o gruesa y la clara externa. La clara forma un manto de protección para el embrión y evita su deshidratación. También contribuye con material para el desarrollo del mismo. Muchas de las proteínas que constituyen la clara tienen propiedades enzimáticas, bactericidas y/o inhibidoras de enzimas <sup>(4, 15)</sup>.

El cascarón de huevo está compuesto por membranas, una parte mineralizada y una cutícula. Las dos membranas son proteínas fibrosas endurecidas y proporcionan la superficie sobre la cual ocurre la mineralización. La parte mineralizada está compuesta principalmente por cristales de carbonato de calcio. A lo largo se encuentran poros que permiten el intercambio gaseoso entre el embrión y el medio ambiente. La última cubierta externa del huevo o cutícula está constituida principalmente por proteínas y reduce la pérdida de agua y contaminación bacteriana. Es fuente de protección física para el huevo, fuente de calcio para el embrión en desarrollo y soporte para mantener en posición los componentes internos.

El huevo cuenta con un saco aéreo en uno de sus extremos. Este se expande conforme el embrión se desarrolla y la estructura pierde humedad.

El huevo, como se puede apreciar, es una entidad viviente de gran complejidad y delicadeza. De su adecuado manejo en la explotación dependerá el éxito de la misma <sup>(16)</sup>.

#### 4.1.- Composición

La cáscara del huevo, que consiste mayormente en carbonato de calcio, es brillante y aporcelanada, de aproximadamente 2 mm. De espesor, provista de cientos de poros y cubierta por la cutícula.

La yema, que ocupa la tercera parte del volumen del huevo y es mantenida en el centro por la chalaza, provee la energía y la mayoría de los nutrientes que el pollito necesita para su desarrollo.

La clara del huevo proporciona y algunas proteínas, vitaminas y microelementos; asimismo constituye una protección antimicrobial para el embrión<sup>(15, 16)</sup>.

Compuesto por:

- Yema (26% peso del huevo) que en un extremo posee el poro germinativo. El principal constituyente de esta estructura son los lípidos.
- Clara (54% peso del huevo) en que se distinguen cuatro capas, chalazas, albúmina líquida externa, albúmina densa y albúmina líquida interna. Estas se forman por incorporación de agua en útero, degradación de algunas proteínas y rotación del huevo.

El constituyente fundamental es de tipo proteico, predominando la albúmina, luego globulinas. Especial importancia tienen algunas proteínas, que al margen de su función nutricional para el embrión, poseen características bacteriostáticas, evitando la contaminación bacteriana. En la mayoría de las aves la principal involucrada en esta función es la avidina, sin embargo en avestruces son ovomucoide, lisozima, ovoinhibidor y ovotransferrina.

Membranas de la cáscara, externa e interna, permitiendo la formación de la cámara de aire. Están constituidas por una red de queratina que protege al huevo de la contaminación por bacterias.

- Cáscara, (20% peso del huevo) con una capa mamilar y de tejido esponjoso, que dejan orificios o poros (12 - 16 cm<sup>2</sup> de la superficie) permitiendo el intercambio gaseoso. Está formado por CaCO<sub>3</sub>, siendo importante el rol de la anhidrasa carbónica para la formación del ion bicarbonato, paratiroides para el depósito de Ca y estrógenos para su almacenamiento. Los poros en los primeros 7 días post ovoposición están cubiertos por mucina, impidiendo el ingreso de bacterias. Al respecto, es discutido el lavado de huevos que realizan algunos productores previos a la incubación, por cuanto eliminan esta barrera natural<sup>(16, 15, 4)</sup>.

#### 4.2.- Fecundación

Esta se produce a nivel del infundíbulo. Para ello los espermios que normalmente se almacenan y se capacitan en las glándulas espermáticas, se liberan y avanzan hasta alcanzar esta estructura y fecundar el oocito al igual que en mamíferos. Una de las particularidades de los espermios de las aves, es su viabilidad y fertilidad por varios días. En el caso de los avestruces llega a los 7 días, de manera que se pueden lograr huevos fértiles durante toda una semana con solo una cópula. Sin embargo para los efectos de asegurar una adecuada fertilidad, deberían asegurarse a lo menos 3 cópulas semanales (la mayoría de los productores trabajan con cópulas libres y posiblemente se supere la cifra indicada)<sup>(2, 1)</sup>.

#### 4.3.- Formación Del Huevo

El infundíbulo rodea al folículo antes de la ovulación e impulsa el óvulo por el oviducto. La fertilización ocurre en el infundíbulo. Ocasionalmente, el óvulo no entrará al oviducto y será liberado en la cavidad abdominal.

El mágnum secreta la proteína albúmina densa alrededor del óvulo, en respuesta a la presión sobre las glándulas secretoras, el óvulo es impulsado hacia el istmo donde las dos membranas corticales son secretadas laxamente alrededor de la albúmina. En el útero, el agua, las vitaminas y las sales minerales pasan a través de las membranas corticales hacia el interior del huevo y se desplazan a la yema en respuesta a un gradiente osmótico. Esto da como resultado una capa tenue de albúmina seguida de una capa densa de albúmina próxima a la yema. La cubierta del huevo es depositada y finalmente una capa de mucina es aplicada antes de la ovoposición. Durante su estancia en el útero el huevo es rotado constantemente conforme se agregan nuevos componentes <sup>(4, 2, 1)</sup>.

La celda aérea del huevo se forma entre las dos membranas corticales en el extremo más poroso de la cubierta a medida que el contenido se enfría. Conforme el agua se evapora a través de la cubierta la celda aérea aumenta de tamaño. Los huevos de todas las especies de aves pierden aproximadamente el 15% de su peso inicial por evaporación de agua durante la incubación. La mayor parte de la respiración del embrión tiene lugar a través de la celda aérea. La capa de mucina, soluble en agua, se seca y forma una barrera durante los primeros 7-10 días de incubación. Constituye la primera línea de defensa del embrión en contra de invasión bacteriana. Otros mecanismos de defensa incluyen la membrana cortical interna. Las lizosimas en la albúmina

destruyen bacterias invasoras y la avidina se fija a las vitaminas del complejo B, impidiendo así que sean utilizadas para el crecimiento bacteriano.

En la mayoría de las especies de aves, el óvulo permanece en el infundíbulo 15 minutos aproximadamente, 3 horas en el mágnum, una hora y media en el istmo y 20-21 horas en el útero antes de pasar a través de la vagina. En el emú ocurre depósito rápido de yema por 26 días, pero la ovoposición no se realiza sino hasta 10 días después de completado el depósito de yema. Se desconoce si el retraso en la formación del huevo se debe al mantenimiento del óvulo maduro dentro del folículo demorando así la ovulación, o está relacionado con el paso lento a través del oviducto <sup>(4, 2, 1)</sup>.

## **5.- INCUBACIÓN.**

### **5.1.- Aspectos Generales.**

La técnica de la incubación artificial de los huevos de avestruz comenzó con los conocimientos adquiridos en la incubación de los huevos de gallina, a los que se les fueron añadiendo las particularidades propias de los primeros. La primera incubadora para huevos de avestruz fue patentada por Arthur Douglas en 1867. En líneas generales las principales pautas de manejo llevadas a cabo en la incubación artificial de los huevos de gallina pueden ser asumidas, teniendo en cuenta las particularidades del tamaño y de los parámetros de incubación que marcan las diferencias, tanto para el diseño de las incubadoras como para el control de la propia incubación. A lo largo del proceso global que comprende el manejo del huevo fértil y el período de incubación propiamente dicho, hemos de cuidar al máximo las condiciones de higiene. Recordemos que estamos trabajando con un material (los huevos fértiles) recogidos en el suelo,

al aire libre y en unas condiciones de temperatura y humedad muy favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos <sup>(8, 17, 18, 20)</sup>.

Toda explotación de avestruces que se incline por llevar a cabo la incubación de sus propios huevos, antes de diseñar la sala de incubación y determinar el número de incubadoras y el tamaño de las mismas, tendrá que hacer un estudio previo de la productividad de sus animales, teniendo en cuenta el número de reproductores, tasa de puesta, capacidad de los locales de cría, disponibilidad de mano de obra, etc.

Actualmente existen en el mercado varios modelos de incubadoras cuya capacidad varía entre dos docenas hasta varios centenares de huevos. Todas ellas han de regular y ajustar con gran exactitud la temperatura, la humedad y el recambio de aire en su interior; así como, efectuar volteo automático de los huevos <sup>(2, 1)</sup>.

Antes de detallar las prácticas de manejo sobre el huevo incubable y durante el proceso de incubación, es conveniente definir dos conceptos, como son: fertilidad e incubabilidad, que a menudo son confundidos. Ambos parámetros aportan una gran información sobre de los rendimientos de los reproductores.

La fertilidad hace referencia al número de huevos embrionados en relación al número de huevos colocados en la incubadora, una vez desechados los huevos claros tras el primer miraje el día 14 de incubación. Es decir, la fertilidad muestra la aptitud de unión del espermatozoide y el óvulo <sup>(2, 1)</sup>.

$$Fertilidad = \frac{N^{\circ} \text{ de huevos fértiles}}{N^{\circ} \text{ de huevos introducidos en la incubadora}} \times 100$$

De lo indicado se deduce que una pobre fertilidad sólo puede ser imputable a los reproductores.

Por el contrario, la incubabilidad hace referencia al éxito del proceso de incubación o lo que es lo mismo, la capacidad del huevo para eclosionar, produciendo un pollo viable.

$$\text{Incubabilidad} = \frac{\text{Nº de pollos nacidos}}{\text{Nº de huevos fértiles}} \times 100$$

## 5.2.- Incubadoras Artificiales.

Dada la variedad de equipos de incubación que existe en el mercado, la toma de una decisión para la compra de una incubadora implica un conocimiento total de las bondades y limitaciones de los mismos en relación al tamaño y costos específicos de su empresa.

Existen en el mercado 3 tipos de sistemas de incubación:

De cargas múltiples con portabanderas fijas

De cargas múltiples con carros porta bandejas móviles

De carga simple.

Es importante comprender el potencial y las virtudes de cada uno de los sistemas así como su sistema de operación, para maximizar la cantidad y la calidad de los pollitos que se obtengan, minimizando los costos a largo plazo.

Incubadoras De Carga Múltiples.

Lo que caracteriza a estos sistemas es que son muy versátiles. Estos sistemas pueden incubar sin ningún problema distintos tipos de huevos logrando buenos nacimientos.

Por qué de su versatilidad?

Poseen ciclos de incubación repetidos

Cada ciclo incluye huevos de distintas edades

Los huevos de más edad se sacan poniendo huevos nuevos en los lugares vacantes (23, 17, 8).

Dentro de cada ciclo:

A) Los huevos de mayor edad o desarrollo producen más calor por lo que se crea una fuente térmica natural para los huevos de menor edad. Esta situación hace que los requerimientos de energía para los elementos calefactores sean menores y lo mismo para enfriar la máquina.

B) Una entrada uniforme de aire, en combinación con huevos en distintas etapas de desarrollo, ayuda a mantener bajo control los niveles de anhídrido carbónico y a la vez asegura cantidades suficientes de oxígeno para una adecuada respiración de los embriones.

La única diferencia entre las incubadoras de carga múltiple es que uno tiene las bandejas fijas y el otro que la bandeja viene en un carro rodante, teniendo como ventaja estas últimas que facilitan las maniobras de carga y descarga de la incubadora (23, 17, 8).

Sistemas de Incubación de Una Sola Etapa.

Este sistema también se le conoce como "todo adentro-todo afuera". Estos sistemas son diseñados para operar huevos de un mismo lote, tamaño, características de la parvada, tal como son los huevos que tienen un valor considerable. Este punto ahora es importante en todo tipo de huevo dado los niveles de utilidad que se manejan en los negocios de estos tiempos.

Características.

El ciclo es de todo el periodo de incubación, que varía dependiendo de la especie a incubar. Todos los huevos son de la misma edad y se desarrollan conjuntamente al mismo tiempo. Se requiere de controles muy exactos de

ventilación, calefacción y enfriamiento. Los huevos se pueden colocar en la máquina antes de comenzar el proceso de incubación. Resulta frecuente escuchar que se hacen modificaciones de un sistema multietapas a un sistema de una sola etapa teniendo como consecuencia pésimos resultados <sup>(23, 17, 8)</sup>.

### 5.3.- Factores que influyen sobre el éxito de la incubación

#### 1. Factores genéticos:

Actualmente nos encontramos con una gran variabilidad en los huevos de avestruces, tanto en la calidad de la cáscara como en el tamaño de los mismos, debido a una falta de selección y mejora genética de los animales. Ello trae como consecuencia la disparidad de cifras encontradas en la literatura especializada en cuanto a parámetros tales como tasa de incubabilidad, porcentaje de fertilidad o peso al nacimiento, así como, en cuanto a las necesidades ambientales para el proceso de la incubación.

#### 2. Peso del huevo:

El peso del huevo puede oscilar entre 1 y 2 Kg., estando influido por factores tales como: el tamaño de la hembra, el momento del ciclo de puesta, la subespecie y la alimentación.

El peso del huevo determina de forma clara y positiva el peso del pollo al nacimiento, aspecto importante para la vitalidad del recién nacido.

Por otra parte, el tamaño del huevo influye en la viabilidad de los pollitos, en el sentido de que los huevos de gran tamaño producen pollos edematosos y de nacimiento tardío, debido a una falta de intercambio gaseoso y de vapor de agua. Por el contrario, los huevos excesivamente pequeños producen pollos deshidratados, de pequeños tamaños y muy débiles al nacimiento, debido a la gran pérdida de agua durante el proceso de incubación <sup>(23, 17, 8)</sup>.

### 3. Calidad de la cáscara:

El grosor de la cáscara varía entre 1,4 y 2,4 mm, con un valor medio entre 1,8 y 2 mm, influyendo en la mayor o menor pérdida de agua durante el proceso de incubación. También existen diferencias en cuanto a la porosidad de la cáscara.

Eliminaremos todos aquellos huevos con anomalías en la cáscara y con fisuras en la misma, ya que el riesgo de contaminación por microorganismos patógenos es muy elevado <sup>23, 17, 8)</sup>.

### 4. Alimentación de los reproductores:

El huevo debe contener todos los nutrientes que el embrión necesita cuando es puesto por el avestruz. La alimentación de la hembra influye tanto en la calidad como en el tamaño del huevo y, consecuentemente, en la viabilidad y peso al nacimiento del pollito.

Es muy importante mantener una dieta equilibrada durante toda la época de reproducción, evitando carencias vitamínico-minerales. Determinadas avitaminosis y carencias minerales pueden ocasionar importantes alteraciones en el embrión. De ahí que se aconseje incluir un corrector vitamínico-mineral en la dieta de los reproductores <sup>(4, 2, 1)</sup>.

### 5. Estado sanitario de los reproductores:

La presencia de agentes infecciosos a lo largo del oviducto y en la cloaca pueden provocar la contaminación de los huevos, dando lugar a una baja tasa de incubabilidad, una elevada mortalidad embrionaria y a un menor peso de los pollos al nacimiento.

Los microorganismos más frecuentes encontrados en los huevos de avestruz son: *Escherichia coli* y *Salmonella spp* <sup>(4, 2, 1)</sup>.

Por otra parte, cualquier proceso patológico que provoque alteraciones metabólicas importantes y una disminución en la absorción de los nutrientes de la dieta, puede ocasionar alteraciones en el desarrollo embrionario. En este sentido, hemos de vigilar la presencia de parásitos internos, ya que en ocasiones son los responsables de una menor disponibilidad de nutrientes por parte del organismo animal. Por ello, recomendamos la desparasitación regular de los reproductores <sup>(4, 2, 1)</sup>.

#### 6. Edad de los reproductores:

Generalmente los machos reproductores alcanzan la madurez sexual a los tres años y medio, mientras que las hembras son más precoces, alcanzándola a los dos años y medio.

En la primera temporada de puesta los porcentajes de fertilidad son bajos, si bien van aumentando con la edad hasta alcanzar unos valores máximos entorno al 6º o 7º año de puesta <sup>(4, 2, 1)</sup>.

#### 7. Época de monta:

El período reproductivo abarca en nuestras latitudes desde los meses de febrero-marzo hasta octubre-noviembre, disminuyendo los porcentajes de fertilidad hacia el final del período.

#### 8. Relación machos/hembras:

Los mejores resultados de fertilidad se consiguen con una relación macho:hembra de 1:2 -manejo de los animales en trío-, frente al manejo en grupo, en grandes extensiones de terreno, con una relación de 6 machos por cada 10 hembras <sup>(4, 2, 1)</sup>.

## 9. Estrés:

Cualquier situación de estrés que sufran las aves durante la época de reproducción, va a ocasionar una disminución en la de fertilidad y en la tasa de puesta, por lo que debería ser evitada. Cuando la reproducción no la efectuamos en trío sino en grandes grupos, la presencia de machos muy dominantes que luchan constantemente, es una causa de estrés hacia las hembras, por lo que deberían ser apartados. Por otra parte, las avestruces son muy sensibles al estrés sónico, de tal manera que los parques de reproducción los situaremos lo más alejados posible de las carreteras principales o de cualquier otro contaminante acústico. Asimismo, la presencia de perros y de animales salvajes puede causar estrés a los animales. Igualmente, una manipulación excesiva de los reproductores, durante la época de monta, puede ocasionar una situación de estrés crónico, pudiendo afectar negativamente a la reproducción (4, 3, 2, 1).

## 5.4.- Incubación Artificial Aplicada

Es un proceso complejo que permite el desarrollo embrionario en el huevo fértil de las aves, el cual inicia en el interior del oviducto y continúa en el exterior dentro de la estructura llamada huevo y concluye con el nacimiento del huevo.

La incubación interna ocurre antes de la postura del huevo en la etapa en que el embrión está constituido por miles de células. El embrión se inicia dentro del cuerpo de la hembra (oviducto) con un 4.5% del tiempo total utilizado de su desarrollo embrionario. El proceso total de incubación es de un promedio de 44 días; 2 días de incubación interna y los 42 días restantes en incubadora o de forma natural (6, 7, 8, 9, 17).

Se puede dividir en 3 partes:

Preincubación

Incubación

Eclosión

Cada etapa es de vital importancia, y no debe haber descuido ya que de ello dependen los resultados finales del proceso.

#### 5.4.1.- Preincubación.

Se le puede llamar a todos aquellos eventos ocurridos antes de introducir al huevo en una incubadora y hay que recordar que la incubación se inicia antes de la postura del huevo, aún en la hembra <sup>(4, 6, 8)</sup>.

La recolección del huevo se realiza unos 10 a 30 minutos realizada la postura, de tal forma que la cutícula seque y no se dañe. Al poner el huevo, la hembra regularmente lo mueve con su pico durante unos 2 o 3 minutos. En ocasiones el macho participa también. No es conveniente dejar el huevo por más tiempo ya que es frecuente que las aves lo rompan o agrieten. También debe evitarse dejarlo expuesto por un periodo prolongado a cambios de temperatura y humedad, como ocurre de noche <sup>(4, 6, 8)</sup>.

La recolección se recomienda que se realice con guantes de plástico, alguna bolsa o algún trapo destinado para ello (limpio y desinfectado).

El transporte del huevo se debe realizar con cuidado, sin movimientos bruscos que pueden afectar las membranas. Es bueno tener disponibles charolas para el transporte, las cuales deben contar con ventilación, así como evitar el contacto entre huevos, ya que pueden golpearse.

Para viajes de larga distancia, se pueden utilizar hule espuma o materiales para empaque de diversos tipos. Solo deben utilizarse una vez para evitar la contaminación <sup>(Idem)</sup>.

El recibir el huevo, la posición debe ser con una cámara de aire hacia arriba y con un reposo de 12 horas. El cuarto de recepción debe contar con una temperatura de entre 15 y 18 ° C para mantener el estado de letargo del embrión.

El huevo puede desinfectarse con solución de yodo al 10% o con tectrol <sup>(4, 6, 8)</sup>.

#### 5.4.2.- Incubación.

La incubadora a utilizarse es de gran importancia en el proceso. Factores importantes en la selección son: que sea para avestruz, que cuente con un buen sistema de ventilación el cual mantenga uniformidad en la distribución del aire. Que la fuente de calor sea confiable; esto es que sus sensores tengan márgenes muy cerrados de variación para lograr mantener a casi un 100% la temperatura. Que el equipo de humidificación, de igual manera sea muy confiable. En zonas muy húmedas puede requerirse el uso de deshumidificadores para controlar tanto el interior como exterior de la incubadora <sup>(6, 7)</sup>.

La temperatura durante la incubación del huevo de avestruz es de 97.5 °F (36°C). La temperatura debe ser constante, cualquier variación puede afectar alargando o retrasando el periodo de incubación, dando resultados no muy satisfactorios.

La humedad puede variar de acuerdo a la subespecie, pero en general se recomienda de un 35 a 40%. Factores como la humedad de cada región intervienen, por lo que deben considerarse.

El volteo en la incubadora varía de acuerdo a cada fabricante, pero regularmente las maquinas están programadas para cada 4 horas, del primer día al día 38. El volteo debe ser suave y con un giro de 90°.

Las ovoscopías se realizan para la verificación del desarrollo embrionario. Se programan para cada 7 a 10 días. Son muy importantes en caso de existir contaminación o en muertes embrionarias. Huevos presentando estos problemas deben retirarse de inmediato para evitar acrecentar problemas en todo el lote de incubación <sup>(6, 7, 13, 14)</sup>.

Durante la incubación se pesa el huevo, este dato muy útil para determinar alguna información de ello, tal como tiempo aproximado de postura, pérdida de peso durante la incubación, humedad, etc.

#### 5.4.3.- Eclosión.

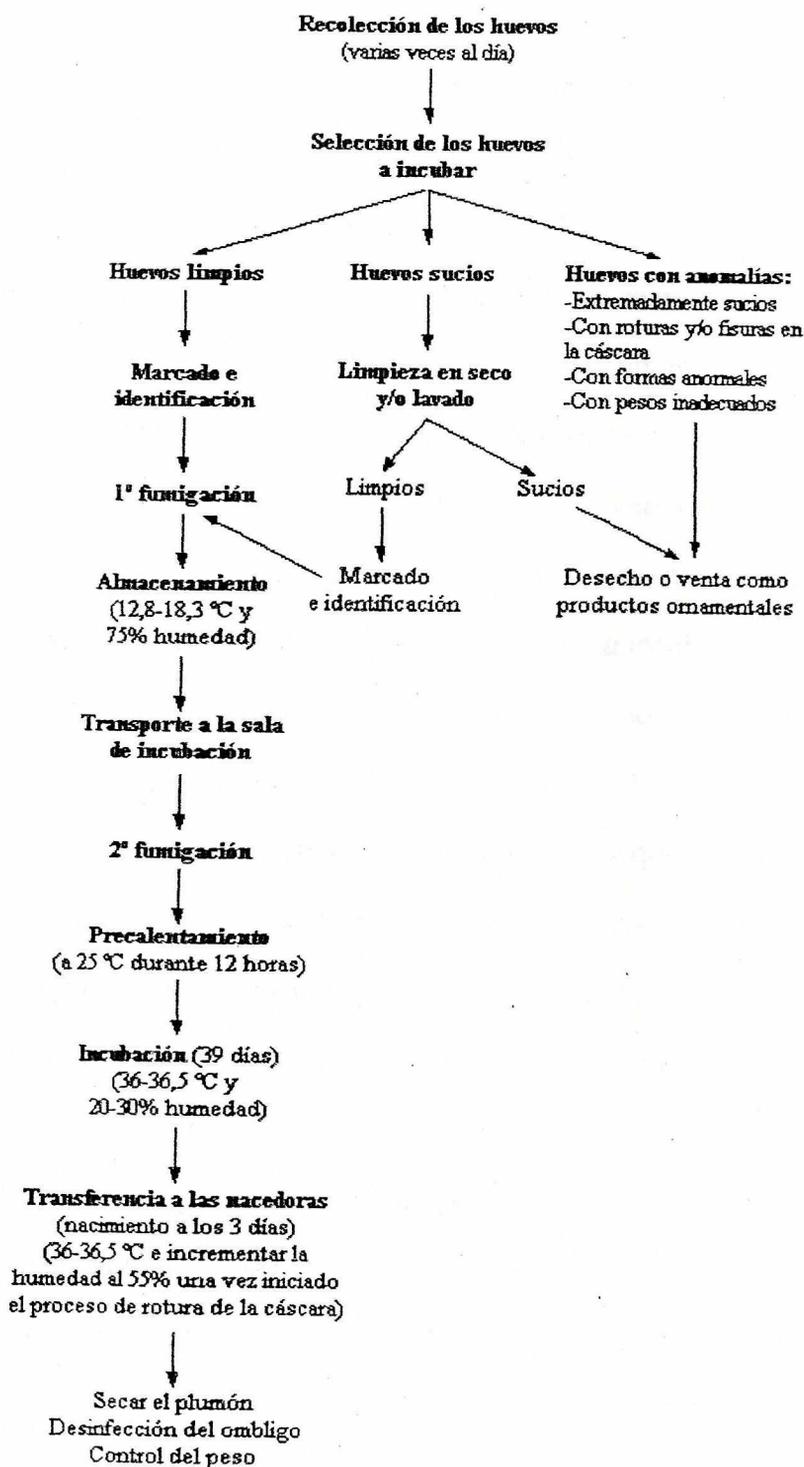
Este evento es la culminación del proceso de incubación y de todo el esfuerzo implicado en lograr llevarlo a cabo. La temperatura en nacedora varía un poco disminuyéndose a 96.5°F. A esta edad el polluelo comienza a generar su propio calor y debemos evitar que se estrese o fatigue. La humedad por el contrario debe aumentar en aproximadamente un 10% para evitar que las membranas se resequen durante la eclosión y el polluelo quede atrapado en ellas. Durante esta etapa final el volteo es innecesario. El movimiento causa esfuerzo de más en el polluelo en su intento por librarse y salir de su cascarón.

Se colocan los huevos en la nacedora al día 38 y un día después puede observarse el inicio del picoteo interno. El picoteo externo vendrá unas 12 a 25 hrs. después dependiendo del vigor del polluelo <sup>(idem)</sup>.

Un polluelo fuerte debe eclosionar solo, y pasadas un par de horas intenta caminar. Estos polluelos vigorosos pueden ser retirados de nacedora al día

siguiente. Aquellos polluelos con problemas de eclosión deberán permanecer ahí hasta recuperarse en 2 o 3 días.

Figura 1.- Croquis del manejo del huevo de avestruz.



## 6.- MANEJO DE HUEVO EN INCUBADORA

Manejo del huevo fértil.

Desde un punto de vista didáctico, podemos diferenciar en el proceso de incubación dos etapas: la primera etapa ó de pre-incubación que abarcaría todas aquellas prácticas de manejo efectuadas desde la puesta del huevo hasta su colocación en el interior de la incubadora. Y, la segunda etapa o incubación propiamente dicha que englobaría también la eclosión o nacimiento del pollo. El manejo al que se someten los huevos es una de las principales causas de una mala incubabilidad y, además, de relativamente fácil diagnóstico. A continuación nos detendremos en cada una las etapas, señalando las principales normas de manejo de los huevos fértiles, para obtener un cierto éxito a lo largo del proceso de incubación <sup>(23, 1, 4)</sup>.

### 6.1.- Recolección y selección de los huevos a incubar

Para facilitar la recogida de los huevos -ya que es imposible la automatización de la misma-, diseñaremos unos agujeros de 3 m de diámetro y unos 40 cm de profundidad que rellenaremos de arena fina y que actuarán a modo de nido, ya que las hembras los encuentran el lugar ideal para la puesta. Por tanto la recogida será manual. Los huevos deben ser recolectados con cierta frecuencia a lo largo del día, teniendo en cuenta que las avestruces ponen los huevos principalmente a primera hora de la mañana y a última de la tarde. A medida que aumente el tiempo de permanencia del huevo en el nido, aumentará el riesgo de rotura, de contaminación por gérmenes patógenos, así como el grado de suciedad. Además, el enfriamiento del huevo en el nido implica una entrada de aire del exterior junto con los microorganismos allí presentes. Los huevos conforme se vayan recogiendo se irán depositando

sobre bandejas con alvéolos acolchados e individualizados, lo que reduce la posibilidad de rotura. Hemos de evitar que se pongan en contacto entre sí, para que no puedan diseminarse los microorganismos de unos huevos a otros. Eliminaremos todos aquellos huevos rotos, con fisuras en la cáscara, con formas atípicas, los demasiado pequeños o exageradamente grandes y aquellos excesivamente sucios. Una vez colocados los huevos sobre las bandejas, procederemos a su identificación -con un lápiz o rotulador- lo que nos permitirá identificar a los progenitores, de esta manera podremos evaluar al final del ciclo la productividad de nuestros reproductores, y actuar en consecuencia. Aquellos huevos que se recojan sucios y deban ser lavados, su marcado se hará posterior al lavado <sup>(23, 20, 18, 17, 14)</sup>.

## 6.2.- Lavado y limpieza de los huevos

Dado que la puesta se realiza en el suelo, al aire libre y que no es posible la recogida automática, la mayoría de los huevos recolectados estarán sucios y con una gran cantidad de polvo, a pesar de la recogida frecuente. De ahí que los huevos deban ser limpiados antes de su almacenamiento, de tal manera que entren en la incubadora con la menor carga microbiana posible. El mejor método es la limpieza en seco, ayudándonos de un papel, una esponja o un cepillo de púas finas. Pero en la mayoría de los casos la suciedad persiste y nos vemos obligados a lavarlos, para lo cual emplearemos agua templada (40° C) con soluciones de hipoclorito sódico (10 ml de lejía comercial/litro de agua más 50 g de cloro activo), clorhexidina, amonio cuaternario (200 ppm) o compuestos fenólicos. Con el lavado, hemos de tener cuidado, ya que destruimos parte de la cutícula mucilaginososa que rodea la cáscara, favoreciendo, de esta manera, la entrada en el interior del huevo de agentes

infecciosos. Finalmente, aquellos huevos que se recojan con la cáscara húmeda deberán secarse, preferiblemente, con aire caliente antes de su almacenamiento <sup>(23, 20, 18, 17, 14)</sup>.

### 6.3.- Fumigación

Una vez limpios los huevos llevamos a cabo una primera fumigación para liberarles de los gérmenes de la superficie de la cáscara. Para ello el método más empleado es la formalización, aunque tiene el inconveniente que es muy irritante para las mucosas, además de ser cancerígeno. Frente a ello el formaldehído tiene una serie de ventajas como son: se trata de un desinfectante relativamente eficaz, de fácil evaporación, lo que facilita su posibilidad de llegar a puntos que de otro modo serían inaccesibles; se trata además de una sustancia no corrosiva, de precio moderado y que no perjudica de modo alguno ni a los huevos ni a los embriones. Utilizaremos una solución de 80 g de permanganato potásico ( $KMnO_4$ ) y 130 ml de formalina (40% de solución) por cada 3 m<sup>3</sup> de espacio, fumigando los huevos durante un tiempo aproximado de 20 minutos <sup>(4, 2, 20, 23)</sup>.

Hemos de tener la precaución de añadir el formol al permanganato potásico, nunca a la inversa. Junto con la formalización también podemos llevar a cabo la nebulización con otras soluciones desinfectantes a base de amonio cuaternarios o compuestos fenólicos <sup>(idem)</sup>.

### 6.4.- Almacenamiento

Tras la fumigación, los huevos serán almacenados en una sala apropiada para dicho fin, donde podamos controlar la temperatura y la humedad. El almacenamiento tiene como objeto el reunir el número suficiente de huevos para cargar la incubadora a pleno rendimiento y el poder trabajar

posteriormente durante la fase de cría con lotes homogéneos; a la vez que conseguimos disminuir las necesidades de mano de obra <sup>(4, 1, 2, 20)</sup>.

Se recomienda que los huevos de avestruces se almacenen durante un máximo de una semana antes de su incubación, a una temperatura entre 12,8 y 18,3° C. Si aumentamos el tiempo de almacenamiento o bien la temperatura supera los 20° C, habrá un aumento significativo de la mortalidad embrionaria, disminuyendo la incubabilidad. La disminución de la viabilidad del embrión puede ser causada por cambios en el embrión y/o por cambios en los otros elementos integrantes del huevo. Para evitar una pérdida excesiva de agua durante el almacenamiento, la humedad se sitúa alrededor del 75%. Se estima como normal una pérdida del peso al día del 0,12% durante el tiempo que los huevos permanecen almacenados. Los huevos se pueden colocar en las propias bandejas de las incubadoras en posición vertical, con la cámara de aire hacia arriba. En esta posición vertical permanecerán durante todo el proceso de incubación para prevenir que los embriones adopten malas posiciones.

Siempre que el tiempo de almacenamiento no sobrepase los 8 días procuraremos mover los huevos lo mínimo posible para evitar un aumento de la mortalidad embrionaria. Solamente cuando el tiempo vaya a ser superior se recomienda el volteo de los huevos <sup>(idem)</sup>.

#### 6.5.- Precalentamiento

Antes de introducir los huevos en la incubadora es conveniente someterlos a un período de aclimatación, mediante un precalentamiento a 25° C durante 12 horas. De esta manera, evitaremos variaciones bruscas de temperatura y que el vapor de agua se condense en la cáscara, taponando los poros. Este

precalentamiento se puede realizar en la propia sala de incubación, por lo que ésta deberá poseer la capacidad de regular su temperatura <sup>(20, 18, 17, 4)</sup>.

## **7.- PROCESO DE INCUBACIÓN: PARÁMETROS A CONSIDERAR**

Puesto que en las aves, a diferencia de los mamíferos, no existe conexión anatómica alguna con la madre, la naturaleza ha provisto al embrión de membranas que le permiten utilizar el material que está contenido dentro del huevo.

El saco o membrana vitelina envuelve a la yema y secreta enzimas que cambian su contenido a la forma soluble para que el embrión la absorba en su desarrollo. Este y el contenido restante son absorbidos en la cavidad abdominal poco antes del nacimiento del pollo y sirven como alimento durante la primera semana de vida del polluelo de avestruz <sup>(13, 14, 8, 6)</sup>.

El saco amniótico está lleno de un líquido transparentoso que permite al embrión flotar durante su desarrollo.

La membrana alantoidea rodea al embrión y tiene la función de oxigenar su sangre y liberar el bióxido de carbono, excreta desechos de riñones depositándolos en la cavidad alantoidea, digiere la albúmina de la clara y absorbe el calcio y minerales del cascarón. El corión la une a la membrana interna del cascarón.

El diseño de una incubadora moderna es en esencia una solución de ingeniería a los parámetros biológicos de temperatura, humedad y recambio de aire. El control de la temperatura es quizá el factor más crítico para el éxito en la incubación y nacimiento <sup>(ídem)</sup>.

La temperatura de incubación para los huevos de avestruz oscila entre 36 y 36,5° C, dependiendo del tamaño del huevo, del grosor de la cáscara, de la

humedad y del tipo de incubadora. En el interior de la incubadora la temperatura debe ser lo más uniforme posible, evitando fluctuaciones superiores a un grado o grado y medio, ya que ello puede provocar un aumento de la mortalidad embrionaria. El tiempo medio de incubación a esa temperatura es de 42-43 días. A medida que aumentemos la temperatura, disminuirémos el tiempo de incubación, con lo que el nacimiento de los pollos tendrá lugar antes, provocando el nacimiento de pollos con malformaciones en los ojos y en las patas, pollos edematosos y con presencia de sacos vitelinos exteriorizados. Por el contrario, temperaturas demasiado bajas provocan un retraso en el crecimiento, dando lugar a pollos débiles y blandos, de pequeño tamaño y a pollos "pegajosos". Durante el proceso de incubación hemos de evitar fallos en el suministro eléctrico que provoquen una disminución brusca de la temperatura. Esto es especialmente grave si ello tiene lugar en el último tercio del período embrionario ya que aumentará el porcentaje de mortalidad embrionaria, por lo que sería muy conveniente contar con un generador eléctrico autónomo para casos de emergencia. Serviría también para mantener la temperatura adecuada en los locales de cría de los pollos (10, 13, 14, 20).

Respecto a la humedad, diremos que éste es el parámetro que más diferencia la incubación del huevo de avestruz del resto de las aves, por sus necesidades extremadamente bajas. El porcentaje de humedad durante el proceso de incubación va a determinar el grado de evaporación de agua de los huevos, influyendo en el menor o mayor tamaño del pollo. En condiciones normales, la pérdida de peso del huevo durante su incubación varía entre un 12 y un 14%, para lo cual la humedad relativa debe oscilar entre un 20 y un 30%. Por tanto, el mejor medio para verificar la bondad de la humedad es el control de la

pérdida de peso de los huevos. Dado que las condiciones de humedad son tan bajas se hace necesario un preacondicionamiento del aire que entra en la incubadora mediante un deshumidificador. Ambientes excesivamente húmedos provocan una disminución en la pérdida de agua, originando pollos débiles y con edemas. Por el contrario, ambientes muy secos ocasionan una gran pérdida de agua, naciendo pollos deshidratados y débiles, viéndose dificultado su nacimiento al adherirse las membranas de la cáscara <sup>(10, 13, 14, 20)</sup>.

Por otra parte, el grado de humedad deberá ajustarse en función de la temperatura, en el sentido que a medida que aumentemos la temperatura de incubación disminuyamos el porcentaje de humedad relativa, ya que la temperatura elevada incrementa la actividad metabólica del embrión y, por consiguiente, el agua metabólica, disminuyendo el tiempo de incubación. Respecto a la ventilación, diremos que ésta ha de permitir el intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico a través de la cáscara para facilitar la respiración del embrión. Además la ventilación contribuye a mantener uniforme la temperatura y la humedad en el interior de la incubadora. La concentración de estos gases en el aire tiene un efecto sobre los nacimientos. El aire contiene un 21% de oxígeno y al parecer, ésta es la concentración óptima para el embrión en desarrollo <sup>(ídem)</sup>.

Cualquier caída del oxígeno por debajo de este valor conduce a un porcentaje bajo de incubabilidad. La concentración de anhídrido carbónico del aire que rodea a los huevos también afecta al número de nacimientos. Los efectos sobre la incubabilidad se hacen notar cuando la concentración de CO<sub>2</sub> es superior al 0,5%. Para conseguir estos objetivos se recomienda un caudal de ventilación de 1,5-2 m<sup>3</sup>/hora/100 huevos. La renovación del aire está

garantizada por las diferencias de presión desencadenadas por el sistema de ventilación interna, mediante la regulación de las trampillas de entrada y salida de aire. Ante cualquier fallo en el suministro eléctrico y siempre que no contemos con un grupo electrógeno autónomo, es conveniente entreabrir un poco las puertas de la incubadora, pues, aunque disminuirá unos grados la temperatura, esta disminución será menos perjudicial para el embrión que un exceso en la concentración de CO<sub>2</sub> <sup>(10,13, 14, 20)</sup>.

Previa a la introducción de los huevos en la incubadora hemos de graduar perfectamente la temperatura y la humedad ya que una vez cargada es más difícil graduar estos parámetros. Por norma general, la carga de la incubadora se hace semanalmente, con el objeto de racionalizar el trabajo y poder planificar mejor los posteriores lotes de cría. Antes de cargar la incubadora, los huevos se fumigan nuevamente <sup>(Ídem)</sup>.

### 7.1.- Miraje

El miraje tiene como finalidad el detectar huevos claros y los embriones muertos precozmente. Estos huevos serán eliminados para evitar una excesiva evaporación de agua y una fuente de contaminación. El miraje se efectúa el día 14 de incubación, para lo cual utilizaremos una habitación previamente calentada -hemos de evitar los efectos de un cambio térmico brusco, tomando todas las precauciones posibles. El miraje lo realizamos con ovoscopios especiales. En ocasiones también se puede realizar en la propia incubadora mediante una pequeña luz de magnesio muy brillante. Opcionalmente se puede efectuar un segundo miraje hacia el día 39, antes de realizar la transferencia a las nacedoras <sup>(8, 14, 17, 18)</sup>.

## 7.2.- Volteo

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 y de los anexos embrionarios. Por otra parte, el volteo contribuye a homogeneizar la temperatura. El volteo se efectúa de forma automática, sobre un ángulo de 45° a ambos lados de la vertical, y con una frecuencia al menos de 8-10 veces al día. 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 <sup>(8, 14, 17, 18)</sup>.

## 7.3.-

## Ovoscoopia

Para conocer el estado y los procesos de desarrollo del embrión y para identificar los huevos infértiles, se realiza una observación sencilla que se denomina ovoscoopia o miraje. Para ello se puede utilizar un instrumento que se denomina ovoscopio, el cual expone el huevo a una fuente de luz que permite observar al trasluz el interior del huevo. La fertilidad de un huevo no incubado se puede determinar solamente al abrirlo. Pero cuando un huevo se ha incubado, la fertilidad se puede determinar a través de la ovoscoopia, que muestra el desarrollo embrionario y el tamaño de la célula de aire. El huevo infértil es de color anaranjado traslúcido. El color no cambia si el huevo es infértil, pero la célula de aire se alargará. En el desarrollo normal, las sombras aumentarán indicando el desarrollo embrionario, detectable entre los 5 y los 14 días de incubación. Se recomienda efectuar la ovoscoopia a los 14 días para eliminar los huevos sin desarrollo

embrionario; y a los 39 días, cuando se realice la transferencia desde la incubadora hasta la nacedora <sup>(idem)</sup>.

### **Mortalidad embrionaria en incubación artificial de huevos de avestruz (*Struthio camelus*)**

Se considera mortalidad embrionaria a todo aquel huevo que diagnosticado como fértil, no llega a término al final del período de incubación normal (42+/- 1 día) Un primer paso en el diagnóstico del problema es determinar en que momento de la incubación ocurre la muerte del embrión, o lo que es lo mismo hasta cuando se ha desarrollado con normalidad.

Para ello es necesario abrir el huevo no eclosionado por la cámara de aire, examinar las características de la misma, procediendo a la extracción del contenido sobre un plato de fondo oscuro. Una consistencia homogénea del contenido, sumado a la ausencia del embrión indica un huevo infértil (la excepción esta dada por la autodigestión de un embrión extremadamente pequeño) <sup>(13, 18, 23, 24)</sup>.

Es muy importante separar la membrana interna del huevo de la externa, para poder identificar alteraciones de la misma, así como colonias bacterianas o fúngicas.

Estimación de la edad de acuerdo al desarrollo embrionario

Semana	Características del embrión	
	Medidas	Características
1º	Hasta 0,5 cms	Halo rojizo entramado de vasos
2º	3 cms	Se ve el ojo y extremidades.

		Peso: 3 grs.
3°	8,5 cms	Embrión bien formado
4°	+ 15 cms	Con plumas – 150 grs. aproximadamente
5°	+ 23 cms	250 grs. – saco vitelino externo
6°	+ 27 cms	900 grs. – saco vitelino interno

Como ovoscopio puede utilizarse una lámpara halógena de cuarzo de alta intensidad, que permite la inspección de los huevos sin removerlos de la incubadora. Es fácil de usar y permite una inspección rápida y eficiente (13, 18, 23, 24).

#### 7.4.-Temperatura

La temperatura es la mayor variable que controla la cronología puntual o duración del proceso de incubación. Exceso de temperatura durante la fase de incubación aceleran innecesariamente el desarrollo de los embriones, causando bajos nacimientos y mala calidad de los pichones (nacimientos prematuros, alta incidencia de ombligos mal cicatrizados, botones negros, cráneos abiertos, etc.). Bajas temperaturas resultan en retrasos en el nacimiento, pichones faltos de vitalidad y exceso de descartes. Desuniformidad de las temperaturas al interior de las máquinas de incubación terminan produciendo nacimientos disparejos y de mala calidad. La temperatura de incubación para huevos de avestruces variará de 36,4° a 36,7°, la temperatura de nacimiento será 1° ó 2° menos que la incubadora.

La temperatura de la sala debe permanecer controlada en un rango entre 26-28 °C. Esto es, durante todas las épocas del año y bajo todas las variables de frío, calor y humedad. Se tiene que controlar el ambiente de las salas y abandonar las expectativas de que las máquinas compensan todas las deficiencias ambientales (13, 18, 23, 24).

Si los equipos de incubación van a verse expuestos a bajas temperaturas ambientales en sus respectivas salas reducirán sus ingresos de aire fresco para conservar la temperatura interna y activarán constantemente sus mecanismos de calefacción para cumplir con los parámetros de temperatura de los termómetros de bulbo seco, o los prescritos en el tablero de control programable. Ambas situaciones traen consigo una pobre oxigenación de los embriones y un costo excesivo de energía (Idem).

Si los equipos se ven expuestos constantemente a excesos de temperatura por períodos prolongados de tiempo, eventualmente alcanzarán condiciones de alarma y será necesario operarlos frecuentemente con puertas entreabiertas. Esto trae consigo alta mortalidad embrionaria, bajos nacimientos, adelantos de los nacimientos y pobre calidad de los pichones. Todo esto representa pérdidas cuantiosas para cualquier empresa. Los aparatos de aire acondicionado son ventajosos en zonas húmedas y calientes. Estos aparatos enfrían y deshumidifican simultáneamente el aire que inyectan a las salas de una planta. Adicionalmente, reciclan una parte del aire que inyectan a un recinto, ventaja en salas de incubación y nacimiento pues reduce costos de energía al no tener que acondicionar 100% el aire requerido. La mayor desventaja de los aparatos de aire acondicionado es la percepción

errónea de muchos productores sobre la finalidad específica de equipar salas de incubación y nacimiento con estos equipos. El objetivo de la sala de incubación es sostener un rango de temperatura de apenas 26-28°C; no está en juego el confort de seres humanos a 22-23°C de temperatura ambiente. De hecho estas temperaturas resultan perjudiciales en la sala de incubación. De manera que los costos de operar unidades de aire acondicionado en las salas de incubación son muy razonables. Más importante aún es que la inversión de adquirir los equipos se recupera rápidamente a través de una mejoría sustancial del nacimiento.

Definición de aire acondicionado: que regula el acondicionamiento de la temperatura ambiental del aire a mayor o menor temperatura. La definición en los países tropicales con temperatura promedio por encima de los 26°C es la de confort por disminución de la temperatura ambiental.

#### 7.5.-Humedad

La humedad relativa en la incubadora debe ajustarse de modo que permita la pérdida de humedad del huevo de un 12 a 16%, se mide en base a la pérdida de peso del huevo durante los 42 días de incubación. La humedad de incubación será de 20 a 25%, la humedad se subirá al 55-60%, para este fin utilizaremos un higrómetro si la incubadora no tiene control de humedad automático (24, 23, 20, 18, 17, 4, 3, 1).

A veces resulta difícil controlar la humedad dentro de la incubadora, que varía dependiendo de las condiciones climáticas de cada zona, ya que la humedad requerida para el proceso es bastante baja deberán hacerse correcciones hasta determinar la humedad óptima de incubación para cada área o región en particular. Por eso muchas veces es preciso instalar un preacondicionador de

aire para que deshumidifique la sala de incubación.

La humedad alta durante la incubación retrasará la eclosión; la humedad baja tiende a causar una eclosión prematura. Mientras más alta sea la temperatura, menor será la necesidad de humedad relativa, porque el ritmo de producción de agua y crecimiento del embrión será más rápido. Si no se puede alcanzar una baja humedad relativa, podría ser necesario incubar a temperaturas más bajas por tiempos más largos, o bien invertir en un sistema de deshumidificación (24, 23, 20, 18, 17, 4, 3, 1).

#### 7.6.-Ventilación

Los huevos fértiles realizan un intercambio gaseoso, captando oxígeno y cediendo anhídrido carbónico. Esta respiración hace necesaria una adecuada ventilación, con un caudal de aire aproximado de 1,5 metros cúbicos por hora por cada 100 huevos.

#### 7.7.-Control de peso

Los huevos deberán pesarse antes de su entrada a la incubadora. Normalmente a los 42 días de incubación la pérdida de peso alcanza entre el 12 y el 13%, con una incubabilidad de un 80%. Los huevos que pierden menos peso disminuyen su incubabilidad al 78%; pero aquellos huevos que sobrepasan el 13% de pérdida de su peso inicial, presentan valores de incubabilidad aún más bajos, del orden del 40% (D'etigni, Lira). El control de peso deberá realizarse una vez a la semana, lo que permitirá evaluar si se les está proporcionando una adecuada humedad en la incubadora, ya que la pérdida de peso es consecuencia del intercambio gaseoso entre el huevo y el ambiente, como resultado de la humedad y del espesor de la cáscara (Idem).

El embrión continúa su desarrollo en la incubación artificial o natural. Durante la incubación el huevo pierde humedad a través de las porosidades del cascarón. Esta deshidratación disminuye el tamaño de los componentes internos y aumenta el tamaño del saco aéreo <sup>(1, 2, 4, 8, 17, 20)</sup>

#### 48 Horas

- Desarrollo de corazón y vasos sanguíneos.
- Empieza a latir el corazón y se activa la circulación sanguínea.
- Unión de vasos sanguíneos al saco vitelino.
- Aparecen la Columna Vertebral, Aparato Digestivo y Sistema

#### Nervioso.

- Comienza la formación de la cabeza y los ojos.

#### 3 al 5 día

- Comienza la formación del oído, nariz, piernas y alas.
- Rotación del embrión para quedar suspendido del lado izquierdo.
- El sistema circulatorio sigue crecimiento aceleradamente.

#### 8 día

- Todos los órganos del cuerpo están presentes.
- Empieza la formación de la lengua.
- Sistema circulatorio es claramente visible.

#### Día 10

Se diferencian los órganos reproductores.

El corazón comienza a tomar su forma definitiva.

El área vascularizada cubre 2/3 partes de la yema.

Cara y fosas nasales adquieren forma.

Día 14

Se ha formado el pico

Hay movimientos voluntarios en el embrión.

Día 20

El cuerpo ha comenzado un rápido desarrollo.

Son visibles los órganos internos.

El pico ha comenzado a endurecer.

Día 26

Aparecen las paredes del abdomen.

Los intestinos son visibles en el saco vitelino.

Se observan los pulmones.

El esqueleto comienza a calcificarse.

La mayoría de los órganos están diferenciados.

Día 28 al 35

El embrión toma una posición paralela al eje longitudinal del huevo con la cabeza orientada hacia la cámara de aire gira la cabeza y el pico se coloca abajo del ala derecha hacia la parte inferior de la cámara de aire (1, 2, 4, 8, 17, 20).

Días 36 al 39

El saco vitelino comienza involucionar y el embrión ocupa casi todo el huevo, exceptuando la cámara de aire.

Días 40 y 41

El pico comienza a hacer presión sobre la membrana, empieza la penetración a la cámara de aire.

Se termina de absorber el saco vitelino.

Inicia la respiración pulmonar.

Se continúa a ejercer presión sobre el cascarón para la eclosión.

Día 42

El cascarón es reventado por el polluelo.

Los pulmones se hacen completamente funcionales.

Se han secado las membranas alantoidea y el ombligo.

El polluelo tarda unas horas y sale del cascarón (1, 2, 4, 8, 17, 20).

## 8.- TRANSFERENCIA DE LOS HUEVOS A LAS NACEDORAS. NACIMIENTO.

Tres días antes de la fecha prevista del nacimiento, esto es, hacia el día 39 de incubación se trasladan los huevos a las nacedoras, colocándolos nuevamente en posición vertical con la cámara de aire hacia arriba. Previa a su colocación sería interesante pesar los huevos para saber cuál ha sido su pérdida de peso tras su paso por la incubadora y, de esta manera, prestar una mayor atención aquellos huevos que hayan sufrido una pérdida de agua inadecuada. Respecto a las condiciones ambientales, hay autores que señalan que la temperatura debería permanecer igual que durante el proceso de incubación, mientras que otros opinan que debería disminuirse en dos grados. Sin embargo, si que hay unanimidad en el hecho de que cuando se inicie la rotura de las cáscaras se aumente la humedad al 50-55%, para favorecer al rotura de las cáscaras y el nacimiento de los pollos <sup>(1, 2, 3, 4, 8, 17, 22, 25)</sup>.

En las nacedoras no se efectuará volteo de los huevos. Por término medio transcurren entre 3 y 4 días desde que el pollito irrumpe en la cámara de aire hasta su nacimiento. El proceso de nacimiento se puede ver interferido por problemas nutricionales, genéticos, de mal posición o patológicos. Así mismo, la falta de estímulos exteriores puede retrasar el nacimiento de los pollos y afectar a la propia integridad física de los mismos <sup>(Idem)</sup>.

En el proceso de incubación natural, los pollos son estimulados durante el proceso de eclosión por los propios animales adultos y demás pollitos de la nidada. Como práctica de manejo se recomienda vigilar los huevos todos los días, facilitando el nacimiento de aquellos pollos con dificultades, mediante la

realización de un orificio de 2 cm. en la cáscara a nivel de la cámara de aire. Pero esto no debe tomarse como una práctica rutinaria, pues en la medida de lo posible los pollos han de nacer por sí solos. Tras el nacimiento los pollos permanecerán en las nacedoras hasta que sequen perfectamente el plumón. Antes de su traslado a los locales de cría deberán ser pesados -peso al nacimiento aproximado: 500-800 g- para controlar la evolución de su crecimiento posterior <sup>(1, 2, 3, 4, 8, 17, 22, 25)</sup>.

Asimismo, se les desinfectará el ombligo mediante una pomada o solución antiséptica. Por último, diremos que el suelo de las nacedoras no ha de ser resbaladizo para impedir lesiones a nivel de las patas. Para evitar estas lesiones lo más efectivo es que el nacimiento tenga lugar en cubículos de 20 x 20 cm <sup>(Idem)</sup>.

## LITERATURA CITADA

- 1.- De la Maza B. M. 1996. Fundamentos de la crianza de avestruces , obras y compendios Ambell. Pps.27-41
  
- 2.- Crianza de avestruces 2001. Centro de Estudios Agropecuarios; Iberoamericana Pps. 29-45
  
- 3.- Segundo Seminario Internacional sobre Sistemas de Producción para Avestruz y Emú, 1997 Pps. 39-47
  
- 4.- Tercer Seminario Internacional sobre Sistemas de Producción para Avestruz y Emú, 1998 Pps. 11-35
  
- 5.- Cuarto Seminario Internacional sobre Sistemas de Producción para Avestruz y Emú, 1999 Pps. 17-27
  
6. - Jeffrey J. S., Martin G. P., Fanguy R. C. The Incubation of Ratite Eggs. Texas A&M University System, College Station. Pps. 1-9.
  
7. – Berry J. F-9013 Hatching Ostrich Chicks 2003  
Oklahoma Cooperative extension service. Pps. 1, 2.  
<http://www.ansi.okstate.edu/exten/poultry/f-9013/f-9013.pdf>

8.- QUILES, A. y HEVIA, M. L. .Incubación artificial de los huevos de avestruz  
Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de  
Murcia. Campus de Espinardo. 30071-Murcia.

<http://www.PortalVeterinaria.com>

9. - Sell R Ostrich 2003. Department of Agricultural Economics, NDSU

Series Editor: Dwight Aakre, Farm Management Specialist

10. - Davis G. S., 1998 Poultry Science Facts. Commercial Ostrich production

<http://www.ces.ncsu.edu/poultry/poulsci/.ncsu.edu>

11.- <http://www.avestruz.com/historia/php>

12.- <http://www.aevedi.org/00003CV.htm>

13.- U. Sahan, Yilmaz, B. A. Ipek B. Yilmaz (2003). The effects of storage  
temperature and position on embryonic mortality of ostrich (*Struthio camelus*)  
eggs. South African Journal of Animal Science - Vol\_ 33, No\_ 1.htm

14. - S. M. Hassan, A. A. Siam, M. E. Mady, and A. L. Cartwright (2004).  
Incubation Temperature for Ostrich (*Struthio camelus*) Eggs. Poultry Science  
83:495-499

15. - P.D.G.Richards, A. Botha, P.A. Richards. (2002) - Morphological and histochemical observations of the organic components of ostrich eggshell: article. Journal of the South African Veterinary Association > Vol. 73, No. 1
16. - Superchi P., Sussi C., Sabbioni A., Beretti V. (Vol. XXII, 2002) - Italian Ostrich (*Struthio Camelus*) Eggs: Physical Characteristics And Chemical Composition. Ann. Faculty. Medicine. Vet. di Parma - pag. 155 - pag. 162
17. - Deeming C. 1992. *Practical aspects de ratite incubation*. Ostrich Report June. Pp. 12, 28-29.
18. - Deeming D.C. (1995) - Factors affecting hatchability during commercial incubation of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. Br. Poultry. Sci., 36, 51-56
19. - Narushin V.G. and Romanov M.N. (2002) - Egg physical characteristics and hatchability. World's Poultry Science J., 58, 297-303.
20. - R. G. Cooper (2001) - Handling, Incubation, and Hatchability of Ostrich (*Struthio Camelus* Var. Domesticus) Eggs: A Review. Journal of Applied Poultry Research 10:262-273
21. - Tully N. S.; Shane M. S. (1996) – Ratite- Management, Medicine and Surgery. Krieger P. Company. Malabar, Florida. Pps. 47-52.

22. – Jensen, J.M., Johnson, J.H. y Weiner S.T. 1992. Husbandry and medical management of ostriches, emus y rheas. Wildlife and exotic animal teleconsultants.

23. – Natureform. 1993. Incubation. Natureform inc., 925 N. Ocean Street, Jacksonville, Florida 32202, U.S.A. pp. 1-14

24. –Bowsher, M.W. 1992. Improvement of reproductive efficiency in the ostrich: characterization of late embryo mortality. PhD Dissertation Texas A&M University, Texas.

25.- Carbajo, G. E., Gurri, LL. A., Mesía, G. J., Castelló, F. F. Castelló, LL. J. A. 1995. Cría de Avestruces. Pps. 16-18, 49-61.

26. - Davis, G. S. and V. L. Christensen. 1995. "Eggshell Conductance and Other Functional Qualities of Ostrich Eggs." *The Ostrich News*. Vol.8, No.80:60-68.