

**Universidad Nacional Agraria La Molina**

**Programa Académico de Zootecnia  
Departamento de Producción Animal**



**«Morfología Externa del Embrión del Pato  
Criollo (Cairina moschata domestica L.)  
durante el período de Incubación»**

**Tesis para optar el Título de  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**Víctor Rodrigo Guevara Carrasco**

**Promoción 1974**

**LIMA - PERU**

**1976**

## I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCION	6
II. REVISION DE LITERATURA	8
III. MATERIALES Y METODOS	12
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSION	64
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
VIII. RESUMEN	68
IX. BIBLIOGRAFIA	69
X. APENDICE	71

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo forma parte de una serie de experimentos con pata criolla (Cairina moschata domestica L.) que se están realizando a fin de determinar los factores físicos y biológicos que influyen en el rendimiento de esta especie que posee características promisorias, especialmente por su rusticidad.

La mortalidad embrionaria se ha empleado en la investigación avícola para evaluar más específicamente los efectos de las condiciones experimentales sobre la ontogenia de los embriones y la incubabilidad. Para facilitar este trabajo se ha investigado detalladamente en la décadas pasadas la embriología del pollo pero se desconoce el desarrollo embrionario del pato criollo.

La pata criolla presenta el problema de la baja incubabilidad de los huevos en incubadoras artificiales. Por lo tanto, la embriogénesis de los patitos es un conocimiento clave en el curso de la incubación, puesto que pasa por períodos críticos que conviene conocer y tener en cuenta para explicar y evitar en lo posible la muerte de los embriones y el fracaso correspondiente de la incubación.

La elevada mortalidad en los experimentos preliminares de incubación artificial de huevos de pata criolla hizo ver la necesidad

de determinar el desarrollo embrionario, siendo el presente trabajo el punto de partida para poder evaluar las incubaciones con curvas de mortalidad.

En las incubaciones artificiales de los huevos de pata criolla, los embriones mostraban una gran variabilidad en el desarrollo: lo que obligó a determinar el grado de desarrollo con un patrón de referencia, tomando como tal la incubación natural, por los buenos resultados obtenidos en otras especies aviares.

En suma, en el presente trabajo se han descrito los cambios diarios en el desarrollo estructural de los embriones de pata criolla, de modo que se pueda establecer la edad de cualquier embrión sobre la base de dichas diferencias morfológicas. Esto servirá concretamente para determinar los otros factores y condiciones de incubación artificial que se ensayen y promuevan mejor el desarrollo embrionario.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

En la literatura revisada no se han encontrado estudios sobre el desarrollo embrionario del pato criollo (Cairina moschata domestica L.).

Wilhelm y Robertson (1941) determinaron la curva de mortalidad embrionaria para el pavo abriendo los huevos que no eclosionaron y aquellos descartados en los mirajes. Los embriones fueron comparados con muestras previamente estandarizadas, estableciendo de esta manera el día de la muerte. Concluyeron que de un estudio de las curvas de mortalidad se pueden obtener indicios claves para dilucidar una serie de problemas en la incubación; pues las prácticas que son efectivas para reducir la mortalidad durante los períodos críticos de la incubación de los huevos de pollo, pueden también ser efectivas para mejorar la incubabilidad en la incubación de los huevos de pavo. Asimismo, los períodos críticos de alta mortalidad deben coincidir tanto en la incubación natural como en la artificial.

De igual manera, Phillips y Williams (1944) pensaron que un método más rápido y más confiable que el peso para determinar la edad de cualquier embrión que no supere el período de

incubación, sería hacer determinaciones sobre la base del desarrollo estructural externo.

La tasa de desarrollo, así como la incidencia de malformaciones, son influenciadas por las condiciones físicas existentes durante el período de incubación, incluyendo la temperatura, humedad, contenido de aire y su circulación en la máquina, así como la posición de los huevos y la frecuencia con que son volteados. Esto debe ser tomado en cuenta, al preparar en el laboratorio embriones de ave de huevos incubados artificialmente (Abbot, 1963).

Los huevos de pata criolla no se prestan bien a los medios artificiales de incubación pero se han obtenido resultados bastante buenos, colocándolos bajo gallinas o patas cluecas para la primera semana o los diez primeros días y transfiriéndolos después a la incubación mecánica (Grow, 1972).

Johnson (1974) opina que si se tuviera una idea en cuanto al tiempo de la muerte o al desarrollo estructural del embrión de pato criollo, se podría enfocar más claramente los problemas de incubación artificial en esta especie.

## 2.2. DE LA VARIABILIDAD DEL DESARROLLO EMBRIONARIO

Hamburger y Hamilton (1951) (citado por Abbott, 1963) demostraron el efecto sobre la tasa de desarrollo de dos tipos de incubadoras, estableciendo las etapas standard en los estudios con embriones de pollo.

Los investigadores clásicos asumieron que el desarrollo más rápido, resultante durante la incubación artificial, era el más normal. Bajo esta asunción, los trabajos de desarrollo embrionario en pollos y pavos fueron realizados en condiciones artificiales, aprovechando los logros de la incubación comercial (Abbott, 1963).

La variabilidad en la tasa de desarrollo embrionario es particularmente evidente cuando se examina al ovoscopio, huevos fértiles de pollo durante la primera semana de incubación (Olsen y Marsden, 1954). Hays y Nicolaidis (1934) demostraron que estas diferencias estaban asociadas, en parte al menos, con la longitud de tiempo que el huevo permanece en el oviducto.

McNally y Byerly (1936) hallaron considerable variación entre los embriones de pollo después que se incubaron los huevos 39 y 48 horas. En ambos estudios el número de somitos de un embrión dado, después de un número definido de horas

de incubación sirvió como un índice para juzgar el grado de desarrollo. En el grupo de 48 horas encontraron embriones desde 14 hasta 20 pares de somitos, eclosionando mejor estos últimos.

Tretyakov et al. (1973) concluyeron que entre los factores que influyen en el nivel de variabilidad embrionaria está la edad de los reproductores, etapa de muda, estación del año, tiempo de oviposición durante el día, el número de huevos en el ciclo, forma de crianza de los reproductores, nutrición, sanidad, condiciones de fotoperíodo y duración y permanencia en el oviducto. Por lo tanto, sólo se deben tener en cuenta las condiciones que den las crías más uniformes.

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se llevó a cabo en la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria, La Molina durante el tiempo comprendido entre el 6 de Abril y el 4 de Noviembre de 1975.

#### 3.1 DE LOS ANIMALES

Se emplearon 100 patas reproductoras de 27 meses de edad del plantel de la Unidad Experimental de Avicultura. Estos animales estaban alojados en 6 corrales con una proporción de un macho por cuatro hembras y cada una de las patas podía disponer de un nido. Los animales fueron alimentados con una ración comercial para gallinas reproductoras pesadas, cuya composición química era la siguiente:

Proteína	: Mín. 16%	Fibra	: Máx. 6%
Carbohidrato:	Mín. 45%	Ceniza	: Máx. 15%
Grasa	: Mín. 3%	Humedad	: Máx. 14%

Se llevaba un registro de incubaciones por cada pata y las muestras se tomaban del centro de la nidada para facilitar el trabajo de campo.

### 3.2 DEL MATERIAL DE CAMPO

En el trabajo de campo se utilizó el siguiente equipo:

- Bandeja de colección
- Ovoscopio
- Registros de incubación
- Balanzas
- Plumones

### 3.3 DE LOS HUEVOS FERTILES

Los huevos fértiles empleados en el experimento provenían de nidos en que se marcaban los huevos producidos diariamente, con la fecha de oviposición. Estos huevos estaban comprendidos dentro de un rango de peso de 81 a 85 gramos que era el rango con mayor número de huevos, los cuales eran los más representativos en lo que respecta a desarrollo normal por su mayor porcentaje de incubabilidad (Candela, 1975).

Los huevos incubados tuvieron un tiempo máximo de almacenamiento en los nidos de seis días, durante el cual la incubabilidad no es afectada (Candela, 1975).

### 3.4 DE LAS INCUBACIONES

Las incubaciones para estudiar el desarrollo embrionario de los 10 primeros días se realizaban con patas recién cluecas,

colocando de 8 a 10 huevos en el centro de la nidada y retirando previamente la pata del nido.

Las incubaciones para observar el desarrollo de más de 10 días de incubación se efectuaban retirando los huevos que incubaban las patas inicialmente, y se colocaba luego los huevos seleccionados para el estudio, en número aparente (15 a 20). Los huevos no seleccionados que estaban en incubación eran trasladados a otros nidos de patas cluecas que no participaban en el estudio.

Al completarse los períodos especificados de incubación se procedía a la recolección de los huevos, los cuales eran examinados al ovoscopio y preparados inmediatamente o sumergidos en agua fría hasta que se hiciera el trabajo de laboratorio. Las muestras se tomaban diariamente y se puso énfasis en la primera y última etapa de la incubación por lo que no se registraron los días 15, 18, 20, 24, 26 y 27.

### 3.5 DEL MATERIAL Y EQUIPO DE LABORATORIO

El trabajo de laboratorio se realizó con el siguiente material y equipo:

- Huevos fértiles
- Instrumental de disección: tijeras, pinzas, bisturí
- Placas Petri (6)

- Jeringas hipodérmicas de 5 cc (4)
- Goteros (6)
- Lunas de reloj (2)
- Platos de vidrio (2)
- Papel de filtro
- Pipetas de 10 cc (3)
- Varillas de vidrio
- Bureta de 100 cc
- Frascos de vidrio de boca ancha de 100 cc
- Cubre-objetos y porta-objetos cóncavos
- Lupa (10X)
- Microscopio simple

### 3.6 DE LOS REACTIVOS Y SOLUCIONES

- Solución fisiológica de cloruro de sodio al 0.75%.
- Solución de Bouin y formol al 10% (Ver Apéndice).
- Alcohol etílico absoluto de 75 y 95 grados.
- Hematoxilina de Ehrlich y Eosina (Ver Apéndice).
- Xilol y Bálsamo de Canadá.

### 3.7 DE LA PREPARACION DE EMBRIONES DE 1 A 6 DIAS DE INCUBACION

Se hicieron montajes completos de los embriones hasta con 6 días de incubación. Los embriones de 7 a 10 días no fueron montados en láminas porta-objetos ya que por el volumen era imposible lograr un montaje adecuado. El procedimiento

que se describe a continuación es el de Humason (1962) que es el standard para preparar y montar embriones de pollo desde la etapa de línea primitiva hasta la edad de 96 horas. Cualquier embrión de ave o de reptil puede ser montado con este método.

### 3.7.1 Remoción del embrión

Con las tijeras se corta la cáscara alrededor del eje longitudinal evitando lesionar la yema. La clara se extrae con una jeringa sin aguja, hasta que flote el embrión en la superficie de la yema y se pueda realizar las observaciones in vivo.

Con un papel filtro circular con un orificio en el centro del diámetro del disco germinal se adhiere a la yema de modo que se pueda ver el embrión en el centro del círculo. Se corta el borde externo del papel con el embrión adherido llevando la mínima cantidad de yema y se sumerge lavando rápidamente en formol al 10% para quitar la membrana vitelina. A partir del quinto día debe retirarse el amnios sin hacer esta operación.

### 3.7.2 Fijación

Una vez que el blastodermo se ha adherido al papel se

aplica el fijador (solución de Bouin) directamente sobre el embrión hasta cubrirlo completamente. Al día siguiente se lava el embrión con agua corriente y se le transporta a un porta-objeto plano secando con papel filtro. Es preciso introducir el porta-objeto en el agua a fin de que el blastodisco no se arrugue.

### 3.7.3 Coloración con hematoxilina y eosina

El tiempo de coloración varía de cinco minutos hasta media hora, dependiendo del tamaño del embrión. A veces es conveniente sacar la membrana amniótica de los embriones mayores para lograr una coloración adecuada.

Se añade gotas de hematoxilina al embrión que está en el porta-objeto y se deja de 2 a 5 minutos chequeando siempre la intensidad de coloración. Luego se lava con un gotero y se seca con papel filtro. Para la coloración de contraste se aplica la eosina de igual forma y se deja de 3 a 5 minutos.

### 3.7.4 Deshidratación

Se aplica el alcohol en concentraciones diferentes regulando la intensidad de coloración. Se sumerge en alcohol de 70% una o más veces. Luego se sumerge una vez en alcohol de 95%.

Se deja de 5 a 8 minutos en alcohol etílico absoluto, agregando posteriormente el xilol sobre el embrión para evitar la fragilidad.

### 3.7.5 Montaje

Una vez que se trata con xilol se deja 10 minutos y el embrión se transporta a porta-objetos cóncavos. Se añade el Bálsamo de Canadá (impregnante) con una varilla de vidrio y se aplica el cubre-objeto.

## 3.8 DE LA PREPARACION DE EMBRIONES MAYORES DE 6 DIAS DE INCUBACION

En esta etapa se siguió el método diseñado por Geiger et al. (1974) empleado comúnmente en biología aviar. El método es el siguiente:

Se corta la cáscara y el embrión es extraído del huevo separando las membranas extraembrionarias incluyendo el saco vitelino, a través del extremo proximal. Se hace el examen in situ anotando las observaciones.

Para preservar los embriones, se lava con agua limpia los fluidos corporales y se les coloca en una solución de formol al 10% en frascos de boca ancha, añadiendo luego 5 cc de la solución de Bouin. Si se desea cambiar de solución, se lava

el embrión en alcohol de 70% con unas gotas de glicerina. Los frascos son identificados con etiquetas donde se anotan la edad del embrión, fecha y preservativo utilizado.

### 3.9 DEL ESTUDIO DE LAS MUESTRAS

Los embriones montados fueron observados al microscopio para contar el número de somitos. Fue necesario sumergir los embriones más grandes en agua, para estudiar satisfactoriamente el desarrollo del plumaje. El uso de un microscopio estereoscópico o de una lupa (10X) resultó muy útil para realizar la descripción de los embriones mayores.

El trabajo de Phillips (1944) sobre morfología externa del pavo durante el período de incubación y los trabajos en embriología aviar de Romanoff (1960) y Patten (1951) sirvieron como patrones para identificar las estructuras estudiadas en el experimento. Se tomaron fotografías en blanco y negro de los embriones, que servirán para evaluar las muestras que se tomen en experimentos sucesivos de incubación de huevos de pata criolla.

#### IV. RESULTADOS

Se examinaron varios embriones de pata criolla (Cairina moschata domestica L.) para cada período de incubación. Este experimento se hizo con el fin de que las descripciones esten relacionadas con aquellas estructuras que pudiesen ser empleadas como demarcadores del estadio de desarrollo embrionario en un examen corriente de laboratorio. No se efectuó un informe más detallado puesto que el mismo se salía del alcance y la aplicación inmediata del experimento en su estructura inicial.

Puesto que había alguna variación en el grado de desarrollo de los embriones más jóvenes, la descripción se hizo sobre la base del desarrollo promedio para cualquier período. El desarrollo promedio se estimaba luego del examen de todas las muestras tomadas. En los embriones de 1 a 6 días el promedio se tomaba según el número de somitos, y en los embriones mayores de 6 días en base al desarrollo del embrión del día anterior y del día posterior al día estudiado.

A continuación se describe el embrión promedio para cada día de incubación estudiado, mostrando entre paréntesis el número de embriones estudiados o considerados en cada caso.

##### 4.1 PRIMER DIA (5)

En esta etapa, tan corta en la vida del embrión, el disco

germinal no se diferencia mayormente del de un huevo sin in  
cubar.

#### 4.2 SEGUNDO DIA (4)

No aparecen los somitos. Apenas se nota la línea primitiva (Fotos 1 y 2). Esta etapa sería equivalente a la de un embrión de pollo de 16 horas de incubación (Figura 1).

#### 4.3 TERCER DIA (5)

El examen del embrión in vivo denota la presencia de islotes sanguíneos pero no aparecen vasos sanguíneos definidos en el área vascular. En los especímenes más avanzados se no tan un corazón tubular, con venas onfalomesentéricas eferentes y el inicio de la formación del seno terminal.

El examen del embrión preparado muestra que el número de somitos del embrión promedio es de 7 pares con un rango de 5 a 13 pares (Fotos 3 y 4). La línea primitiva está claramente visible. Los pliegues neurales empiezan a juntarse en el extremo cefálico. El neuroporo anterior se encuentra abierto y el seno romboidal está presente. La región vesicular óptica empieza a sobresalir. Las tres divisiones mayores del cerebro son claramente visibles. Este estado de desarrollo puede equivaler al de un embrión de pollo de 27 a 28 horas de incubación (Figura 2) o de 29 a 30 horas de incubación (Figura 3).



Foto 1: Vista dorsal de un embrión de pato criollo (15X) de cerca de 48 horas de incubación.



Foto 2: Vista dorsal de un embrión de pato criollo (30X) de cerca de 48 horas de incubación.

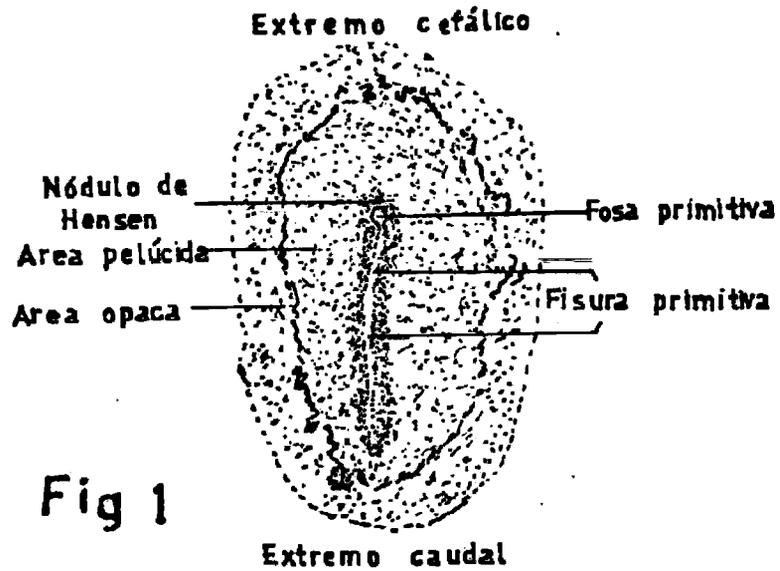


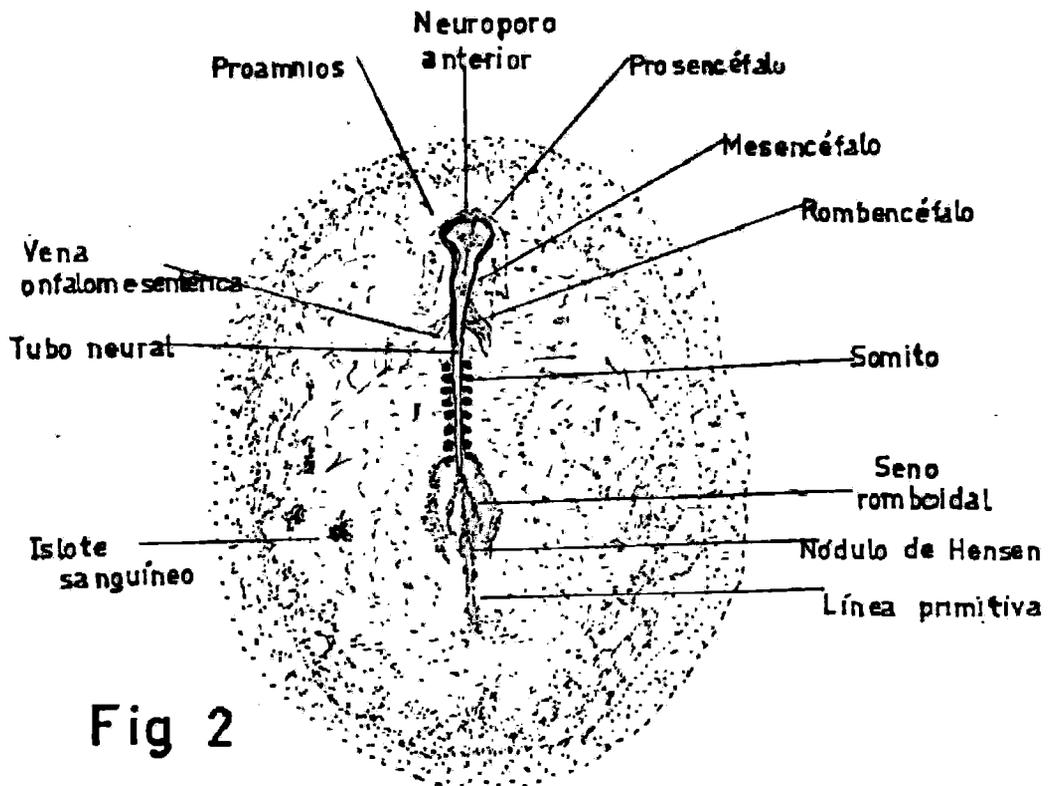
Fig 1 . Vista dorsal (14X) de un embrión de pollo en la etapa de línea primitiva (cerca de 16 horas de incubación). (Patten, 1951).



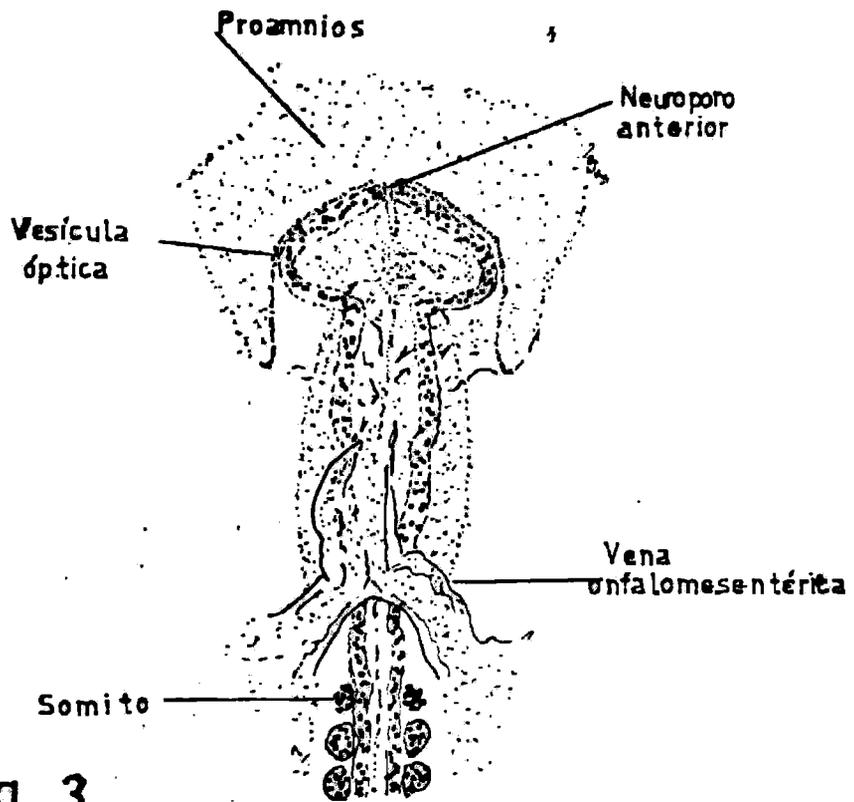
Foto 3: Vista dorsal (15X) de un embrión de pato criollo con 8 pares de somitos (3 días de incubación).



Foto 4: Vista ventral (15X) de un embrión de pato criollo de 9 somitos (3 días de incubación)



**Fig. 2 .** Vista dorsal (14x) de un embrión de pollo con 8 pares de somitos (cerca de 27 - 28 horas de incubación). (Patten, 1951).



**Fig 3**

**Fig. 3 . Vista ventral (45x) de la región cardiaca y cefálica de un embrión de pollo de 9 somitos (cerca de 29 - 30 horas de incubación). (Patten, 1951).**

#### 4.4 CUARTO DIA (5)

El examen del embrión in vivo muestra a los islotes sanguíneos en el proceso de unirse. El área del seno terminal está casi completa pero no hay sangre. El corazón tubular sufre una pequeña dilatación. Los vasos sanguíneos onfalomesentéricos son claramente visibles. El embrión es plano.

En los embriones más desarrollados desaparece la línea primitiva. La membrana amniótica cubre la región cefálica y cardíaca. Los pliegues somáticos laterales se prolongan hasta el punto de salida de las venas onfalomesentéricas y la mitad superior del cuerpo sufre algo de torsión y flexión pero la región de la cola permanece plana.

El examen de los embriones preparados muestra que el número de somitos del embrión promedio es de 16 pares con un rango de 12 a 20 pares (Fotos 5 y 6). La línea primitiva es corta y no definida. Los pliegues neurales se unen en la región cefálica, pero no se fusionan. El neuroporo anterior está prácticamente cerrado y el seno romboidal es muy definido. Las vesículas ópticas son muy prominentes debido a una leve constricción en sus bases. Este estado de desarrollo equivale al de un embrión de pollo de cerca de 34 horas de incubación (Figura 4).

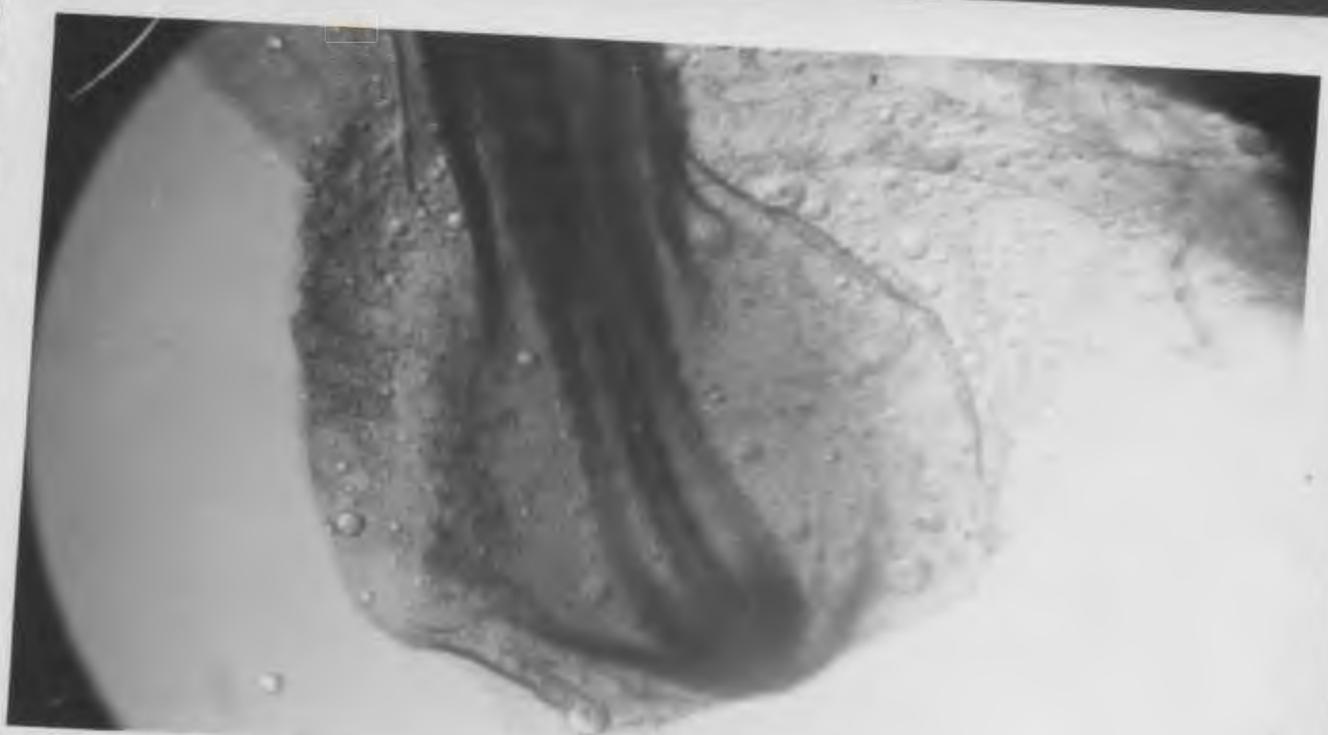
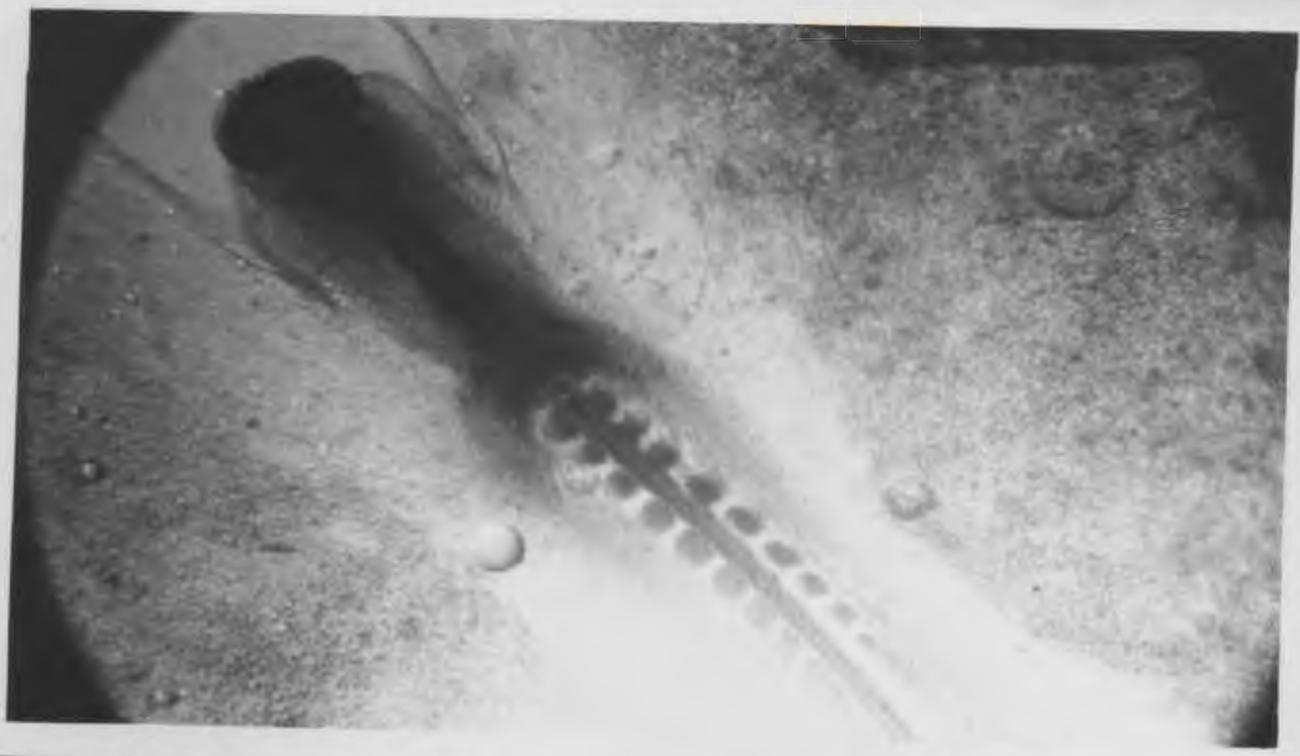




Foto 5: Vista dorsal de la región cefálica de un embrión de pato criollo de 14 somitos (15X) (4 días de incubación).

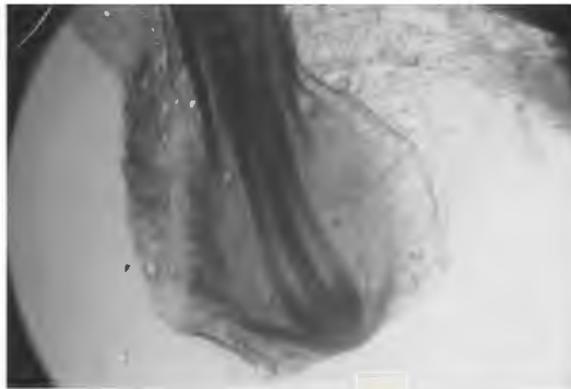


Foto 6: Vista de la región caudal del embrión de pato criollo (Foto 5) de 4 días de incubación (15X).

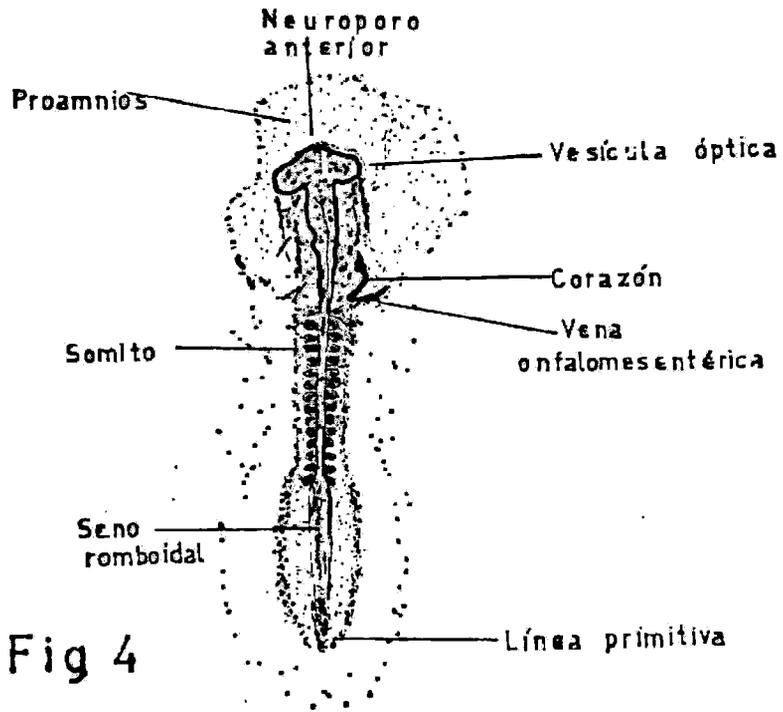


Fig 4 . Vista dorsal (14x) de un embrión de pollo de 14 somitos ( cerca de 34 horas de incubación) (Patten, 1951).

#### 4.5 QUINTO DIA (5)

El examen del embrión in vivo indica que los pliegues somáticos laterales se extienden posteriormente a los vasos sanguíneos onfalomesentéricos. La región de la cola permanece plana. En los embriones más avanzados el amnios cubre casi la totalidad del embrión. La marcada flexión de la región cefálica hace que el corazón presione el cuerpo hacia adentro. Apenas se nota un pequeño alantoides.

El examen del embrión preparado indica que el embrión promedio presenta 25 pares de semitos con un rango de 22 a 30 pares (Foto 7). Se completa la invaginación de las vesículas ópticas, formándose así los tálamos ópticos y mostrando las fisuras coroideas. Los cristalinos empiezan a formarse. Las fisuras y arcos viscerales son notorios y el corazón empieza a ingresar al cuerpo. Este estado de desarrollo equivale al de un embrión de pollo de 55 horas de incubación. (Figura 5)

#### 4.6 SEXTO DIA (5)

El examen del embrión in vivo muestra que el amnios cubre todo el embrión. La torsión de la región caudal es completa. Las yemas de los miembros anteriores y posteriores se notan como abultamientos alargados. El alantoides no es extenso pero se puede ver fácilmente.

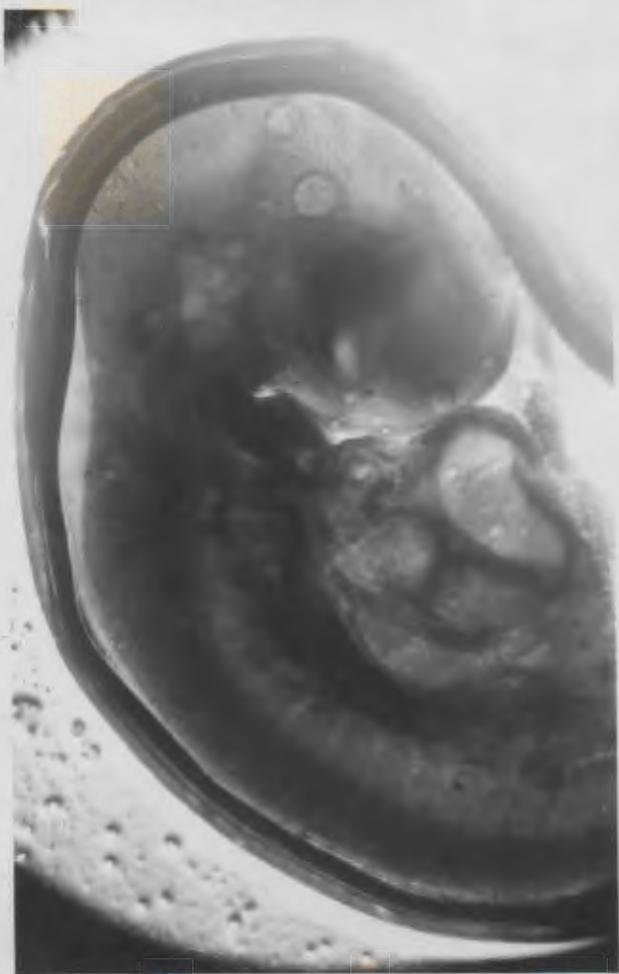




Foto 7: Vista dextro-dorsal (15X) de un embrión de pato criollo de 27 somitos (5 días de incubación).



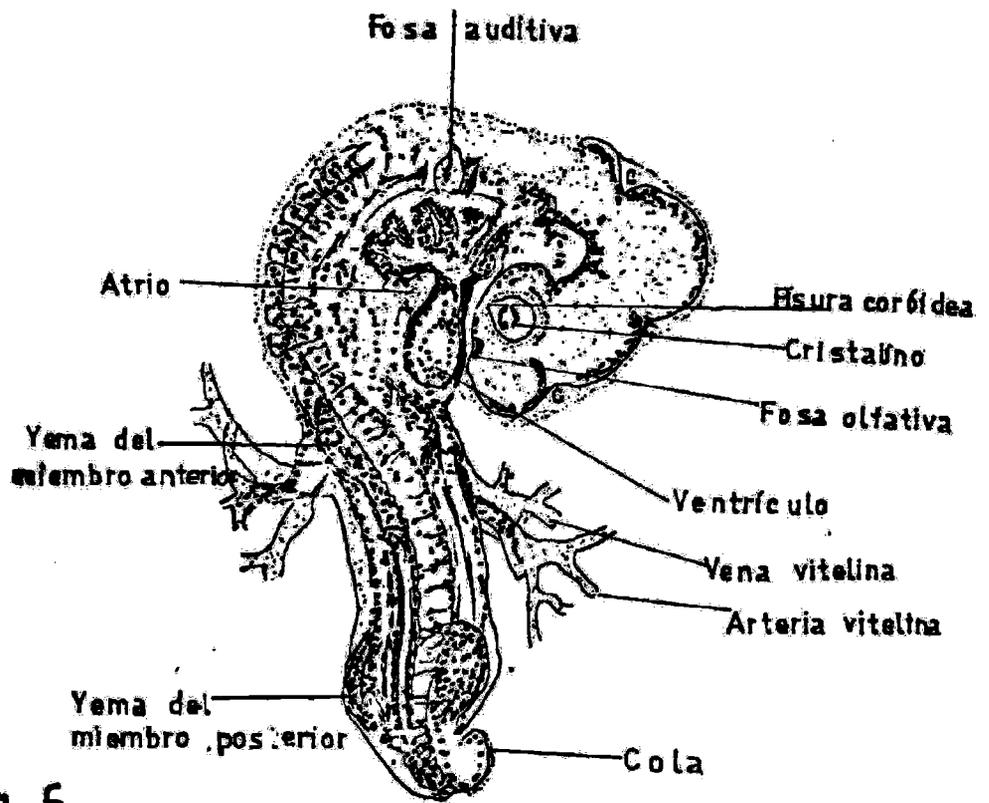
Foto 8: Vista dorsal izquierda (15X) de un embrión de pato criollo de 33 somitos (6 días de incubación).

El examen del embrión preparado muestra que el embrión promedio tiene 36 pares de somitos y el rango del número de somitos va de 33 a 42 pares (Foto 8). Las fosas auditivas son visibles y se ven fácilmente los arcos mandibulares y hióideos. Esta etapa de desarrollo embrionario corresponde a la de un embrión de pollo de cerca de 3 días de incubación (Figura 6).

#### 4.7 SETIMO DIA (5)

El examen del embrión a partir del séptimo día de desarrollo se realizó extrayendo el embrión del amnios sin prepararlo debido al mayor volumen del mismo. El embrión promedio presenta en este día 44 pares de somitos con un rango de 40 a 46 pares. Las yemas de las patas y las alas están alargadas lo suficiente para aparecer como miembros definidos. La musculatura de la porción ventricular del corazón está bien desarrollada.

La vesícula alantóidea está bien extendida hacia afuera del cuerpo. La región caudal está bien flexionada hacia la cabeza. El cerebro medio es muy prominente debido a un surco limitante profundo. Los embriones más desarrollados muestran apéndices alargados, achatados y expandidos en los extremos distales. El alanteides es casi del tamaño de la cabeza (Foto 9).



**Fig 6**

**Fig 6 . Vista dextro-dorsal (14x) de un embrión de pollo de 36 somitos (cerca de 3 días de incubación). (Patten, 1951)**





Foto 9: Vista de un embrión de pato criollo (3X) de 7 días de incubación con 44 somitos.

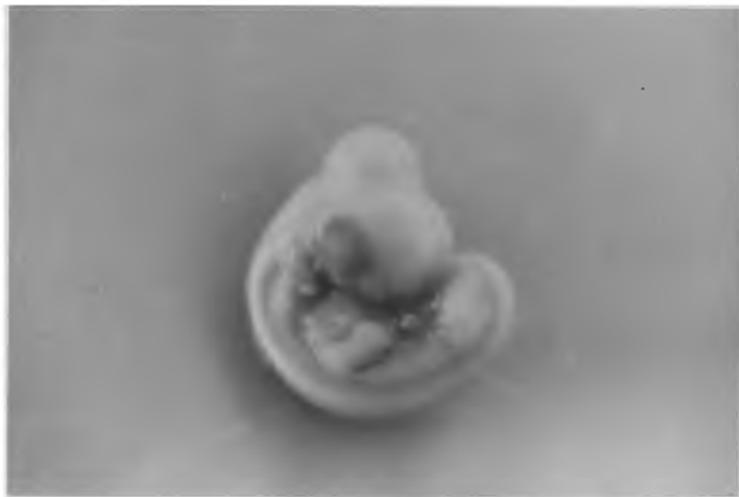


Foto 10: Vista de un embrión de pato criollo (3X) de 8 días de incubación con 44 somitos.

#### 4.8 OCTAVO DIA (5)

El número de somitos del embrión promedio es de 47 pares. El alantoides es casi del mismo tamaño que el del embrión. Aparecen constricciones en los apéndices alares en la región del "codo". La depresión oral es notable debido al marcado desarrollo de los procesos maxilares y los arcos mandibulares. Aproximadamente tres cuartos del área del ojo están tenuemente pigmentados (Foto 10). Este estado corresponde al de un embrión de pollo de cerca de 5 1/2 días de incubación (Figura 7).

#### 4.9 NOVENO DIA (5)

El área de los ojos está fuertemente pigmentada, excepto en la superficie ventral (Foto 11). Los apéndices alares empiezan a diferenciarse en tres secciones. Los apéndices podales están levemente flexionados.

#### 4.10 Décimo día (5)

La pigmentación oscura cubre completamente el área del ojo (Foto 12). Ocurre la fusión de los arcos mandibulares. Los apéndices alares son levemente más cortos que los apéndices podales. Aparecen pequeñas corrugaciones radiales (predecesoras de los dedos) en los extremos distales de los apéndices podales.



PHOTO 11



PHOTO 12



Foto 11: Vista dextro-dorsal de un embrión de pato criollo (3X) de 9 días de incubación.



Foto 12: Vista dextro-dorsal de un embrión de pato criollo (3X) de 10 días de incubación.

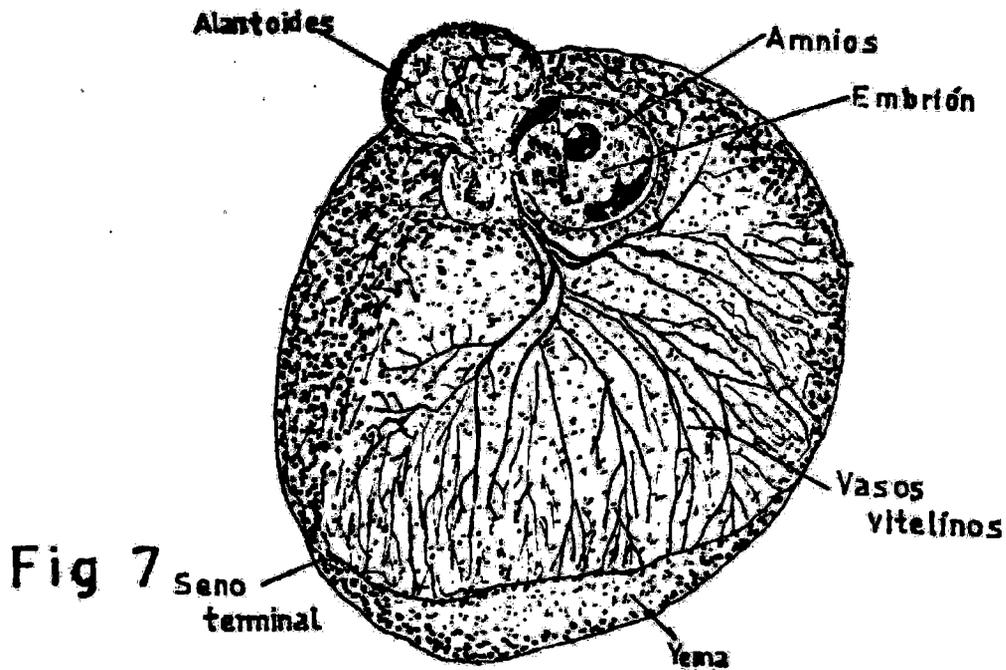


Fig. 7 . Pollo con cerca de 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> días de incubación extraído de la cáscara con la yema intacta (Modificado de Kerr). Se ha removido el albumen para mostrar el embrión dentro del amnios, y el alantoides ha sido desplazado hacia arriba a fin de presentar las relaciones del tallo alantóideo. (Patten, 1951)

4.11 UNDECIMO DIA (3)

El orificio bucal está casi cerrado. Una pequeña estructura que se asemeja al pico definitivo está presente. Los ojos son abultados y salientes, estando parcialmente cubiertos por los párpados.

Los orificios auditivos están visibles. Los apéndices podales se diferencian en miembros y tienen el doble del tamaño que los alares. El cuello se alarga. El alantoides es casi tres veces el tamaño del embrión. Los vasos sanguíneos extra-embriónicos están en contacto por lo menos con la mitad de la superficie interna del huevo.

4.12 DUODECIMO DIA (3)

La formación del maxilar superior se completa. Las fosas nasales están bien definidas y el casquete córneo del pico superior está presente (Foto 13). La forma del pico es típica del patipollo de un día de edad. La sección caudal es corta y gruesa. La porción del pulgar de las alas está separada y definida. Se nota el desarrollo inicial de la membrana nictitante. Los vasos sanguíneos extraembriónicos rodean toda la superficie interna del huevo.

4.13 DECIMO TERCER DIA (3)

Las alas aparecen completamente formadas y todas sus secciones son fácilmente vistas (Foto 13). Se presentan pe



210 15



Foto 13: Vista dorsal y lateral de embriones de pato criollo de 12, 13, 14 y 16 días de incubación.

queñas papilas de las plumas en el dorso. Se puede observar una protuberancia cloacal. Todos los dedos están definidos. La región de la tibia es bastante muscular y típica en forma.

4.14 DECIMO CUARTO DIA (4)

Las pequeñas papilas de las plumas están presentes en el dorso, cola y muslos y ocurre la separación de los dedos (Foto 13).

4.15. DECIMO SEXTO DIA (4)

La membrana nictitante cubre la mitad del ojo. La oclusión parcial de los párpados hace oval a la abertura ocular. Las papilas de las plumas están en las superficies dorsal, ventral y caudal así como en las regiones pectorales, alares y cefálicas. Empiezan a formarse las uñas (Foto 13).

4.16 DECIMO SETIMO DIA (3)

Las papilas de las plumas cubren todo el cuerpo, pero hay un plumaje pronunciado en el dorso y las regiones femorales. Aparece la pluma axial. Las uñas están muy definidas y la punta del pico está queratinizada.

4.17 DECIMO NOVENO DIA (2)

Existe un plumaje alargado en las regiones del dorso, muslo y cola. Se completan las membranas nictitantes. Empiezan a queratinizarse las puntas de las uñas. Las plumas secundarias están mucho más largas que las primarias. Diminutas escamas tibiotarsales están presentes.

4.18 VIGESIMO PRIMER DIA (4)

Las tres cuartas partes de los ojos están cerrados. El plumaje está presente en todo el cuerpo pero no en cantidad suficiente para cubrir toda la piel. El canal anal está abierto (Foto 14).

4.19 VIGESIMO SEGUNDO DIA (2)

Un alargado plumaje cubre la totalidad del patito. Las uñas están completamente queratinizadas (Foto 14).

4.20 VIGESIMO TERCER DIA (4)

Los ojos están cerrados. Los orificios auditivos están casi escondidos por el alargado plumaje de esa área. Casi todo el albumen del huevo ha desaparecido en esta etapa.

4.21 VIGESIMO QUINTO DIA (2)

El plumaje oculta completamente los orificios auditivos. Los orificios nasales están todavía cerrados. El plumaje oculta la pluma axial (Foto 14).





Foto 14: Vistas laterales de embriones de pato criollo de 21, 22, 24, 25 y 28 días de incubación.

4.22 VIGESIMO OCTAVO DIA (4)

La gruesa cubierta dorsal de los orificios nasales aparecen tan abiertos como los de un patillo recién nacido (Foto 14).

4.23 TRIGESIMO DIA (3)

El desarrollo del embrión en esta etapa es tan parecido al de un patipollo recién nacido que una descripción adicional basada en la morfología externa es innecesaria. El saco vitelino es muy firme y no se rompe fácilmente al colocar el embrión en una placa Petri. El saco empieza a entrar al cuerpo. Esto ocurre antes que el pico entre a la cámara de aire.

4.24 TRIGESIMO PRIMER DIA (2)

De un cuarto a la mitad del saco vitelino está dentro del cuerpo.

4.25 TRIGESIMO SEGUNDO DIA (3)

El pico entra a la cámara de aire. Esto puede observarse descascarando el huevo en el extremo romo y rompiendo la membrana. Tres cuartos del saco vitelino está dentro del cuerpo.

4.26 TRIGESIMO TERCER DIA (2)

El embrión llena toda la cáscara del huevo. El saco vitelino está prácticamente dentro del cuerpo.

#### 4.27 TRIGESIMO CUARTO DIA (3)

El saco vitelino está dentro del cuerpo. Una estria pronunciada rodea la abertura umbilical. Empieza la ruptura de la cáscara.

Para simplificar el proceso de la determinación de la edad se presenta a continuación un sumario basado en el grado de desarrollo de las características individuales que fueron consideradas en este estudio.

Asimismo, se presenta un cuadro comparativo del número de somitos versus horas de incubación para pollo, pavo y pato criollo y cuadros cronológicos para factores de identificación; puesto que las primeras especies han sido descritas embriológicamente en detalle.

#### FACTORES DE IDENTIFICACION Y GRADO DE DESARROLLO DEL EMBRION DE

PATA CRIOLLA (Cairina moschata domestica L.)

(el número entre parentesis muestra los días de incubación)

#### Línea primitiva

Claramente visible (3), desaparece (4).

#### Pares promedio de somitos

Siete (3), dieciseis (4), veinticinco (5), treinta y seis (6), cuarenta y cuatro (7), cuarenta y siete (8).

### Pliegues neurales

Unidos en la región cefálica (3), unidos a todo lo largo del em  
brión (4).

### Ojos y párpados

Sobresalen las vesículas ópticas (3), las vesículas prominentes (4), tálamo óptico completo (5), tres cuartos tenuemente pigmen-  
tados (8), fuertemente pigmentados, excepto para la superficie  
ventral (9), membrana nictitante cubre la mitad del ojo (16),  
ojos casi tres cuartos cerrados (17), membrana nictitante com-  
pletamente sobre el ojo (19), los ojos cerrados (23).

### Sistema circulatorio

Sólo islotes sanguíneos (3), corazón tubular, islotes se unen  
y sangre en seno terminal (4), vasos sanguíneos extraembriona-  
rios en contacto con la mitad de la superficie interna del hue-  
vo (11), los vasos sanguíneos rodean toda la superficie inter-  
na de la cáscara (12).

### Torsión

La mitad superior del cuerpo (4), completa (6).

### Flexión

Empieza en la región cefálica (4), empieza en la región caudal  
(5), completa (7).

### Cerebro

Las tres divisiones mayores visibles (3), el cerebro medio muy prominente (7).

### Amnios

Cubre las regiones cardíaca y cefálica (4), cubre casi todo el embrión (5).

### Oídos

Fosas auditivas visibles (6), orificio completamente cubierto por el plumaje (25).

### Fisuras y arcos viscerales

Visibles (5), los arcos mandibulares y hióideos fácilmente vistos (6).

### Orificios nasales

Se empiezan a formar las fosas (5), fosas completas y definidas (12), aperturas completamente abiertas (28).

### Alantoides

Apenas visible (5), del tamaño de la cabeza (7), del tamaño del embrión (8), tres veces embrión (11).

### Alas y patas

Yemas como abultamientos alargados (6), como apéndices defini

dos (7), apéndices achatados en los extremos distales (7), leve flexión en las patas y alas en forma de "V" (8), apéndices se diferencian en miembros (11), separación del pulgar en el ala (12).

#### Boca

Fosa notable (8), arcos mandibulares fusionados (9).

#### Pico

Casquete córneo sobre el pico (12), punta del pico queratinizada (17) queratinizadas las comisuras (21), pico en la cámara de aire (32).

#### Dedos, uñas y escamas

Corrugaciones radiales (10), separación de los dedos (14), uñas empiezan a formarse (16), uñas completamente queratinizadas (22), escamas tarsales erectas (25).

#### Pluma axial

Aparición (17), oculta por el plumaje (25).

#### Ano

Protuberancia (13), canal abierto (21).

#### Plumaje

Papilas en el dorso (13), papilas en la cola y muslos (14),

papila en la pechuga, ala, cuello, tibia (16), plumaje corto en dorso, pechuga y tibia (17), plumaje oculo toda la superficie corporal (22).

Saco vitelino

Empieza a entrar al cuerpo (30), de un cuarto a la mitad dentro del cuerpo (31), tres cuartos dentro del cuerpo (32), prácticamente dentro del cuerpo (33), completamente dentro del cuerpo (34).

**TABLA 1: TABLA DE SOMITOS PARA ETAPAS DE DESARROLLO  
CORRESPONDIENTES EN POLLO, PAVO Y  
PATO CRIOLLO**

Número de Somitos	Tiempo de Incubación		
	Pollo <sup>1</sup>	Pavo <sup>2</sup>	Pato Criollo <sup>3</sup>
7	27 horas	48 horas	72 horas
12	33 horas	60 horas	--
16	37 horas	65 horas	96 horas
22	44 horas	72 horas	---
28	54 horas	84 horas	5 días
36	72 horas	90 horas	6 días
38	82 horas	4 días	6 días
42	4 días	4.5 días	7 días
45	4.5 días	5 días	8 días
47	5 días	5.5 días	8 días

<sup>1</sup> Tomado de Patten (1951).

<sup>2</sup> De Phillips y Williams (1944).

<sup>3</sup> Datos obtenidos experimentalmente.

**TABLA 2: RELACION CRONOLOGICA DE LOS FACTORES DE IDENTIFICACION DESDE LOS TRES HASTA LOS CINCO DIAS DE INCUBACION**

Factores	Tiempo de Incubación (días)		
	3	4	5
1. <u>Línea primitiva</u>	visible	desaparece	
2.* <u>Somitos</u>	7 (5 - 13)	16 (12 - 20)	25 (22 - 30)
3. <u>Sist. circulat.</u>			
Islotes sangu.	presentes	unión	
Corazón	tubular	dilatado	entra cuerpo
Vasos extraemb.	senos terminal y romboidal	<u>senos terminal</u> y romboidal(**)	
4. <u>Pliegues neural.</u>		unido	
Neuroporo anter.	abierto		
5.* <u>Ojos</u>	región vesicu- lar	vesícula óptica	tálamo ópti- co
6.* <u>Embrión-posición</u>	plano	torsión	flexión cola
pliegues somat.		mitad (***)	total
7.* <u>Amnios: Cobertura</u>		cabeza y corazón	total del embrión
8.* <u>Alantoides</u>			visible

(\*) Indica que la estructura continua desarrollándose.

(\*\*) El subrayado significa que una estructura se ha completado.

(\*\*\*) A la altura de las venas onfalomesentéricas muy definidas.

TABLA 3: RELACION CRONOLOGICA DE LOS FACTORES DE IDENTIFICACION  
DESDE LOS SEIS HASTA LOS OCHO DIAS DE INCUBACION

Factores	Tiempo de Incubación (días)		
	6	7	8
2. <u>Somitos</u>	36 (33 - 42)	44 (40 - 46)	47
5* <u>Ojos</u>	crystalino		pigmento te-- nue (3/4)
6. <u>Cuerpo embr.</u>	<u>torsión</u>	<u>flexión total</u>	<u>torsión y fle-- xión</u>
7. <u>Amnios</u>	embrión total		
8.* <u>Alantoides</u>	definido	tamaño cabeza	tamaño embrión
9.* <u>Miembros</u>			
Alas y patas	yemas	apéndices	flexión patas y alas en "Y"
10. <u>Oídos</u>			
Fosas audit.	visibles		
11. <u>Arcos mandib. y hióideo</u>	visibles	definidos	depresión oral

**TABLA 4: RELACION CRONOLOGICA DE LOS FACTORES DE IDENTIFICACION  
DESDE LOS NUEVE HASTA LOS CATORCE DIAS DE INCUBACION**

Factores	Tiempo de Incubación (días)					
	9	10	11	12	13	14
5.* <u>Ojos</u>						abultados
Pigmento	oscuro	oscuro				
M. nictit.	visible	definida				
8. <u>Alantoid.</u>						tres veces embrión
9. <u>Miembros</u>						
Alas	diferen	cortas			pulgar	complet.
	ciación				separado	
Patas	diferen.	largas	dobles	de		
			alas			
12. <u>Vasos sang.</u>						mitad pa total red int.
13.* <u>F. nasales</u>						orificio fosa
14.* <u>Pico</u>						
casquete						pequeño presente
15.* <u>Plumaje</u>						
Papilas						present. definidas

TABLA 5: RELACION CRONOLOGICA DE LOS FACTORES DE IDENTIFICACION  
DESDE LOS 16 HASTA LOS 22 DIAS DE INCUBACION

Factores	Tiempo de Incubación (días)				
	16	17	19	21	22
5.* <u>Ojos</u>					
M. nictit.	oclusión parcial			3/4 cierra ojo	
14. <u>Pico</u>		punta	pico	comisura	
<u>queratiniz.</u>			superior		
15.* <u>Plumaje</u>	papilas cuerpo	plumas dorso	cola y muslo	todo el cuerpo	plumaje definido
16. <u>Uñas</u>	Formac.		completas		queratiniz.

**TABLA 6: RELACION CRONOLOGICA DE LOS FACTORES DE IDENTIFICACION  
DESDE LOS 25 DIAS HASTA LOS 34 DIAS DE INCUBACION**

Factores	Tiempo de Incubación (días)			
	23	25	28	30
5. <u>Ojos</u>	cerrados			
13. <u>F. nasal</u>	abiertos			
15. <u>Plumaje</u>	cubre oído	totalmente oído	cubre axial	plumaje completo
	31	32	33	34
17. <u>Saco vitelino</u>	Ingresas de 1/4 a la mitad	3/4 dentro	casi dentro	totalmente dentro

## V. DISCUSION

En el presente estudio se observó que durante los primeros diez días de incubación, tanto los caracteres cualitativos como los aspectos cuantitativos del desarrollo embrionario del pato criollo eran muy semejantes a los del pollo y del pavo, de acuerdo a las descripciones de la literatura revisada.

Los datos cuantitativos para estas tres especies, que están resumizados en la Tabla 1, muestran que la aparición de los somitos es más lenta en el embrión de pato criollo al establecerse las etapas correspondientes.

Las investigaciones publicadas indican que los huevos de pata criolla son incubables artificialmente con éxito si es que han sido incubados en forma natural durante los primeros veinte días. Esto sugiere que esta primera etapa de desarrollo embrionario es decisiva para el futuro de la incubación y que deben haber factores desconocidos que influyen en el curso de la incubación. Por lo mismo, en el presente experimento se ha puesto especial énfasis en el estudio de los primeros y últimos cinco días del período de incubación, teniendo en cuenta la información anterior y el hecho de que la mortalidad embrionaria no está distribuida al azar, sino que existen picos de mortalidad similares para todas las especies aviares, al comienzo y al final del período de incubación (Landauer, 1967). Vélchez (1975) en-

contró similares curvas de mortalidad en los embriones de pata criolla.

La aplicación inmediata del presente experimento es la factibilidad de determinar la edad de los embriones muertos en cualquier etapa del período de incubación. Esto hace posible confeccionar curvas de mortalidad en ensayos de incubación artificial que permitirán hacer correcciones adecuadas para disminuir la mortalidad embrionaria y por ende aumentar la incubabilidad.

La determinación de la edad hecha sobre la base del peso del embrión sería complicada por las diferencias en el tamaño del huevo, el sexo y los factores de incubación. La identificación de características específicas o grados de desarrollo en etapas de incubación fijadas, tienden a minimizar las diferencias y la edad del embrión puede ser determinada fácilmente.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales ha sido realizado el presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

1. En base a los datos obtenidos es posible determinar con una aproximación de más o menos 24 horas el número de días de incubación de un embrión de pato criollo.
2. Usando este sistema se puede establecer una curva de mortalidad para cualquier incubación, sea natural o artificial.
3. No existe una correlación directa entre el número total de días de incubación de cada especie y el grado de desarrollo de los respectivos embriones, ya que el ritmo de crecimiento del embrión de pato criollo se hace más lento conforme avanza el período de incubación.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1 Se conoce que los huevos de pata criolla son incubables artificialmente, con éxito, después de los 20 primeros días de incubación natural; entonces es preciso ahondar las investigaciones en la primera fase del período de incubación, registrando además del recuento de somitos, la oclusión del amnios en porcentaje para medir el desarrollo extraembriionario.
- 7.2 Determinar en la primera etapa: la relación clara/yema, la transferencia de agua, el pH de la yema y de la clara y la cronología de la disolución de la membrana vitelina; estudiando al mismo tiempo el efecto del almacenamiento de los huevos.
- 7.3 Elaborar una curva de mortalidad standard, empleando la incubación natural, para estudiar la incubabilidad artificial; usando las observaciones y resultados de este estudio.

## VIII. RESUMEN

Víctor Rodrigo Guevara Carrasco, "MORFOLOGIA EXTERNA DEL  
EMBRION DE PATO CRIOLLO (Cairina moschata domestica L.)  
DURANTE EL PERIODO DE INCUBACION"

El presente experimento se realizó en la Unidad Experimental de Avicultura de la Universidad Nacional Agraria, La Molina. Se ilustra las etapas normales en el desarrollo embrionario de los huevos de pata criolla. Se hace una descripción para cada día del período de incubación poniendo énfasis en la primera y última fase. Se encontró semejanza con el desarrollo del pollo y del pavo y se ofrece datos comparativos y una tabla de etapas correspondientes. A partir del tercer día hasta el octavo se halló que el número promedio de somitos del embrión de pato criollo es 7 - 16 - 25 - 36 - 44 y 47 respectivamente. A los doce días la estructura del pico es típica. A los 21 días se puede considerar que es un patipollo. A los 23 días los ojos están cerrados y a los 30 días el plumaje está completo. El presente trabajo emplea la aparición inicial de las estructuras como indicadores de la edad del embrión. Se incluyen fotografías de vistas generales de embriones de estadios seleccionados para tal fin.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, V.K. 1963. The laboratory preparation of normal avian embryos. Poultry Sc. 42:429-435.
- CANDELA, H. 1975. Observaciones preliminares de la influencia de algunos factores en la incubación natural de los huevos de pata criolla (Cairina moschata domestica L.). Tesis. Universidad Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- GEIGER, G.S.; D.W. MAC LAURY; G.D. QUIGLEY; G.O. ROLLINGS; E.A. SCHANO y D.W. TALMADGE. 1974. Science studies in poultry biology. Poul. Sci. 53:469-480.
- GROW, O. 1972. Modern Waterfowl Management and Breeding Guide. American Bantam Association. U.S.A. 359 pp.
- HAYS, F.A. y C. NICOLAIDES. 1934. Variability in development of fresh-laid hen eggs. Poul. Sci. 13:74-90.
- HUMASON, G.L. 1962. Animal Tissue Techniques. W.H. Freeman and Company. U.S.A.
- JOHNSON, W.A. 1974. Comunicación personal. Louisiana State University. Baton Rouge, U.S.A.
- LANDAUER, W. 1967. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. The University of Connecticut, Storrs, Connecticut, U.S.A.
- MCNALLY, E.H. y T.C. BYERLY. 1936. Variation in the development of embryos of hen's eggs. Poul. Sci. 15:1146-1152.

- OLSEN, M.V. y S.T. MARSDEN. 1954. Mortality among turkey embryos in relation to rate of embryonic development. Poul. Sci. 33:280-283.
- PATTEN, B.M. 1951. Early Embriology of the Chick. Mc Graw Hill Book Company. Fourth edition. New York. 284 pp.
- PHILLIPS, R.E. y C.S. WILLIAMS. External morphology of the turkey during the incubation period. Poultry Sci. 23: 270-275.
- ROMANOFF, A.L. 1960. The Avian Embryo. The Mc Graw Hill Book Company. New York. 1305 pp.
- TRETYAKOV, N.P.; I.N. ZUSMAN y L.J. KISELEV. 1973. Morphological variability in embryogenesis of the domestic fowl and factors affecting it. Poul. Sci. 52:93-101.
- VILCHEZ, F. 1975. Ensayo de diferentes humedades relativas en la incubación artificial de huevos de pata criolla (Cairina moschata domestica L.). Tesis. Universidad Agraria, La Molina, Lima, Perú.
- WILHELM, L.A. y R.F. ROBERTSON. 1941. Observations on the embryonic development of turkeys. Poul. Sci. 20:425-427.

X. APENDICE

## PREPARACION DE SOLUCIONES Y REACTIVOS

### 1. Fijador: Solución de Bouin

- Acido pícrico : 75%
- Formol comercial : 25%
- Acido acético glacial : 5%

### 2. Hematoxilina de Ehrlich (Gunn, 1956)

- Hematoxilina : 2.0 g
- Alumbre ( $Al_2(SO_4)_3(NH_4)_2 \cdot 24H_2O$ ) : 3.0 g
- Alcohol metílico o etílico : 100.0 ml
- Glicerina : 100.0 ml
- Agua destilada : 100.0 ml

Disolver 2 gramos de hematoxilina en 25 ml de alcohol absoluto. Mezclar gradualmente en 100 ml de solución acuosa saturada de alumbre (ap. 1 parte de alumbre por 11 de agua destilada - 3.0 g/100 ml). Déjese expuesto a la luz en un frasco con tapa de algodón por 3-5 días. Filtrese. Añádase al filtrado 200 ml de glicerina y 100 ml de alcohol metílico. Deje por 6-8 semanas o añada 1.2 g de iodato de sodio para uso inmediato. Añada 10 ml de ácido acético glacial. Se conserva por años.

3. Eosina

- Eosina, CI.45380 : 1.0 g
- Alcohol etílico al 70% : 1000.0 ml
- Acido acético glacial : 5.0 ml

Dilúyase con igual volumen de alcohol al 70% y añádase 2 a 3 gotas de ácido acético.