

# ASPECTOS DE LA HISTORIA NATURAL Y DESARROLLO DE *Eleutherodactylus cruentus*\*

Jéssica Ludwig

Universidad de Ulm

## INTRODUCCIÓN

Durante la evolución de *Anura* se encuentra una tendencia del cambio del hábitat acuático al terrestre. Eso probablemente es provocado por la alta presión de depredación sobre el estadio larval, que ocurre en hábitats acuáticos. Así se desarrollaron varias estrategias reproductivas, cuales difieren bastante del ciclo de vida típico de ranas, o sea huevos y larvas acuáticos, las cuales se transforman por proceso de metamorfosis en la forma terrestre del adulto (Duellman 1992).

En este sentido nueve familias de ranas incluyendo el género *Eleutherodactylus* desarrollaron una estrategia de reproducción sin un estadio larval libre. Conocido como Desarrollo Directo, este proceso reduce la mortalidad, aún se producen menos huevos, porque cada embrión necesita una gran cantidad de yema cuidándolo durante el período largo de madurez (Duellman 1992).

La ausencia de metamorfosis y el hábitat terrestre provocan varias diferencias adicionales en el desarrollo embriológico. Así la respiración generalmente funciona no más por branquias, sino más bien por la piel y una aleta de la cola ensanchada, membranosa y bien vascularizada. Según Duellman (1986) branquias internas están ausentes en los embriones de todo el género, y branquias externas están ausentes o solamente poco desarrolladas y pasajeras.

Los dos pares de extremidades aparecen en el mismo momento (Gardener-Lynn) o con solo poca diferencia (Gitlin 1944). En comparación con estadios larvales acuáticos el desarrollo es relativamente largo, como en el caso investigado 30 hasta 33 días. En la primera etapa se encuentra durante pocos días el fenómeno de rotación del embrión en un eje dorsoventral pasando por el centro. Por fin, se conoce muy poco de la embriología de este grupo, pero es obvio, que varias especies del género difieren bastante, hasta el desarrollo de estructuras comunes como branquias externas durante los estadios embrionales (Gardener-Lynn).

El objetivo de este trabajo es más que todo la ilustración de los estadios de desarrollo hasta la eclosión de los huevos, acompañado de algunos aspectos del comportamiento de los adultos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los huevos descritos fueron tomados de una puesta de una hembra de *E. cruentus* de 42 mm y un patrón de manchas anaranjadas encontrada en la Reserva Biológica de San Ramón, Provincia de Alajuela, Costa Rica. Fue capturada durante el amplexo con un macho de 25 mm y el mismo patrón, el 28-04-1995 a las 9.45 pm encima de una hoja de 50cm de altura. Después de llevar la pareja al laboratorio se colocó en una caja de madera de 40 x 20 x 15 cm con 2cm de tierra y varias hojas secas. El 29-04-1995 a la 1.00 pm se encontró la hembra encima de un

\* Por ciertas características de los adultos encontrados en comparación con la población conocida del lugar de hallazgo hay que revisar la identificación de la especie.

nido con 56 huevos, los cuales fueron cubiertos con tierra.

Los huevos, no pigmentados y un pegado al otro como una masa fueron por lo menos en el borden del nido densamente pegados con partículas de tierra (fig 4). Midieron cada uno 4mm en diámetro, y el nido en total tuvo una extensión de 2.6 x 2.6 cm. Para las pruebas de los diferentes estadios embrionarios se tomó cada 24 horas un huevo y se preservó en formalina al 5 %. Para reconocer los detalles de los embriones se quitó la primera envoltura pegada con partículas. El nido se mantuvo en las mismas condiciones ambientales con una temperatura de 19 °C y un riego de agua diario, para asegurar la humedad de la superficie continua.

Todos los estados mencionados en las descripciones siguientes son basados en la edad del embrión en particular, porque la cantidad de huevos y la falta de conocimiento de la duración del desarrollo no permitió sacar pruebas promedios basadas en el nivel del nido en total. Supuestamente la diferencia temporal en el desarrollo de los primeros estadios no varía mucho (Gitlin 1944), mientras al final la diferencia máxima entre el primero y último huevo que eclosionó fue tres días.

### Observaciones de cuido parental:

Por la forma del nido pareción que primera fue hecha una depresión en la tierra de 1.5 cm de profundidad. Después de poner los huevos probablemente la hembra los cubrió con una capa de tierra de 0.2 cm.

Después de abrir el nido para sacar la primera prueba, la hembra otra vez empezó a restablecer la condición original. Sentada encima del nido y siempre dando la vuelta trajo tierra suelta del borde con las manos, dispersándola y compactándola con las patas (fig 1). Terminando con eso, no se alejó más de 5 cm del nido. Sin embargo, después del trasporte y un cambio del terrario no siguió en esta forma de cuido parental, probablemente por efectos de estrés.

### Desarrollo:

**1. día:** El primer estadio registrado de una edad calculada de 6-12 horas el huevo se encuentra en la segunda división celular (fig 4). Según Gitlin

(1944), quien investigó la embriología de *E. portericensis*, después empieza una tercera división celular antes de que termina la segunda. La tercera consiste en dos hendiduras, las cuales se forman paralelas a la segunda división (fig 2). Después de que terminó la segunda ocurre una cuarta división, separando un tercio arriba con 8 células, el polo animal, de los otros dos tercios con cuatro células, el polo vegetal (fig 3).

**3. día:** Antes de preservar el huevo del segundo días se encontró una formación de ocho células claramente divididas según fig 3. Pero al preservarlo no terminó su desarrollo enseguida, sino siguió con divisiones mucho más complejas. Según Gitlin (1944) las células del polo animal se dividen con una frecuencia mucho más alta. También, Duellman (1986) describe las células del hemisferio animal como más pequeñas y totalmente divididas, mientras las más grandes del hemisferio vegetal no se dividen totalmente (fig 5).

**4. día:** Mientras todavía sigue este proceso de la blastulación simultaneamente aparece, según la descripción de Gitlin (1944), una depresión irregularmente formada en el primer tercio del huevo la cual después va a dividirse en dos hemisferios (fig 6)

**5. día:** Aún no hay ninguna ilustración de este estadio, porque el huevo en el momento de preservarlo ya estaba destruido por hongos, y las estructuras internas casi no visibles, queda bien la explicación de Gitlin (1944) llenando este sitio libre. Empezando la gastrulación hay un aumento en el tamaño de las células del blastodermo en el polo animal. Se forma un anillo, que crece rápidamente, donde va a iniciar las gastrulación.

Siguientes estadios, como formación de un plato o pliegues neurales no se pudo observar, y por ello están ilustrados según las observaciones de Gitlin (fig 7). Según Duellman (1986) en embriones que se desarrollan de huevos con una gran cantidad de yema, ésta no está incorporada en el intestino como por ejemplo en la mayoría de los huevos acuáticos, sino va a formar un "saco de yema externa" el cual se puede ver muy bien en todos los estadios siguientes.

**6. día:** En este estadio ya se puede reconocer el embrión, tomando no más espacio que 20 % de

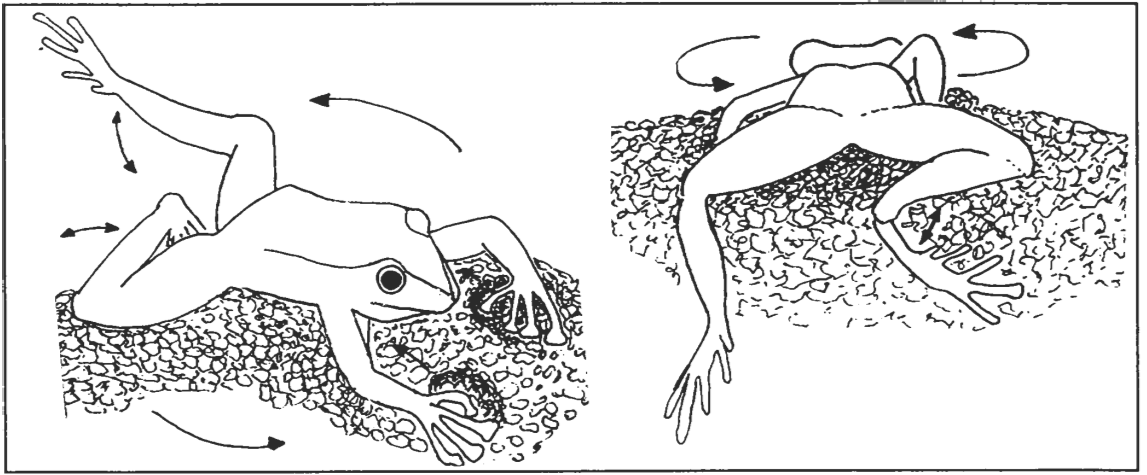


Fig. 1 Henbra de *E. cruentus* arreglando su nido.

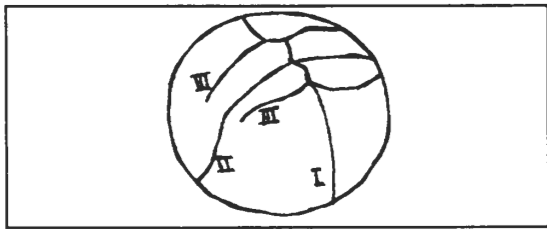


Fig. 2 Huevo

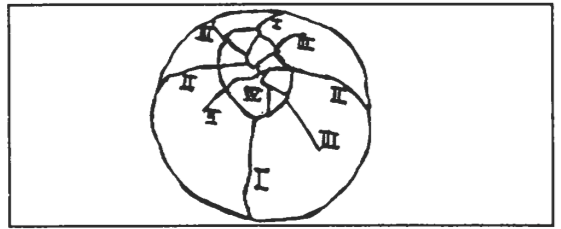


Fig. 3 Huevo

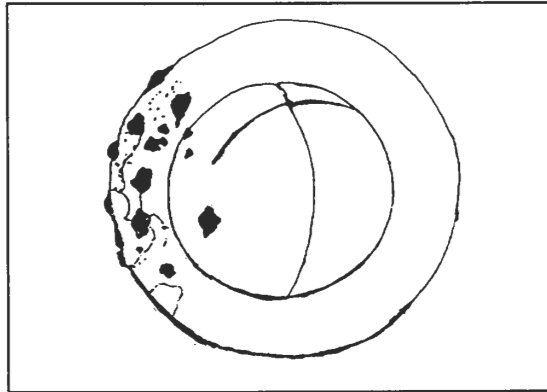


Fig. 4 29-04-1995/ 1 día/ -29

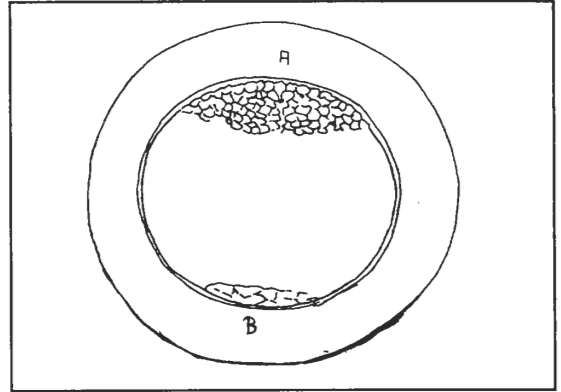


Fig. 5 1-05-1995/ 3 días/ -27

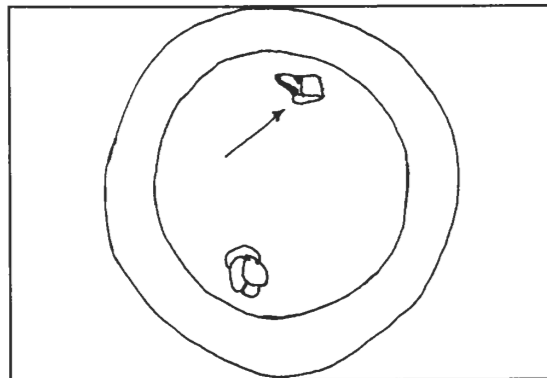


Fig. 6 2-05-1995/ 4 días/ -26

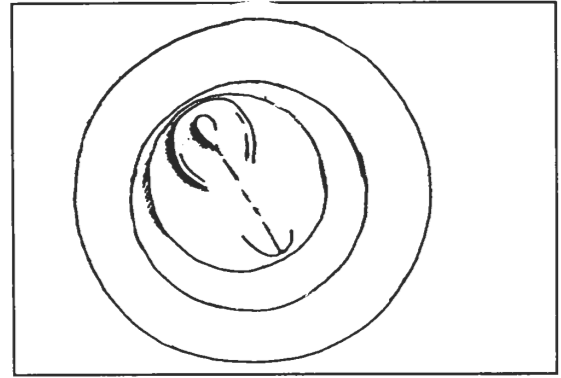


Fig. 7 Estadio temprano de placa neutral.

la gran cantidad de yema. Aún cuando ya están los capullos de las extremidades posteriores (1), todavía no se encuentra los de los anteriores. Como menciona Gitlin (1944) y Sampson (1904) aún no hay un verdadero opérculo, ni una cavidad opercular, aparece un pliegue de piel (2), que va a cubrir cada extremidad anterior para un cierto período (fig 8).

El origen de la aleta caudal (3) es bien visible, ya notablemente curvado al lado izquierdo. Todavía no se encuentra nada de pigmentación, ni ningún movimiento dentro del huevo.

**7. día:** Un día después (fig 9) aparecen también los capullos de las extremidades anteriores (4) con sus orígenes cubiertos por un pliegue de piel (2), que se va a notar hasta los últimos estadios.

La aleta caudal ya muestra un aumento de tamaño y en el individuo de esta prueba una curva al lado derecho. La dirección de esta curva varía entre los huevos pero es siempre constante en cada individuo en particular. Según la descripción de Gitlin (1944) la aleta siempre se queda en la misma dirección, también cuando se estimula el embrión a moverse. La rigidez de esta estructura en los estadios tempranos mantiene el embrión alejado de la superficie de las membranas del huevo. Eso es necesario como una función de protección, porque en este estado se encuentra también una rotación constante en el interior del huevo. Este efecto es único en el género *Eleutherodactylus* y será discutido más adelante. De 20 pruebas que variaron de 41-45 seg., se encontró un promedio de 44.5 seg. para cada vuelta de 360. Durante la rotación en un eje que va por el centro del huevo, el embrión siempre se queda horizontalmente arriba. Cambiando la posición del huevo en total, provocó, que el embrión siguiendo la rotación igualmente, regresa enseguida hacia arriba. Aún en *E. protoricensis* investigado por Gitlin (1944) la rotación ocurrió ya después de 1.5 días de desarrollo y terminó en el quinto día, en el octavo y el noveno día, aún mucho más lento. Ahí se midió una velocidad de 4 min 10 seg para una vuelta, pero con el embrión todavía arriba.

**8-9 día:** Mientras no se puede notar cambios morfológicos externos en el día 8 (fig 10), en el noveno día (fig 11) aparecen por primera vez bien visibles vesículas cerebrales (5), que por su posición deberían representar el metencephalon.

Según Romer (1981) esta parte resulta de una diferenciación del rhombencephalon. De las partes cerebrales más anteriores todavía no se puede distinguir ningunos detalles.

Además, se pudo registrar lateralmente la actividad del corazón (6) entre las extremidades anteriores, las cuales empiezan a ensancharse. Se calculó una frecuencia de bombeo de 1/seg. Otra observación que se hizo, fue que al estímulo con la pinza el embrión respondió con una contracción longitudinal.

**10. día:** Al contrario ya un día después (fig 12) se pudo observar el corazón rojo (6) y sangre pigmentada circulando en venas ramificadas (8) encima de la superficie de la yema. Ambos pares de extremidades tienen una forma ensanchada oval. Aún, no se puede distinguir muy claramente las partes cerebrales desarrolladas, se supone que ya se realizó la división entre las regiones de pro-, mes, y metencephalon por los primeros indicios de la existencia de las copas ópticas (7). Estas salen según la descripción de Romer (1981) del prosencephalon, o sea la parte más adelante del cerebro original. Las copas ópticas son bien distinguibles por su pigmentación oscura y más densa que en otras regiones. Todavía no se reconoce la región, donde más tarde el ectodermo va a deslizar hacia a dentro, formando el cristalino.

La aleta caudal en este estadio abraza un tercio de la yema y se pone más y más membranosa. Es generalmente aceptado, que la cola de *Eleutherodactylus* tiene una función respiratoria. Cuando es completamente desarrollada, la aleta es grande, membranosa y bien vascularizada. Se le encuentra puesta contra la superficie interna de la membrana vitelina (Gitlin 1944). Sin embargo, menciona Gardener-Lynn según unas observaciones de Villiers (1929) que la respiración por la superficie del cuerpo probablemente es el mecanismo más importante en todas las larvas no acuáticas. Por la pérdida de la pigmentación de la sangre durante la preservación sólo pocas veces se pudo representar la venación en los esquemas.

**11. día:** Once días después de la puesta de los huevos (fig. 13) el embrión ya tiene sus ojos bien formados, con una región clara en el centro (7a) y el fondo pigmentado muy densamente (7b). Por la forma redonda, ya bien visible, y la descripción

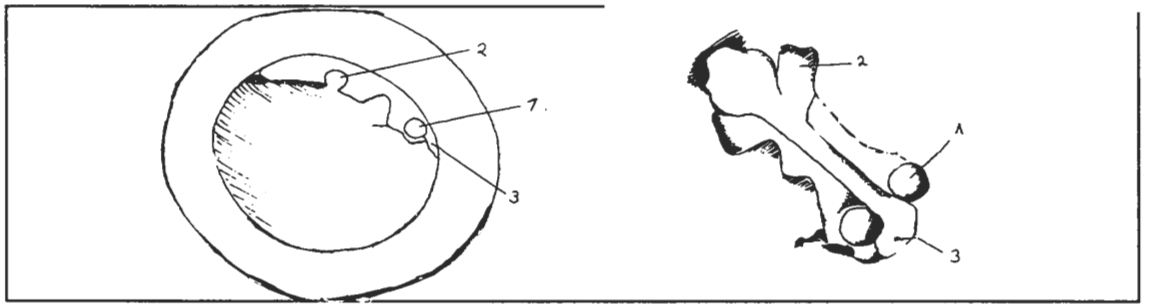


Fig. 8 4-05-1995/6 días/ -24

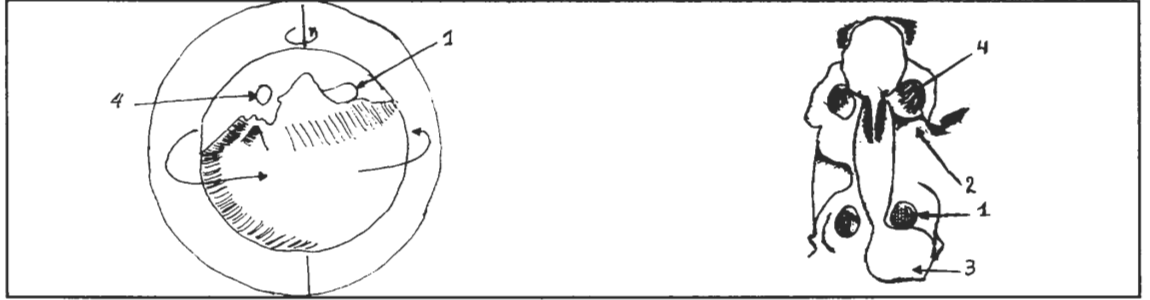


Fig. 9 5-05-1995/7 días/ -23

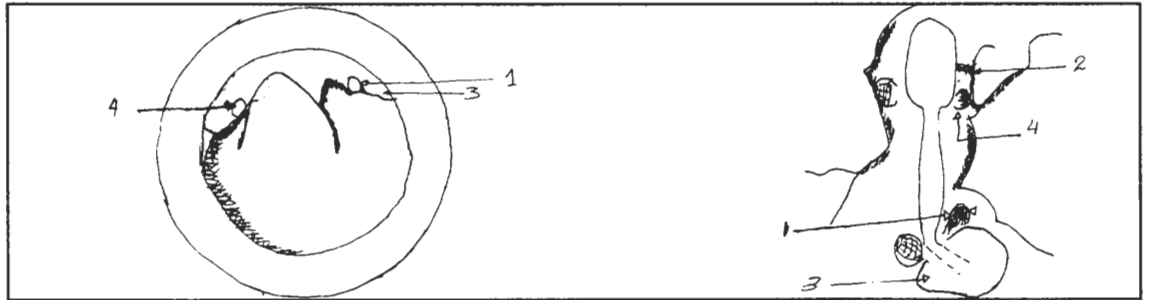


Fig. 10 6-05-1995/8 días/ -22

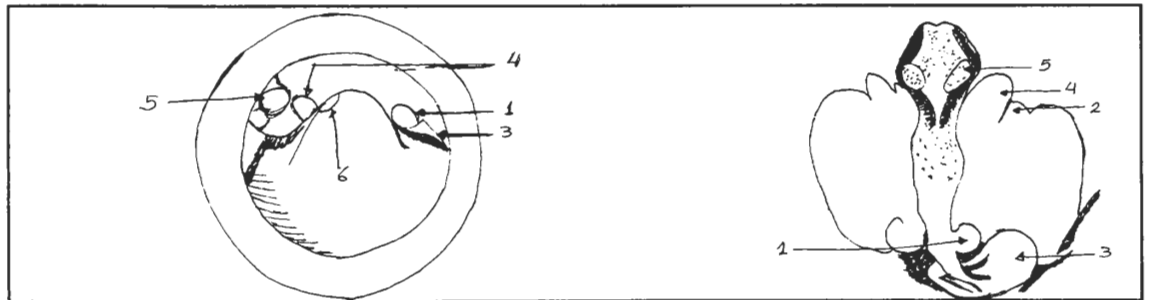


Fig. 11 7-05-1995/9 días/ -21

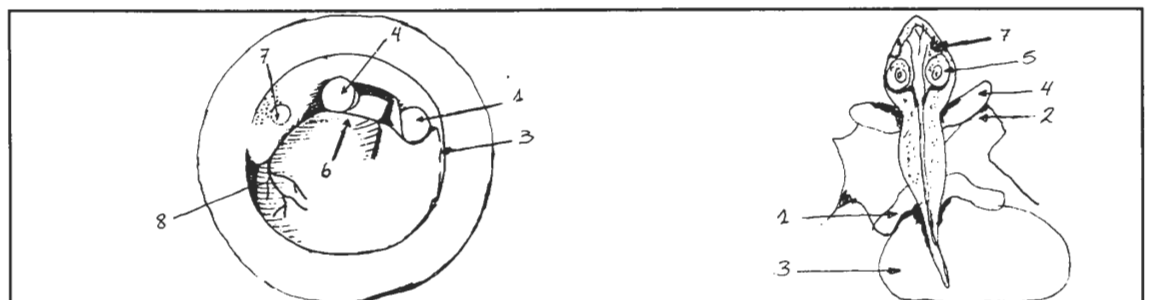


Fig. 12 8-05-1995/10 días/ -20

según Lynn, se supone, que las copas ópticas ya están amarradas básicamente.

Ahora sí se puede distinguir divisiones entre las partes cerebrales. Según Gardener-Lynn ocurre 20 días después de salir el huevo en *E. nubicola* la diferenciación del prosencephalon en telencephalon (9) y diencephalon (10). No hay muchos cambios en el mesencephalon (11), que después va a representar el tectum opticum.

Todavía, no se encuentran hemisferios cerebrales. Según, el esquema de un estadio del cerebro de *E. nubicola*, 18 días antes de la ecloción del huevo (fig 13), se supone, que la primera parte todavía sin división representa el telencephalon, el primer par de vesículas el diencephalon y el segundo par que parece más grande el mesencephalon. El rhombencephalon se representa visiblemente sólo por las dos vesículas del metencephalon que aparecieron primero. También, se encuentra unas estructuras más a la par del metencephalon, que son las vesículas auditivas (12). Según Gardener-Lynn, se originaron de placas ópticas, por depresiones pequeñas que formaron vesículas vacías después y representan así el origen del ducto endolinfático.

Todavía, se puede ver el corazón atrás de las extremidades anteriores antes de que desaparezca más tarde de atrás de otros tejidos. La pigmentación ya está bastante adelantada y llega hasta la aleta caudal. La posición del embrión ya no es consecuentemente la posición más arriba del huevo, sino se para en su lado izquierdo, 90° corrido de la posición original.

**12. día:** El embrión ya se extiende más que 180° de la superficie del huevo, curvado sobre la yema (fig 14). El desarrollo del cerebro todavía se encuentra en el mismo estadio, excepto del espacio del cuarto ventrículo que se reconoce entre las vesículas del metencephalon y la parte atrás, que después va a representar la medulla oblongata (14)

Excepto de las extremidades que empiezan a diferenciarse, todo el cuerpo ya está pigmentado, incluyendo las membranas a la par, que cubre las extremidades posteriores. Sobre la yema se extiende un sistema de venas finas.

**13. día:** Para favorecer el espacio de las extremidades posteriores, y consumiendo las sustancias nutritivas para el desarrollo, se

disminuye la cantidad de yema en la parte trasera del huevo (fig 15). Al respecto del cerebro se reconoce la diferenciación en telencephalon (9) y diencephalon (10), y las vesículas del mesencephalon (11), las cuales empiezan a unirse. Además de una pigmentación densa se nota prolongaciones dérmicas (15) saliendo del eje longitudinal.

**14. día:** En el esquema del 14. día (fig 16) aparecen estructuras más oscuras en el cerebro, que representan simfisis cefálicas (16), que son como espacios vacíos entre las partes cerebrales, muchas veces bien vascularizados. En las manos empieza la diferenciación de los dedos. Eso no se pudo asegurar 100 % en el caso de las patas en este estadio por la aleta caudal poco transparente y tapando encima.

**15. día:** Un día después (fig 17) ya empezó bien visible la diferenciación de los dedos en las extremidades posteriores (1a).

En el cerebro hay una deformación en el metencephalon probablemente provocado por un crecimiento de las partes anteriores, especialmente de los lóbulos ópticos (11a). La parte del cerebelo va más bien hacia abajo y en la superficie aparecen ganglios nerviosos (13) abrazando la parte posterior de los lóbulos ópticos. También Gardener-Lynn describe que ocurre un cambio en gruesa anchura de las partes ya formadas en este estadio. El crecimiento de regiones de fibrías y centros nerviosos, como también la formación de los hemisferios cerebrales (17) provocan una compresión de los ventrículos originales (Lynn). La venación y gran extensión de la aleta caudal ahora lo pone muy obvio, que este órgano membranoso tiene una función respirativa. En este caso ya cubre casi la mitad de la superficie interior del huevo.

**16. día:** En la figura 18 del día siguiente ya se encuentra por lo menos 3 dedos en manos y patas distinguiblemente desarrollados. Suponiendo, que siguió el desplazamiento de las partes originales del cerebro, se ve todavía la parte del telencephalon al frente (9), seguido por los hemisferios cerebrales (17) bien desarrollados. El diencephalon (10) está bastante comprimido y no más distinguible en frente de los lóbulos ópticos (11a). Atrás siguen los ganglios nerviosos (13), ya acercándose en la dirección central, seguido por

la región de la médula oblongata, tampoco bien reconocible.

El embrión en total ya abraza 270° de la superficie del huevo y aparece la primera pigmentación en las patas. La aleta caudal, casi llegando a su tamaño original, cubre la mitad baja del huevo completamente.

**17. día:** Se encuentra 4 dedos en las manos y 5 en las patas en estadio del siguiente día, ilustrado en la figura 19. En la vista lateral se reconoce la abertura externa de la nariz (18). Por eso se debe concluir, que los bulbos olfatorios, que salen del telencephalon, también ya están formados, aún no visibles en el esquema. Sin embargo, parece por las estructuras del cerebro, que este embrión todavía es un poco más joven que el último, pero también ya se puede reconocer hemisferios cerebrales (17), y los ganglios nerviosos (13) entre los lóbulos ópticos (11a) y la médula oblongata. Otra vez aparece una simfisis cefálica (16), ahora entre las partes de los ganglios nerviosos. En la vista lateral también se puede observar, que la yema está deformada por el crecimiento del embrión y sus extremidades. Además toda la yema ya está cubierta de pigmentos en forma de estrellas.

**18. día:** Desde este estadio no se hizo más esquemas del embrión ensanchado, sino en vez de eso de una vista dorsal, como se ve naturalmente (fig. 20). La curvatura de ya 320° sobre la yema hubiera provocado un falsificación demasiado fuerte en la ilustración idealizada. La deformación y más bien disminución de la yema ahora es muy adelantada y los dedos de la pata casi llegan a la región bucal. Más de dos tercios del interior están cubiertos por la aleta caudal. Las masas de los ganglios nerviosos (13) se encuentran ya bastante cerca una de la otra atrás de los lóbulos ópticos.

**19. día:** El individuo ilustrado en figura 21 parece todavía más joven que los anteriores, reconocible del grado de desarrollo de las extremidades posteriores. Por eso no se encuentra nada nuevo de estructuras morfológicas.

Por la variación temporal que ocurre en los últimos estadios con respecto al grado de desarrollo, los individuos de los días 21 y 22 se parecen más uno a otro y supuestamente ambos son menos desarrollados que los estadios

preservados en los días 20 y 23. Por eso la descripción siguiente es agrupada, en orden del grado de desarrollo.

**21-22. día:** Ambos individuos de estos estadios tienen la aleta caudal incluyendo larga y bien vascularizada (fig 22), incluyendo cada vez casi todo el huevo.

Ambos abrazan la yema en un grado de más o menos 290° pero las extremidades posteriores todavía no están tan fuertemente desarrolladas. Se ve el telencephalon (9), los hemisferios cerebrales (17), lóbulos ópticos (11a), y las masas de los ganglios nerviosos (13) en proceso adelantado de conjunción, aún en fig 22 las estructuras particulares son menos distinguibles y parecen más compactos. En la fig 23 se reconoce bien las partes bucales ya diferenciadas con mandíbulas y maxila y la forma definida del hocico.

**20-23. día:** El grado de desarrollo más adelantado en los siguientes dos estadios es bien notable a primera vista, o sea de la diferenciación de los dedos (fig. 24, 25). En las patas, que ya son visibles de arriba (fig. 24), casi tocando la boca, ya se nota una tendencia de formar discos (1b). Además, ambos pares de extremidades tienen patrones de pigmentación. El cerebro ya casi se encuentra en su condición final, mostrando el telencephalon (9), un par de hemisferios cerebrales (17), entre las cuales y los siguientes lóbulos ópticos (11a) ya no se puede distinguir claramente la parte del diencephalon, bien comprimida. Los ganglios nerviosos (13) todavía están en proceso de unirse y forman la última masa irregular antes de la médula oblongata, la parte más gruesa del notocordio. A la par todavía se reconoce las vesículas auditivas (12), ya más diferenciados por divisiones internas.

Por lo menos en fig 24 se nota una reducción en tamaño de la aleta caudal, que indica también un estadio bastante desarrollado y a poco tiempo de la eclosión.

**26. día:** La fig. 26 muestra un individuo en el cual es posible reconocer estructuras internas por una densa pigmentación cubriendo todo el cuerpo. También ya se encuentra patrones característicos de la especie en las extremidades. La aleta caudal (3) ya está bien reducida y cubre sólo el último tercio del embrión y una parte de la yema.

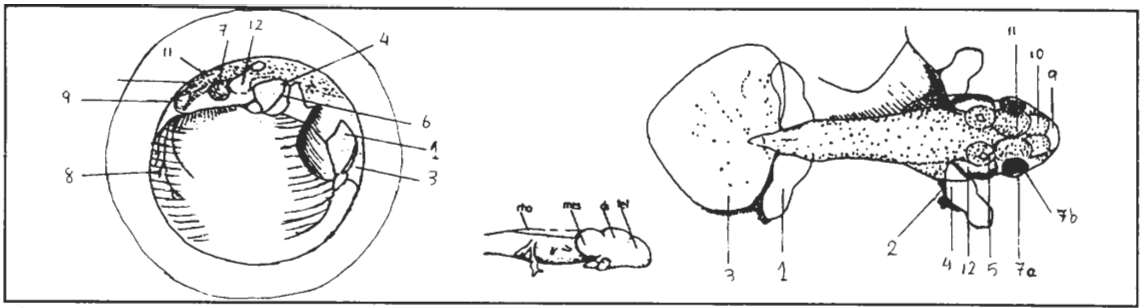


Fig. 13 9-05-1995/ 11 días/ -19

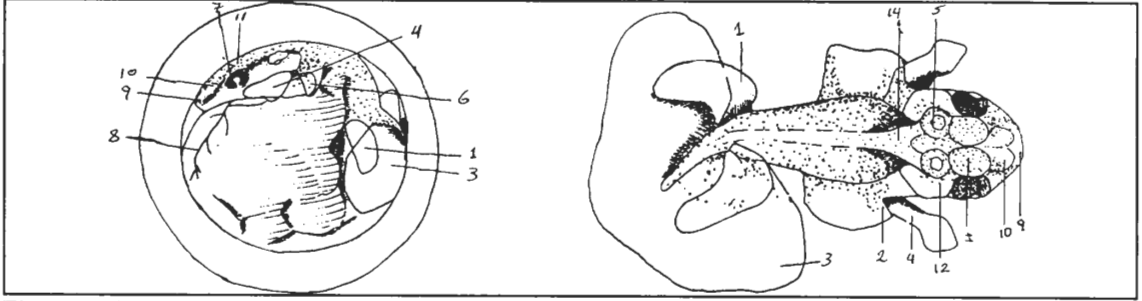


Fig. 14 10-05-1995/ 12 días/ -19

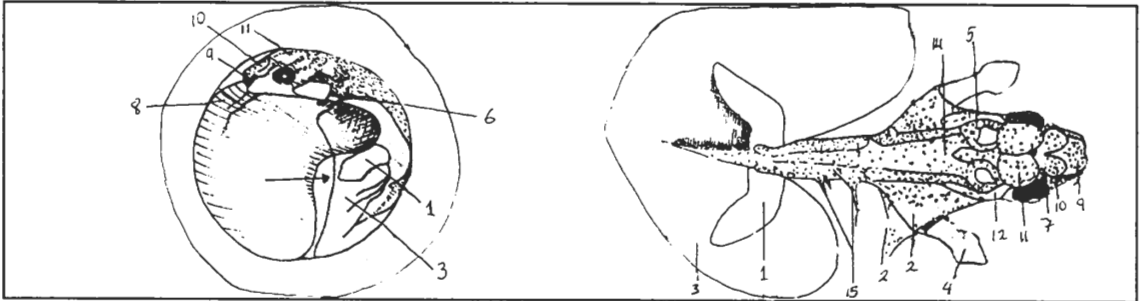


Fig. 15 11-05-1995/ 13 días/ -17

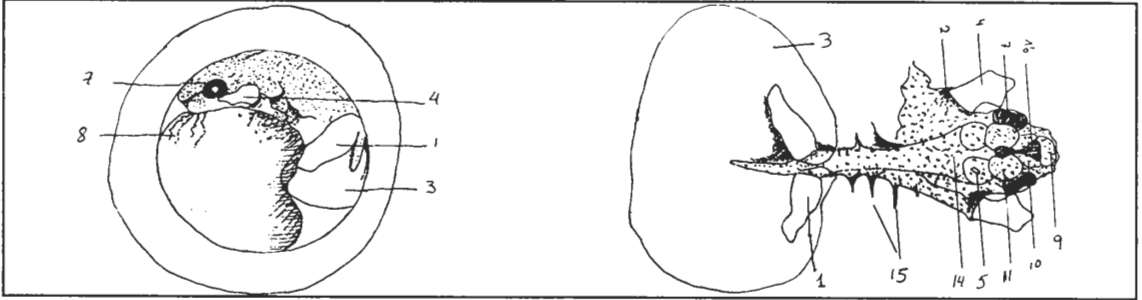


Fig. 16 12-05-1995/ 14 días/ -16

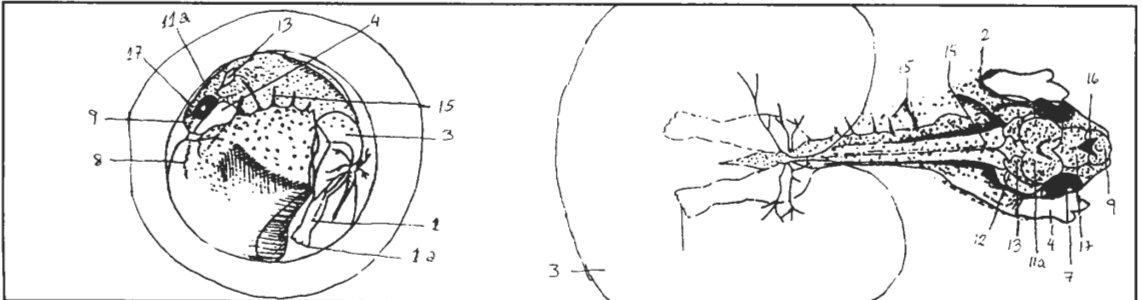


Fig. 17 13-05-1995/ 15 días/ -15



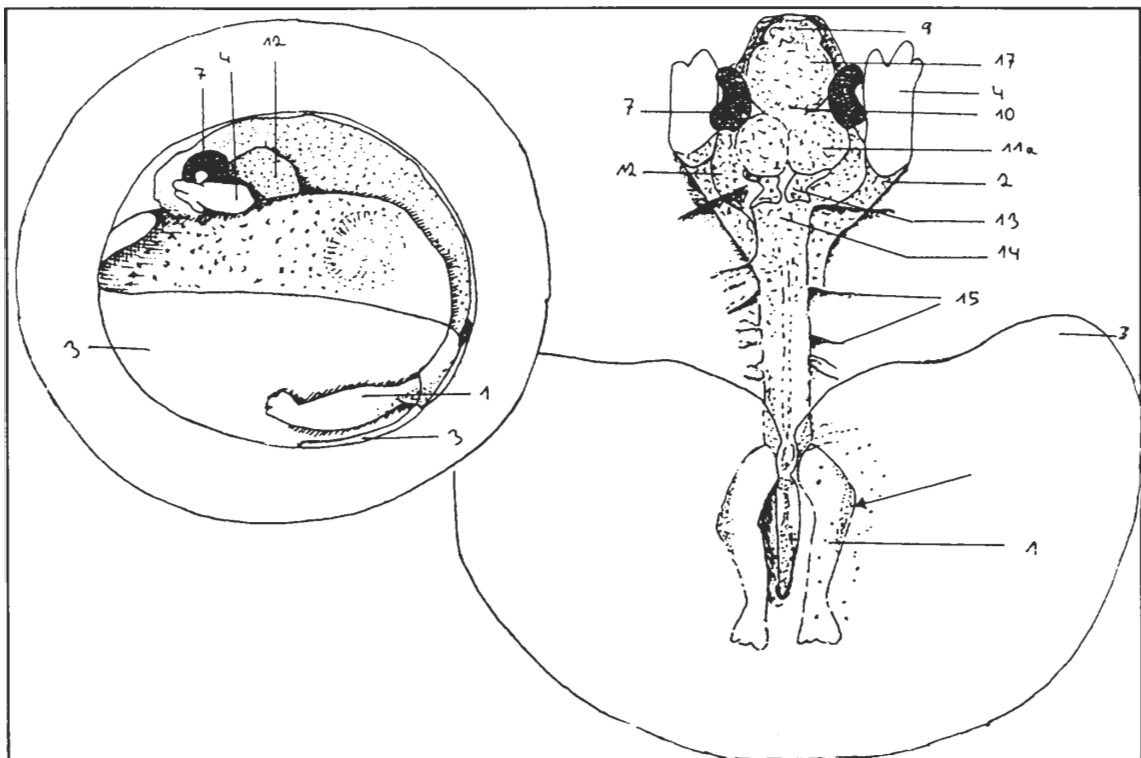


Fig. 18 14-05-1995/16 días/-14

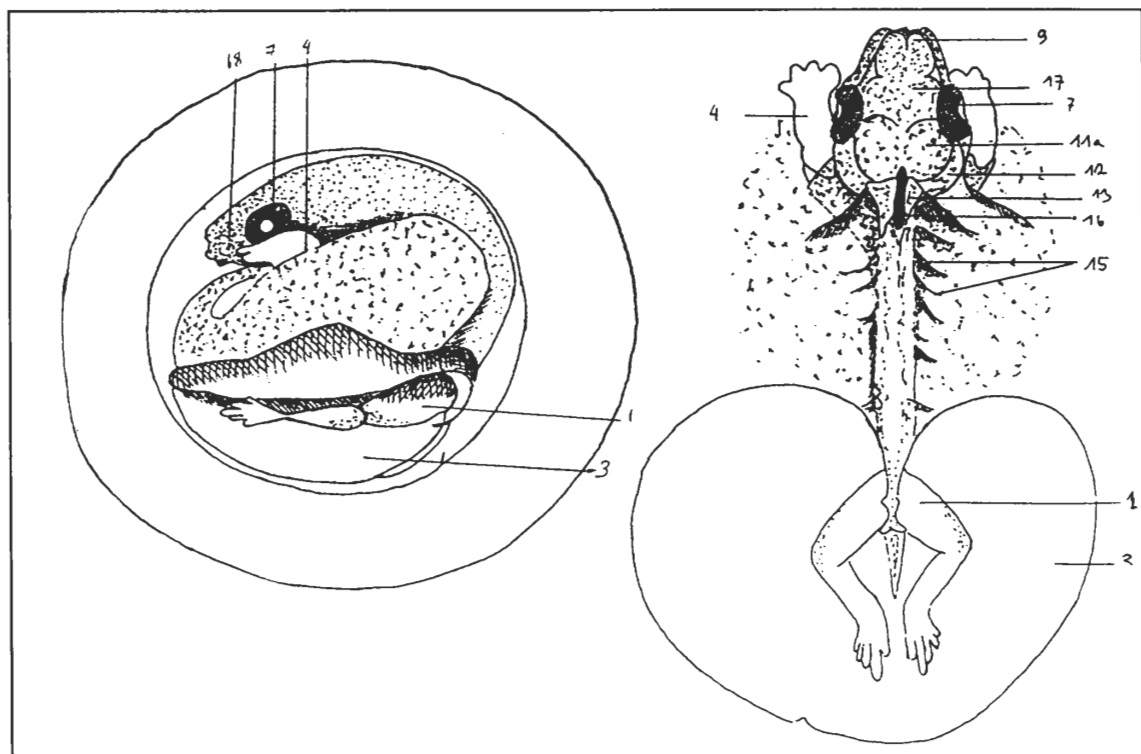


Fig. 19 15-05-1995/17 días/-13

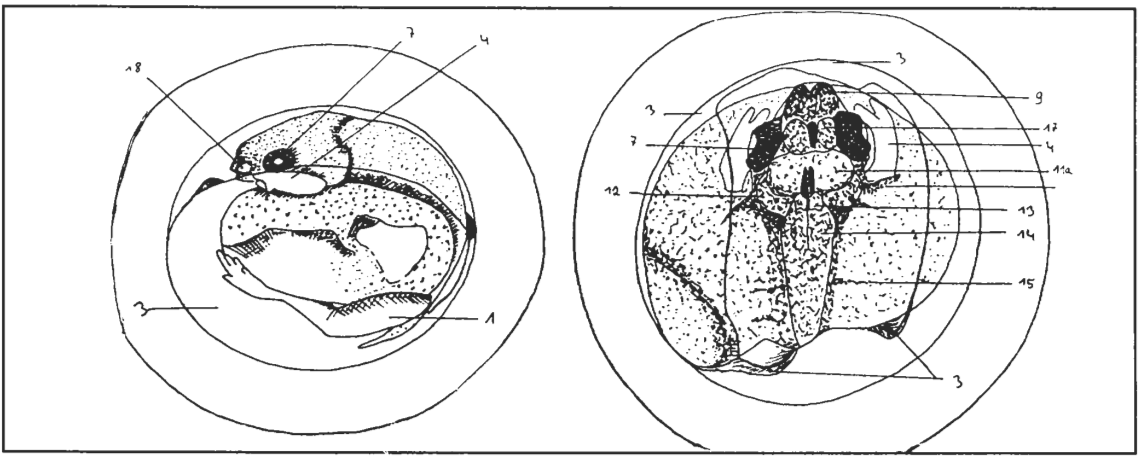


Fig. 20 16-05-1995/ 18 días/ -12

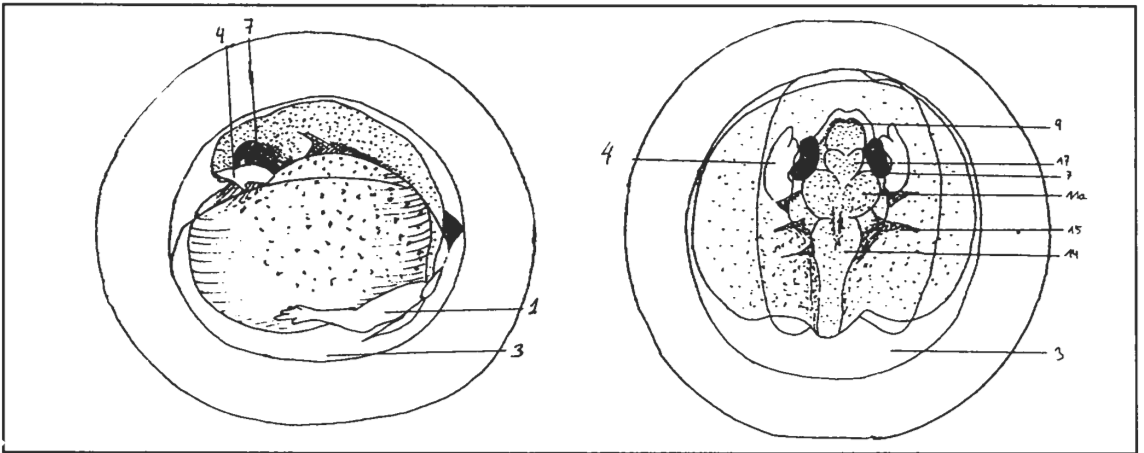


Fig. 21 17-05-1995/ 19 días/ -11

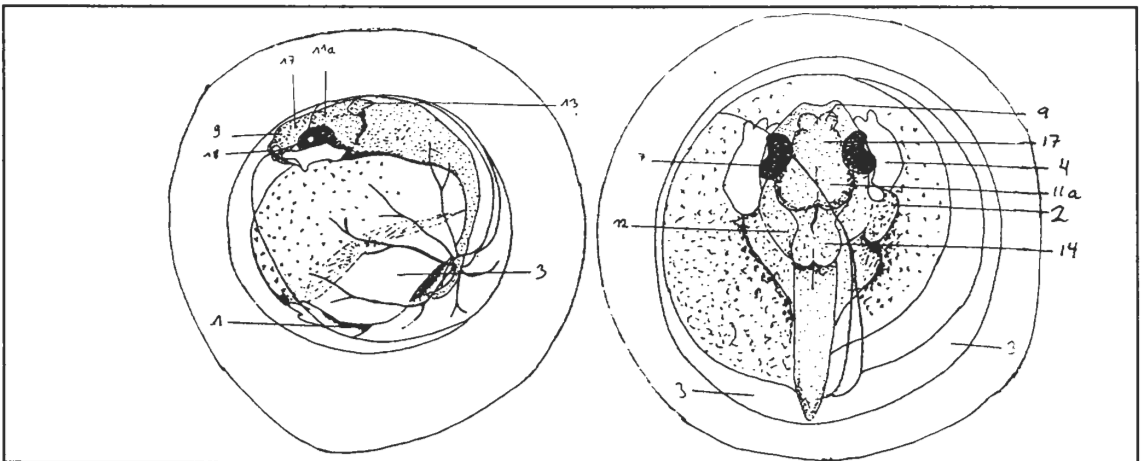


Fig. 22 19-05-1995/ 21 días/ -9

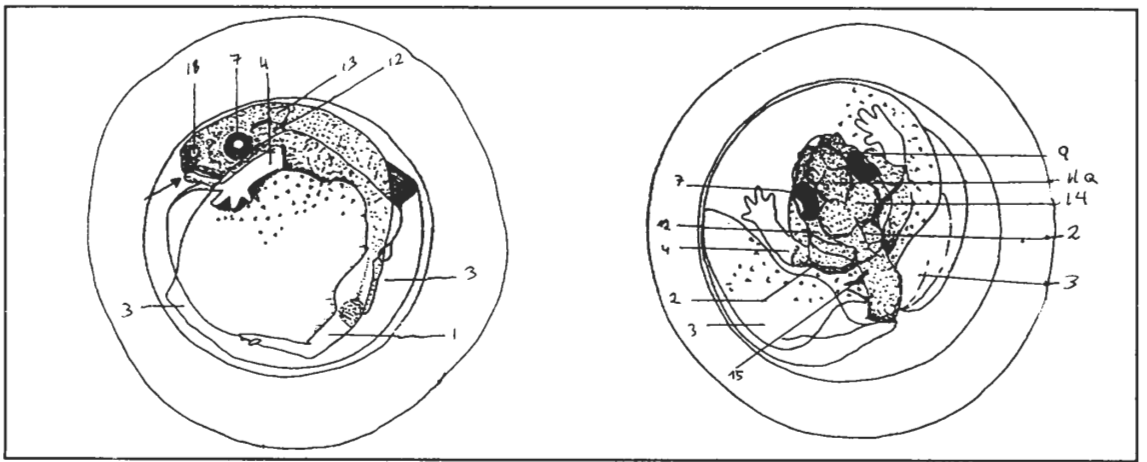


Fig. 23 20-05-1995/22 días/ -8

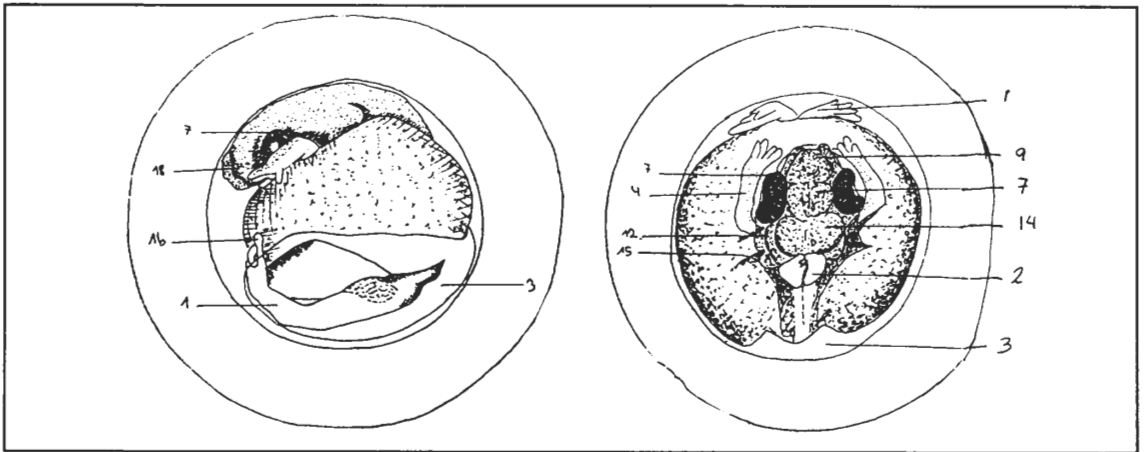


Fig. 24 18-05-1995/20 días/ -10

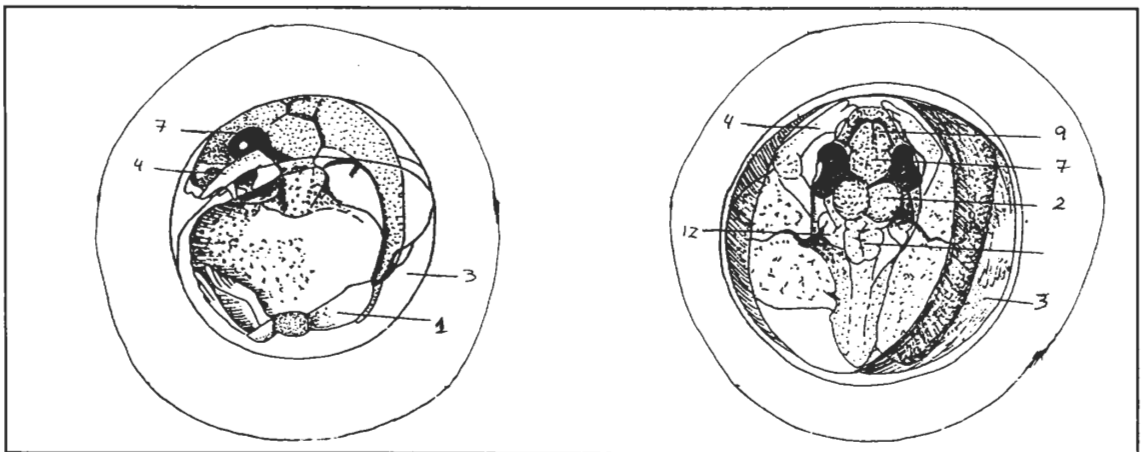


Fig. 25 21-05-1995/23 días/ -7

En el labio superior se encuentra una estructura que es única en el género *Eleutherodactylus*, el diente córneo (19). Esta estructura pequeña es efectiva cortando la cápsula del huevo moviendo la cabeza rápidamente (Duellman 1986). Cuando la cápsula está rota la ranita mete la cabeza por esta incisión, después pone las extremidades libre y trepa fuera del huevo (Duellman 1986).

**30. día:** La primera rana salió 30 días después de la puesta de los huevos (fig 27), y la última todavía 3 días más tarde. Saliendo de las membranas del huevo todavía tiene una pequeña aleta caudal (3), que será absorbida rápidamente. Según Gitlin (1944) el órgano después de 1-2 horas ya es muy reducido y 24 horas después de la eclosión ya casi no más visible. También menciona, que en algunos individuos esta estructura ya se reduce más temprano en el desarrollo y se queda como una masa deformada de tejido, pero no afecta ni el crecimiento, ni la diferenciación del embrión. También, todavía se encuentra el diente córneo que poco tiempo después se pierde. La panza todavía tiene mucha yema adentro y la ranita no es muy móvil en los primeros días.

Eso también es confirmado con la observación de Gardener-Lynn, que la rana de *E. nubicola* saliendo del huevo todavía casi no tiene estructuras óseas. Las vértebras se componen de cartilago y el notocordio todavía existe en este momento. El proceso siguiente de la osificación va de las vértebras anteriores a las posteriores.

## DISCUSIÓN

Aún la morfología de adultos del género *Eleutherodactylus* es básicamente la misma que en otras ranas, llegan a estas condiciones adultas por un serie de estadios embrionales altamente modificados (Gardener-Lynn).

El desarrollo directo provoca muchos cambios en la embriología y necesariamente también en aspectos de la historia natural. Aún no hay una evidencia estadística, parece sin embargo, que si hay un época restringida para la reproducción, se la encuentra en la época seca, mientras muchas otros géneros usan la época lluviosa para su reproducción. Aún esta

suposición es sólo basada en la cantidad de individuos observados en este período, podría ser, que por la técnica de construir el nido sería más apropiado si el suelo fuera húmedo y no afectado por una gran cantidad de precipitaciones violentas. Es obvio que hay cuidado parental de la hembra de *E. cruentus* y además en una forma bastante activa. Pero no se puede decir si eso sigue hasta el fin del desarrollo de la cría, como es común en *E. nubicola*, o solamente durante la primera etapa. Muy probablemente el cambio del sitio y las condiciones ambientales disminuyeron la motivación del cuidado parental de la hembra. Pero sin embargo, las hembras de *E. nubicola* de Lynn siempre regresaron a su nido después del transporte y el cambio del terreno.

La diferencia a otros grupos de Anuros con larvas acuáticas que ocurre en el desarrollo es más que todo la ausencia de estructuras típicas de un renacuajo. Así, no se desarrollan branquias, ni aberturas branquiales. No se encuentra una ventosa adhesiva ventral y tampoco las partes bucales típicas con disco y rayas de denticulos, sino ya más bien la forma adulta del hocico. También falta el sistema de la línea lateral, una estructura importante para la vida acuática.

En el otro lado se encuentran estructuras típicas y adaptadas en el desarrollo terrestre. Así la aleta caudal sirve como un órgano respiratorio, el desarrollo de ambos pares de extremidades ocurre casi simultáneo, y existe un diente córneo para abrir la cápsula del huevo.

El fenómeno de la rotación también es único en este género. Aún, Gitlin (1944) lo observó en *E. portoricensis* ya 1.5 días después de la fertilización hasta cinco días más tarde, en *E. cruentus* ocurre este efecto entre el sétimo y el noveno día. La diferencia puede ser relacionada con la duración del desarrollo de 10 días más largo en *E. cruentus*. Gardener-Lynn no mencionó el efecto de la rotación en sus observaciones de *E. nubicola*. Según Gitlin (1944) todavía no se conoce el mecanismo de la rotación y no se encontró cilios como un impulso posible. La rotación variable entre masas y huevos en respecto de dirección y velocidad, pero siempre igual en el mismo huevo en particular hasta el momento cuando desaparece. Eso es el caso cuando la cola ya tiene fricción con la membrana del huevo. Pero Gitlin (1944) también menciona que la rotación depende del estado de desarrollo y las condiciones en las cuales se encuentra el huevo.

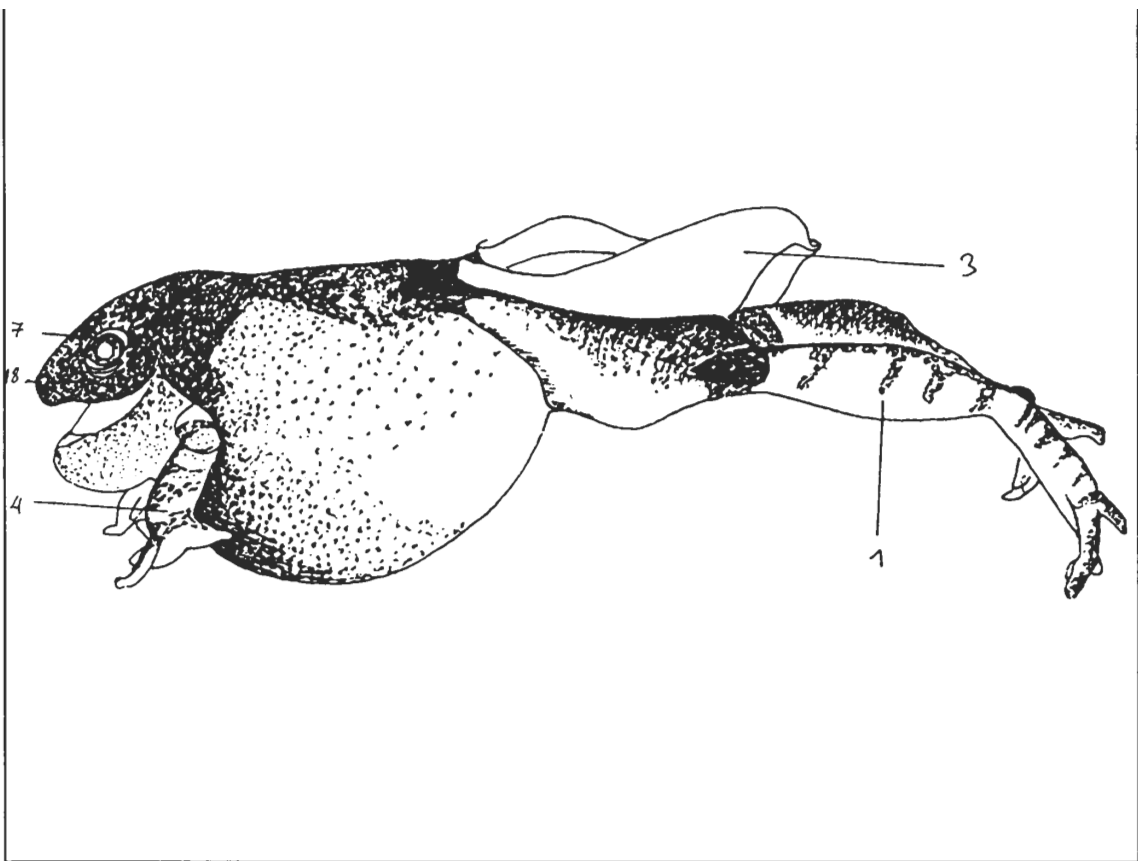


Fig. 27 24-05-1995/26 días/-4

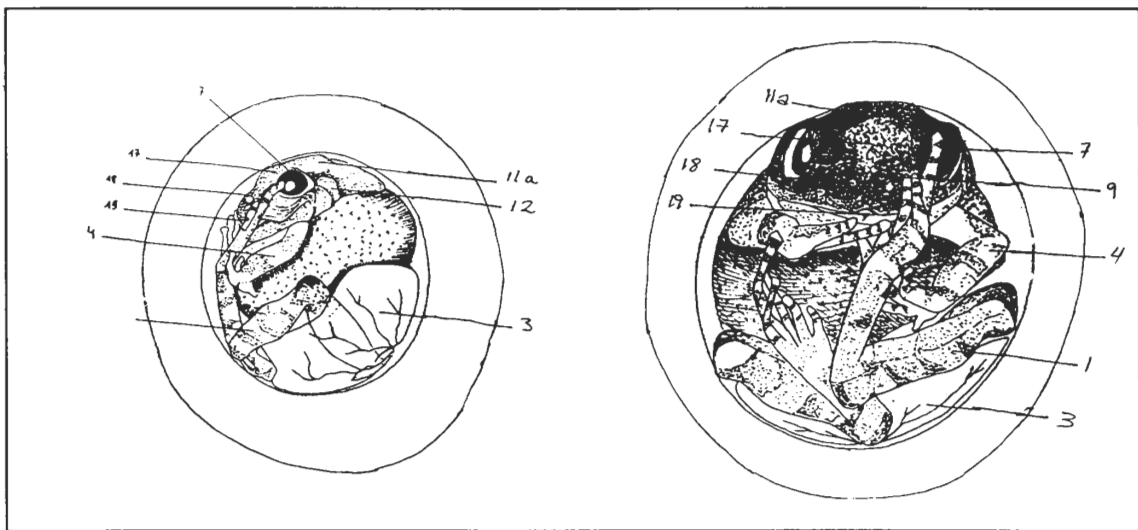


Fig. 26 28-05-1995/30 días/0

Éste mismo autor observó que estados más viejos todavía tienen la capacidad potencial de rotación, pero no se la encuentra por la fricción.

La duración larga de 30 hasta 33 días de desarrollo comparable con los 26 días de *E. nubicola* de Gardener-Lynn puede estar relacionado con una temperatura relativamente baja de las zonas más altas donde se encontraron ambas especies. Según Gardener-Lynn, *E. nubicola* vive en alturas de 1000 hasta 2000 m en Jamaica. La cría de *E. cruentus* que se investigó aquí se originó de una altitud entre 850 y 900 m. Pero dentro del género se encuentra también otros casos de períodos mucho más cortos, como por ejemplo *E. portoricensis* con 17,5 hasta 19,5 días (Gitlin 1944), o *E. martinicensis* con 10 hasta 11 días (Lynn según Bavay).

Finalmente hay que mencionar, que la descripción del desarrollo de las estructuras en particular, más que todo el cerebro es hecha con base en comparaciones con los trabajos de Gitlin y Gardener-Lynn. Ambos usaron varias técnicas de cortes y preservaciones especiales para reconocer estructuras internas, que en el marco de este trabajo no se pudo realizar. Por eso sería muy válido a confirmar la información con base en cortes del material con que se realizó esta investigación.

## RESUMEN

1. La hembra de *E. cruentus* pone una masa de huevos en un nido de tierra y muestra una forma de cuidado parental bien marcada.
2. Los huevos son grandes y no pigmentados y poseen el desarrollo directo.
3. La segmentación es holoblástica y desigual, aún existe una gran cantidad de yema.
4. No se encontraron branquias en ningún estadio de desarrollo.
5. No aparecen estructuras típicas de larvas acuáticas, como un ventosa adhesiva, un disco bucal con dentículos o el órgano de línea lateral.
6. Los pares de las extremidades aparecen con solo poca diferencia y se desarrollan simultáneamente.
7. La respiración ocurre por la piel y la aleta caudal membranosa y bien vascularizada.
8. Se encuentra rotación del embrión entre el séptimo y noveno día del desarrollo.
9. El desarrollo de *E. cruentus* dura en total entre 30 y 33 días.

DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. 1986. *Biologie of Amphibians*. Baltimore and London. 670 pp.

DUELLMAN, W.E. 1992. *Reproductive Strategies of Frogs*. Scientific American. July 1992. pp 80-87

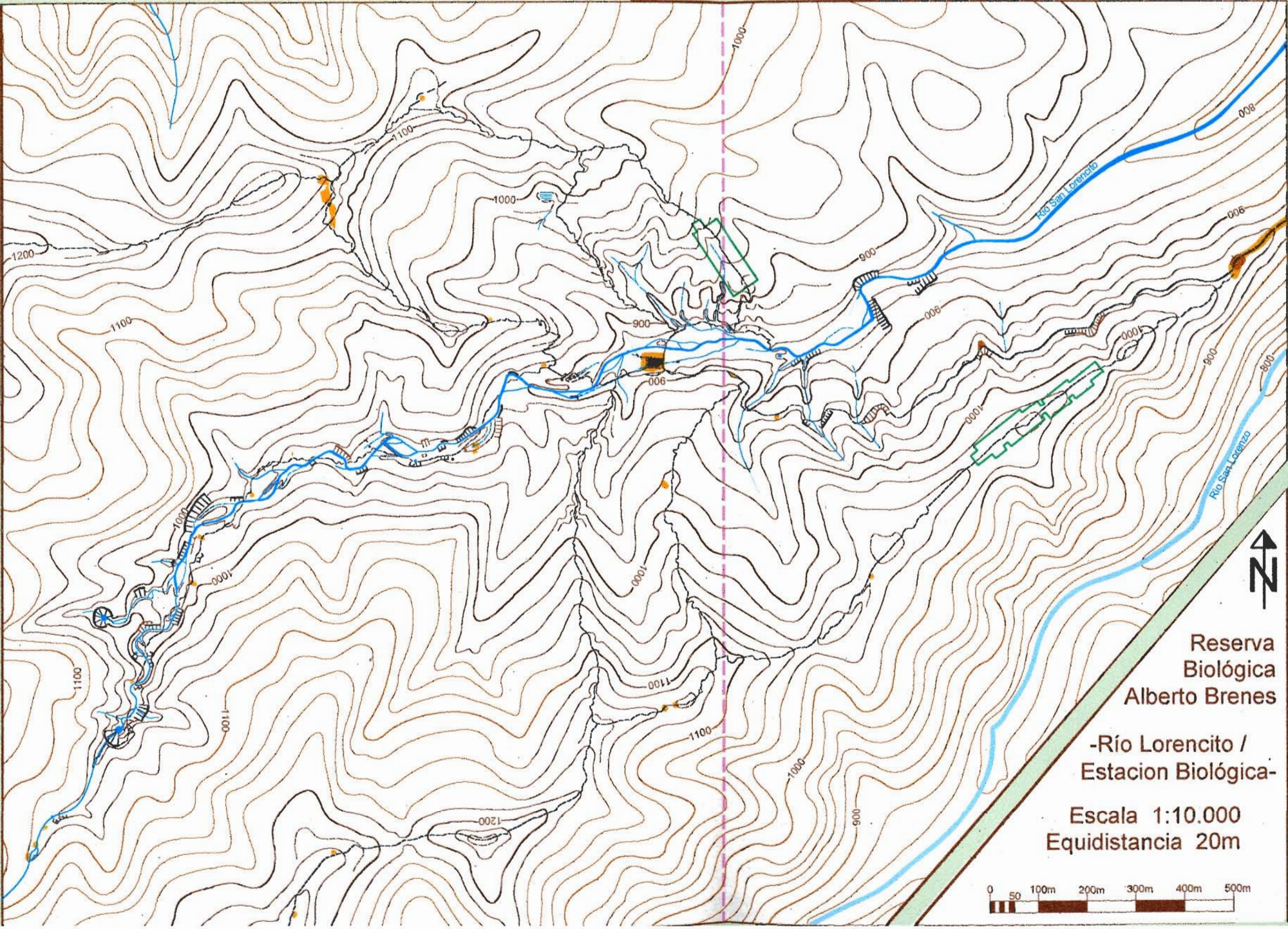
GITLIN, D. 1944. The development of *Eleutherodactylus portoricensis*. Copeia. June 1944. no.2. pp 91-98

GARDENER-LYNN, W.G (año no conocido). *The Embryology of Eleutherodactylus nubicola*, an Anuran which has no tadpole stage. Contributions to Embryologia. No. 190 pp. 29-59

ROMER, A.S., PARSONS, T.S. 1981. *Anatomía comparada*. México. 5 Edición. pp. 306-361.

## Lista de índices:

- A : polo animal
- B : polo vegetal
- 1 : extremidades posteriores
- 1a : diferenciación de dedos
- 1b : formación de discos
- 2 : pliegue de piel como rudimento del opérculo
- 3 : aleta caudal
- 4 : extremidades anteriores
- 5 : metencephalon
- 6 : corazón
- 7 : copas ópticas
- 7a : formación del cristalino
- 7b : fondo pigmentado
- 8 : venas ramificadas
- 9 : telencephalon
- 10 : diencephalon
- 11 : mesencephalon
- 11a : lóbulos ópticos
- 12 : vesículas auditivas
- 13 : ganglios nerviosos
- 14 : médula oblongata
- 15 : prolongaciones dérmicas
- 16 : simfisis cefálica
- 17 : hemisferios cerebrales
- 18 : abertura externa de la nariz
- 19 : diente corneo



Reserva  
Biológica  
Alberto Brenes

-Río Lorencito /  
Estacion Biológica-

Escala 1:10.000  
Equidistancia 20m

