

Artículos

Estimación de edad en sapos y ranas

Silvia Inés Quinzio*

* IBIGEO-CONICET, Museo de Ciencias Naturales -UNSa

Los Anfibios Anuros, comúnmente conocidos como sapos, ranas y escuerzos, representan un grupo de vertebrados terrestres muy exitosos en cuanto a su diversificación a escala mundial con más de 6000 especies distribuidas en todos los continentes con excepción de la Antártida. Entre las características distintivas de estos animales podemos mencionar su ciclo de vida ya que la mayoría de las especies presentan un ciclo de vida bifásico con una fase larval acuática y una fase adulta, en general terrestre. Son además, animales ectotermos, esto quiere decir que su temperatura corporal depende de las fuentes de calor externas, este sistema de regulación de la temperatura corporal funciona además como un sistema de regulación del ritmo metabólico. La aclimatización es el mecanismo a través del cual los organismos ectotermos modifican la velocidad de los procesos fisiológicos (metabolismo) como respuesta a cambios en la temperatura ambiente. Dado que el desarrollo de estos procesos requiere el consumo de oxígeno, los organismos lo regulan variando a su vez la velocidad del proceso respiratorio (Fanjul y Hiriart, 2008). Las características mencionadas hacen prácticamente incompatible el desarrollo de estos organismos en climas extremos mientras que en climas templados y cálidos son extremadamente abundantes y diversos.

En climas templados y cálidos con marcada estacionalidad con inviernos y veranos que en general se relacionan con las estaciones secas y lluviosas respectivamente, el ciclo de vida de los anuros está principalmente supeditado a las lluvias estivales. El verano representa para estos organismos la estación en la cual ocurren principalmente los eventos reproductivos ya que en ésta confluyen temperaturas y lluvias óptimas, condiciones que permiten la formación de charcos de cría y la proliferación de otros organismos que componen su dieta (insectos acuáticos, otras larvas de anuros). Estas condiciones en el ambiente regulan, de manera más o menos directa, el comportamiento de estos organismos y su ritmo metabólico y por lo tanto el ritmo al cual crecen.

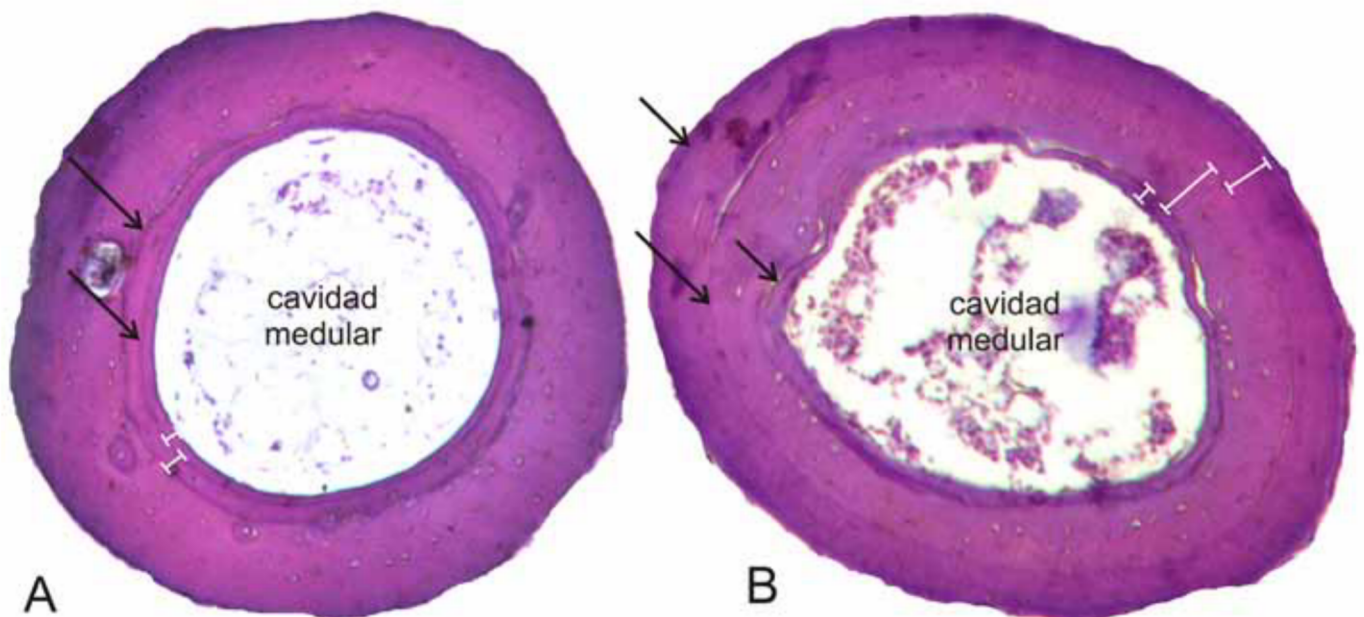


Figura 1: Secciones transversales de la falange terminal del dedo 4 de dos especies de anuros. A. *Pseudis paradoxa*, macho adulto con dos anillos de crecimiento. B. *Chacophrys pierottii*, hembra adulta con 3 anillos de crecimiento. Es notable la diferencia en el ancho de los distintos anillos. El recuento de los anillos se hace desde el centro hacia la periferia, esto quiere decir que los anillos externos son los más recientes.

El ritmo metabólico y de crecimiento en la mayoría de los anuros muestran marcada estacionalidad en relación a la variación en las condiciones del medio, fluctúan entre períodos de intensa actividad metabólica que genera mucho crecimiento corporal cuando las condiciones ambientales son óptimas. Por el contrario, al disminuir las precipitaciones, con temperaturas más bajas y una menor disponibilidad de sitios para alimentarse, los sapos y ranas entran en un período de letargo con un crecimiento prácticamente nulo. El crecimiento estacional afecta todos los tejidos del organismo, pero particularmente en el tejido óseo en donde la alternancia entre los períodos de crecimiento activo e inactivo se evidencia en los huesos largos del cuerpo (como las falanges que forman los dedos, fémur que forma el muslo o tibia-fíbula que forman la pierna). Dado que los huesos largos presentan una cavidad medular, la alternancia entre los períodos de crecimiento activo e inactivo se observa como anillos concéntricos a ésta cavidad de distinto grosor separados entre sí por una delgada línea; los anillos más anchos evidencian crecimiento activo en donde hay deposición de tejido óseo mientras que las delgadas líneas que separan uno de otro marcan la detención de éste crecimiento (Fig. 1). Una analogía de este evento puede observarse también en los árboles en los cuales si hacemos un corte transversal en el tronco podemos contar la cantidad de eventos de crecimiento del mismo (Cuadro 1).

La técnica de esqueletocronología (Kleinenberg y Smirina, 1969) es una técnica histológica a través de la cual en cortes transversales muy delgados de huesos largos podemos diferenciar períodos de crecimiento activo de aquellos donde el proceso de crecimiento es muy lento. A través del recuento de los anillos de crecimiento se estima la edad

DENDROCRONOLOGÍA, DETERMINACIÓN DE EDAD EN ÁRBOLES

De la misma manera que el tejido óseo de los animales muestra un crecimiento anual cíclico en función de las condiciones climáticas externas, el tejido leñoso (es decir el que forma el tronco) de las especies vegetales arbóreas también presenta éste comportamiento y la técnica desarrollada para el estudio de este crecimiento se denomina "dendrocronología" (del latín *dendro*, árbol; *crono*, tiempo; *logia*, estudio).

La estimación de edad de las especies leñosas sigue el mismo principio que la técnica de esqueletocronología basándose en el patrón de crecimiento de los anillos del tejido leñoso y en el recuento directo de éstos anillos. Se utilizan rodajas completas del leño o se puede extraer mediante un taladro lo que se denomina un testigo o tarugo. Los estudios de dendrocronología permiten además analizar patrones espaciales y temporales de procesos biológicos ya que el ancho de los anillos brinda información acerca de la respuesta en crecimiento de los árboles a una o más variables ambientales (gran cantidad de precipitaciones, variación en las temperaturas, etc.). En la actualidad esta técnica es utilizada para inferir características de los ambientes en tiempos geológicos pasados.



En las fotografías se comparan dos leños de dos especies diferentes con un diámetro similar para hacer comparativo el tamaño. Como se puede observar en la figura las especies muestran una marcada diferencia en el número y en el espesor de los anillos de crecimiento. Esto puede implicar: tasas de crecimiento muy lentas versus tasas de crecimiento altas; variación en las condiciones donde se desarrollan esta especies o; ambas situaciones a la vez.

de los individuos ya que se asume que cada anillo y su respectiva línea de detención de crecimiento representan un año en la vida del individuo (Fig. 1). Esta técnica ha sido utilizada para estimar los períodos de crecimiento en anuros y otros vertebrados desde hace aproximadamente 50 años.

En los anuros, para la aplicación de esta técnica se utilizan las falanges terminales de los dedos de las extremidades anteriores o posteriores. Estas muestras se obtienen a partir de material preservado en las colecciones científicas o por amputación de las mismas en individuos vivos, tomando las precauciones necesarias para que la amputación no afecte severamente al individuo en estudio. Este procedimiento ha sido indicado como una técnica efectiva y accesible en anuros y además permite en poblaciones que son censadas regularmente o en años sucesivos la identificación de individuos que ya habían sido capturados previamente (el método de amputación de falanges sigue un código numérico que permite una combinación única para cada individuo y por ende registrar a ese individuo

como una recaptura; Hero, 1989). La recaptura de individuos permite obtener datos sobre su supervivencia y sobre su tasa de crecimiento.

A continuación, y a modo de ejemplo, vamos a analizar ciertos aspectos de la biología de algunas especies de anuros que habitan el chaco salteño, a partir de la estimación de su edad en estudios previos (Fabrezi y Quinzio, 2008) y de la información biológica que este dato nos brinda.

La rana acuática *Pseudis paradoxa* y los escuerzos *Chacophrys pierottii*, *Ceratophrys cranwelli*, *Lepidobatrachus laevis* y *Lepidobatrachus llanensis* representan cinco especies de anuros que comparten los mismos charcos de cría y de alimentación en el chaco salteño (Fabrezi, 2011 Temas). De una muestra al azar de 2 individuos adultos por especie (para su elección se consideraron caracteres sexuales secundarios diferenciados) se obtuvieron los resultados graficados en la figura 2. A partir de estos vemos que hay clases etarias representadas para algunas especies y para otras no.

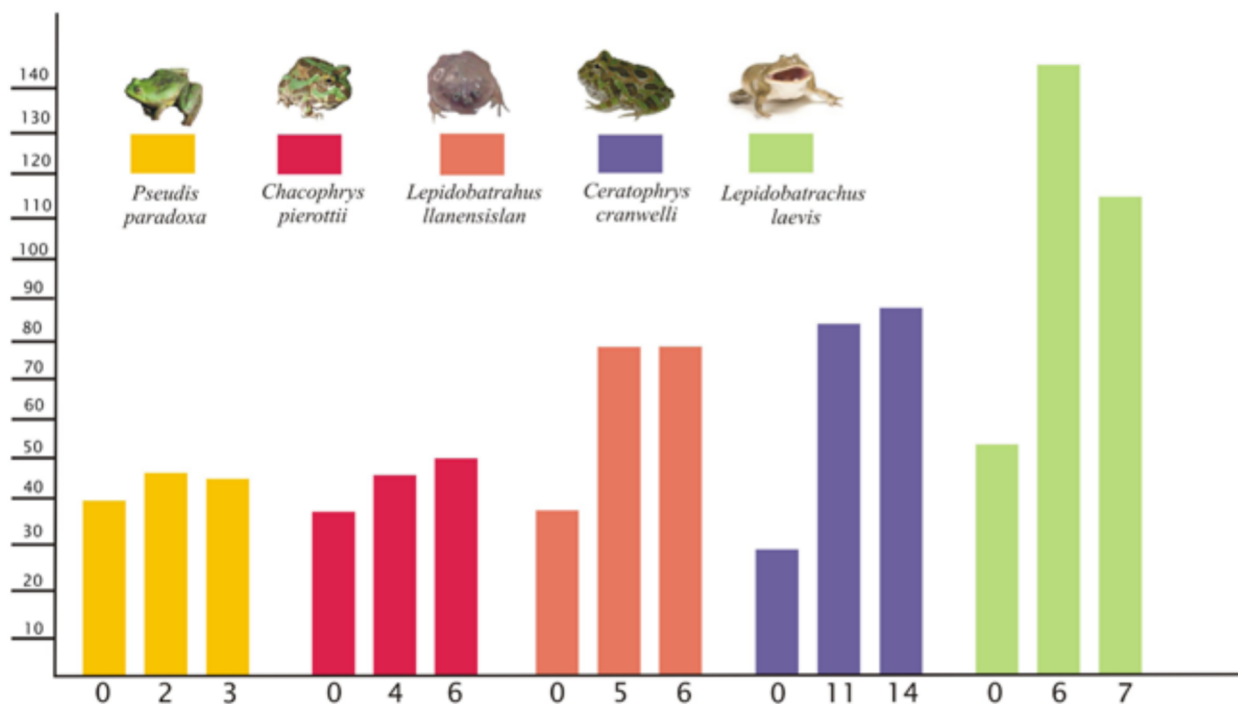


Figura 2: Estimación de edad (en número de anillos de crecimiento) y tamaño asociado (en milímetros) en diferentes especies de anuros que habitan charcos del chaco salteño. En el gráfico se observa como a partir de una muestra al azar de individuos existen diferencias en las clases etarias representadas y variación intraespecífica e interespecífica de los tamaños adultos.

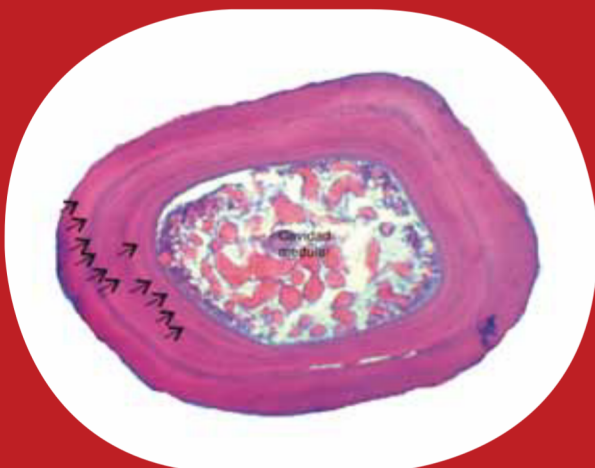
EL SAPO MÁS VIEJO DEL MUNDO

Entre los numerosos estudios de esqueletocronología realizados en anuros de todo el mundo, se ha descrito que el sapo común europeo (*Bufo bufo*) es el más longevo con 36 y hasta 40 anillos de crecimiento (Hemelaar, 1986). Esta especie presenta amplia distribución en Europa, principalmente en bosques de coníferas y como todas las especies de climas templados son activos y se reproducen en los meses de primavera y verano e hibernan durante los meses fríos. A diferencia de los anuros de ambientes con una marcada estación seca en donde los sitios de cría no están disponibles durante todo el año, esta especie pone sus huevos en lagos, estanques, grandes charcos y arroyos permanentes con agua relativamente clara, sin embargo son las temperaturas extremas del invierno las que impiden su actividad (<http://amphibiaweb.org/>).



U.S. Geological Survey. [2013]

Si bien en las especies analizadas no se han descrito especímenes con más de 14 anillos de crecimiento seguramente el estudio de un mayor número de individuos con un mayor rango de tamaños corporales o el análisis de especies que habitan otros ambientes y con diferentes rasgos de su biología revelará la existencia de especímenes más viejos y/o de especies más longevas. Aún así, comparando los datos aquí obtenidos con otros de la literatura, *Ceratophrys cranwelli* con catorce anillos de crecimiento puede considerarse una especie longeva.



Sección transversal de la falange del dedo 4 de *Ceratophrys cranwelli* con 11 anillos de crecimiento



Ceratophrys cranwelli nuestra especie más longeva

Estos datos en una primera aproximación nos permiten interpretar la siguiente información biológica: 1) las especies presentan diferente longevidad, es decir que hay especies que viven menos años como *Pseudis paradoxa*, en donde solo encontramos clases etarias de 2 y 3 años (o ciclos), mientras otras son mucho más longevas con 11 o 14 anillos de crecimiento como es el caso de *Ceratophrys cranwelli*; 2) Las diferentes especies presentan diferentes tamaños en estadios adultos (la más pequeña representada por *Chacophrys peirotii* y la más grande por *Lepidobatrachus laevis*). Esta variación interespecífica de los tamaños adultos está sin duda dada por la variación no solo en la longevidad (si viven más, crecen durante más tiempo) si no también por tasas de crecimiento diferentes ya que los especímenes más viejos en edad no son los más grandes en tamaño; 3) Las tasas de crecimiento varían en una especie a lo largo de su ciclo de vida, es decir que las tasas de crecimiento muestran variación ontogenética (Fabrezi 2010, Tópicos). Por ejemplo la rana *Pseudis paradoxa* tiene un desarrollo larval que dura aproximadamente 6 meses, durante éste largo período el renacuajo crece y alcanza gran tamaño al finalizar la metamorfosis, que sin embargo es menor que el que alcanzaría si creciera a la misma velocidad que el renacuajo de las otras especies. Un aspecto interesante para destacar es en el caso de *Pseudis paradoxa* donde la comparación entre el tamaño corporal del espécimen metamórfico y los adultos de 2 y 3 años muestra que no hay una diferencia significativa de tamaño aun cuando han transcurrido al menos 2 períodos de crecimiento. Esto indica tasas de crecimiento postmeta-

mórfico muy bajas; y 4) El tamaño no siempre es indicador de la edad. En algunas especies de anuros se ha generalizado que especímenes de mayor tamaño son más grandes en edad (por ejemplo, Keltsch *et al.*, 2001), sin embargo el tamaño no siempre es un parámetro que pueda utilizarse para indicar edad (mayor tamaño, mayor edad). Como se observa en el gráfico hay especies en las cuales especímenes de menor tamaño presentan una mayor cantidad de anillos de crecimiento como ocurre en *Pseudis paradoxa* y en *Lepidobatrachus laevis*.

Si bien esta muestra de individuos es muy pequeña y estudios más completos con una mayor cantidad de especímenes y de tamaños son necesarios para corroborar las interpretaciones anteriores, vemos que determinar la edad de un individuo no solo nos permite inferir su longevidad. En una muestra amplia, los datos esqueletocronológicos nos permiten reconocer a que edad aparecen los caracteres sexuales secundarios, cuando los individuos dejan de ser reproductores, si hay diferencias en la alimentación en relación con la edad, etc. Toda esta información es de suma importancia al momento de analizar y comparar la biología de las especies con el objeto de interpretar la evolución de sus ciclos de vida.

La capacidad de los anuros para regular estacionalmente su ritmo metabólico permite la constancia de los procesos fisiológicos (homeocinesis) en relación a los cambios en la temperatura corporal. Aún cuando estos cambios son regulados en parte por componentes ambientales ocurren siempre dentro de límites establecidos genéticamente.

Literatura citada y lecturas recomendadas

Fabrezi, M. 2010. *Ontogenia y Filogenia. Tópicos sobre la Evolución*. EUNSA, Universidad Nacional de Salta.

Fabrezi, M. 2011. *Ciclos de vida en ranas del gran chaco*. Temas de Biología y Geología del NOA. Vol.1, N° 2.

Fabrezi M, Quinzio S. 2008. Morphological evolution in Ceratophryinae frogs (Anura, Neobatrachia): the effects of heterochronic changes during larval development and metamorphosis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154: 752–780.

Fanjul, ML, Hiriart, M. 2008. *Biología Funcional de los Animales I*. Fanjul y Hiriart (editoras). 2da Edición. México: Siglo XX.

Hero, J. M. 1989. A simple code for toe clipping anurans. *Herpetological Review* 20: 66-67. <http://amphibiaweb.org/species/127>

Keltsch, M., A.L. Martino y U. Sinsch. 20001. Estructura de edad y patrones de crecimiento en especies diploides y tetraploides del genero *Odontophrynus* (Anura: Leptodactylidae). Libro de resúmenes del IV Congreso Argentino de Herpetología.

Kleinenberg S.E. and E.M. Smirina. 1969. A contribution to the method of age determination in Amphibians. *Zoologicheskyy Zhurnal* 48: 1090-1094.S