

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ALGUNOS ASPECTOS REPRODUCTIVOS Y ECOLÓGICOS, CON LA
DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE HUEVO Y LARVA, DEL SAPO
Ollotis aucoinae (BUFONIDAE) EN UN SITIO REPRODUCTIVO.

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Biología para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Biología

Susy Segura Solís

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2007

DEDICATORIA

A mi amigo de siempre, es para voz Guille.

EN MEMORIA DE
Guillermo Marín Cruz
1968 - 2000

AGRADECIMIENTOS:

Federico Bolaños mi profesor tutor por haberme brindado su apoyo, sus ideas, su conocimiento, su experiencia, que permitieron una investigación estructurada, por todo el tiempo que invirtió en mí, su paciencia y por su invaluable sabiduría con la estadística no me cabe duda que sin él nunca hubiera terminado esta tesis.

Profesores del comité por sus críticas, sus revisiones, su tiempo, sus sugerencias certeras en esta investigación, particularmente a Jose Manuel Mora por todo lo que aprendí de él, por compartir conmigo sus ideas y porque siempre me dio más, me dio su amistad.

Mi esposo Mauricio Vega, a mis amigos José Manuel Mora, Guillermo Marín y Carlos Ugalde, a mi mamá Marianela Solís: quienes hicieron de asistentes y me ayudaron, se mojaron y trasnocharon conmigo durante el arduo trabajo de campo.

Danny Zamora su habilidad hizo la diferencia y plasmó el arte y la precisión científica en los dibujos de los renacuajos.

Mis compañeros del ICE por su apoyo y paciencia y al ICE por el valioso tiempo que me ha permitido invertir.

Mis profesores de la Escuela de Biología por el conocimiento adquirido en tantos años de estudio y prácticas.

Gerardo Chaves por su colaboración y la inclusión de los especímenes en los catálogos del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica y por los buenos momentos que pasamos.

Daniel Briceño colaboró en la digitalización de las fotografías de los huevos y renacuajos.

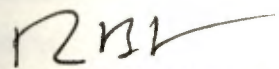
Claudio Barrantes quien fue el director de las instalaciones de la Universidad de Costa Rica en Golfito durante el período de trabajo de campo.

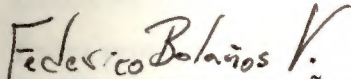
Escuela de Biología por el apoyo logístico ya que una parte del trabajo de campo se realizó durante los cursos de Biología de Campo. Y Directores del posgrado por la oportunidad de concluir esta etapa de mi vida.


Instituto Meteorológico Nacional por la información suministrada.

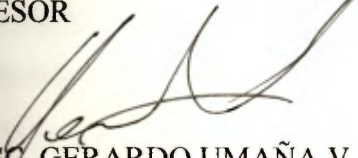
A la Universidad de Costa Rica, mi *Alma Mater*, por tantos años vividos.

“Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Biología.”


DR. RAMIRO BARRANTES L.
REPRESENTANTE DEL DECANO
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO


M.SC. FEDERICO BOLAÑOS V.
DIRECTOR DE TESIS


DR. JOSÉ MANUEL MORA B.
ASESOR


M.SC. GERARDO UMAÑA V.
ASESOR


M.SC. DANIEL BRICEÑO
REPRESENTANTE DEL DIRECTOR
PROGRAMA DE POSGRADO EN BIOLOGÍA


SUSY SEGURA SOLÍS
CANDIDATA

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	ii
APROBACIÓN.....	iv
PREFACIO.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
Época reproductiva, distribución de machos y estructura poblacional en un sitio reproductivo del sapo <i>Ollotis aucoinae</i> (Bufonidae).....	1
Resumen.....	1
Key words.....	1
METODOLOGÍA.....	4
RESULTADOS.....	5
DISCUSIÓN.....	7
AGRADECIMIENTOS.....	11
REFERENCIAS.....	11
Etapas del desarrollo de huevo y larva del sapo <i>Ollotis aucoinae</i> (Bufonidae) con la descripción de la larva.....	21
Resumen.....	21
Key words.....	21
METODOLOGÍA.....	23
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	26
Clave para los renacuajos de las especies de sapos costarricenses.....	30
AGRADECIMIENTOS.....	31
REFERENCIAS.....	31

PREFACIO

Con las nuevas técnicas genéticas, la taxonomía de anfibios, al igual que la de otros grupos, ha sufrido cambios, a pesar de que algunos autores critican las nuevas clasificaciones (Wiens 2007) como las propuestas por Frost y colaboradores (2006 a, b), en este trabajo se reconoce a la especie en estudio en el género *Ollotis*. La especie se distribuye aproximadamente en el área faunística Suroeste propuesta por Savage (2002); Mendelson III y otros (1999) mencionan más específicamente que habita en zonas de bosques lluviosos entre 20-1100 msnm.

Las larvas de los anuros son poco conocidas, sobre todo de aquellas especies que como *O. aucoinae* se reproducen en ambientes lóticos, esta especie pertenece al grupo de *Ollotis vallicepts*, de las ocho especies del grupo hay tres descritas, una no tiene espécimen depositado en un museo, tres no se han descrito y otra ni siquiera se ha recolectado (Mendelson III *et al.* 1999, O'Neill y Mendelson III 2004). Adicionalmente para los *Bufo (sensu lato)* de Costa Rica y con esta investigación, solo faltaría por describir el de *Ollotis melanochlora*.

Lo anterior reafirma la importancia de esta tesis, que brinda como uno de sus aportes la descripción del renacuajo de la especie. Además, la carencia de información ecológica es otra razón para realizar esta investigación, donde se analiza la época reproductiva de la especie, la proporción de sexos, que tamaño tienen los adultos y 26 de los 46 estadios de la larva, además se dan descripciones morfológicas detalladas de varios estadios, se brinda alguna información sobre los huevos, las nidadas y el comportamiento de las larvas. También se comparan las observaciones y recapturas de los machos marcados, cuanto crecen, si se mueven y cuanto se mueven en el sitio reproductivo, como se distribuyen a lo largo del río tanto los machos adultos como las larvas y si esa distribución está relacionada con características físicas como profundidad del agua, velocidad de la corriente, presencia de playones y paredones o con la cobertura vegetal.

La investigación se realizó en el Río Cañaza, Golfito, Puntarenas, Costa Rica; en cuatro momentos: enero de 1995, tres días al mes durante todos los meses del año 1997 y de 1998

(excepto marzo) y en enero de 1999. El sitio se localiza en las coordenadas 8°40' 40" N y 83°11'28'', aguas arriba del Barrio Ureña, en una sección de 360 m de longitud sobre el río dividida cada 10 m, resultando un total de 36 sectores. Cinco de estos se ubican en un tributario y del 1-31 están ubicados en el cauce principal, comenzando con el número uno en el sector más aguas arriba del sitio de muestreo. En cada sector se midieron características físicas como velocidad y profundidad del agua, presencia de playones o paredones a la orilla del río y se categorizaron las condiciones de vegetación.

Se recorrieron los sectores a partir de las 19:00 hr y por aproximadamente 5 hr cuando se encontraban sapos, a cada individuo se le midió la longitud hocico –ano, el sexo y si estaba en amplexo, se marcó (con corta de dedos) y se anotó la fecha y el sector donde se encontró, para dejarlo luego ahí mismo. En los días 20-23 de enero de 1997 se realizaron mediciones de renacuajos de día y de noche, y se anotó si estaban dispersos o agrupados.

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN, estaciones Coto 47 y Golfito) suministró la información correspondiente a las características climáticas como temperatura, humedad relativa y precipitación.

Para obtener la información de las nidadas, los huevos y luego poder tener las muestras de renacuajos para la descripción, se capturó parejas de *O. aucoinae* en amplexo, que fueron colocadas en una bolsa plástica transparente grande, con sustrato de esa zona del río, agua y aire. La bolsa se dejó en el mismo sitio hasta que pusieran y fertilizaran los huevos, así se aseguró que los descendientes fueran de la especie. Se liberaron los adultos y los huevos se llevaron al laboratorio y se contó el número de huevos, que se colocaron en acuarios donde se siguió el desarrollo.

Cada doce horas se tomaron las muestras (25- 30 individuos que se preservaron en una solución de formalina al 5%) para las descripciones de los distintos estadios (Gosner 1960, Duellman y Trueb 1986), esas muestras se hicieron al azar y fueron depositadas en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica, lote catalogado UCR 19987 y paratipos UCR 19986, el individuo escogido para la descripción del renacuajo, en estadio 30, es UCR 19982.

Para la clasificación y descripción se usaron otras referencias de la morfología y morfometría externa como la usada por McDiarmid y Foster (1981), la terminología que

utiliza Altig (1970), la descripción del renacuajo de *Ollotis tutelaria* (Meldelson III *et al.* 1999) y la de *Ollotis luetkenii* (Köhler *et al.* 2000). Se fotografiaron todos los individuos (dorsal, ventral, lateral, cola, boca) con un estereoscopio con cámara digital, para realizar las mediciones en el programa de cómputo “Scion Image”.

En las especies de anuros que se agregan en sitios clave durante la época reproductiva, las hembras llegan solamente a buscar pareja y reproducirse para luego marcharse (Duellman y Trueb 1986, Pough *et al.* 1998), es por esto que en el Río Cañaza, durante la época seca y en el transcurso de esta investigación se observaron más machos que hembras (443 y 7 respectivamente), pero la cantidad es proporcional entre las cuatro épocas reproductivas estudiadas ($G=2.32$, $gl=3$, $p=0.508$). Este comportamiento reproductivo también se observa en otras especies como *Chaunus marinus* (Evans *et al.* 1996), pero es diferente en aquellas cuyos sitios reproductivos son los mismos lugares en los que viven y en las cuales no se da una explosión reproductiva, sino que es prolongada, tendiendo a relaciones de sexo 1:1 como *Oophaga granuliferus* (Bolaños 1991) también de la zona sur de Costa Rica.

Con la información generada en esta tesis no es posible decir cuánto tiempo requiere *O. aucoinae* para ser un adulto sexualmente activo, pero es posible que lo sean al pasar una época reproductiva luego de la metamorfosis, de la muestra que se siguió el desarrollo se obtuvo un individuo que llegó a la metamorfosis, con una longitud hocico-ano (LHA) de 18 mm (observación personal), por otro lado se encontraron machos de 40 mm ya sexualmente activos.

Esta afirmación se puede respaldar con lo que se ha observado en otras especies, *Ollotis valliceps* requiere aproximadamente un año para ser sexualmente maduro (Blair 1953), *C. marinus* como metamorfo mide entre 8 y 12 mm de largo, a los 6 meses ha alcanzado entre 90 y 120 mm y son sexualmente activos al pasar un año de la metamorfosis (Zug y Zug 1979). En ambientes tropicales los machos requieren de 10.79 meses (6-15 meses) y las hembras 10.99 meses (8-15) (promedio en 12 especies, Duellman y Trueb 1986) para alcanzar la madurez sexual.

Se observó crecimiento en algunos machos de *O. aucoinae*, hubo individuos que crecieron hasta 9 mm en una misma época reproductiva, dos machos crecieron 20 mm en dos épocas

reproductivas y un individuo creció 12 mm en tres épocas, pero hubo individuos que no crecieron ($F_{[3,323]}=104.56$, $p<0.001$), sobre todo de los reobservados en una misma época reproductiva. El crecimiento en los anuros puede depender de la localización geográfica y la disponibilidad de alimento, sobre todo para los renacuajos, entre otros factores y el tamaño puede estar ligado a la fidelidad a un sitio (Duellman y Trueb 1986, Pough *et al.* 1998).

Esa fidelidad está referida a los sitios de reproducción, en *Taricha rivularis* se observan individuos que regresan a las mismas partes del río donde se criaron aunque hayan transcurrido 11 años (Pough *et al.* 1998), *Epidalea calamita* guarda una fidelidad por charcos cada época reproductiva en un área de 3 km (Pough *et al.* 1998), individuos de *Lithobates silvaticus* son reobservados reproduciéndose luego de 7 años en un ámbito cercano de 250 -1000 m de los charcos donde nacieron (Berven y Grudzien 1990). En la especie estudiada la mayoría de los individuos reobservados, se encuentran en el mismo sector o en sectores cercanos, es decir que se mantienen en ámbitos menores a los que se reportan para esas especies que se consideran fieles a un sitio, ya que no excede a 10 el número de individuos que se mueven más de ocho sectores.

No se dan muchas reobservaciones en los individuos que se están reproduciendo en el río Cañaza, ya que de 765 observaciones, 420 es la cantidad de individuos que se marcaron, 105 se reobservan una sola vez. Luego hay menos individuos al aumentar la frecuencia de recapturas, hasta que la mayor cantidad de recapturas por individuo es 7, pero se da en solo 3 machos. Si bien con la información generada en este trabajo no se pueden establecer tendencias definidas, se cuenta con el dato de un macho que fue observado en 1995, se recapturó durante varias épocas y finalmente volvió a observarse en 1999, es decir a lo largo de cinco épocas reproductivas y cuando se capturó por primera vez era ya un adulto. Esa información es valiosa en tanto que se conoce poco de la longevidad en anfibios y lo que se tiene es algunos datos de animales en cautiverio, por ejemplo *Leptodactylus pentadactylus* ha vivido 15 años, *Dendrobates auratus* 8 y *Lithobates catesbeianus* 16 (Bowler 1977), por otro lado *Hypsiboas rosenbergi* puede vivir 3.5 años en cautiverio, pero en la naturaleza no llegan a vivir 2 años (Kluge 1981).

La especie se reproduce durante los meses secos de la zona sur de Costa Rica (diciembre – abril), pero es realmente de diciembre a febrero cuando es abundante y en la época lluviosa (mayo-noviembre) este sapo no está presente en el río ($\chi^2=550.37$, $gl=13$, $p<0.001$). De las especies de *Bufo* (*sensu lato*) otra que está presente en la zona durante la estación seca es *C. marinus*, las demás especies de este grupo se reproducen durante la transición o durante la estación lluviosa (Duellman 1992, Bolaños 2003).

Los machos se distribuyen desigualmente a lo largo del río, hay sectores donde son más abundantes ($F_{[30,923]}=3.70$, $p<0.001$), siendo aquellos con vegetación semiabierta los de mayor abundancia (el sector seis fue el que tuvo más) y los de cobertura vegetal semicerrada o cerrada los que tuvieron menos (sector 4 el que tuvo menos), así mismo los sectores que tuvieron presencia de playones fueron los de mayor abundancia. Las características físicas como profundidad del río, velocidad de la corriente del agua y presencia de paredones, no tuvieron efectos significativos, ni tampoco sus interacciones con el mes.

Luego que la hembra de *O. aucoinae* llega al sitio reproductivo, alguno de los machos la atrapa en un amplexo axilar para lograr fertilizar los huevos, ese tipo de amplexo es lo común en las especies de sapos de Costa Rica, excepto *O. fastidiosa* y *O. holdridgei* que poseen un amplexo inguinal (Novak y Robinson 1975, Graybeal y Queiroz 1992, Savage 2002). En total se observaron seis parejas en amplexo, solo cuatro hembras pusieron huevos y el macho los fertilizó. La relación entre los tamaños de machos y hembras parece ser inversa aunque no es significativa ($r=-0.357$, $p=0.487$), el tamaño de hembras y machos es diferente en *O. aucoinae* ($t=11.29$, $gl=436$, $p<0.001$), las hembras en promedio miden 91.1 mm (7.5, 78-99) y los machos 61.3 mm (6.9, 40-78). No hubo relación entre el tamaño de las hembras y el número de huevos puestos ($r=0.216$, $p=0.784$)

Los huevos son colocados en una hilera y esa nidada es de muchos huevos (8 940 en promedio) si se compara con especies como *O. holdridgei* (promedio 74.6 huevos; Novak y Robinson 1975) o como *O. fastidiosa* (80-90; Lips y Krempels 1995) las dos especies de Costa Rica con las nidadas más pequeñas, especies como *O. coccifer* (2 000-4 000; McDiarmid y Foster 1981) y *O. luetkeni* (1 000-5 600; Köhler *et al.* 2000) tienen

cantidades intermedias de huevos en sus nidos, mientras que es *C. marinus* la especie que oviposita la mayor cantidad (2 500-12 500; Zug 1991).

Las especies que colocan pocos huevos, ponen huevos de gran tamaño *O. holdridgei* 2.76 mm (Novak y Robinson 1975), *O. fastidiosa* 4.30mm (Lips y Krempels 1995), *O. periglenes* 3 mm (Jacobson y Vandenberg 1991) que además se reproducen en pequeños charcos temporales. Le sigue en tamaño *O. confiera* 1.8 mm (Livezey 1986) y luego *C. marinus* 1.7-2.0 mm (Zug 1991), *O. acoinae* pone huevos de tamaño intermedio 1.75 mm. Sigue disminuyendo el tamaño, así *O. luetkenii* 1.5 mm (Köhler *et al.* 2000), *O. coccifer* 1.37 (McDiarmid y Foster 1981) y *O. valliceps* 1.2 mm (Mendelson III *et al.* 1999) que es la especie de *Bufo (sensu lato)* costarricense con los huevos más pequeños.

En algunas muestras se continuó el desarrollo para hacer las descripciones de los distintos estadios de larva y mostrar la variabilidad que se da, un individuo en el estadio 30 se utilizó para hacer la descripción que se muestra a continuación.

UCR 19982: Pequeño, longitud total 15.62mm (cuerpo 6.18mm y cola 9.43mm), cuerpo ovoide comprimido dorso-ventralmente (ancho 3.97mm y alto 2.82mm). Ancho del músculo de la cola 1.54mm, ancho máximo de la aleta dorsal 0.72mm, ancho máximo de la aleta ventral 0.61mm. Ojos dorsales, redondeados, diámetro 0.62mm, distanciados 1.71mm, diámetro de la pupila 0.26mm, distancia al hocico 2.03mm y del ojo a la narina 0.92mm. Narinas dorsales, ovaladas, parte más larga 0.34mm, separadas 1.00mm y distancia al hocico 1.20mm. Espiráculo dispuesto lateralmente hacia abajo del eje longitudinal y del lado izquierdo, separado del hocico 3.30mm. Tubo anal derecho. Dorso, vientre y cola de color café y punteado de café oscuro en preservado. Disco oral grande con diámetro transversal 1.26mm y horizontal 2.04mm, emarginado lateralmente y antero-ventral. Con pico; dos filas de dentículos superiores y tres inferiores, todas completas. Fórmula papilar 1/1, algunas papilas individuales en otras partes de la boca, fila superior e inferior pequeñas e incompletas.

En todos los sectores del sitio de estudio se encontraron renacuajos en diferentes fechas, de día o de noche, excepto el sector tres que nunca tuvo renacuajos de noche. Durante las

horas del día los grupos de renacuajos se encuentran dispersos, pero durante la noche están agregados. Los grupos o escuelas de renacuajos pueden deberse a la necesidad de protegerse contra depredadores, a la explotación de alimento y a factores con un fuerte componente social, el hecho de que en el grupo los individuos sean de tamaños similares hace pensar que se trata de grupos de hermanos (Wassersug y Hessel 1971, Blaustein y O'Hara 1987).

LISTA DE CUADROS

Artículo 1

CUADRO 1: Cuadro de Variación del ANDEVA comparando los promedios del número de machos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día con los meses como mediciones repetidas.....	14
CUADRO 2: Promedio (+ EE) del número de individuos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día, con relación al mes y al tipo de vegetación presente en las márgenes de los sectores del Río Cañaza, durante 1997.....	14

Artículo 2

CUADRO 1: Promedios (desviación estándar) en milímetros de las estructuras bucales, del cuerpo y de la cola de las larvas de <i>Ollotis aucoinae</i> , en algunos estadios del 21 al 43.....	34
--	----

LISTA DE FIGURAS

Artículo 1

Fig. 1: Porcentaje del número de observaciones de hembras y machos de <i>Ollotis aucoinae</i> según época reproductiva en el Río Cañaza.....	15
Fig. 2: Promedio (+ Error Estándar [EE]) del crecimiento de machos de <i>Ollotis aucoinae</i> según número de épocas reproductivas que han pasado.....	15
Fig. 3: Distribución del número de machos de <i>Ollotis aucoinae</i> de acuerdo al número de sectores que se movió en el sitio estudiado del Río Cañaza.....	16
Fig. 4: Número de individuos según las reobservaciones en machos de <i>Ollotis aucoinae</i> , para todas las épocas reproductivas en el Río Cañaza.....	16
Fig. 5: Número individuos por mes de <i>Ollotis aucoinae</i> desde enero de 1997 a febrero de 1998.....	17
Fig. 6: Promedio (+ EE) del número de individuos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día para los meses secos en el Río Cañaza.....	17
Fig. 7: Promedio (+ EE) del número de individuos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día para las épocas reproductivas de los cuatro años de estudio en el Río Cañaza...	18

Fig. 8: Promedio (+ EE) del número de individuos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día para los sectores del Río Cañaza.....	18
Fig. 9: Promedio (+ EE) del número de individuos de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector y por día, con relación al mes y a la presencia de playones en los sectores del Río Cañaza, durante 1997. Playón: A=Ausente, P=Presente.....	19
Fig. 10: Frecuencia del número de sectores con presencia o ausencia de renacuajos de <i>Ollotis aucoinae</i> de acuerdo al horario, en cuatro días de muestreo en el río Cañaza...	19
Fig. 11: Distribución de frecuencias (Frec.) del número de parches de renacuajos (N. Parches) de <i>Ollotis aucoinae</i> por sector del Río Cañaza para los muestreos nocturnos de cuatro días.....	20

Artículo 2

Fig. 1. Tamaño de hembras de <i>Ollotis aucoinae</i> en relación al tamaño de machos con los que se encontraron en amplexo y con el número de huevos por nidada.....	35
Fig. 2. Renacuajo de <i>Ollotis aucoinae</i> (UCR 19982, estadio 30): A. Vista lateral; B. Vista dorsal. Barra=5 mm.....	36
Fig. 3. Estructuras bucales del renacuajo de <i>Ollotis aucoinae</i> (UCR 19982, estadio 30). Barra=1 mm.....	36

Con formato de artículo científico para ser sometido a la Revista de Biología Tropical – International Journal of Tropical Biology and Conservation.

Época reproductiva, distribución de machos y estructura poblacional en un sitio reproductivo del sapo *Ollotis aucoinae* (Bufonidae).

Susy Segura-Solís

Universidad de Costa Rica - Escuela de Biología, ahora en Instituto Costarricense de Electricidad - Exploración Subterránea; sseguras@ice.go.cr

Resumen: La investigación se realizó en el Río Cañaza, Golfito, Costa Rica; en una sección de 360 m del río que se encuentra aguas arriba del Barrio Ureña. La recolecta de los datos se hizo en cuatro momentos: enero de 1995, todo el año de 1997 y de 1998 (excepto marzo) y en enero de 1999. Se realizaron 765 observaciones, 315 son reobservaciones solo de machos. El tamaño promedio de las hembras es de 91.1 mm y el de machos de 61.3 mm. La mayoría de reobservaciones son en el mismo sector, pero se dan casos de machos que se mueven hasta 28 sectores (280 m), cuando el movimiento excede a ocho sectores el número de reobservaciones se mantiene debajo de 10 individuos. Se marcó un individuo en enero de 1995 que fue reobservado en 1999, el cual sobrevivió 5 épocas reproductivas. Esta especie se reproduce durante los meses secos, de diciembre a abril. En la época reproductiva de 1997 se encuentran más individuos y menos en la de 1995; el sector 6 tiene más machos y el 4 menos; la mayor cantidad se encontró en los sectores con vegetación semiabierta, los sectores con vegetación semicerrada o cerrada son los que tienen menos; mensualmente es febrero el que tiene mayor abundancia de machos, con valores intermedios en diciembre y enero, y con muy pocos individuos en marzo y abril. El mes tiene una interacción con la presencia de playones debida a que en todos los meses, con excepción de febrero, la abundancia de machos fue mayor en los sectores donde había playones. En los 31 sectores del río se encontraron en alguna de las cuatro fechas renacuajos de día o de noche, es más frecuente no encontrar renacuajos en algún sector del río durante la noche. Durante el día todas las observaciones de renacuajos fueron grupos dispersos, mientras que durante la noche se encontraban agrupados a la orilla del río.

Key words: *Ollotis aucoinae*, breeding season, population, sex ratio, size, growth, site fidelity.

Se estima que la mayoría de los anfibios en general pueden llegar a vivir hasta 20 años, sin embargo existe muy poca información acerca de la esperanza de vida y la longevidad en anfibios e incluso esa poca información se basa en animales en cautiverio. Los anfibios que han vivido más tiempo son salamandras como *Salamandra salamandra* (hasta 50 años) y *Andrias japonicus* (con 55 años), que a la vez es el máximo registrado. Las especies más grandes viven más que las pequeñas y en general las salamandras viven más que los anuros (Duellman y Trueb 1986). Algunos registros de vida de anuros (Bowler 1977) son *Leptodactylus pentadactylus* (15 años), *Bufo bufo* (36), *Dendrobates auratus* (8) y *Lithobates catesbeianus* (16). La rana *Hypsiboas rosenbergi* puede vivir 3.5 años en cautiverio, pero en la naturaleza no llegan a vivir 2 años (Kluge 1981).

Por otro lado, en las especies de anuros de latitudes altas los individuos requieren más tiempo para alcanzar la madurez sexual, según Duellman y Trueb (1986) el promedio para 8 especies en machos es 3.4 años (2-4) y en hembras 3.6 años (2.5-6). En los ambientes tropicales el promedio de tiempo en 12 especies de anuros para alcanzar la madurez reproductiva es de 10.8 meses en machos (6-15 meses) y 11.0 meses (8-15) en hembras (Duellman y Trueb 1986). Una especie muy conocida y que comparte hábitat con *O. aucoinae* es *Chaunus marinus* que como metamorfo mide entre 8 y 12 mm de largo, a los 3 meses tiene de 60 - 75 mm, a los 6 meses alcanza de 90 - 120 mm y en menos de un año es maduro sexualmente (Zug y Zug 1979). Períodos de tiempo similares al anterior se han observado en *Ollotis valliceps* (Blair 1953). Lo anterior muestra como en el crecimiento se dan variaciones dependiendo de la especie, pero también hay un efecto de la localización geográfica y de otros factores como disponibilidad de alimento, sobre todo en etapas larvarias. Adicionalmente hay especies donde el tamaño del individuo y la fidelidad a un sitio están relacionados (Duellman y Trueb 1986, Pough *et al.* 1998).

Los anfibios, típicamente tienen una alta fidelidad a los sitios reproductivos y vuelven año con año exactamente al mismo charco o a la misma sección del río o quebrada. Un estudio hecho con *Taricha rivularis* en California, muestra como muchos individuos regresan al segmento de río donde se criaron, incluso después de 11 años desde que se observaron por primera vez (Pough *et al.* 1998). Otro ejemplo de anuros fieles a su sitio reproductivo es *Lithobates sylvaticus* que utiliza charcos temporales en las montañas de Virginia para poner

los huevos, luego de 7 años de observación, hay adultos que son recapturados en el mismo charco de crianza en el que se marcaron o en charcos cercanos en un área de 250 a 1000 m (Berven y Grudzien 1990). También *Epidalea calamita* utiliza charcos de crianza en un área de unos 3 km, a los que regresa todos los años durante la época reproductiva (Pough *et al.* 1998).

En los trópicos existe gran diversidad en las formas que tienen los anfibios para reproducirse (Duellman 1992), Costa Rica no es la excepción (Bolaños 2003) y los anuros continúan su lucha por la independencia del agua, así se han determinado varias estrategias reproductivas (Scott y Limerick 1991, Pough *et al.* 1998, Savage 2002), sin embargo, las especies pertenecientes a *Bufo* (*sensu lato*) mantienen un comportamiento reproductivo que las obliga a depender de un cuerpo de agua para dejar su descendencia (huevos y larvas en el agua), este cuerpo de agua a veces es permanente, a veces temporal. Para el caso de *Ollotis aucoinae* el río es su recurso más importante en el momento de demostrar su éxito reproductivo (Pough *et al.* 1998, Savage 2002, O'Neill y Mendelson III 2004), esta especie, como muchos otros anfibios, se conoce poco en aspectos ecológicos, reproductivos y poblacionales, habita en zonas de bosques lluviosos de los 20 a los 1100 m de altitud (Mendelson III *et al.* 1999). Su distribución coincide aproximadamente con el área faunística Suroeste, propuesta por Savage (2002) y solamente hay un espécimen recolectado en la región de Chiriquí, Panamá.

Esa diversidad de estrategias permite también patrones reproductivos, en donde se reconocen aquellos que son reproductores explosivos es decir quienes invierten toda su energía en un período muy corto y los que son reproductores prolongados, es decir que reparten su inversión reproductiva ya sea en varios momentos, o un momento muy largo, o que son capaces de reproducirse todo el año (Duellman y Trueb 1986, Jorgensen 1988, Stebbins y Cohen 1995, Pough *et al.* 1998).

Esta investigación pretende interpretar la información de cuatro años de estudio, de una población de *O. aucoinae* en Golfito, Costa Rica; su época reproductiva, la proporción de sexos, el tamaño, cuanto crecen, la estructura poblacional de los machos, la proporción de recapturas, distribución a lo largo del río y su relación con características físicas como

profundidad del agua, velocidad de la corriente, presencia de playones y paredones o con la cobertura vegetal del entorno.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el Río Cañaza, Golfito, Puntarenas, Costa Rica; en una sección de 360 m del río aguas arriba del Barrio Ureña 8°40' 40" N y 83°11'28" O. La recolecta de los datos se hizo en cuatro períodos: enero de 1995, ocho días del mes de enero de 1997, tres días al mes durante todos los meses restantes de 1997 y todos los meses de 1998 (excepto marzo) y en enero de 1999. El sitio posee cobertura vegetal muy alterada en sus alrededores y bosque ribertino de crecimiento secundario en algunos sectores, pero en general es una zona alterada que recibe la influencia del poblado cercano.

La sección estudiada se dividió en sectores de 10 m, cinco sectores aguas arriba en un tributario, cinco en el río aguas arriba de la confluencia del tributario y 26 sectores aguas abajo. Los sectores del 1-31 están en el cauce principal de forma consecutiva y comenzando con el primero en el sector más aguas arriba.

En cada sector se midieron características físicas como velocidad del agua (medida con una regla de madera que se dejaba flotar los 10 m del sector y se medía el tiempo, se expresa en m/s), profundidad del agua (medida en varios puntos con una cinta métrica al cm más cercano) y presencia de playones o paredones a la orilla del río. Además se describieron características de la vegetación de las márgenes (abierta, semiabierta, semicerrada, cerrada). El muestreo inició a las 19:00 hr con una duración de aproximadamente 5 hr, cuando se encuentran sapos. A cada individuo se le midió la longitud hocico –ano (LHA, con una regla al mm más cercano), el sexo y si estaba en amplexo, se marcó (con corta de dedos) y se anotó el sector y la fecha, considerando toda la noche como parte del día anterior y se dejó donde se encontró. Los valores de LHA (siempre se expresan en mm) se dan en promedio junto con la desviación estándar en paréntesis. En la técnica de marcaje y recaptura se hacen combinaciones de dedos, de manera que no se corte más de uno por pata, tampoco debe ser cortado el dedo uno (pulgar) de los machos por el cojinete nupcial que utilizan durante el amplexo (Kluge 1981).

Del 20 al 23 de enero de 1997 se realizaron los muestreos de renacuajos de día y de noche. Se anotó si estaban dispersos o agrupados, en el segundo caso se contó el número de grupos en el sector.

La información correspondiente a las características climáticas de los periodos de estudio (temperatura, humedad relativa y precipitación) las proporcionó el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). La estación Coto 47 está a 8 msnm y tiene información diaria para todos los períodos de estudio, pero se debe tomar en cuenta que a pesar de tener muy buenos datos, se encuentra alejada del sitio de trabajo. La estación Golfito, es la más cercana al sitio de estudio y está a 15 msnm, lamentablemente se eliminó en 1984, por lo que no se utilizó para esta investigación.

RESULTADOS

En total se observaron 7 hembras y 443 machos adultos de *O. aucoinae* en el Río Cañaza para un total de 765 observaciones (315 reobservaciones solo de machos) no se vieron juveniles. El número de observaciones de machos y hembras es proporcional entre las cuatro épocas reproductivas estudiadas (Fig. 1, $G=2.32$, $gl=3$, $p=0.508$), se presenta el porcentaje pero se analizan los números reales. Las hembras son de mayor tamaño con un promedio de 91.1 mm (7.5, 78-99) y el de machos es de 61.3 mm (6.9, 40-78; $t=11.29$, $gl=436$, $p<0.001$).

El crecimiento sigue una relación exponencial con respecto al número de épocas reproductivas que han pasado (Fig. 2, $F_{[3,323]}=104.56$, $p<0.001$, analizado con transformación logarítmica de $x+1$). Se tiene un máximo de crecimiento de 9 mm cuando ha pasado una época y 20 cuando han pasado dos (dos individuos con tamaños iniciales de 50 y 57), el único individuo que se observó con tres épocas de diferencia creció 12 mm (LHA 54 mm al inicio), dentro de la misma época reproductiva la mayoría de las reobservaciones fueron sin crecimiento ($\bar{X} = 0.1$, $s = 0.4\text{mm}$) pero se reportan máximos de 4 mm.

El número de sectores que se mueven los machos entre observaciones tiene una distribución asimétrica, con una mayoría de observaciones en el mismo sector (Fig. 3),

cuando el movimiento es de ocho o más sectores la frecuencia del número de observaciones se mantiene por debajo de 10 individuos.

De las 765 observaciones solo 39 (9 reobservaciones) corresponden al afluente del Río Cañaza (total de 30 machos), siendo el sector cercano a la confluencia el que tuvo la mayoría (15); no se observaron hembras ni huevos y había pocos renacuajos; es por esto que de aquí en adelante no se considera el afluente en los análisis. Sin considerar el afluente hay un total de 306 reobservaciones de los machos (Fig. 4) para un máximo de siete con tres individuos, la mayoría (240) no se reobservaron, seguidos de los reobservados solo una vez (105).

Los machos están presentes en el río sólo durante los meses secos del año (Fig. 5), siendo muy comunes de diciembre a febrero, con una disminución en marzo y abril y ausentes de mayo a noviembre. Se muestran sólo los datos desde enero de 1997 hasta febrero de 1998 por ser continuos, en enero de 1995 se observaron 53 machos, en 1998 no se muestreó en marzo pero de abril a diciembre no se encontró ningún individuo, finalmente en enero de 1999 se contabilizaron 40 machos. En 1998 los machos fueron más abundantes en enero, mientras que en 1997 el número de individuos fue similar en los meses de enero y febrero. Comparando el número de individuos observados mensualmente pero corrigiendo por el número de días de muestreo se encuentran diferencias significativas ($\chi^2=550.37$, $gl=13$, $p<0.001$).

Para el promedio del número de machos por sector y día con los factores mes, año y sector; considerando solo los meses de la estación seca que es cuando hay actividad reproductiva, y siendo diciembre el inicio de la época reproductiva del año siguiente; se encuentra que existen diferencias significativas en los meses (Fig. 6, $F_{[4,923]}=12.13$, $p<0.001$), épocas reproductivas (Fig. 7, $F_{[3,923]}=9.54$, $p<0.001$) y sectores del río (Fig. 8, $F_{[30,923]}=3.70$, $p<0.001$). Marzo y abril son diferentes de diciembre, enero y febrero (Diferencia Mínima Significativa [DMS]: $\alpha 0.05$), también febrero es a la vez diferente de todos los demás meses. Las cuatro épocas reproductivas estudiadas difieren en que la de 1997 tuvo más y es 1995 la que tuvo menos, la de 1997 también difiere de las de 1998 y 1999 (DMS: $\alpha 0.05$). Hay diferencias entre los sectores del río, el sector 6 es el que tuvo más individuos y el 4 el que tuvo menos.

Al comparar los promedios del número de machos por sector y por día con los meses como mediciones repetidas y para 1997, el año en que se tiene información de vegetación, profundidad del río, velocidad de la corriente, presencia de playones y paredones; los efectos significativos son (Cuadro 1): vegetación y mes (Cuadro 2), y las interacciones de los factores playones (Fig. 9) y vegetación con el mes (Cuadro 2).

En los 31 sectores del río se encontraron, en alguna de las cuatro fechas, al menos renacuajos de día o de noche, siendo solo el sector 3 el que nunca presentó en la noche, los sectores 4 y del 13-16 ocasionalmente no tuvieron. Es más frecuente no encontrar renacuajos en algún sector del río durante la noche (Fig. 10, Prueba exacta de Fisher $p=0.040$). Durante el día todas las observaciones de renacuajos fueron dispersos, mientras que durante la noche los grupos se encontraban agregados a la orilla del río, encontrándose hasta 15 parches por sector y con una distribución asimétrica (Fig. 11, $\bar{X} = 4.0$, $s = 3.4$ parches).

DISCUSIÓN

La gran diferencia en la abundancia de machos/hembras en este estudio es característico de especies que se agregan en sitios reproductivos donde las hembras entran, encuentran pareja, ovipositan y se van (Duellman y Trueb 1986). La especie estudiada se reproduce en el río pero vive en las áreas de bosque y zonas alteradas circundantes a éste donde se encuentran tanto individuos adultos como juveniles (observación personal) y en los sitios reproductivos lo que se observan son principalmente machos cantando para atraer hembras, las que se presentan en muy poca abundancia.

Ese patrón reproductivo es diferente al de especies que viven y se reproducen en los mismos sitios, que está bien documentado en especies muy territoriales como *Oophaga pumilio* (Donnelly 1989) y *O. granulifera* (Bolaños 1991) en las que se encuentran números equivalentes de machos y hembras. Pero no siempre esa relación de sexos es equitativa en la abundancia, Husting (1965) reporta que en *Ambystoma maculatum* hay más hembras que machos.

Aunque en este trabajo no se obtuvo información del tiempo en que se alcanza la madurez sexual, los datos muestran que por lo menos los machos pueden ser sexualmente activos a partir de los 40 mm, adicionalmente se midieron metamorfos de 18 mm (observación personal). Si comparamos lo que se da en otras especies afines a *O. aucoinae*, posiblemente la madurez sexual la alcancen antes de llegar a la siguiente época reproductiva, ya que en sapos más grandes como *C. marinus* lo logran en un año (Zug y Zug 1979) y en un período similar *O. valliceps* (Blair 1953). En otras especies como *Hylarana erythraea* los machos requieren de 6 a 7 meses para madurar y las hembras 9 (Brown y Alcalá 1970) y en *Limnodynastes tasmaniensis*, que tiene una maduración precoz, entre 80 y 100 días después de la metamorfosis (Horton 1982). El tamaño máximo de los machos fue de 78 mm, el mismo lo alcanzan después de varias épocas reproductivas, como se denota en el promedio del crecimiento que va en aumento al pasar hasta 3 épocas (Fig. 2).

La mayoría de las reobservaciones son en el mismo sector o en otros cercanos (Fig. 3) con muy pocos individuos reobservados lejos del sector anterior, sin embargo en general estos animales se reobservan pocas veces (Fig. 4) lo que hace pensar que se comportan parecido a *C. marinus* donde la población reproductiva de machos es estable y se mantiene, aunque cada día se presente sólo una fracción de esa población (Evans et al 1996).

Hay especies como *Lithobates sylvaticus* que se consideran fieles a sus sitios reproductivos, en este caso utiliza charcos temporales en las montañas de Virginia para poner los huevos, al pasar incluso 7 años de observación, hay adultos que son recapturados en el mismo charco de crianza en el que se marcaron o en charcos cercanos en un área de 250 a 1000 m (Berven y Grudzien 1990). Otra especie *Epidalea calamita* utiliza charcos de crianza en un área de unos 3 km, a los que regresa todos los años durante la época reproductiva (Pough et al. 1998). En *O. aucoinae*, como se dijo las reobservaciones no fueron muchas entre épocas reproductivas, sin embargo los individuos que más se movieron solo fueron tres y apenas sobrepasaron los 280 m como máximo, distancia que se encuentra dentro del rango de otras especies consideradas fieles, como las ya mencionadas.

Con los datos obtenidos no se puede comprobar la longevidad de *O. aucoinae*, pero se registra que un macho observado y marcado en 1995, se recapturó en las épocas reproductivas de 1997, 1998 y 1999, es decir un total de cinco épocas reproductivas. Al

comparar esta información con la de otros autores como Kluge (1981) que menciona que *Hypsiboas rosenbergi* alcanza hasta 3.5 años de vida en cautiverio pero en la naturaleza no hay machos que sobrevivan más de 2 años, se muestra la importancia de ese dato que aunque sea puntual, provee de información que hasta el momento se desconocía sobre el sapo *O. aucoinae*.

La época reproductiva de este sapo es en la estación seca (Figs. 5 y 6) es febrero el que tiene mayor abundancia y actividad de machos, con abundancias intermedias en diciembre y enero. En marzo y abril aunque están presentes son poco comunes y la actividad de canto disminuyó drásticamente con respecto a los otros meses (observación personal), en los meses restantes están ausentes en el río. La actividad reproductiva de *C. marinus* coincide con la de este sapo y fueron observados en los mismos sitios. En la transición entre la estación seca y la lluviosa con fuertes lluvias y con tormentas es cuando se reproducen *O. fastidiosa* (Lips y Krempels 1995), *O. holdridgei* (Novak y Robinson 1975) y *O. periglenes* (Jacobson y Vandenberg 1991) los que utilizan charcos estacionales pequeños. Mientras que otras especies se reproducen cuando las lluvias son permanentes, como *R. haematiticus* (McDiarmid y Altig 1989, Scott 1983), *O. coccifer* (McDiarmid y Foster 1981) y *O. luetkenii* (Köhler *et al.* 2000).

En febrero, como se mencionó hay más abundancia de *O. aucoinae* y es cuando se reportan en promedio los valores más bajos de precipitación 73.8 mm, es también el mes menos húmedo del año (79.3% de humedad relativa). Al igual que esta especie muchas ranas y sapos que se reproducen en ríos lo hacen en la estación seca, ejemplos son *Smilisca sordida* y *S. sila* (Savage 2002, Bolaños 2003) que comparten los mismos sitios con *O. aucoinae*.

La abundancia de individuos estuvo relacionada con el sector del río (Fig. 8), la vegetación es el factor que más influye (Cuadro 2), la mayor cantidad de individuos se encontró en los sectores con vegetación semiabierta, seguidos de los de una condición abierta, los sectores con vegetación semicerrada o cerrada son lo que tienen menos individuos. La interacción de mes y vegetación se debe a que en diciembre, febrero y abril las abundancias de acuerdo a vegetación siguen el patrón descrito anteriormente, pero en enero es en vegetación abierta donde se da el máximo, mientras que en marzo esto ocurrió en la condición cerrada. La interacción del mes con la presencia de playones se debe a que en todos los meses, con

excepción de febrero, la abundancia de machos fue mayor en los sectores donde había playones.

Posiblemente esa relación con la cobertura vegetal que se reporta para la especie estudiada, influida además por la poca movilidad que presentan los individuos (Fig. 4) es comparable con la observación que Evans y otros (1996) realizan con *C. marinus* especie que utilizó solo algunas áreas potencialmente importantes como sitios de crianza y la preferencia por un cuerpo de agua estaba relacionada a la interacción de diversos factores y a la ubicación en un hábitat particular.

Es posible encontrar diferencias en la distribución de las larvas a lo largo del río, así la preferencia de sitios por los renacuajos puede deberse a la escogencia de sus padres cuando ovipositaron, o a otros factores como cantidad de luz, cantidad de alimento, disminución del riesgo de depredación, disminución del riesgo de desecación, entre otros (Duellman y Trueb 1986, Stebbins y Cohen 1995). Con excepción del sector 3 que no tuvo renacuajos de noche, todos los sectores tuvieron renacuajos ya fuera de día o de noche o en diferentes fechas, es más frecuente la presencia durante el día que es cuando los grupos de renacuajos están dispersos por el sector forrajeando. En la noche en cambio permanecían agrupados y se podían observar varios grupos en un mismo sector. Las agrupaciones de renacuajos se llaman escuelas o grupos de comportamiento de renacuajos. Se agrupan por varias razones, algunos autores opinan que les brinda protección contra depredadores, por medio de un comportamiento de alarma o la liberación de sustancias de alarma, realzar la efectividad de las defensas químicas y para adquirir, más rápidamente, un aprendizaje de huida (Waldman 1982). En otras especies, la formación de agregaciones aparentemente tiene un fuerte componente social y no está basada solamente en masas para la explotación de alimento u otros factores no sociales como sucede en *Xenopus laevis* (Wassersug y Hessel 1971). El hecho de que las escuelas estén formadas por renacuajos de tamaño similar sugiere que pueden ser individuos hermanos y que eclosionaron de la misma masa de huevos. Esto sin embargo, puede ser evidencia de que los adultos escogen el sitio de reproducción (Blaustein y O'Hara 1987).

AGRADECIMIENTOS

Federico Bolaños por las ideas, el tiempo invertido, las críticas, las arduas revisiones, la experiencia y el conocimiento que permitieron una investigación estructurada y un análisis estadístico adecuado en el manuscrito. José Manuel Mora y Gerardo Umaña por sus sugerencias certeras en esta investigación y las revisiones que realizaron sobre el manuscrito. Mauricio Vega, Guillermo Marín, Carlos Ugalde y Marianela Solís que colaboraron y fueron claves como asistentes durante mi trabajo de campo. Claudio Barrantes quien fue el director de las instalaciones de la Universidad de Costa Rica en Golfito durante el período de trabajo de campo. La Escuela de Biología por el apoyo logístico ya que una parte del trabajo de campo se realizó durante los cursos de Biología de Campo. El Instituto Meteorológico Nacional por la información climática suministrada.

REFERENCIAS

- Berven K.A. & T.A. Grudzien. 1990. Dispersal in the Wood frog (*Rana sylvatica*): implications for genetic population structure. *Evolution* 44:2047-2056.
- Blair, W. 1953. Growth, dispersal and age at sexual maturity of the Mexican toad (*Bufo valliceps* Weigmann). *Copeia* 1953: 208-212.
- Blaustein A.R. & R.K. O'Hara. 1987. Aggregation behavior in *Rana cascade* tadpoles: Association preferences among wild aggregations and responses to nonkin. *Anim. Behav.* 35: 1549-1555.
- Bolaños, F. 1991. Actividad de canto y territorialidad en *Dendrobates granuliferus* Taylor 1958. Tesis de Maestría. Sistema de Estudios de Posgrado. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Bolaños, F. 2003. Ciclos de vida de los anfibios, con énfasis en Costa Rica, p 89-108. In R.A. Acuña (ed.) *La biodiversidad*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Bowler, J.K. 1977. Longevity of reptiles and amphibians in North American collection. *Soc. Stud. Amph. Rept. Herp. Circ.* 6: 1-32.

- Brown W.C. & A.C. Alcalá. 1970. Population ecology of the frog *Rana erythraea* in southern Negros Island, Philippines. *Copeia* 1970:611-622.
- Duellman, W.E. 1992. Reproductive strategies of frogs. *Sci.Am.* 267:80-87.
- Duellman W.E. & L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw Hill Book Company, EEUU. 670 p.
- Donnelly, M.A. 1989. Effects of reproductive resource supplementation on space-use patterns in *Dendrobates pumilio*. *Oecologia* 81:212-18.
- Evans M., C. Yaber & J. Hero. 1996. Factor influencing choice of breeding site by *Bufo marinus* in its natural habitat. *Copeia* 4: 904-912.
- Heatwole, H. 1961. Inhibition of digital regeneration in salamanders and its use in marking individuals for field studies. *Ecology* 12: 593-594.
- Horton, P. 1982. Precocious reproduction in the Australian frog *Limnodynastes tasmaniensis*. *Herpetologica* 38:486-489.
- Husting, E.L. 1965. Survival and breeding structure in a population of *Ambystoma maculatum*. *Copeia* 1965: 352-362.
- Jacobson S.K. & J.J. Vandenberg. 1991. Reproductive ecology of the endangered Golden toad (*Bufo periglenes*). *J. Herpetol.* 25: 321-27.
- Jorgensen, C.B. 1988. The role of endogenous factors in seasonal maturation in Temperate Zone female toads, *Bufo bufo*. *J. Herp.*22: 295-300.
- Kluge, A. 1981. The life history, social organization and parental behavior of *Hyla rosenbergi* Boulenger, a nest-building gladiator frog. *Misc. Pub. Mus. Zool. Univ. Mich.* 160: 1-170.
- Köhler G., E. Leer & J.R. McCraine. 2000. The tadpole of the Central American toad *Bufo luetkenii* Boulenger. *J. Herp.*34: 303-306.
- Lips K.R. & D.M. Krempels. 1995. Eggs and tadpole of *Bufo fastidiosus* Cope, with comments on reproductive behavior. *Copeia* 3: 741-746.
- McDiarmid R.W. & R. Altig. 1989. Description of a bufonid and two hylid tadpoles from western Ecuador. *Alytes* 8: 51- 60.
- McDiarmid R.W. & S. Foster. 1981. Breeding habits of the toad *Bufo coccifer* in Costa Rica, with a description of the tadpole. *Southwest Nat.* 26: 353-363.

- Mendelson III J.R., P.C. Ustach & A.N. Montes de Oca. 1999. Description of the tadpole of *Bufo tutelarius*, natural history notes on the *Bufo valliceps* group, and a key to the tadpoles of the group. *J. Herp.*33: 324-328.
- Novak R.M. & D.C. Robinson. 1975. Observations on the reproduction and ecology of the tropical mountain toad, *Bufo holdridgei* Taylor in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 23: 213-237.
- O'Neill E. M. & J. R. Mendelson III. 2004. Taxonomy of Costa Rican toads referred to *Bufo melanochlorus* COPE, with the description of a new species. *J. Herp.*38: 487-494.
- Pough F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky & K.D. Wells. 1998. *Herpetology*. Prentice Hall. Nueva Jersey, EEUU. 577 p.
- Savage, J.M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between Two Continents, between Two Seas*. University of Chicago, EEUU. 934 p.
- Scott, N.J. 1983. *Bufo haematiticus* (sapo, toad), p 385. *In* D.H. Janzen (ed.) *Costa Rican natural history*. University of Chicago, Chicago, EEUU.
- Scott N.J. & S. Limerick 1991. Introducción al capítulo 8: Anfibios y Reptiles. *In* D.H. Janzen (ed.) *Costa Rican natural history*. University of Chicago, Chicago , EEUU.
- Stebbins R & N. Cohen, 1995. *A natural history of amphibians*. Princeton University. Princeton, Nueva Jersey, EEUU. 316 p.
- Waldman, B. 1982. Sibling association among schooling toad tadpoles: Field evidence and implications. *Anim. Behav.* 30:700-713.
- Wassersug R.J. & C.M. Hessel. 1971. Tadpole behavior. Aggregation in larval *Xenopus laevis*. *Anim. Behav.* 19: 386-389.
- Zug G.R. & P.B. Zug. 1979. The marine toad, *Bufo marinus*: a natural history resume of native populations. *Smithson. Contr. Zool.* 284:31-50.

*CUADRO 1: Cuadro de Variación del ANDEVA comparando los promedios del número de machos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día con los meses como mediciones repetidas. Para el año 1997 en el Río Cañaza. SC=Suma de Cuadrados, GL=Grados de Libertad, CM=Cuadrados Medios, F=Prueba de F, p=Probabilidad.*

Fuente	SC	GL	CM	F	p
Profundidad	0.305	1	0.305	0.364	0.552
Velocidad	1.275	1	1.275	1.521	0.230
Playón	2.799	1	2.799	3.340	0.081
Paredón	0.032	1	0.032	0.038	0.847
Vegetación	13.299	3	4.433	5.290	0.006
Error	19.274	23	0.838		
Mes	16.351	4	4.088	8.810	< 0.001
Mes X Profundidad	3.764	4	0.941	2.028	0.097
Mes X Velocidad	0.465	4	0.116	0.251	0.909
Mes X Playón	6.846	4	1.711	3.689	0.008
Mes X Paredón	0.345	4	0.086	0.186	0.945
Mes X Vegetación	13.847	12	1.154	2.487	0.007
Error	42.686	92	0.464		

*CUADRO 2: Promedio (+ EE) del número de individuos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día, con relación al mes y al tipo de vegetación presente en las márgenes de los sectores del Río Cañaza, durante 1997.*

Vegetación	Mes					Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	Dic	
Abierta	1.4 ± 0.2	1.7 ± 0.3	0.3 ± 0.1	0.0 ± 0.0	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.1
Semiabierta	1.0 ± 0.2	3.4 ± 0.6	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	1.4 ± 0.6	1.2 ± 0.3
Semicerrada	0.3 ± 0.1	0.8 ± 0.4	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1
Cerrada	0.3 ± 0.1	0.7 ± 0.5	0.3 ± 0.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.1
Total	1.0 ± 0.1	1.7 ± 0.3	0.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.8 ± 0.2	

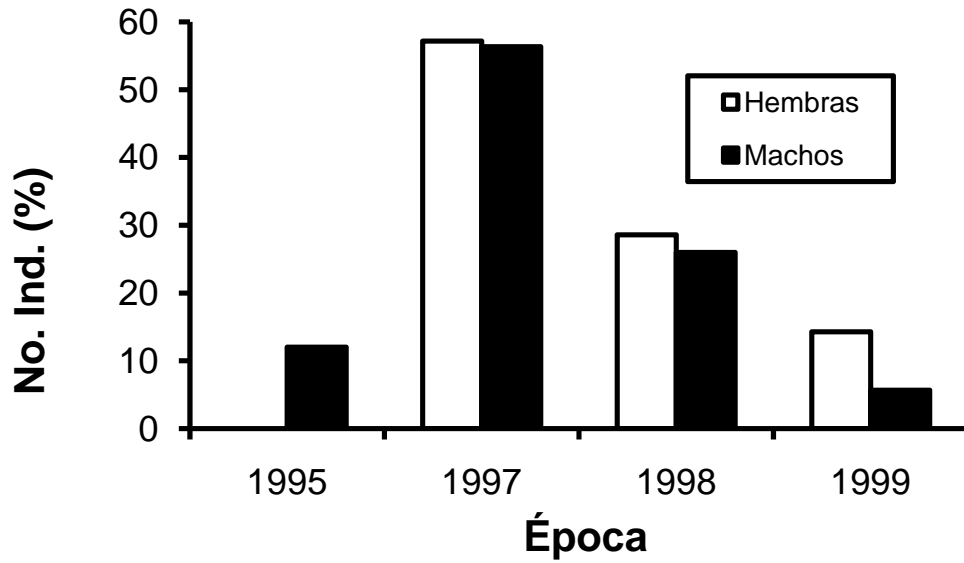


Fig. 1: Porcentaje del número de observaciones de hembras y machos de *Ollotis aucoinae* según época reproductiva en el Río Cañaza.

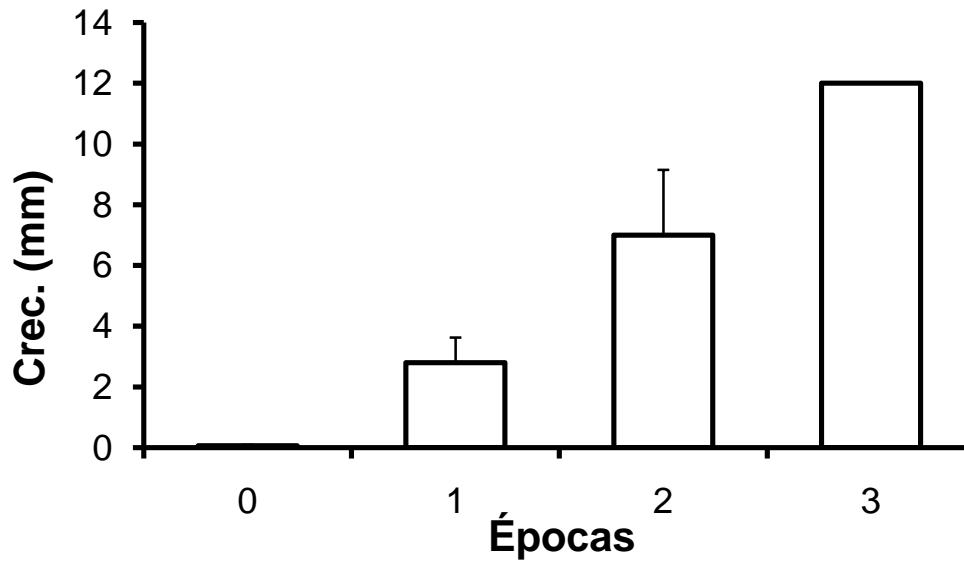


Fig. 2: Promedio (+ Error Estándar [EE]) del crecimiento de machos de *Ollotis aucoinae* según número de épocas reproductivas que han pasado.

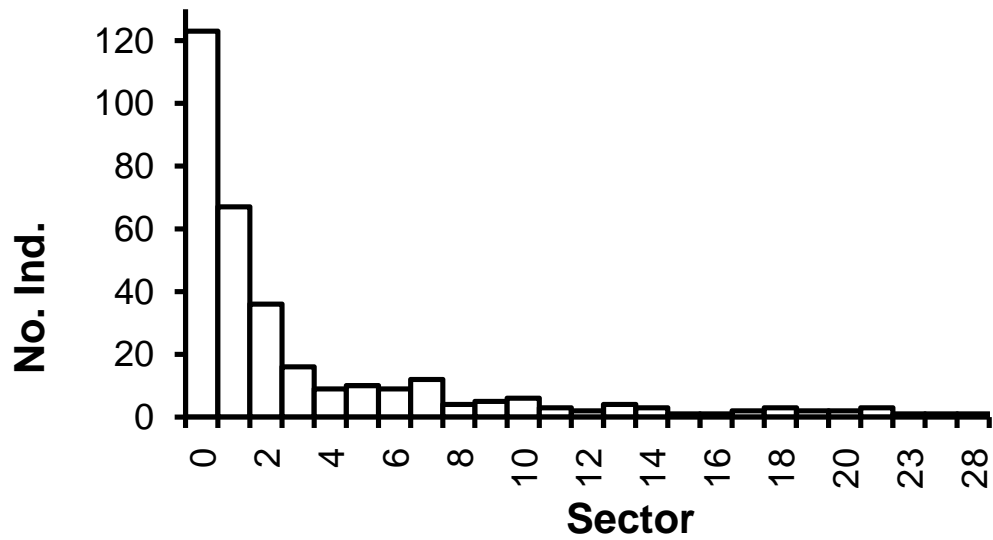


Fig. 3: Distribución del número de machos de *Ollotis aucoinae* de acuerdo al número de sectores que se movió en el sitio estudiado del Río Cañaza.

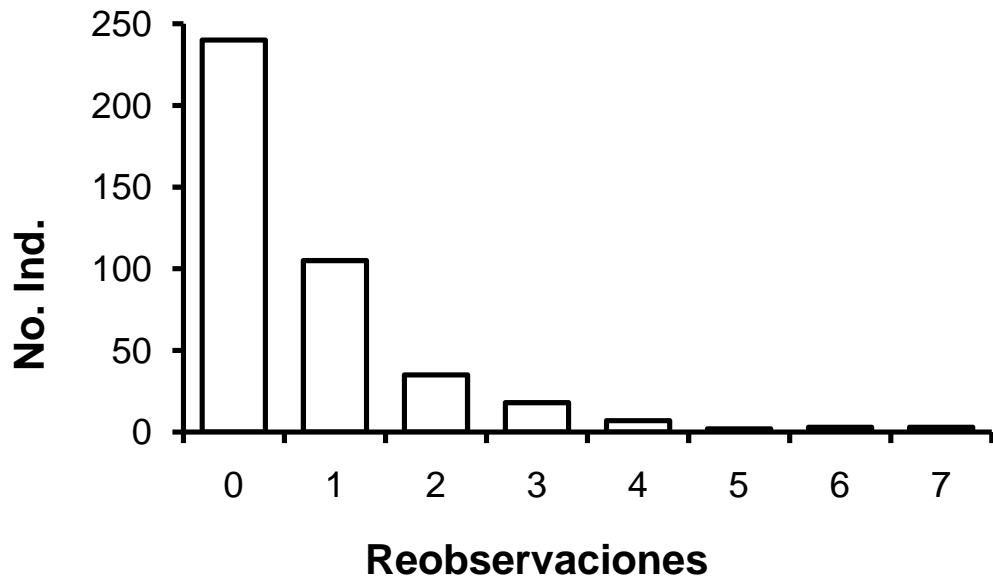


Fig. 4: Número de individuos según las reobservaciones en machos de *Ollotis aucoinae*, para todas las épocas reproductivas en el Río Cañaza.

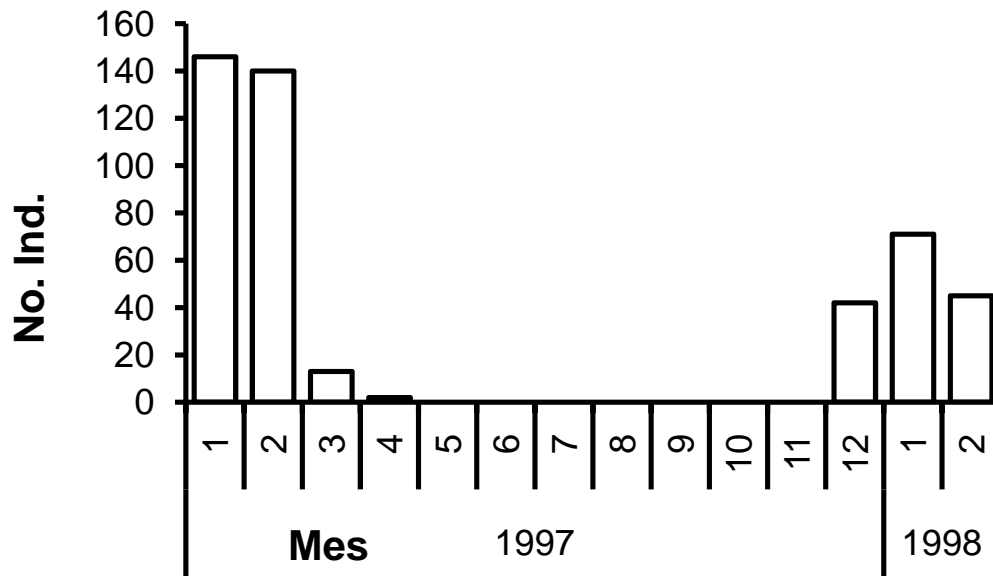


Fig. 5: Número individuos por mes de *Ollotis aucoinae* desde enero de 1997 a febrero de 1998.

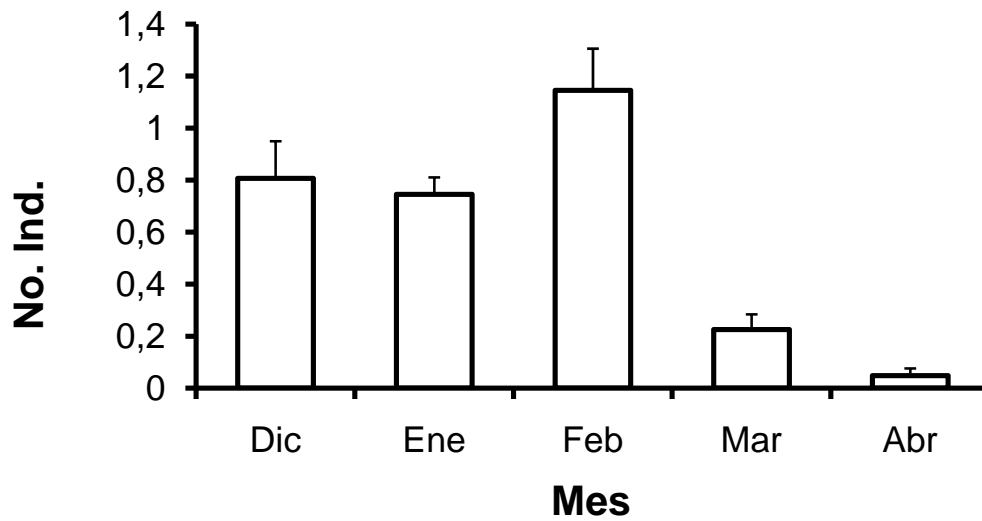


Fig. 6: Promedio (+ EE) del número de individuos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día para los meses secos en el Río Cañaza.

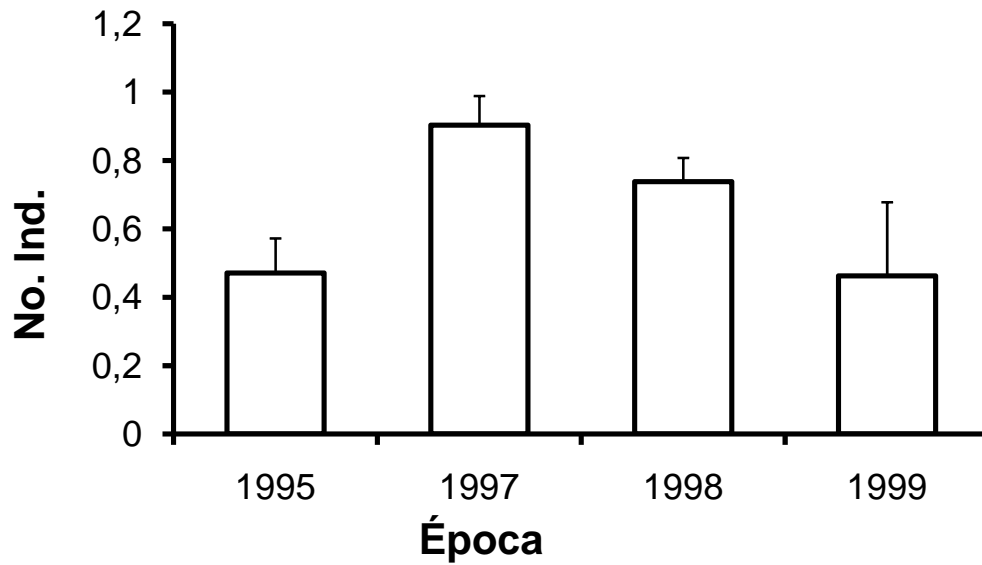


Fig. 7: Promedio (+ EE) del número de individuos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día para las épocas reproductivas de los cuatro años de estudio en el Río Cañaza.

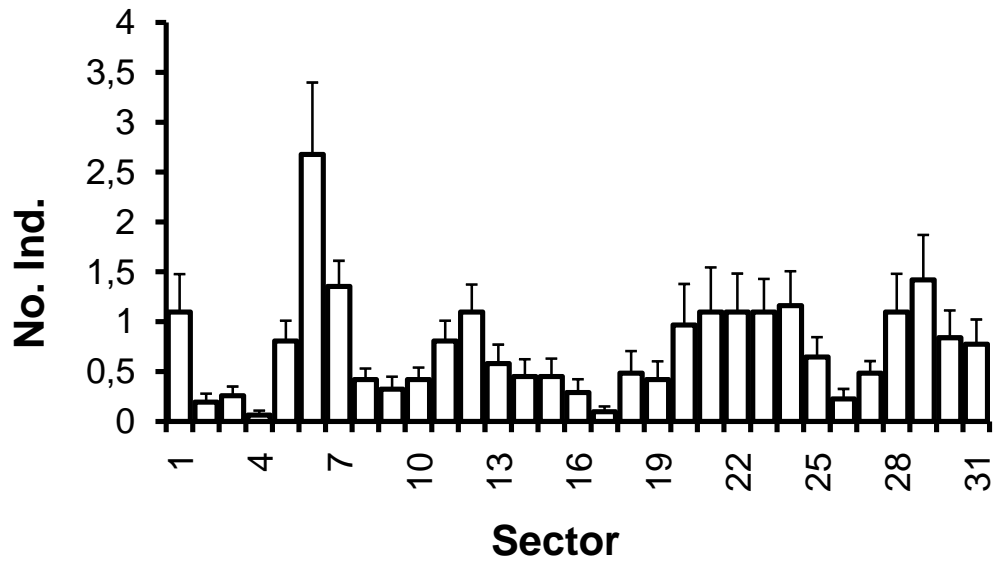


Fig. 8: Promedio (+ EE) del número de individuos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día para los sectores del Río Cañaza.

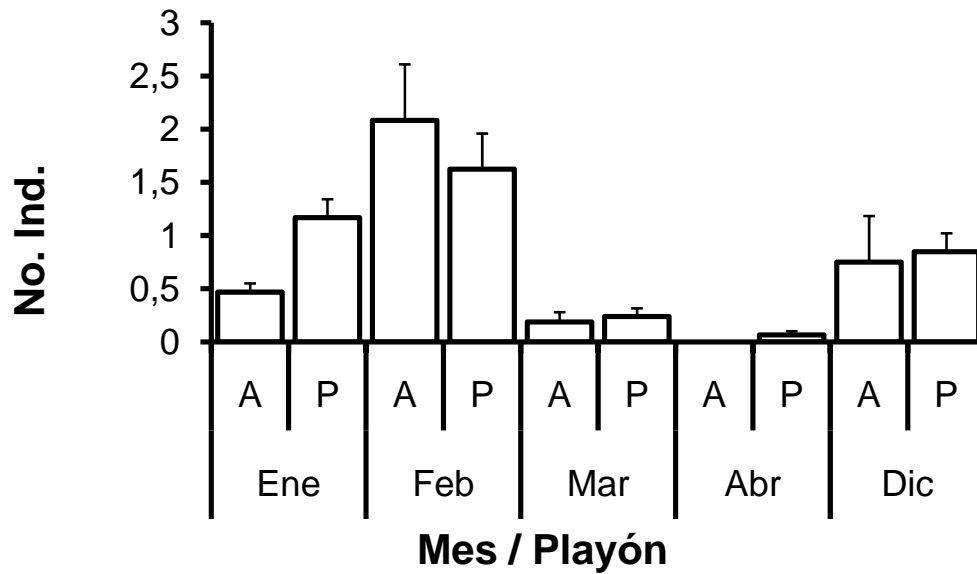


Fig. 9: Promedio (+ EE) del número de individuos de *Ollotis aucoinae* por sector y por día, con relación al mes y a la presencia de playones en los sectores del Río Cañaza, durante 1997. Playón: A=Ausente, P=Presente.

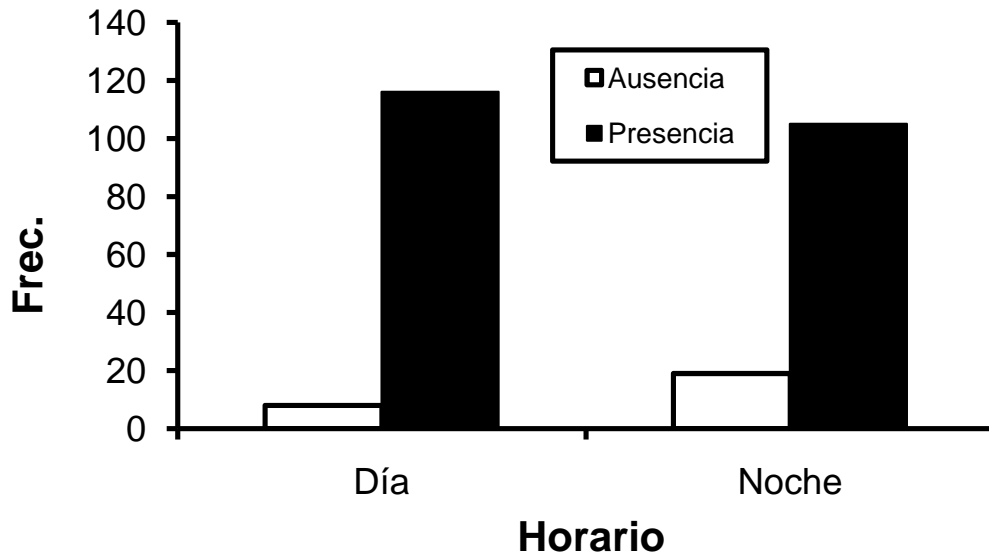


Fig. 10: Frecuencia del número de sectores con presencia o ausencia de renacuajos de *Ollotis aucoinae* de acuerdo al horario, en cuatro días de muestreo en el río Cañaza.

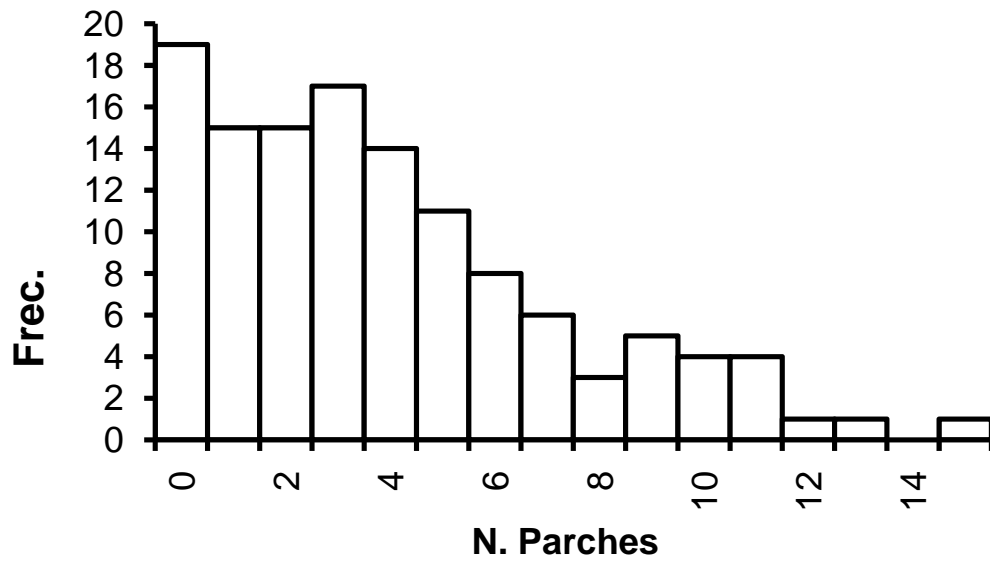


Fig. 11: Distribución de frecuencias (Frec.) del número de parches de renacuajos (N. Parches) de *Ollotis aucoinae* por sector del Río Cañaza para los muestreos nocturnos de cuatro días.

Etapas del desarrollo de huevo y larva del sapo *Ollotis aucoinae* (Bufonidae) con la descripción de la larva.

Susy Segura-Solís

Universidad de Costa Rica - Escuela de Biología, ahora en Instituto Costarricense de Electricidad -
Exploración Subterránea; sseguras@ice.go.cr

Resumen: Se describe la larva y los estadios del desarrollo de huevo y larva de *Ollotis aucoinae* utilizando especímenes del Río Cañaza, Golfito, Costa Rica, recolectados en enero de 1997 y enero-febrero de 1998. La muestra fue de 696 individuos, 317 huevos en estadios 1-12, 176 huevos con embriones en estadios 15-16 y 204 renacuajos en estadios 21-43. El promedio del número de huevos por nidada fue de 8 940 (N = 4), los cuales fueron colocados en una hilera, sujetos al sustrato del río. Los huevos en estadios 1-12 tienen un promedio de diámetro de 1.75 (+ 0.38) mm y los huevos con embriones en estadios 15-16 miden 1.33 (+0.34) de ancho y 3.06 (+1.46) mm de largo. El renacuajo de este sapo, espécimen UCR 19982, tiene el dorso, el vientre y la cola de color café y punteado de café oscuro; la cola mide 9.43 mm y el cuerpo 6.18, para un tamaño total de 15.62; las aletas son pequeñas café claro translúcidas, la dorsal con puntos dispersos y la ventral sin ningún tipo de pigmento oscuro. También es el único ovoide con una tendencia a ser aplastado dorso-ventralmente y con la boca antero-ventral. Dentro de la variación que existe, algunos individuos son de color negro (3.4 %) y pocos son uniformes (0.5- 1.5 %).

Key words: *Ollotis aucoinae*, tadpole, amplexus, description, larval stages, body, mouth parts, size, coloration.

Hay muchos problemas de índole taxonómica y filogenética en los anfibios de América Central que siguen sin ser resueltos, así mismo los renacuajos de un alto número de anuros, especialmente de aquellos que se reproducen en cuerpos de agua lótica, todavía no se conocen (Mendelson III *et al.* 1999). En las ocho especies del grupo de *Ollotis valliceps*, el renacuajo de *Ollotis campbelli* se recolectó recientemente pero no se ha descrito

(Mendelson III *et al.* 1999), en *Ollotis cavifrons* la descripción (Shannon y Werler 1955) se hizo basada en un espécimen que no fue depositado en ningún museo (Mendelson III *et al.* 1999), el de *Ollotis cristata* ya está descrito (Altig 1970), lo mismo que el de *Ollotis macrocristata* (Korky y Webb 1973) y el de *Ollotis tutelaria* (Mendelson III *et al.* 1999). Para *Ollotis valliceptis*, Limbaugh y Volpe (1957) dan la descripción del desarrollo pero no hacen la descripción morfológica completa del renacuajo (Duellman y Trueb 1986). Este trabajo describe al renacuajo de *Ollotis aucoinae*, no obstante aún queda por describir el de *Ollotis melanochlora* (O'Neill y Mendelson III 2004, Lips y Savage 1996), así mismo el de *Ollotis spiculata* ni siquiera ha sido recolectado (Mendelson III *et al.* 1999).

Para Costa Rica Savage (2002) hace notar que hay especies de las que no se ha descrito el renacuajo; Livezey (1986) describió el renacuajo de *Ollotis conifera*, McDiarmid y Altig (1989) describieron el de *Rhaebo haematiticus*, *Ollotis holdridgei* fue descrito por Novak y Robinson (1975), *Ollotis coccifer* por McDiarmid y Foster (1981), Savage (1966) describió el de *Ollotis periglenes*, Lips y Krempels (1995) el de *Ollotis fastidiosa* y recientemente Köhler y colaboradores (2000) describieron la larva de *Ollotis luetkenii*.

O'Neill y Mendelson III (2004) recientemente reconocieron las poblaciones de la vertiente pacífica de *Ollotis melanochlora* (Savage 2002) como *O. aucoinae*. Éste sapo, como muchos otros anfibios, es muy poco conocido en aspectos ecológicos, reproductivos y morfológicos (estadios del desarrollo), habita en zonas de bosques lluviosos de los 20 a los 1100 m de altitud (Mendelson III *et al.* 1999). Esa distribución coincide aproximadamente con el área faunística Suroeste, propuesta por Savage (2002) y solamente hay un espécimen recolectado en la región de Chiriquí, Panamá.

Aunque Wiens (2007) hace una crítica a Frost y colaboradores (2006a) en los cambios propuestos en la sistemática de anfibios, aquí se acepta el nombre que luego modifican Frost y otros (2006b), reconociendo a la especie en estudio en el género *Ollotis*.

Se presenta la descripción morfológica de 26 de los 46 estadios del desarrollo en *O. aucoinae*, información sobre los huevos, las nidadas y algunas relaciones con el entorno en que se desarrollaron.

METODOLOGÍA

Los ejemplares fueron capturados en el Río Cañaza, Golfito, Puntarenas, Costa Rica. La zona de estudio está en una sección de 360 m del río que se encuentra aguas arriba del Barrio Ureña 8°40' 40" N y 83°11'28" W. La recolecta de huevos y larvas fue en enero de 1997 y enero-febrero de 1998.

Para determinar la cantidad de huevos puestos se capturó parejas de *O. aucoinae* en amplexo y fueron colocadas en una bolsa plástica transparente grande, se le puso sustrato de esa zona del río, agua y aire y la bolsa se dejó en el mismo sitio hasta la mañana. Se liberaron los adultos y los huevos se llevaron al laboratorio. Se contó el número de huevos, los cuales fueron colocados en acuarios con sustrato del sitio en que se observó la pareja y a temperatura ambiente para seguir el desarrollo. Para la descripción de la morfología de huevos y larvas se tomaron 25-30 individuos de forma aleatoria cada 12 hr, para obtener representación de la mayor cantidad de estadios. El resto de los individuos que llegaron a la metamorfosis fueron liberados en el sitio donde la pareja fue capturada. Se clasificaron según su estadio (Gosner 1960, Duellman y Trueb 1986). Estos individuos se preservaron en una solución de formalina al 5% y fueron depositados en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica, lote catalogado UCR 19987 y los paratipos UCR 19986. El individuo utilizado para la descripción del renacuajo se encuentra en estadio 30 (UCR 19982). Esta caracterización se hace siguiendo la descripción realizada por McDiarmid y Foster (1981) y con la terminología que utiliza Altig (1970), así como la clasificación de acuerdo a Gosner (1960). Además se utilizan otras referencias de la morfología y morfometría externa como la descripción del renacuajo de *O. tutelaria* (Mendelson III *et al.* 1999) y la de *O. luetkenii* (Köhler *et al.* 2000).

Para tomar las medidas se fotografiaron los individuos en distintas posiciones, con un estereoscopio con cámara. Las imágenes se procesaron con el programa de cómputo "Scion Image", para realizar las mediciones, que se tomaron en milímetros con una precisión de dos decimales. En los resultados para todas las mediciones se da el promedio con la desviación estándar en paréntesis y siempre se expresan en milímetros.

RESULTADOS

Se observaron seis parejas en amplexo cuatro en la época reproductiva de 1997 y dos en la de 1998. En todas, el amplexo fue axilar, solo cuatro pusieron huevos y el macho los fertilizó. La relación entre los tamaños de machos y hembras (Fig. 1) parece ser inversa aunque no es significativa ($r=-0.357$, $p=0.487$), no hay relación entre el tamaño de las hembras y el número de huevos puestos ($r=0.216$, $p=0.784$). Los huevos son puestos en una hilera. El número de huevos promedio por puesta fue de 8 940 (1 300, 7 489-10 639). Los huevos en estadios 1-12 tienen un promedio de diámetro de 1.75 (0.38, N =317), mientras que los embriones en estadios 15 y 16 tienen un promedio de 1.33 (0.34, N =176) de ancho y 3.06 (1.46, N =176) de largo.

Descripción del renacuajo - UCR 19982 (Fig. 2 y 3): Pequeño, longitud total 15.62 (cuerpo 6.18 y cola 9.43), cuerpo ovoide comprimido dorso-ventralmente (ancho 3.97 y alto 2.82). Ancho del músculo de la cola 1.54, ancho máximo de la aleta dorsal 0.72, ancho máximo de la aleta ventral 0.61 (Fig. 2A). Ojos dorsales, redondeados, diámetro 0.62, distanciados 1.71, diámetro de la pupila 0.26, distancia al hocico 2.03 y del ojo a la narina 0.92 (Fig. 2B). Narinas dorsales, ovaladas, parte más larga 0.34, separadas 1.00 y distancia al hocico 1.20. Espiráculo dispuesto lateralmente hacia abajo del eje longitudinal y del lado izquierdo, separado del hocico 3.30. Tubo anal derecho. Dorso, vientre y cola de color café y punteado de café oscuro en preservado. Disco oral pequeño con diámetro transversal 1.26 y horizontal 2.04, emarginado lateralmente y antero-ventral (Fig. 3). Con pico; dos filas de dentículos superiores y tres inferiores, todas completas. Fórmula papilar 1/1, algunas papilas individuales en otras partes de la boca, fila superior e inferior pequeñas e incompletas (Fig. 3).

Variación y Desarrollo - UCR 19986 (Cuadro 1): Hay pico en todos los estadios, excepto en el 42 y 43. Disco oral (N =199) emarginado en 99.0%, dos individuos en estadios 25 y 31 lo tienen completo. Papilas superiores (N =189) incompletas en 92.6%, excepto 14 individuos (estadios 25-26 y 28-31), (N =199) en una fila en 91.5%, excepto dos individuos

con dos (estadios 25 y 30) y 15 donde estuvo ausente (estadios 25, 26, 29 y 31). Papilas inferiores (N =191) incompletas en 82.7%, 33 individuos (todos los estadios) la tienen completa, (N =199) en una fila en 91.5%, 7 individuos con dos (estadios 25 y 30) y en 10 no había (estadios 25, 29 y 31). Color dorsal (N =204) café en 96.6% y negro en el resto. Puntos oscuros en 99.5%, un individuo es uniforme (estadio 31). Vientre (N =204) café y con puntos en todos. Todos con cola (N =204) café, 98.5% presentan puntos, solo tres son uniformes (estadios 30-31).

El desarrollo del huevo se inicia con una estructura esférica, dándose divisiones celulares desde el estadio 1 hasta el 9, en el 10 se inicia la gastrulación y termina en el 12. En los estadios 1-12 mide 1.74; del 13-20 es ovalado con ancho 1.33 y largo 3.06, y se desarrolla el embrión.

Eclosionan en estadio 21, la cornea es transparente; se distingue la boca, aunque todavía no se observan estructuras bucales como dentículos o pico y la aleta de la cola comienza a hacerse transparente. Siempre la aleta ventral es más pequeña que la dorsal. En el estadio 25 la abertura opercular se cierra del lado izquierdo y se forma el espiráculo, aparecen el pico y los dentículos en fórmula 2/2. En los estadios del 26-30 tienen una fórmula denticular 2/3, excepto dos con 1/2 (estadios 29-30), uno con 1/1 (estadio 34) y uno con 2/2 (estadio 36); aparecen y se desarrollan los miembros traseros. En el 31 comienza a diferenciarse el pie, como forma de paleta, éste se desarrolla y diferencia hasta culminar con un pie totalmente formado y con los 5 dedos casi totalmente diferenciados en el estadio 36 en el que la cola alcanza el máximo. El tamaño de los ojos y la distancia inter-orbital aumentan con el desarrollo, los ojos se desplazan hacia atrás. En la narina casi no hay crecimiento, desplazándose menos hacia atrás que los ojos. El ancho del cuerpo aumenta con el desarrollo. Del 42-43 cambian las estructuras bucales a una boca con mandíbulas típicas del adulto, ya no se da la presencia de pico y dentículos, y salen los miembros delanteros; la abertura de la boca crece desde la narina hacia el ojo; se da una reducción de la cola, quedando en el 43 apenas una pequeña parte de la misma.

DISCUSIÓN

Ollotis aucoinae se reproduce en ríos durante la época seca. Los huevos son puestos en una hilera cilíndrica adherida al sustrato, como ocurre en muchas especies de la familia Bufonidae (Duellman y Trueb 1986). A pesar de que utiliza cuerpos de agua lótica, el caudal durante la época seca es mínimo, esto asegura que los huevos y larvas no van a verse arrastrados aguas abajo, a pesar de que los huevos están sujetos al fondo. Ese es un ambiente que no es aprovechado por muchas especies, quizás por la razón anterior además de las características que debe tener la larva para ese ambiente. En Costa Rica otras especies relacionadas que usan ese hábitat son *R. haematiticus*, *C. marinus*, *O. luetkenii* y *O. valliceps*, mientras que el resto usan ambientes lénticos, lagos, cuerpos de agua temporales, sobre todo poco profundos o charcos (Altig y Johnston 1989, Köhler *et al.* 2000, Savage 2002). La especie estudiada posee un amplexo axilar, lo común en las especies de sapos de Costa Rica, excepto *O. fastidiosa* y *O. holdridgei* que utilizan un amplexo inguinal (Novak y Robinson 1975, Graybeal y Queiroz 1992, Savage 2002). *Chaunus marinus* es el único sapo que comparte con *O. aucoinae* en el río Cañaza, de hecho se observaron reproduciéndose en los mismos momentos durante la época seca, La otra especie que podría estar presente es *R. haematiticus* que se conoce para la zona (Savage 2002). Las otras especies observadas en la época en que se reproduce esta son de otras familias, los hylidos *Smilisca sordida* y *S. sila*, y ocasionalmente cuando llueve algunos centrolenidos.

La nidada en *O. aucoinae* es de muchos huevos (8 940 en promedio) cuando se compara con otros *Bufo* (*sensu lato*). En *O. holdridgei* las nidadas tienen en promedio 74.6 huevos (Novak y Robinson 1975) y en *O. fastidiosa* es de 80-90 (Lips y Krempels 1995) dos de las especies en que se han reportado las nidadas más pequeñas. Las más grandes se reportan en *C. marinus* ovipositando de 2 500-12 500 huevos (Zug 1983). Con cantidades intermedias se tiene a *O. coccifer* con 2 000-4 000 (McDiarmid y Foster 1981) y *O. luetkeni* con 1 000-5 600 (Köhler *et al.* 2000). En este trabajo no se encuentra relación entre el tamaño de la hembra y del macho, ni en la cantidad de huevos puestos (Fig. 1) de seguro producto de la

pequeña muestra encontrada, ya que esos aspectos deben influenciar el tamaño de la nidada (Stebbins y Cohen 1995, Pough *et al.* 1998).

Las dos especies reportadas con pocos huevos también los tienen grandes, *O. holdridgei* con 2.76 mm de diámetro (Novak y Robinson 1975) y *O. fastidiosa* con 4.30 (Lips y Krempels 1995), adicionalmente *O. periglenes* con 3 mm (Jacobson y Vandenberg 1991) tres especies que usan charcos pequeños y que por lo menos en dos de ellas al eclosionar la larva trae reservas alimenticias y no requieren alimentarse para finalizar el desarrollo larval (Novak y Robinson 1975, Jacobson y Vandenberg 1991, Savage 2002). La especie en estudio tiene huevos de tamaño intermedio, 1.75 mm de diámetro, comparables con los de las otras especies aunque hayan variaciones de tamaño, 1.8 en promedio para *O. conifera* (Livezey 1986), en *C. marinus* con 1.7-2.0 mm (Zug 1983), 1.5 en *O. luetkenii* (Köhler *et al.* 2000), 1.37 en *O. coccifer* (McDiarmid y Foster 1981) y en *O. valliceps* el promedio es de 1.2 mm (Mendelson III *et al.* 1999).

Las estructuras bucales y los hábitos de este renacuajo corresponden a lo que Savage (2002) clasifica como la forma generalizada, y ecomorfológicamente son larvas de ambientes lóticos (tipo II) con poco movimiento (tipo A), con un disco oral dirigido centralmente y de tamaño grande para sujetarse y raspar algas en el sustrato (ecomorfo 10). Es de forma ovoide y comprimido dorso-ventralmente (Fig. 2A), las especies *R. haematiticus* (McDiarmid y Altig 1989) y *O. periglenes* (Savage 1966) tienen renacuajos ovoides pero comprimidos lateralmente.

De los renacuajos de sapos en Costa Rica, *O. aucoinae* es el único de color café claro con puntos café oscuro, tanto en el dorso como en el vientre (Fig. 2) (aunque hay excepciones de individuos negros), el de *O. fastidiosa* (Lips y Krempels 1995) es de color café chocolate, su vientre es gris. El de *R. haematiticus* (Scott 1983, McDiarmid y Altig 1989) y *O. periglenes* (Savage 1966, Jacobson y Vandenberg 1991) también poseen el dorso de color café, pero oscuro y uniforme, además el vientre en estas dos especies es claro y sin puntos. El renacuajo de *O. holdridgei* (Novak y Robinson 1975) se parece al de *O. aucoinae* ya que el dorso está muy pigmentado de café oscuro, pero el vientre es claro. Las otras especies tienen el dorso de color negro, en el caso de *C. marinus* (Savage 2002) y *O. valliceps* (Mendelson III *et al.* 1999) el vientre es claro, en el último también el espiráculo

es claro, en *O. conifera* (Livezey 1986) y *O. luetkenni* (Köhler *et al.* 2000) el vientre es gris y en *O. coccifer* (McDiarmid y Foster 1981) aunque el vientre es claro se diferencia de los otros por tener manchas claras pequeñas en el dorso. Los ojos se encuentran en posición dorsal al igual que en *O. fastidiosa*, *O. holdridgei*, *R. haematiticus* y *O. periglenes* (Savage 2002).

En las estructuras bucales *O. aucoinae* es similar a *O. fastidiosa* (Lips y Krempels 1995) y *O. holdridgei* (Novak y Robinson 1975) en cuanto a que el espacio en la parte superior de la boca es moderado (Fig. 3), sobre la boca y hacia la primera fila de denticulos (A2), mientras que en el resto de los renacuajos de esta familia en Costa Rica ese espacio es más amplio (Savage 2002). La posición de la boca en *O. aucoinae* es antero-ventral (Fig. 2), al igual que en *R. haematiticus* (McDiarmid y Altig 1989) y al contrario de *O. periglenes* (Savage 1966) donde es ventral, en el resto de las especies es antero-ventral dirigida ventralmente (Savage 2002). En la mayoría de las especies el disco oral es pequeño, menos del 67% del ancho del cuerpo, *O. aucoinae* (50%) no es la excepción (Fig. 3), mientras que en *O. fastidiosa* y *O. conifera* es mediano (Savage 2002). En *O. aucoinae* el disco oral es emarginado, el único renacuajo con el disco completo es el de *O. holdridgei* (Novak y Robinson 1975). En todos los renacuajos de los sapos en Costa Rica, se da la presencia de pico en las estructuras bucales y una fórmula denticular 2/3 (Savage 2002). En *O. aucoinae* las papilas están presentes solamente en los bordes laterales de la boca (Fig. 3) y en una fila, mientras que *C. marinus* y *O. periglenes* tienen dos filas (Savage 2002).

Como otros renacuajos el de *O. aucoinae* tiene una cola corta (55% del largo total), que equivale a menos del 60% (Fig. 2), igual que en *C. marinus*, *O. periglenes*, *O. coccifer* y *O. valliceps* y a diferencia de lo que se da con *R. haematiticus* quien posee una cola larga, de más del 67% del largo total (Savage 2002). Las aletas de *O. aucoinae* son pequeñas (Fig. 2A), igual que en *R. haematiticus* y a diferencia de lo que sucede en *O. fastidiosa*, *C. marinus*, *O. periglenes*, *O. coccifer* y *O. valliceps* en los cuales esas aletas son moderadas (Savage 2002). En el caso de *O. aucoinae* las mismas son claras translúcidas, similar a *O. fastidiosa* (Lips y Krempels 1995) que también las tiene translúcidas pero en este caso son café olivo, mientras que las de *R. haematiticus* (McDiarmid y Altig 1989), *C. marinus* (Savage 2002) y *O. periglenes* (Jacobson y Vandenberg 1991) son claras, en *O. coccifer*

hay pigmento oscuro disperso (McDiarmid y Foster 1981), en *O. conifera* está moteado de negro (Livezey 1986), en *O. luetkenii* más bien son puntos oscuros dispersos (Köhler *et al.* 2000) y en *O. valliceps* están fuertemente moteadas de pigmento oscuro (Mendelson III *et al.* 1999).

En resumen se puede diferenciar porque es el único renacuajo de las especies de Costa Rica que posee el cuerpo (dorso y vientre) y la cola de color café claro y punteado de café oscuro, con las aletas pequeñas café claro translúcidas, la aleta dorsal con puntos dispersos y la ventral sin ningún tipo de pigmento oscuro. También es el único ovoide con una tendencia a ser aplastado dorso-ventralmente. Con la boca antero-ventral, característica que solo comparte con *R. haematiticus* y del cual se diferencia fácilmente ya que éste último tiene el dorso y cola oscuro uniforme y el vientre claro, además la cola es larga. Con el fin de facilitar la identificación de esta larva se elaboró una clave, que está basada en la presentada por Savage (2002), pero con las modificaciones pertinentes que permiten incluir a esta especie, solo queda por incluir el renacuajo de *O. melanochlora* para poder identificar todos los renacuajos de los *Bufo* (*sensu lato*) de Costa Rica.

Clave para los renacuajos de las especies de sapos costarricenses

1 a.	Disco oral emarginado	2
1 b.	Disco oral completo	<i>Ollotis holdridgei</i>
2 a.	Aletas sin pigmento.....	3
2 b.	Aletas con pigmento	4
3 a.	Cola corta (menos de 60% del largo total)	<i>Chaunus marinus</i>
3 b.	Cola larga (más de 60% del largo total)	<i>Rhaebo haematiticus</i>
4 a.	Músculo de la cola con manchas blancas	5
4 b.	Músculo de la cola sin manchas blancas	6
5 a.	Aleta con patrón reticulado	<i>Ollotis valliceps</i>
5 b.	Aleta con pigmento oscuro disperso	<i>Ollotis coccifer</i>
6 a.	Aletas claras no translúcidas	<i>Ollotis preiglenes</i>
6 b.	Aletas claras translúcidas con pigmento oscuro	7
7 a.	Cuerpo (dorso y vientre) y cola oscuros	<i>Ollotis fastidiosa</i>
7 b.	Dorso claro, vientre claro o ambos, a veces con manchas o puntos oscuros	8
8 a.	Dorso oscuro uniforme y vientre claro, aleta con pigmento oscuro disperso	<i>Ollotis luetkenii</i>
8 b.	Dorso y vientre claros, aletas translúcidas con pigmento oscuro	9
9 a.	Aleta moteada de negro, todas las hileras de dentículos inferiores iguales	<i>Ollotis conifera</i>
9 b.	Aleta café claro con puntos café oscuro dispersos, P3 más pequeña que las otras dos hileras de dentículos inferiores	<i>Ollotis aucoinae</i>

AGRADECIMIENTOS

Federico Bolaños por las ideas, el tiempo invertido, las críticas, las arduas revisiones, la experiencia y el conocimiento que permitieron una investigación estructurada y un análisis estadístico adecuado. José Manuel Mora y Gerardo Umaña por sus sugerencias certeras en esta investigación y las revisiones que realizaron sobre el manuscrito. Danny Zamora realizó los dibujos de los renacuajos. Daniel Briceño colaboró en la digitalización de las fotografías de los huevos y renacuajos. Claudio Barrantes quien fue el director de las instalaciones de la Universidad de Costa Rica en Golfito durante el período de trabajo de campo. Gerardo Chaves por su colaboración y la inclusión de los especímenes en los catálogos del Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología por el apoyo logístico ya que una parte del trabajo de campo se realizó durante los cursos de Biología de Campo.

REFERENCIAS

- Altig, R. 1970. A key to the tadpoles of the continental United States and Canada. *Herpetologica* 26: 180-207.
- Altig R & G.F. Johnston. 1989. Guilds of anuran larvae: Relationships among developmental modes, morphologies and habitats. *Herpetol. Monog.* 3: 81-109.
- Duellman W.E. & L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. McGraw Hill Book Company, EEUU. 670 p.
- Frost D.R., T. Grant, J. Faivovich, R.H. Bain, A. Haas, C. F.B. Haddad, R.O. de Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S.C. Donnelland, C.J. Raxworthy, J.A. Campbell, B.L. Blotto, P. Moller, R.C. Drewes, R.A. Nusbaum, J.D. Lynch, D.M. Green & WC. Wheeler. 2006a. The amphibian tree of life. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 297:1-370.
- Frost D.R, T. Grant & J.R. Mendelson III. 2006b. *Ollotis* Cope, 1875 is the Oldest name for the genus currently referred to as *Cranopsis* Cope, 1875 (Anura: Hyloides: Bufonidae). *Copeia* 2006: 558.

- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Graybeal A. & K de Queiroz. 1992. Inguinal amplexus in *Bufo fastidiosus*, with comments on the systematics of bufonid frogs. *J. Herp.*26: 84-87.
- Jacobson S.K. & J.J. Vandenberg. 1991. Reproductive ecology of the endangered Golden toad (*Bufo periglenes*). *J. Herp.*25: 321-27.
- Köhler G., E. Leer & J.R. McCraine. 2000. The tadpole of the Central American toad *Bufo luetkenii* Boulenger. *J. Herp.*34: 303-306.
- Korky J. & R.G. Webb. 1973. The larva of the Mexican toad *Bufo cavifrons* Wiegmann. *J. Herp.* 7: 47-49.
- Limbaugh B.A. & E.P. Volpe. 1957. Early development of the Gulf Coast toad, *Bufo valliceps* Wiegmann. *Amer. Mus. Novit.* 1842: 1-32.
- Lips K.R. & D.M. Krempels. 1995. Eggs and tadpole of *Bufo fastidiosus* Cope, with comments on reproductive behavior. *Copeia* 3: 741-746.
- Lips K.R. & J.M. Savage. 1996. Key to the known tadpoles (Amphibia: Anura) of Costa Rica. *Stud. Neotrop. Fauna Env.* 31: 17-26.
- Livezey, R.L. 1986. The eggs and tadpoles of *Bufo coniferus* Cope in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34: 221-224.
- McDiarmid R.W. & R. Altig. 1989. Description of a bufonid and two hylid tadpoles from western Ecuador. *Alytes* 8: 51- 60.
- McDiarmid R.W. & S. Foster. 1981. Breeding habits of the toad *Bufo coccifer* in Costa Rica, with a description of the tadpole. *Southwest Nat.* 26: 353-363.
- Mendelson III J.R., P.C. Ustach & A.N. Montes de Oca. 1999. Description of the tadpole of *Bufo tutelarius*, natural history notes on the *Bufo valliceps* group, and a key to the tadpoles of the group. *J. Herp.* 33: 324-328.
- Novak R.M. & D.C. Robinson. 1975. Observations on the reproduction and ecology of the tropical montane toad, *Bufo holdridgei* Taylor in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 23: 213-237.
- O'Neill E. M. & J. R. Mendelson III. 2004. Taxonomy of Costa Rican toads referred to *Bufo melanochlorus* Cope, with the description of a new species. *J. Herp.* 38: 487-494.

- Pough F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky & K.D. Wells. 1998. Herpetology. Prentice Hall. Nueva Jersey, EEUU. 577 p.
- Savage, J. 1966. An extraordinary new toad (*Bufo*) from Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 14: 153-167.
- Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica: A Herpetofauna between two continents, between Two Seas. University of Chicago, Chicago, EEUU. 934 p.
- Scott, N.J. 1983. *Bufo haematiticus* (sapo, toad), p 385. In D.H. Janzen (ed.) Costa Rican natural history. University of Chicago, Chicago, EEUU.
- Shannon F.A. & J.E. Werler. 1955. Notes on amphibians of the Los Tuxtlas Range of Veracruz, México. Trans. Kansas Acad. Sci. 58: 360-386.
- Stebbins R & N. Cohen, 1995. A natural history of amphibians. Princeton University. Princeton, Nueva Jersey, EEUU. 316 p.
- Wiens, J. 2007. Critical review of Frost *et al.* 2006. Amphibian tree of life. Quart. Rev. Biol. 86:55-56.
- Zug, G.R. 1983. *Bufo marinus* (sapo grande, sapo, giant toad, marine toad), p 386-87. In D.H. Janzen (ed.) Costa Rican natural history. University of Chicago, Chicago, EEUU.

CUADRO 1: Promedios (desviación estándar) en milímetros de las estructuras bucales, del cuerpo y de la cola de las larvas de Ollotis aucoinae, en algunos estadios del 21 al 43.

Estadio	21	25	26	27	28	29	30	31	34	36	42	43
N	1	39	41	20	20	25	30	21	2	2	1	2
Diámetro transversal disco oral	0.921	1.022 (0.3018)	1.190 (0.304)	1.247 (0.228)	1.396 (0.299)	1.397 (0.275)	1.217 (0.337)	1.181 (0.203)	1.256 (0.131)	1.122 (0.189)	1.115	0.972 (0.736)
Diámetro horizontal disco oral	1.652	1.567 (0.250)	1.722 (0.249)	1.930 (0.122)	1.880 (0.244)	2.003 (0.185)	1.918 (0.217)	1.870 (0.178)	1.876 (0.076)	1.598 (0.346)	2.654	2.454 (0.115)
Fórmula denticular	0/0	2/2	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	0	0
Ancho cuerpo	1.454	3.103 (0.490)	3.357 (0.314)	3.819 (0.729)	3.892 (0.248)	3.997 (0.152)	3.855 (0.236)	3.960 (0.342)	4.627 (0.097)	5.188 (0.670)	4.725	4.627 (0.762)
Largo cuerpo	5.289	5.857 (0.717)	6.378 (0.703)	7.108 (0.407)	7.311 (0.371)	7.470 (0.522)	6.886 (0.218)	7.151 (0.641)	7.857 (0.346)	6.022 (0.488)	5.198	5.488 (1.402)
Altura cuerpo	2.279	2.440 (0.411)	2.845 (0.404)	3.280 (0.222)	3.283 (0.274)	3.380 (0.282)	2.754 (0.369)	3.212 (0.406)	4.350 (0.539)	3.482 (0.237)	3.500	3.369 (0.534)
Diámetro ojo	0.333	0.469 (0.211)	0.627 (0.106)	0.770 (0.099)	0.845 (0.114)	0.775 (0.097)	0.663 (0.093)	0.703 (0.098)	0.960 (0.013)	0.897 (0.036)	1.225	1.170 (0.100)
Diámetro pupila	-	0.164 (0.038)	0.184 (0.036)	0.192 (0.028)	0.204 (0.036)	0.208 (0.035)	0.240 [*] (0.015)	0.212 ⁺ (0.013)	0.201 (0.023)	0.242 ^{&}	-	0.438 (0.005)
Distancia inter orbital	0.702	1.541 (0.189)	1.541 (0.189)	1.728 (0.242)	1.935 (0.196)	1.958 (0.208)	1.949 (0.262)	1.719 (0.168)	1.857 (0.227)	2.994 (0.177)	2.414	3.133 (0.180)
Diámetro narina	0.210	0.252 (0.060)	0.290 (0.046)	0.315 (0.045)	0.300 (0.038)	0.346 (0.350)	0.202 (0.042)	0.237 (0.061)	0.217 (0.026)	0.246 (0.015)	0.205	0.264 (0.067)
Distancia entre narinas	0.358	0.938 (0.075)	1.035 (0.174)	1.092 (0.080)	1.100 (0.060)	0.122 (0.064)	1.019 (0.044)	1.106 (0.071)	1.252 (0.210)	1.188 (0.156)	1.127	1.187 (0.189)
Distancia narina ojo	0.416	0.919 (0.115)	1.041 (0.455)	1.096 (0.110)	1.107 (0.089)	1.132 (0.113)	1.080 (0.109)	1.106 (0.132)	1.340 (0.028)	1.263 (0.205)	1.374	1.494 (0.041)
Distancia hocico narina	0.575	1.024 (0.142)	1.041 (0.116)	1.192 (0.141)	1.160 (0.158)	1.237 (0.172)	1.057 (0.141)	1.099 (0.314)	0.912 (0.189)	1.076 (0.013)	0.860	0.695 (0.026)
Distancia hocico ojo	0.944	1.938 (0.210)	1.976 (0.280)	2.239 (0.188)	2.300 (0.182)	2.372 (0.225)	2.165 (0.203)	2.226 (0.263)	2.166 (0.069)	2.252 (0.345)	1.935	2.116 (0.322)
Distancia hocico espiráculo	1.353	3.022 (0.585)	3.400 (0.555)	4.128 (0.401)	3.982 (0.594)	4.215 (0.585)	3.866 (0.394)	3.542 (0.703)	3.920 (0.069)	4.403 (0.056)	4.148	4.365 (0.284)
Largo cola	5.351	7.065 (0.855)	8.252 (1.102)	8.992 (0.653)	9.079 (0.848)	9.755 (0.993)	8.370 (0.830)	9.068 (0.863)	8.086 (0.750)	8.531 (0.156)	10.060	9.490 (3.959)
Ancho músculo cola	0.803	1.182 (0.193)	1.508 (0.277)	1.591 (0.182)	1.598 (0.185)	1.628 (0.245)	1.278 (0.212)	1.380 (0.220)	1.171 (0.055)	1.400 (0.160)	1.413	1.425 (0.082)
Ancho máximo aleta dorsal	0.170	0.325 (0.338)	0.418 (0.197)	0.536 (0.209)	0.570 (0.225)	0.667 (0.254)	0.377 (0.137)	0.667 (0.357)	1.318 (0.007)	1.233 (0.004)	0.816	0.431
Ancho máximo aleta ventral	0.210	0.340 (0.130)	0.438 (0.122)	0.524 (0.154)	0.542 (0.218)	0.759 (0.223)	0.391 (0.121)	0.601 (0.275)	0.757 (0.182)	0.893 (0.608)	1.354	0.338
Largo total	10.640	12.922 (1.347)	14.630 (1.648)	16.100 (0.625)	16.390 (1.041)	17.225 (1.434)	15.256 (1.158)	16.220 (1.334)	15.942 (0.404)	14.553 (0.644)	15.258	14.979 (5.361)

^{*} n=3, ⁺ n=7, [&] n=1

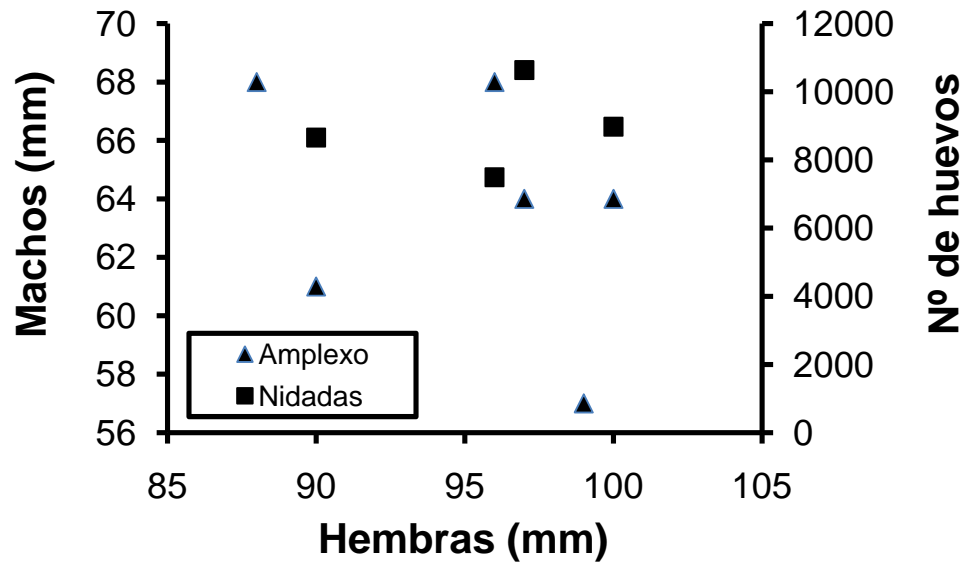


Fig. 1. Tamaño de hembras de *Ollotis aucoinae* en relación al tamaño de machos con los que se encontraron en amplexo y con el número de huevos por nidada.

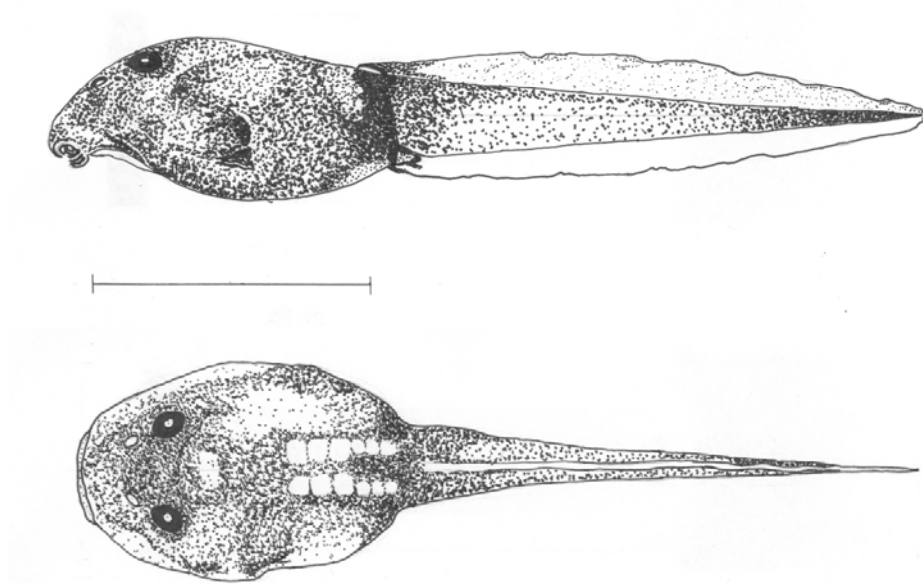


Fig. 2. Renacuajo de *Ollotis aucoinae* (UCR 19982, estadio 30): A. Vista lateral; B. Vista dorsal. Barra=5 mm.

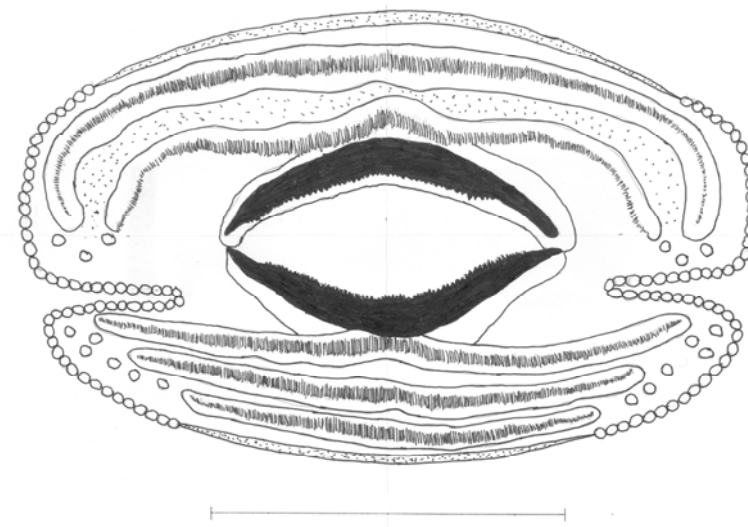


Fig. 3. Estructuras bucales del renacuajo de *Ollotis aucoinae* (UCR 19982, estadio 30). Barra=1 mm.