

# Ecología de la Salamandra del Mombacho, *Bolitoglossa mombachoensis* KÖHLER & MCCRANIE, 1999, en el Volcán Mombacho, Nicaragua (Caudata, Plethodontidae)

MARTIN JANSEN & GUNTHER KÖHLER

## Abstracto

(ver original)

## 1 Introducción

Las salamandras del género *Bolitoglossa* del Volcán Mombacho, Dpto. de Granada, Nicaragua, estuvieron asignadas a la especie distribuida extensamente por toda Centroamérica *Bolitoglossa striatula* (NOBLE, 1918). Basándose en diferencias en la anchura de la cabeza relativa, el número relativo de dientes vomerinos y la coloración fue descrita recientemente como especie nueva *Bolitoglossa mombachoensis* ((KÖHLER & MCCRANIE 1999). *Bolitoglossa mombachoensis* (Fig. 1) aparece en la planicie recubierta de bosque nuboso del Volcán Mombacho sobre los 1040-1345 m de altura como un vertebrado dominante (KÖHLER 1998). Esta especie trepa por la noche sobre la vegetación a unos 50 – 150 cm de altura, donde se la encuentra en altas densidades. Se trata de una salamandra semiarborea que pasa todo su ciclo vital en tierra. VENCES & SCHMITT (1991) encontraron huevos de esta especie en la hojarasca.

El propósito de este estudio era el de conocer más acerca de la biología de *Bolitoglossa mombachoensis*. Se tuvo especial consideración a la densidad poblacional y a la selección de hábitat. Adicionalmente se registraron distancias recorridas por las salamandra a través de las recapturas, que nos dan información acerca de los patrones de movimiento. Investigaciones acerca de patrones de movimiento y densidades de salamandras plethodóntidas terrestres ya han sido llevadas a cabo anteriormente varias veces (JAEGER 1980, OVASKA 1988, NISHIKAWA 1990, MATHIS 1991, STAUB et. al. 1995, NIJHUIS & KAPLAN 1998), aunque sobre el género *Bolitoglossa* apenas han sido realizadas investigaciones (ver entonces VIAL 1968).

## 2 Lugar de estudio, materiales y métodos

### Lugar de estudio

El frondosamente cubierto de vegetación Volcán Mombacho se encuentra en el borde noroeste del Lago Nicaragua muy cerca de Granada. La vegetación del volcán (cuya altura máxima es de 1345 m) es bosque nuboso siempreverde, el cual se convierte en el llamado bosque enano en las zonas más altas y más expuestas al viento (ATWOOD 1984, DRESSLER & ZIZKA 1999). El Parque Nacional Volcán Mombacho es administrado por la fundación privada COCIBOLCA. La investigación fue llevada a cabo en seis parcelas de 8 hasta 9 m<sup>2</sup> y a lo largo de dos transectos.

Las 6 parcelas estaban situadas a 1100 – 1177 m de altura (Tabla 1). De estas parcelas, cuatro (1, 3, 4 y 5, Fig. 2a y b) estaban situadas en bosque nuboso intacto y estaban caracterizadas por poco hasta denso (cubriendo 20-100%) sotobosque (hasta aprox. 50 cm de altura, sobre todo Poaceae). Las otras superficies (2 y 6, Fig. 2c) estaban fuertemente invadidas por Hierba Jengibre *Hedychium coronarium*, la cual penetra desde los bordes del bosque por los senderos (DRESSLER 1999). Todas las parcelas fueron divididas en cuadrados

de 1 m<sup>2</sup> y cada cuadrado fue además subdividido en 16 pequeños cuadrados (0,25 m x 0,25 m), que fueron marcadas mediante coordenadas.

Los dos transectos (“Norte” y “Sur”) eran de 300 m de largo cada uno y para facilitar el emplazamiento de los puntos, divididos en trechos iguales. Transcurrían a lo largo de un sendero (0,5- 1,0 m de ancho) alrededor del cráter grande (1100 m NN). La vegetación se puede considerar en ambos casos como bosque nuboso intacto (Fig. 2d).

## 2.2 Trabajo de campo

El presente estudio fue desarrollado entre Julio hasta Octubre de 1999 por M. JANSEN. En las parcelas se realizaron estudios de captura y recaptura en 6 y hasta 15 noches. Las parcelas 1 y 6 fueron visitadas más intensivamente (cada una 15 veces). Los transectos fueron visitados cada uno 8 noches y las vegetación fue inspeccionada intensivamente tras salamandras.

Por cada captura, o avistamiento, fue determinada la edad (adulto, juvenil), el sexo (sólo en ejemplares adultos), la longitud hocico – cloaca (LHC, punta del hocico hasta el margen distal de la cloaca, redondeada a 1,0 mm), la posición vertical en la vegetación (en cm del suelo), el microhábitat (“superficie de hoja”, “rama de vegetación baja”, “rama” o “tronco con musgo”), la coloración así como el comportamiento. Dentro de comportamiento se distinguió entre “escalando”, y las tres categorías “inmóvil enrollada, derecha o cazando moscas”. La localización dentro del transecto fue determinada con exactitud de 1, mientras que las distancia de los animales hasta 3 m a la derecha o la izquierda del sendero. La diferencia entre hembras y machos no fue siempre segura en el campo.

## 2.3 Método de marcado

Primeramente se procedió a un marcado simplificado para salamandras terrestres (IRELAND 1973) en el que se lija ligeramente la piel de los animales y se le aplica pigmentos disueltos en Glicerol. Por causa de las mucosidades de las salamandras se tomaron modificaciones de esta técnica, que tampoco llevaban a marcados duraderos. Es por ello que se tomó un método para el marcado de larvas de salamandras (IRELAND 1973), ligeramente modificado. Mientras que IRELAND (1973) quemaba pigmentos fluorescentes dentro de la piel de los animales, se prescindió de los pigmentos en la presente investigación. El extremo caliente de un alambre se presionó por poco tiempo a la piel de los animales, de manera que quedaba una pequeña marca visible. Un seguro marcado individual se las salamandras fue posible por estas dificultades sólo en la parcela 1 y por sólo 6 periodos de marcados.

## 2.4 Captura – Recaptura, patrones de movimiento y densidades

Para describir los patrones de movimiento de las salamandras, se calcularon los radios de acción durante el periodo de estudio y las distancias medias recorridas entre dos periodos de captura seguidos. Ambas cosas fueron calculadas con el programa CAPTURE (OTIS et al. 1978), Versión del 16 de Mayo 1995. El radio de acción es la distancia lineal entre los puntos de captura más distanciados, y es de esa manera la mayor distancia registrable posible, que una salamandra ha recorrido en el periodo de captura (NIHUIS & KAPLAN 1998). Sólo fueron tomados en cuenta ejemplares capturados en más de dos ocasiones. La distancia media recorrida entre dos capturas seguidas se refiere a animales que solo fueron atrapados dos veces.

Para dar nota de la “densidad de actividad” (MÜHLENBERG 1993) se protocoló en cada visita a las parcelas, cuantos animales se veían en total por parcela. Se renunció a hacer estimaciones del tamaño de la población a partir de recapturas. Dos reglas a respetar del modelo del método JOLLY-SELBER para estimaciones del tamaño de poblaciones abiertas tales como la permanencia del marcado y la misma probabilidad de todos los individuos presentes en la población (POLLOCK et al. 1999) no podían ser respetadas por causa de la escasa duración de la técnica de marcado y de las pequeñas parcelas (así como por el gran radio de acción de los animales).

### 3 Resultados

#### 3.1 Coloración y diseño

*Bolitoglossa mombachoensis* está caracterizada por una coloración marrón canela o marrón aceituna con manchas y líneas longitudinales (KÖHLER & MCCRAINE 1999). También fueron vistos individuos que presentaban pequeñas hasta grandes variaciones en la coloración (fig. 3 a-d). Estos animales tenían una coloración ventral ( $\zeta$ ) muy clara con manchas irregulares negras jaspeadas (como mármol). En un caso se registró la coloración según SMITHE (1975-1981): coloración base dorsal salmón (Salmon 6) con manchas irregulares en marrón canela repartidas por todo el cuerpo. En otro caso la coloración basal era salmón, solamente la cabeza y el extremo de la cola estaban manchadas de marrón oscuro (Vandike 129). A lo largo del transecto ‘Sur’ predominaban los individuos con coloración diferente: de los once hasta 33 animales contados por transecto un promedio de 10,4% (0-16%) individuos con coloración diferente. A lo largo del transecto norte, eran el promedio de menos de 1% (0-6 %).

#### 3.2 Proporción de individuos con cola regenerada

En escasos casos pudieron ser observados individuos con cola regenerada (fig. 4). La noche del 30 de agosto de 1999 se encontraron en el transecto “Sur” dos ejemplares con cola regenerada del total de 20 individuos registrados esa noche (20% de los animales vistos), tres de 27 (11%) el 6 de septiembre 1999 y el 29 de agosto de 1999 en el transecto “Norte” dos de un total de diez (20%). En total se estimó la proporción de individuos con cola regenerada en el transecto “Sur” en 2,5% (0-20%) y en 2,6% (0-11%) a lo largo del transecto “Norte”.

#### 3.3 Estructura de la población y densidad

El estudio de captura y recaptura en la parcela 1 (3 m x 3 m) estimó una población mínima de 14 individuos en 9 m<sup>2</sup>, de ellos 9 eran adultos (4 hembras y 5 machos), así como 5 juveniles. Este estudio fue realizado en un periodo de tiempo de 20 días en 6 periodos de captura con un total de 37 capturas. De los 14 animales capturados durante el estudio ocho fueron capturados en más de una ocasión (valor de recaptura de 57%), mientras que el valor de recaptura de los adultos estaba en un 56% y el de los juveniles era de 60%. El valor de recaptura de las hembras era con 50% menor que el de los machos 60%. Los individuos fueron capturados desde una a seis veces, un promedio de 2,6 veces. Una hembra y un juvenil pudieron ser encontrados todas las seis noches. En individuos adultos el promedio de recaptura 2,7 (1-6). Las hembras fueron capturadas un promedio de 3,25 veces (1-6), los machos 2,2 veces (1-3) y los juveniles 2,6 veces.

Las densidades observadas en las parcelas eran muy altas (un promedio de uno hasta 4 animales en 9 m<sup>2</sup>; tabla 2). La densidad máxima de 8 animales en 9 m<sup>2</sup> (Parcela 1) fue registrada el 11 de octubre de 1999. A menudo se encontraban concentraciones en áreas reducidas, en parte tres o cuatro animales en un metro cuadrado. En tres ocasiones se encontraron tres animales que se encontraban a menos de 20 cm uno del otro, a veces incluso sobre la misma planta (fig. 4).

Durante los ocho transectos (Tabla 3 y 4) se encontró un promedio de 12 (5-16) salamandras en el transecto "Norte" y 24 (11-33) en el transecto "Sur". La proporción de individuos adultos resultó en un promedio de 42% (10-75%) en el transecto "Norte" y 49% (27% - 76%) en el transecto "Sur". En ambos transectos se encontró una media superior de machos que de hembras ["Norte" = 25% (0 - 42%) machos; 16% (0 - 33%) hembras; "Sur" = 31% (15 - 56%) machos, 19% (8 - 35%) hembras].

#### 3.4 Elección de hábitat y actividad

En total fueron vistas 454 *B. mombachoensis* en las parcelas y en los transectos. De ahí resultó que en un 31,7% de los casos las salamandras estaban sentadas a una altura entre los 26 y 50 cm y en un 18,3% de los casos entre 51 - 75% cm de altura (tabla 5). En una ocasión se pudo registrar un individuo en la parcela 1 a 3 metros de altura. Se encontraba en la punta de un arbusto sin follaje (diámetro 1,5 - 2 cm) y se movía por el viento en todas direcciones. En más del 90% de las ocasiones las salamandras fueron encontradas en plantas pequeñas (tabla 6), más bien quietas que escalando (80% de las observaciones). La postura bien estirada era la más observada (80%) frente a una más enrollada. En dos ocasiones se observó como las salamandras cazaban con su lengua retráctil.

#### 3.5 Patrones de movimiento

En total se pudieron realizar 68 recapturas en las parcelas. La tabla 7 muestra los individuos que sólo fueron capturados en dos ocasiones y la tabla 8 nos muestra los animales capturados en más de dos ocasiones. El radio de acción medio era de 1,38 m (0,0 - 4,4; n = 14; tabla 8), el espacio de tiempo en el que estas distancias eran recorridas, era de una media de 5 días. El radio de acción de los individuos adultos era de un promedio de 1,21 m (0,3 - 4,4; n = 7), el tiempo necesario en promedio 7 días. El radio de acción de los juveniles era de 1,54 m (0,0 - 3,5; n = 7), estas distancias necesitaban una media de 3 días (1-8). Las distancias más largas recorridas por machos se mantenían en un promedio de 1,86 m (0,3 - 11 m; n = 3) y necesitaban un promedio de 10 días (9 - 11). Las distancias máximas de las hembras eran de un media de 0,73 m (0,4 - 0,9; n = 4) y recorridas en un promedio de 5 días (2 - 8). Trechos superiores a 1,5 m (1,68 - 3,5 m) se registraron en la mayoría de los casos en individuos jóvenes, los cuales empleaban mucho menos tiempo que los adultos conspecíficos. La mayores distancias lineales registradas entre los dos puntos de captura más distanciados eran 4,4 m (recorridos por un macho en 11 días) y 3,5 m (un juvenil en 4 días). Una hembra fue vista en los seis periodos de captura a lo largo de 20 días en la parcela 1 casi siempre en el mismo sitio, dos veces en la misma planta. La mayor distancia recorrida en un día fue la que recorrió un juvenil: 2,3 m.

La distancia media, que fue recorrida entre dos capturas consecutivas, era de 0,9 m (n = 68, tablas 7 y 8) en un promedio de 4 días (velocidad media de 0,23 m/día). Los juveniles (n = 30) recorrían un promedio de 1,4 en cinco días (velocidad media: 0,28 m/día), animales adultos 0,8 m (n = 38) en 4 días (velocidad media: 0,28 m/día), mientras que los machos (n = 20) se movían un promedio de 0,8 m en 3 días (velocidad media: 0,27 m/día), las hembras (n = 18) recorrían 0,7 m en 4 días (velocidad media: 0,13 m/día).

## 4 Discusión

### 4.1 Estructura de la población y densidad

En la parcela 1 estaban tanto los machos como las hembras representados en casi las mismas proporciones. La mayor proporción de machos vistos en ambos transectos (promedio de 25% y 31% machos así como 16% y 19% de hembras) nos indica un reparto desigual de los géneros. Se puede interpretar como resultado de las diferencias en la actividad de los géneros o puede ser un artefacto de una errónea determinación de los sexos. Aunque machos y hembras estaban representados a partes iguales en la parcela 1, las hembras fueron capturadas individualmente con más frecuencia claramente. Esto podría ser interpretado por una parte, como que los machos son menos fieles al lugar que las hembras, es decir, tienen un radio de acción más grande y abandonan la parcela más a menudo. La pequeña área del lugar de la investigación podría haber causado cuotas de recaptura aún más bajas. Las largas distancias obtenidas para los machos apoyan esta tesis. Por otra parte los machos podrían ser menos activos y por eso ser capturados menos a menudo.

Salamandras no pulmonadas pueden aparecer en densidades muy altas (JAEGER 1980, OVASKA & GREGORY 1989, WELSH & LIND 1992). Las densidades de actividad de *B. mombachoensis* (promedio de 0,1 hasta 0,5 individuos por m<sup>2</sup>, tabla 2) son incluso superiores a las de *B. subpalmata* (BOULENGER, 1896) (promedio de 0,03 hasta 0,2 individuos por m<sup>2</sup>: VIAL 1968). Las “densidades de actividad” sólo dan a entender, cuantos individuos se podían ver en promedio por parcela. La densidad absoluta es probablemente aún mayor. En el momento de las observaciones se encontraban probablemente animales en las parcelas, que no fueron vistos (posiblemente porque debido a la escasa humedad ambiental no trepaban a la vegetación, comparar JAEGER 1978, VIAL 1968). Además no siempre fue posible una distinción entre individuos fieles al lugar e individuos inmigrantes, lo que pudo infravalorar la densidad absoluta.

Los seis periodos de captura en la parcela 1 con marcado individual mostraron una población de un mínimo de 14 (densidad individual mínima de 1,6 ind./ m<sup>2</sup>). Si se toma simplemente el número de individuos por área, se podría dar una sobreestima de la densidad como consecuencia (VIAL 1968, WHITE et al. 1982). Si algunos animales no permanecen todo el tiempo en la parcela delimitada, entonces el área efectiva es mayor que el área delimitada. Este efecto marginal se aumenta según WHITE et al. 1982, entre más espacio del radio de acción de los animales se encuentra fuera de las parcelas de estudio (como es en este caso). La densidad individual absoluta de *B. mombachoensis* debe de ser probablemente inferior a 1,6 individuos por m<sup>2</sup>, pero superior a los valores de las densidades de actividad.

### 4.2 Selección de hábitat

Los resultados en las tablas 4 y 5 parecen indicar, que el hábitat óptimo para *B. mombachoensis* contiene abundante vegetación de 26 – 50 cm de altura con muchas superficies de hojas. La mayor densidad se registró en la parcela 1 (tablas 1 y 2). Un bosque nuboso intacto con un sotobosque de hasta 50 cm y una cubierta vegetal del 100% parece presentar condiciones óptimas para la especie, mientras que lugares con sotobosque más

bajo (parcelas 3, 4 y 5) así como lugares influenciados por vegetación secundaria mostraban claramente densidades más bajas.

Los resultados de la presente investigación se pueden comparar con investigaciones similares. También WELSH & LIND (1992) afirman que el especial microclima de un viejo bosque ofrece un hábitat óptimo para una salamandra terrestre. Una investigación de WELSH (1990) supone, que estas especies están asociadas a viejos bosques, así como al microclima dominante en éstos, ya que éste ha evolucionado junto con ellos. El bosque nuboso del Volcán Mombacho es también un viejo bosque y los resultados de esta investigación muestran, que *B. mombachoensis* aparece especialmente en este bosque nuboso con su microclima y su microhábitat en notables altas densidades. Esto es probablemente debido a una evolución común.

#### Patrones de movimiento

Los resultados de la presente investigación parecen demostrar en comparación a otros estudios, que la salamandra de la especie *B. mombachoensis* tiene un radio de acción pequeño. Esto se refleja de las reducidas distancias medias (0,9) entre dos capturas seguidas, y los radios de acción de un promedio de 1,4 m. Se conocen mayores distancias del radio de acción para *B. subpalmata*: machos en promedio 5,4 m (0,1 hasta 50 m), hembras en promedio 3,7 m (0,05 hasta 35 m) y juveniles en promedio 2,8 m (0,1 hasta 13 m; VIAL 1968). OVASKA (1988) observó un radio de acción mayor para *Plethodon vehiculum* (COOPER, 1860) (promedio de las distancias más largas: machos = 2,47 m, hembras = 1,17 m, juveniles = 1,95 m). Se debe señalar que en la presente investigación el tamaño de las parcelas se escogió muy pequeño. Distancias más grandes no pudieron ser determinadas por esto. Es bastante probable, que las salamandras se hayan mantenido también fuera de las parcelas. STAUB et al. (1995) suponen que plethodóntidos terrestres recorren regularmente distancias mayores que 10 m y advierten de hacer evaluaciones de radios de acción con parcelas pequeñas.

Los machos recorrieron a lo largo del estudio un promedio de trechos más largos que las hembras. También STAUB et al. (1995) y STEBBINS (1954) midieron en investigaciones con plethodóntidos del género *Ensatina* mayores distancias que los machos.

En este punto se debe resaltar, que la determinación del sexo en *B. mombachoensis* no siempre se puede considerar definitiva en el campo. Los resultados aquí discutidos, tanto el patrón de movimientos como los valores de recaptura deben ser por ello vistos desde un punto de vista cauteloso.

#### Agradecimientos

Agradecemos a la Fundación COCIBOLCA por el permiso para realizar esta investigación y especialmente a JUAN CARLOS MARTINEZ SÁNCHEZ, JOSE MANUEL ZOLOTOFF PALLAIS así como a los guías en el Parque Nacional por el efectivo apoyo logístico. Especial agradecimiento merece CARLOS ROBERTO HASBUN por la traducción del resumen al castellano.