

REVISTA NICARAGUENSE DE BIODIVERSIDAD

N° 36.

Octubre 2018

Evaluación poblacional, distribución y estado de conservación de *Bolitoglossa insularis* (Caudata: Plethodontidae) en parque Nacional Volcán Maderas, Reserva de Biosfera Isla de Ometepe, Nicaragua.

Silvia ROBLETO-HERNANDEZ



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
ASOCIACIÓN NICARAGÜENSE DE ENTOMOLOGÍA
LEON - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación que pretende apoyar a la divulgación de los trabajos realizados en Nicaragua en este tema. Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal created to help a better divulgation of the research in this field in Nicaragua. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Milton Salazar
Herpetonica, Nicaragua
Editor para Herpetología.

Eric P. van den Berghe
ZAMORANO, Honduras
Editor para Peces.

Liliana Chavarría
ALAS, El Jaguar
Editor para Aves.

Arnulfo Medina
Nicaragua
Editor para Mamíferos.

Oliver Komar
ZAMORANO, Honduras
Editor para Ecología.

**Estela Yamileth Aguilar
Álvarez**
ZAMORANO, Honduras
Editor para Biotecnología.

Indiana Coronado
Missouri Botanical Garden/
Herbario HULE-UNAN León
Editor para Botánica.

Foto de Portada: *Bolitoglossa insularis*: cría (Foto: Silvia Robleto-Hernandez).

Evaluación poblacional, distribución y estado de conservación de *Bolitoglossa insularis* (Caudata: Plethodontidae) en parque Nacional Volcán Maderas, Reserva de Biosfera Isla de Ometepe, Nicaragua.

Silvia ROBLETO-HERNANDEZ¹

RESUMEN

Este estudio constituyó la primera aproximación al estado de conservación, distribución y evaluación poblacional de la salamandra endémica del Volcán Maderas *B. insularis*, ubicada en la isla de Ometepe, en 2012 el estudio tuvo la participación de comunitarios que habitan en las faldas del Volcán Maderas; y después de un periodo de seis meses se logró determinar que la abundancia relativa y densidad poblacional de la salamandra es baja, la temperatura y humedad relativa están directamente relacionadas con su presencia, la población presenta una distribución aleatoria indicando que la presencia de un individuo no aumenta ni disminuye la probabilidad de encontrar otro y entre las principales amenazas identificadas están la pérdida y fragmentación del hábitat, los cambios bruscos de temperatura y disminución de las precipitaciones como efecto del cambio climático.

Palabras claves: endemismo, bosque nuboso, salamandra, isla, reserva, biosfera.

ABSTRACT

This study constituted the first approximation to the state of conservation, distribution and population assessment of the endemic salamander (*B. insularis*) from Maderas Volcano, located on the island of Ometepe, in 2012 after a period of six months it was determined that the relative abundance and population density of the salamander is low, the temperature and relative humidity are directly related to their presence, the population presents a random distribution indicating that the presence of an individual not increases or decreases the probability of finding another and among the main threats identified are the loss and fragmentation of the habitat, changes in temperature and precipitation as a result of climate change.

Key words: endemism, cloud forest, salamander, island, protected area, biosphere.

¹ Amphibian Specialist Group (ASG) Nicaragua. Miembro de la Comisión de Supervivencia de especies (SSC) – UICN. sijuroh26@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En América latina se encuentra el 50 % de bosques nubosos, con porciones muy importantes en Centroamérica y Sudamérica donde la diversidad biológica en estos bosques se encuentra entre los más altos, inclusive al compararlos con la selva tropical lluviosa (Kapos et al. 2000). Nicaragua posee 551.000ha de bosque nuboso, estando protegidas 510.000ha (Brown & Kappelle 2000), podemos encontrar en el pacífico del país remanentes de bosque nuboso en la Reserva Natural Volcán Mombacho, departamento de Granada con 460ha (Fundación Cocibolca, 2006), en la isla de Ometepe del departamento de Rivas, están el Parque Nacional Volcán Maderas con una superficie aproximada de 1,043.41 ha (Díaz, Santos & Díaz Santos, 2008) y la Reserva Natural Volcán Concepción con 122.83ha de bosque nuboso (Díaz, Santos & Díaz, Santos 2009), los cuales están fuertemente amenazados junto a la flora y fauna que los caracteriza, en la actualidad las variaciones medioambientales como efecto del cambio climático representa la principal amenaza.

Nicaragua reporta 9 especies de Plethodontidae, de las cuales cuatro pertenecen al género *Bolitoglossa* (Sunyer, J. 2009, 2014), estos anfibios son valiosos indicadores biológicos del impacto del cambio climático (Vieites, D. 2009). Existen pocos estudios poblacionales, ecológicos y del estado de conservación de las salamandras del país. Solo *Bolitoglossa mombachoensis* (Köhler & McCranie, 1999) reporta estudios bajo esta temática y posee bajo la categoría de Amenaza un estado de conservación vulnerable (VU) según la lista roja de la UICN (Köhler, G. & Wake, D. 2008).

Según lo planteado por MacArthur y Wilson (1976) en la Teoría Biogeográficas de las islas, los sistemas insulares presentan gran potencial para la existencia de endemismo, el sistema insular isla de Ometepe actualmente reporta una salamandra endémica *Bolitoglossa insularis* restringida al bosque Nuboso del Parque Nacional Volcán Maderas (Sunyer J. et al, 2008).

El objetivo del presente estudio fue estimar la abundancia relativa, densidad poblacional y distribución de *B. insularis*, así como identificar las amenazas proyectadas en relación con las condiciones ambientales, topográficas y climática relacionadas a los efectos del cambio climático, también evaluar el estado de conservación específicamente el riesgo de extinción de *B. insularis*, partiendo de los criterios establecidos por la UICN, siendo una primera aproximación al estado de esta especie. Se realizó un esfuerzo conjunto por evaluar la población de la salamandra endémica del V. Maderas que involucró a comunitarios, integrantes del comité de agua potable, guarda parques y guías locales de las comunidades aledañas al volcán con el fin de crear conciencia del cuidado y protección de la diversidad de los bosques, el rol que juegan estas especies en los ecosistemas, así como su ecología y biología en especial especies de alto valor biológico como es *Bolitoglossa insularis*.

MATERIALES Y METODOS

Sitio del estudio: Se llevó a cabo en el Bosque Nuboso del Volcán Maderas, cubriendo desde los 800 a los 1200 msnm, estableciendo como áreas de muestreo el sendero Magdalena y San Pedro, instalando siete parcelas permanentes (PPM) de 10 x 10m y siete transectos permanentes de monitoreo (TPM) de 30-50 x 3m, así mismo se toma en cuenta cada sendero principal que equivale a un área aproximada de 3.8959ha, para el monitoreo.

Las PPM se ubican en altitudes de 854, 977, 1022 y 1153 msnm, los TPM a 871, 913, 1004 y 1124 para Magdalena; en San Pedro la PPM se ubican en altitudes de 814, 994 y 1047 msnm, los TPM a 875, 954 y 1028 msnm (Fig.1). Cada PPM y TPM tienen bordes orientados al Sureste y Noroeste, fueron delimitadas con estacas de aluminio de 1.5m de largo, para futuras referencias y sobre mapas con ayuda de unidades de GPS (Garmin Etrex- High sensitivity) y sistema de información geográfica ArcGIS 10.

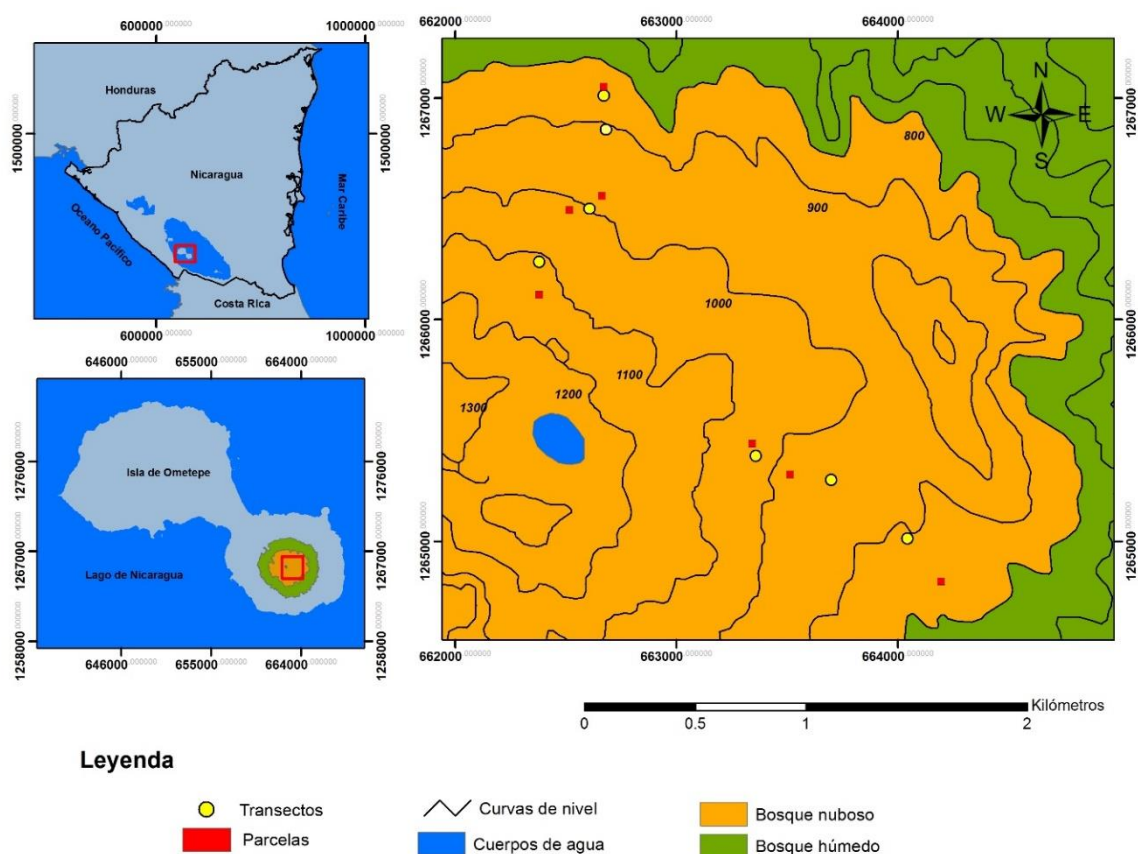


Fig. 1. Mapa de ubicación de PPM y TPM, en el Bosque Nuboso del Parque Nacional Volcán Maderas.



Fig. 2. Sendero Magdalena, 959 m.s.n.m.



Fig. 3. Sendero San Pedro, 994 m.s.n.m.



Fig. 4. Sendero Magdalena, 1153 m.s.n.m.

Toma de datos: Las PPM y TPM ubicada por cada estrato en el sector de San Pedro y Magdalena, fueron revisadas durante cuatro noches continuas respectivamente para un total de ocho noches por mes, el tiempo de inspección para estos puntos de muestreo fue de diez a 15 minutos revisado por tres personas y los senderos principales fueron revisados por un grupo de cuatro personas, estos senderos se han dividido en cuatro estratos (cada estrato corresponde a 100msnm), el tiempo de búsqueda por cada estrato es de una hora a una hora y media, iniciando la actividad desde las 9:00pm hasta 2:00am, en todas las áreas de muestreo. Para la toma de datos climáticos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad (%) y presión atmosférica se utilizó una estación climática (marca Taylor Mod. 1528) para sendero y un termohigrómetro que mide temperatura y humedad relativa (Marca -Fisher Scientific) para PPM y TPM. Un pluviómetro de estaca Tru- chek mide de 0.5 a 150mm de precipitación, fue ubicado a 975msnm en sendero Magdalena y 978 msnm en San Pedro. Las fotografías presentadas en este documento fueron tomadas por el autor en el periodo de muestreo.

Se procedió a inspeccionar las áreas delimitadas para el muestreo haciendo búsquedas sobre y entre la hojarasca, bajo troncos y vegetación arbustiva dentro del área de muestreo, hasta una altura de tres metros sobre el estrato arbóreo, además se realizó un muestreo aleatorio entre la vegetación que cubre los árboles, que están a lo largo de los senderos, dentro de PPM y TPM. Se intensificó el esfuerzo de búsqueda realizando muestreos diurnos entre los 1100 a 1260msnm, entre la hojarasca que tapiza el suelo, sobre la vegetación que cubren los árboles (Bromelias, Araceae, musgo, etc.) y bajo troncos, realizándose cuatro días por mes con un esfuerzo de seis horas por día. Por medio de un calibrador digital (Mitutoyo 0.01mm) se tomaron las medidas morfológicas de longitud hocico cloaca (LHC) y longitud de la cola (LC). Los individuos fueron marcados con una banda elástica (Krebs J. C. 1985), estableciendo colores para captura y recaptura, siendo colocadas detrás de las patas anteriores, una vez marcados fueron liberados en el mismo punto de captura.

Análisis de los datos: Para estimar la abundancia, se usó el Índice kilométrico de Abundancia (IKA), que son estimaciones referidas a una unidad de esfuerzo (Calvo, J. & Palazón J. 2009), se estima el tamaño poblacional, a través del método de Fisher-Ford (1947) basado en un modelo de captura-marcaje-liberación y recaptura (Badii *et al* 2012), mediante un modelo matemático de Regresión Lineal, se mide la asociación entre dos variables o más (Guarín, Norberto 2002). Para comprobar que tipo de distribución sigue la población fue calculado mediante el Índice de Dispersión, el cual se comprueba estadísticamente mediante una t-student y para comprobar la distribución espacial se realiza un Test de bondad de ajuste mediante un estimador χ^2 de Pearson, estos análisis fueron realizados por medio del Software SPSS® 18.0. Para conocer la estructura por edad se utilizó el criterio de Wake & Lynch (1976,1982), indicando que un individuo con un LHC de 15.0-29.0 mm es una cría, de 30.0-40.0 mm son juvenil y mayores de 41.0 mm adultos.

RESULTADOS

Después de continuas incursiones al bosque nuboso del Parque Nacional Volcán Maderas, entre los meses de junio a noviembre del 2012 se muestreo los sectores de San Pedro (WGS84_ 0664202 ,1264789) y Magdalena (WGS84_ 0662713, 267372), obteniendo un total de 12 salamandras observadas y capturas sobre estos senderos, de las cuales se produjeron únicamente dos recapturas en el sector de Magdalena, las áreas de parcelas y transectos de monitoreo permanente no se observaron ni capturo ningún individuo de salamandra; por lo antes mencionado los análisis de este estudio se basaron en los datos obtenidos sobre sendero, cubriendo un área aproximada de 3.8959 hectáreas de bosque nuboso. Permitiendo analizar los parámetros demográficos de abundancia, densidad y la distribución horizontal partiendo del número de individuos de *B. insularis*.

La abundancia se calculó mediante estimas relativas de abundancia, referidas a una unidad de esfuerzo, como consecuencia, sólo sirven para establecer comparaciones sobre la abundancia relativa de una especie, para evaluar las tendencias de una población a lo largo del tiempo en una misma zona (Calvo, J. & Palazón J. 2009). El índice kilométrico de abundancia (IKA) establece una abundancia relativa para *Bolitoglossa insularis* de 2.97 ind./km recorrido. A través del criterio de Lynch & Wake (1976,1982) determinamos los parámetros de estructura por edades basado en el largo hocico cloaca (LHC), se obtuvo 4 adultos, 6 juveniles, 2 crías, para un total de 12 individuos.

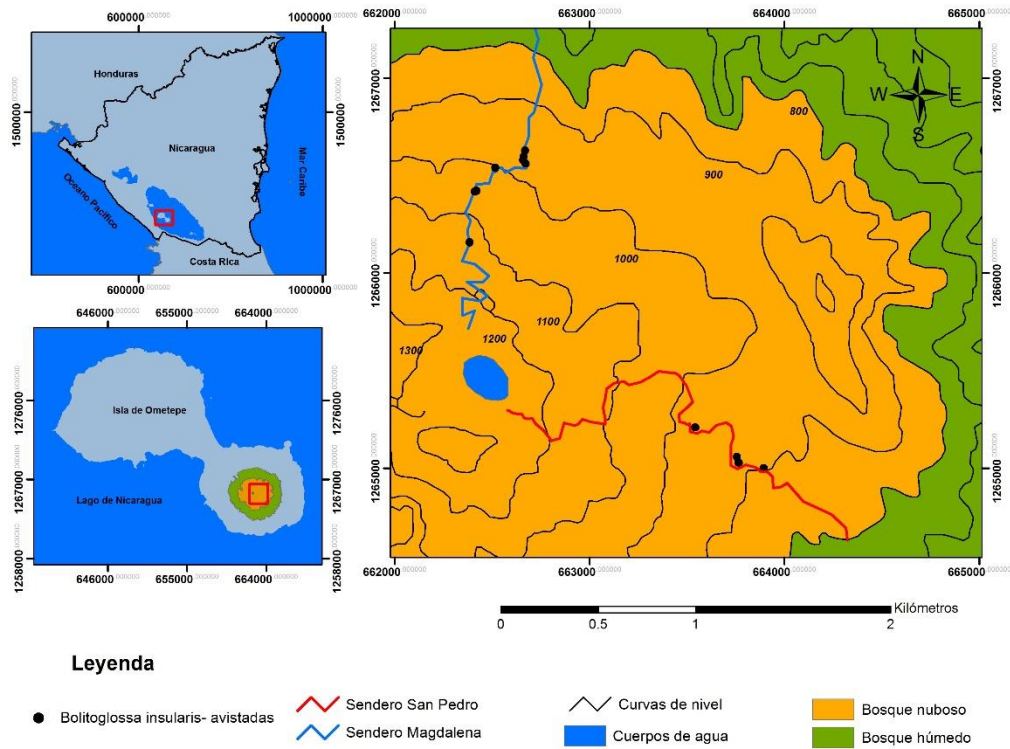


Fig. 5. Áreas de avistamiento y captura de *Bolitoglossa insularis*, en Parque Nacional Volcán Maderas, 2012.



Fig. 6. Cría de *Bolitoglossa insularis* sobre Sendero Magdalena a 1071 m.s.n.m.



Fig. 7. Juvenil de *Bolitoglossa insularis* sobre Sendero San Pedro a 940 m.s.n.m.



Fig. 8. Juvenil de *Bolitoglossa insularis* sobre Sendero Magdalena a 1108 m.s.n.m.



Fig. 9. Adulto de *Bolitoglossa insularis* sobre Sendero Magdalena a 960 m.s.n.m.



Fig. 10. Adulto de *Bolitoglossa insularis* sobre Sendero Magdalena a 1044 m.s.n.m.

La densidad de población referida al número promedio de individuos para un área por unidad de superficie, el análisis arrojó una densidad de 3.20 ind./ha. Además, existen métodos directos basados en capturas y recapturas de poblaciones abiertas, para evaluar la densidad, permitiendo obtener un parámetro real, al haber pocas capturas y no se reúnen las condiciones del método de Jolly es decir $\hat{\theta} = 0.5$ y un mínimo de 10%. Por tanto, los datos obtenidos entre los meses de junio a noviembre fueron procesados bajo el método de Fisher -Ford (1947), realizándose las estimaciones en base a varias ocasiones de marcaje -liberación -recaptura, dicho método actúa asumiendo que en la población existe una tasa de sobrevivencia constante a partir de la cual se obtienen valores de los diferentes parámetros poblacionales.

Los parámetros poblacionales estimados N_i (tamaño poblacional) más altos ocurren en junio, julio y noviembre. El mayor número de pérdidas (L_i) ocurre en julio cuando el tamaño poblacional es mayor y viceversa. El total de días de sobrevivencia (tds) observados es 10, el tamaño poblacional correspondiente entre los días 2 y 34 es de 0.75 a 0.01 con un $\emptyset$ (Tasa De Supervivencia diaria-TDS) de 0.11. Se realiza un análisis de capturas acumuladas, partiendo de una regresión lineal simple entre capturas periódicas y acumuladas. Al calcular la recta de mejor ajuste obtenemos que $y = -0.96 + 4.08x$; con un coeficiente de correlación de Pearson (r) de 1.02, indicando que la calidad de ajuste es buena y las predicciones realizadas a partir de este modelo es fiable; entonces nos preguntamos *¿Cuántas salamandras podemos observar en seis meses de monitoreo?* 18.72 individuos de salamandras en 6 meses de monitoreo, siendo una predicción fiable mediante un modelo matemático.

Para determinar la distribución espacial, se aplicó el Índice de dispersión (I.D), pretendiendo observar cómo están relacionados los individuos y su nivel de concentración en el bosque nuboso, obteniendo un I.D =1; el que se comprueba estadísticamente mediante una t-student, donde el $t_{\text{calculado}} = 0$, por tanto la H_0 =se rechaza $|t_{\text{cal}}| > |t_{\text{teo}}|$ y se acepta la $H_1 = |t_{\text{cal}}| < |t_{\text{teo}}|$, indicando que hay evidencia estadística que la distribución es al azar o aleatoria, como indica el índice de dispersión y por el test de bondad de ajuste mediante un estimados χ^2 de Pearson, este patrón al azar se ajusta a una distribución de Poisson, esta distribución indica que la presencia de un individuo no aumenta ni disminuye la probabilidad de encontrar otro.

La mayor concentración de salamandras se presentó entre los 900 - 1100 msnm con un total de 11 individuos correspondiente al 91.66%, distribuyéndose ocho individuos de los 900 a 1000msnm, entre los 1000 -1100 tres individuos y un último sobre los 1100msnm; en el estrato de los 800 a 900msnm no fue avistada ninguna salamandra durante todo el periodo de muestreo. Esto puede ser resultado de las condiciones climáticas presentes durante los meses de junio - noviembre, donde Magdalena presentó una temperatura media de 20.5 - 24.4 °c y 80 - 93% de humedad, mientras San pedro presentó gran variabilidad de temperatura y humedad a lo largo del periodo donde fueron capturadas solo cuatro salamandras. El mayor número de individuos colectados se registró en junio, julio y noviembre, meses en que la temperatura media oscilo entre 20.7- 21.9 °c y la humedad de 88 -92%, siendo muy favorables, en cambio en septiembre el tamaño de la colecta se redujo a cero, presentándose una temperatura 23.5 °c y 90% de humedad.

Durante la evaluación se tomaron datos climáticos, que podrán ser utilizados en el futuro para comparar las variaciones climáticas, se logró observar un despunte en las precipitaciones durante el mes de septiembre con acumulado superior a los 50mm; y una mínima de 0 mm en el mes de noviembre, en cambio la temperatura se mantuvo entre los 20 y 23.6 °c, humedad relativa se mantuvo oscilante entre los 80 y 98% bajando en el mes de octubre hasta 77%. Se analizan los datos de precipitación tomados por la estación meteorología de Rivas -INITER, reportando precipitados muy por debajo de la norma histórica, solo para el mes de agosto sobre paso la norma historia de 196 a 241.3 mm; en cuanto a las temperaturas estas aumentaron en un 0.2 y 0.7 °c (INITER, 2012). Se realiza una regresión lineal para valorar el coeficiente de correlación (r) entre la variable dependiente “presencia de salamandra” y las variables climáticas de temperatura, humedad, precipitación, siendo el coeficiente de correlación (r) igual a 0.04, indicando que existe una relación directa en la presencia de salamandras con la variación de temperatura y humedad.

DISCUSION

Basándonos en el parámetro demográfico y dinámica poblacional de salamandras del género *Bolitoglossa* en Centroamérica y usando como referencia los datos ecológicos y poblacionales de *B. mombachoensis* especie endémica restringida al volcán Mombacho en el pacifico de Nicaragua, sirvió como patrón para realizar el primer acercamiento a *B. insularis* salamandra endémica del V. Maderas, isla de Ometepe. Es importante mencionar que esta especie no presenta los patrones de abundancia y densidad poblacional al acostumbrado, diferenciándola del resto de especies de su género, se cree que el V. Maderas al ser un bosque nuboso posee la misma estructura vegetativa que el V. Mombacho y por tal razón *B. insularis* debería tener el mismo comportamiento, pero esto se contradice.

Durante el presente estudio se logró observar, que el tamaño de la colecta varía dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad siendo factores que pueden estar afectando la abundancia de *B. insularis*, así como la disponibilidad de alimento y la vegetación presente en el sector, como se determinó en la salamandra *B. mombachoensis* (Pérez, M. 2004). Otro elemento a tomar en cuenta es que el aumento de temperatura se relaciona, estrechamente con el brote de una enfermedad fúngica *Batrachochytrium dendrobatidis* (hongo quitrido) contribuyendo a disminuir las poblaciones anfibias, especialmente de América Latina (CDB, 2007). El aumento de las temperaturas y disminución de la humedad como efecto del cambio climático han provocado la pérdida y fragmentación del hábitat. James L. Vial (1968) refiere que, en Costa Rica, para *B. subpalmata* los cambios en la humedad tanto locales como estacionales influyen en la abundancia de animales en la superficie y durante períodos secos se retiran a refugios subterráneos.

En general estos Plethodontidae, presentan una densidad alta a moderada, ya que casi siempre sus poblaciones están restringidas a pequeñas áreas y es posible calcular la densidad relativa de una población, un ejemplo es *Pseudoeurycea leprosa* en México que presenta una densidad por año de 300 -398.75 ind./ha (García V. Uri et al, 2006); pero cuando estas se presentan en planicies tienden a dispersarse, lo que impide estimar la población. Sin embargo, la salamandra del Maderas en la isla de Ometepe, presenta una baja densidad contradiciendo el patrón para este grupo y contrario a lo que sucede con *B. mombachoensis*, para la que se estima una densidad de 14 ind./9m² (Köhler & McCranie, 1999) y una abundancia de 445 individuos en parcelas y transectos (Jasen & Köhler, 1999). En la actualidad existen pocos estudios poblacionales en Centroamérica, sin embargo, estos estudios han despuntado, ante la necesidad de saber cómo está afectando el cambio climático en las poblaciones de anfibios y su relación con el hongo (quitrido) causante de la disminución y/o extinción de las poblaciones de anfibios en Mesoamérica y Australia a fines de los años 90.

Los efectos del cambio climático sobre la distribución de las especies permanecen poco conocidos y los efectos sobre toda la fauna o a nivel de comunidad están completamente inexplorados (Peterson *et al*, 2002). Muchas especies endémicas están adaptadas a condiciones climáticas muy específicas, por lo que los cambios pueden significar grandes presiones para su supervivencia. Siendo el clima el principal control en los patrones de distribución, productividad primaria, estructura y composición de las especies de plantas y animales a nivel global (Woodward F. I., 1987). Por tanto, Nicaragua no está exenta ya que es una problemática nivel mundial. Y existe suficiente evidencia científica que el cambio climático existe y ponen en riesgo la supervivencia de muchas especies (Pounds, A. et al 1999), como ejemplo de esto tenemos en Costa Rica la especie endémica *Bufo periglenes* (sapo dorado) incluida entre 50 especies de ranas y sapos localizados en un área de 31 km², en la reserva biológica Bosque Nuboso Monteverde, las que desaparecieron después de cambios bruscos en sus poblaciones. Los investigadores aducen que los cambios en estas poblaciones se relacionan a cambios de la frecuencia de niebla en los períodos secos, que se correlaciona negativamente con la temperatura de la superficie del Océano Pacífico Ecuatorial.

Los cambios biológicos y climáticos observados sugieren que el calentamiento de la atmósfera ha elevado el nivel promedio de las nubes orográficas, con lo cual los bosques de Monteverde perciben cada vez menos lluvia horizontal y lloviznas (Calvo, J. 1999).

En Nicaragua las variaciones de las condiciones climáticas, tuvo influencia del fenómeno del niño, donde los modelos estadísticos predijeron la aparición de El Niño a comienzo de agosto - octubre del 2012, el 31% de los modelos indicaron condiciones de ENSO neutral y el 69 % condiciones Niño (INITER, 2012), provocando la mala distribución de las lluvias y bajas precipitaciones en diferentes sectores del país; en el pacífico de Nicaragua la temperatura media aumento de 0.2 a 0.9 grados centígrados y han disminuido las precipitaciones entre 6 y 10% en los últimos 30 años; el fenómeno del niño impacta significativamente en la disminución de las lluvias. Ante las anomalías de temperatura y precipitaciones en el pacífico del país, los bosques y en especial remanentes de bosque nuboso se ven fuertemente amenazados, donde las áreas secas se acentúan y las húmedas desaparecen transformándose en bosques secos, las presiones más fuertes en los hábitats es la degradación, pérdida y fragmentación de los mismos, junto a esto el desplazamiento de las especies, disminución, y/o extinción de las mismas.

Durante los últimos 40 años, la población de salamandra en Centroamérica ha bajado de manera drástica, hecho descubierto por los científicos de la universidad de Berkeley, al comparar los datos de conteo de 1969 y 1978 con los obtenidos en el 2005 y 2006, al visitar el sur de México y el Volcán Tajumulco, Guatemala; David Wake (2009) dijo que las causas de desaparición de las salamandras no están claras, el cambio climático está jugando un papel de importancia. Por tales sucesos las salamandras se unieron al grupo de anfibios que están desapareciendo en Centroamérica Investigadores de la Universidad de California y Vigo en Berkeley (Estados Unidos), determinaron que las salamandras son indicadores del impacto del cambio climático sobre la diversidad; desarrollaron un modelo que predice cómo podría afectar el cambio climático a la biodiversidad, a través del estudio de la evolución histórica de las salamandras europeas y su relación con el clima durante los últimos 50 millones de años (Europapress, 2009).

Los ecosistemas insulares son especialmente vulnerables al cambio climático ya que las poblaciones de las especies insulares tienden a ser pequeñas, localizadas y altamente especializadas y pueden extinguirse con facilidad (CDB, 2007). Esto podría suceder con *Bolitoglossa insularis*, especie restringida al Bosque Nuboso del Volcán Maderas dentro de un sistema insular. En base a los criterios establecidos por la unión internacional para la conservación de la naturaleza - UICN, la ubicación de esta especie en la lista roja UICN/SSC (2011) obtendría la categoría de En Peligro Crítico (CR) de extinción en estado silvestre, porque es la única población conocida a nivel mundial y se encuentra confinada al bosque nuboso del Volcán Maderas en un área aproximada de 10.43km², a partir de los 800msnm (Díaz Santos & Díaz Santos 2008). Con los efectos del cambio climático en los ecosistemas, si el límite inferior de la población de *B. insularis* iniciara a partir de los 900msnm como se reporta en este estudio, manteniéndose ausente en los 800msnm, entonces respaldaría la validez de criterio B2 de la lista roja de la UICN como un área de ocupación < de 10km². Sin embargo, se requieren más evaluaciones para establecer con mayor precisión el área de ocupación y el número de individuos maduros siendo partes del criterio B2 a través de evaluaciones periódicas. La UICN establece un periodo de diez años o tres décadas, para medir las reducciones de la población, en base a la reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, que será alcanzada en el pasado, futuro o ambas (UICN, 2011).

En conclusión, la población de *B. insularis* presenta una abundancia relativa estimada de 2.97 ind./km recorrido, una densidad promedio de 3.20 ind./ha con una tasa diaria de sobrevivencia de $\emptyset=0.11$, con una distribución espacial al azar, una predicción de encontrar 18.72 individuos en 6 meses continuos de evaluación en un área de 4.04km². La temperatura y humedad relativa están directamente relacionadas con la presencia de *B. insularis* y las principales amenazas como efecto del cambio climático podrían ser la perdida y fragmentación del hábitat, el aumento de la temperatura y disminución de las precipitaciones. Estos resultados demostraron que la especie no es abundante, presentando un alto riesgo de desaparecer por los cambios bruscos ambientales que se puedan generar en su hábitat a corto o mediano plazo. El confinamiento de *B. insularis* a un área de 10.43km² la incluye como una especie con categoría de “En Peligro Crítico de extinción” (CR) en la lista roja de la UICN; sin embargo, es necesario realizar estudios a mediano y largo plazo de la dinámica y demografía poblacional para poder decir, si la población está reduciendo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos por hacer posible este primer estudio a Fauna & Flora Internacional (FFI) Nicaragua a través de Proyecto Ometepe, por su apoyo a Rebeca Benavente durante la colecta de datos en campo, Fabio Díaz, Norlan Zambrana de Fundación entre volcanes (FEV), Miembros del comité de agua potable, Guarda parques, Guías locales y pobladores de las comunidades de Balgüe, Madroñal, el Perú, Mérida, San pedro y las Palmas todas ubicadas en la base del Volcán Maderas, isla de Ometepe.

LITERATURA CITADA

- Brown, Alejandro D. y Maarten Kappelle** (2000). Introducción a los bosques nublados de Latinoamérica síntesis regional. Disponible en línea: (http://www.proyungas.org.ar/publicaciones/pdf/INTRODUCCION_BOSQUES_NUBLADOS_version_final.pdf) (Consultado: 17/06/2012)
- Badii, M.H., A. Guillen, J., Landeros, E. Cerna, Y. Ochoa & J. Valenzuela** (2012). Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura (Sampling via Capture-Recapture Methods), San Nicolás, N.L., UANL International Journal of Good Conscience. 7(1) 97-131. Marzo 2012. UAAAN, Saltillo Coah., México.
- CDB- Convenio sobre la Diversidad Biológica** (2007). Cambio climático y diversidad biológica. PNUMA www.biodiv.org Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- Calvo, Julio C.** (1999). Impacto del Cambio Climático en la Biodiversidad, caso Monte Verde en Costa Rica. Centro Científico Tropical.
- Díaz Santos, F. & Díaz Santos, F.** (2008). Evaluación de la Estructura del Bosque Nuboso del Volcán Maderas, Rivas, Nicaragua.
- Díaz Santos, F. & Díaz Santos, F.** (2009). Primera aproximación a las formaciones vegetales naturales de la Isla de Ometepe. Fauna & Flora Internacional (FFI) Proyecto Ometepe.

- Europapress** (2009). Salamandras, indicadores del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad. Disponible en línea: (<http://www.europapress.es/ciencia/noticia-salamandras-indicadores-impacto-cambio-climatico-biodiversidad-20091027134152.html>) (Consultado: 12/07/2012).
- Fundación Cocibolca** (2006). Plan de manejo Reserva Natural Volcán Mombacho. Elaborado y presentado por Fundación Cocibolca. USAID 168p.
- Guarín, Norberto** (2002) Estadística aplicada. Estadística Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Disponible en: <http://tifon.unalmed.edu.co/~pagudel/estadistica.html>
- García-V. Uri, Gutiérrez-Mayén M., Hernández C., Aurióles-López V.** (2006) Estudio de la densidad poblacional y algunos aspectos ecológicos de *Pseudoeurycea leprosa* en el Parque Nacional la Malinche, Tlaxcala, México. BOL. SOC. HERPETOL. MEX. VOL. 14 (1): 10-17.
- INETER.** (2009-2012). Boletines Climáticos de junio-noviembre. Disponible en línea: (<http://www.ineter.gob.ni>) (Consultado: 02/01/2013)
- Jansen Martín y Köhler Gunther.** (1999). Ecología de la salamandra del Mombacho *Bolitoglossa mombachoensis*, en el Volcán Mombacho, Nicaragua (Caudata: Plethodontidae).
- Krebs J. C.** (1985). Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Traducción al español por J. Blanco C., 2ª ed., Ed. Harla, México D. F., 753 p.
- Kapos, V., J. Rhind, M. Edwards y M. F. Prince.** (2000). Developing a map of the world's mountain forest. In: M. F. Prince and N. Butt, eds. Forest in sustainable mountain development: a state-of-knowledge report for 2000. CAB International, Wallingford
- Köhler, Gunther & McCraine James R.** (1999). A new species salamander from Volcan Mombacho, Nicaragua, formerly referred to *Bolitoglossa striatula* (Amphibian, Caudata, Plethodontidae).
- Köhler, Gunther & Wake, D.** (2008). *Bolitoglossa mombachoensis*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/59182/0>
- Peterson, A. T., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier y D. R. B. Stockwell.** (2002). Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. Nature 416:626-629.
- Pérez, Antonio Mijaíl.** (2004). Presencia de Salamandras *Bolitoglossa mombachoensis* en la vegetación aledaña al sendero del cráter en la Reserva Natural Volcán Mombacho. Managua, Nicaragua.
- Sunyer Mac Lennan J., Lotzkat Sebastian, Hertz Andreas, Wake D. B., Aleman Billy M., Robleto Silvia J. & Köhler Gunther.** (2008). Two new species of salamander (genus *Bolitoglossa*) from southern Nicaragua. Frankfurt am Main, 19 XII: 319-328p.
- Sunyer Mac Lennan, J.** (2009). Taxonomy, zoogeography, and conservation of the herpetofauna of Nicaragua. Doctoral dissertation. Frankfurt: Goethe University Frankfurt am Main.
- Sunyer Mac Lennan, J.** (2014). An updated checklist of the amphibians and reptiles of Nicaragua. Mesoamerican Herpetology, 1:186-202.

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN.** (2011). "Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN/SSC " 2001 Categorías & Criterios (versión 3.1). Disponible en: http://www.iucn.org/es/sobre/union/secretaria/oficinas/sudamerica/sur_trabajo/sur_especies/sur_listaraja/
- Vial James L.** (1968). The Ecology of the Tropical Salamander, *Bolitoglossa subpalmata*, in Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 15(1): 1-115, 1968. Disponible en: <http://www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol15-1/03-Vial-Bolitoglossa.pdf>
- Vieites D.** (2009). Salamandras, indicadores del impacto del cambio climático sobre la biodiversidad. Europa Press Noticias S.A. Madrid, España. Sept.10 del 2012. Disponible en: http://www.europapress.es/ciencia/noticia-salamandras-indicadores-impacto-cambio-climatico-biodiversidad-200910271_34152.html
- Wake, D. B. and J. F. Lynch.** (1976). The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. Natural Hist. Mus. Los Angeles Co. Bull. 25:1
- Wake, D. B. and J. F. Lynch.** (1982). Evolutionary relationships among central American salamanders of the *Bolitoglossa franklini* group, with a description of a new species from Guatemala. *Herpetologica*, 38(2), 1982, 257-272.
- Wake, D. B.** (2009). Población de salamandras baja en Centroamérica. La Nación, San José, CR, Feb. 10. Disponible en línea: http://www.nacion.com/ln_ee/2009/febrero/10/aldea1869863.html
- Woodward, F. I.** (1987). Climate and plant distribution. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 174 p.

La Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de **investigación** originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Biodiversidad de Nicaragua, aunque también se aceptan trabajos de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Biodiversidad (ISSN 2413-337X) is a journal of the Nicaraguan Entomology Society (Entomology Museum), published in consecutive numeration, but not periodical. RNB publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNB publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Biodiversity in Nicaragua, but research from other countries are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:
(Manuscripts must be submitted in electronic version to RNB editor):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNB)
Museo Entomológico, Asociación Nicaragüense de Entomología
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 2311-6586
jmmaes@bio-nica.info
jmmaes@yahoo.com

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión PDF de su publicación para distribución.