

Quito, 12 de abril del 2012

**Investigación de la biología reproductiva del Zamarrito Pechinegro  
(*Eriocnemis nigrivestis*)**

**INFORME FINAL**

Por: Mery E. Juiña<sup>1</sup>, J. Berton C. Harris<sup>2,3</sup>, y Bertram Hickman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yanayacu Biological Station & Center for Creative Studies, Cosanga, Napo Province, Ecuador, c/o 721 Foch y Amazonas, Quito, Ecuador.

<sup>2</sup>Environment Institute and School of Earth and Environmental Sciences, University of Adelaide, South Australia 5005, Australia

<sup>3</sup>Department of Ecology and Evolutionary Biology and Woodrow Wilson School of Public and International Affairs, Princeton University, Princeton, NJ 08544, USA.

**1. RESUMEN**

El Zamarrito Pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*), es una especie de colibrí endémica del Ecuador y críticamente amenazada. Su población se encuentra ubicada principalmente al noroccidente del volcán Pichincha, entre 2.850 y 3.700 m. Sobre su biología reproductiva existe una hipótesis que indica que la temporada reproductiva es entre octubre – junio; sin embargo acorde a las observaciones de comportamiento (defensa de territorios, perchas fijas de machos, forrajeo e interacción de hembras y machos) realizadas en el presente estudio se puede asumir que la temporada reproductiva del Zamarrito Pechinegro en la zona de Verdecocha es entre los meses de febrero – abril.

Su rango de distribución aun se limita a datos de estudios anteriores. En la zona de los Illinizas y sus alrededores existen remanentes de vegetación que cumplen las condiciones y ofrece el mismo tipo vegetación y alimento que los otros lugares de avistamiento, sin embargo no se ha observado ningún individuo en la zona, posiblemente se deba a que el lugar presenta mayor grado de fragmentación del bosque, que aquellos lugares donde se conoce la

presencia de la especie, sugiriendo que esta especie requiere de bosques en buen estado para el establecimiento de su población y actividades diarias.

El modelo de distribución fue elaborado con el fin de dirigir esfuerzos para la búsqueda de nuevas poblaciones, zonas de anidación y predecir impactos potenciales del cambio climático, actualmente este sugiere que existen dos filos de montaña cerca del rango conocido, que pueden ser zonas adecuadas para la distribución del Zamarrito Pechinegro. Al mismo tiempo las simulaciones del cambio climático indican que la especie pueda perder por los menos 30% de su rango de distribución hasta el 2100.

## 2. INTRODUCCIÓN

El Zamarrito Pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*), es una especie de colibrí endémica del Ecuador y críticamente amenazada (CR) en Ecuador (A2c; B1+2c) y a nivel mundial (IUCN: B1+2ABCE; C2B), CITES II y TULAS (Granizo *et al.* 2002), con un rango muy restringido de distribución (2.850–3.500 m). Su tamaño poblacional actual está estimado entre 210–268 individuos adultos (BirdLife International 2010). Se cree que la principal causa de la declinación poblacional es la perdida de su hábitat por actividades antropogénicas; actualmente se consideran como amenazas potenciales el cambio climático y la competencia intraespecífica con el Solángel de Gorguera (*Heliangelus strophianus*) (Jahn y Santander 2008).

Se han realizado varios estudios sobre su distribución y estatus de conservación e incluso se ha generado un documento para establecer un plan de conservación para la especie (Jahn y Santander 2008), sin embargo poco se conoce sobre su biología y ecología reproductiva. Jahn (2008) sugiere que la temporada reproductiva es en los meses de octubre–junio y principalmente en zonas de mayor altura (3500m), con muy pocos datos de respaldo. Algunos ejemplos de este tipo de datos son: una hembra con cascarones de huevo en su parche de incubación fue observada en Cerro Pugsi en junio del 2002 (A. Onofa, com. pers.); juveniles observados en Cerro Bravo en abril del 2008 (Juiña y Greeney en revisión); y una hembra juvenil observada entre las reservas Verdeckocha y Yanacocha en abril del 2010 (obs. pers.).

### **3. OBJETIVOS**

- 3.1. Conocer la biología y ecología reproductiva de *E. nigrivestis*.
- 3.2. Determinar nuevos sitios de distribución *E. nigrivestis*.
- 3.3. Elaborar un modelo de distribución actual y sus efectos con el cambio climático sobre la distribución potencial de *E. nigrivestis*.

### **4. MÉTODOS**

#### **4.1. Sitio de estudios**

El presente estudio se llevó acabo en la reserva Verdecocha ( $0^{\circ}07,293'S$   $78^{\circ}35,858'W$ ), ubicada al nor-occidente del volcán Guagua Pichincha (2200–3500 m) perteneciente al bosque de neblina montano (1800 – 3000 m) que se caracteriza por presentar árboles cargados de musgo, abundantes epífitas, orquídeas helechos, bromelias y bosque siempre verde montano alto (3000 – 3400 y ocasionalmente a 3600 m), que se caracteriza por ser la zona de transición entre bosques montanos altos y el páramo con un suelo cubierto por densa capa de musgo y árboles irregulares ramificados desde la base en sitios muy inclinados (Valencia *et al.* 1999). Además se exploró la parte occidental del volcán Iliniza ( $0^{\circ}32,293'S$   $78^{\circ}42,079'W$ ) con características similares de vegetación y tipo de terreno (Fig. 1, 2).

#### **4.2. Tipos de manipulación y protocolos de estudio**

Durante el mes de marzo del 2011 (2-25) en la reserva Verdecocha, se procedió a realizar observaciones directas con el apoyo de binoculares dentro de transectos preestablecidos por estudios anteriores. Posteriormente se estableciendo 5 puntos estratégicos para las observaciones y registros de datos comportamentales de los diferentes individuos durante 24 días por 12h/hombre.

A partir de mayo del 2011 hasta febrero del 2012 se ha realizado observaciones de un día al mes, con el fin de determinar presencia o ausencia del sitio potencial de reproducción. Además En los remanentes de bosques que se encuentran alrededor del volcán Ilinizas se ha realizado exploraciones de 3, 5 y 8 días durante los meses de marzo y abril en las zonas potenciales para la especie.

#### **4. 3. Modelo de distribución**

Elaboramos un modelo de distribución para mejorar nuestro conocimiento del rango de la especie y predecir sitios potencialmente con el fin de hacer búsquedas. Realizamos el modelo en el programa MaxEnt, líder en hacer modelos de distribuciones de especies con el mínimo de incertidumbre (Elith *et al.* 2006); el programa utiliza un algoritmo específico para modelar relaciones complicadas. MaxEnt está diseñado para modelar distribuciones de especies solamente con datos de presencia. El mayor problema de usar solo presencias, es la incertidumbre de las pseudoausencias (VanDerWall *et al.* 2009). Sin embargo el programa selecciona al azar de 10,000 pseudoausencias que funciona bien (Phillips y Dudík 2008; Elith *et al.* 2011). Nosotros relacionamos las presencias de la especie a elevación (SRTM DEM, 90 m resolución; <http://srtm.csi.cgiar.org/>), precipitación anual (variable bioclim; [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), rango diario de temperatura (variable bioclim; [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) y cobertura vegetal (Glob Cover; <http://ionia1.esrin.esa.int/>). Utilizamos elevación porque es un predictor importante para la especie (Jahn 2008) y esta correlacionado fuertemente a la temperatura de los trópicos (Gaffen *et al.* 2000), además el modelo digital de elevación SRTM es de alta resolución en ArcGIS v.10 (ESRI, Redlands, California), por lo que fue necesario cambiar las otras variables. Las presencias ( $n = 26$ ) vinieron de Jahn (2008) y nuestros propios observaciones. Utilizamos “auto features”, “regularization” igual a 1 y 25% de los datos de presencia para probar el modelo, como está recomendado por Phillips y Dudík (2008).

El clima cambia rápidamente en las montañas tropicales en distancias horizontales cortas y la mayoría de países carecen de estaciones climáticas que permitan realizar proyecciones precisas del clima (Harris *et al.* 2011). Una alternativa es utilizar el “adiabatic lapse rate (ALR)”, (la perdida de temperatura con ampliación de altitud). En los trópicos, el ALR es entre 5 y 7 °C perdida por cada 1,000 m de elevación (Sarmiento 1986; Gaffen *et al.* 2000). En los Andes orientales de Perú, se estima que el ALR (Perú/Ecuador) es de aproximadamente 6 °C de perdida por cada 1,000 m de elevación (Bush *et al.* 2004). Por lo que se asume que el calentamiento global en estas zonas puede alcanzar 3.12 °C hasta el año 2100 con emisiones promedios (IPCC 2007), pudiendo causar un cambio de rango altitudinal de 600 m (Colwell *et al.* 2008).

Una simulación así, es 100% dispersa, es decir que no es seguro de lo que puede ocurrir (La Sorte & Jetz 2010). Hicimos una simple predicción de los posibles efectos del cambio climático en el rango de la especie y realizamos una simulación para ver el cambio en el promedio del rango altitudinal, usando los pixeles con probabilidad de presencia (adecuado de hábitat), por lo menos 0.7% asume el calentamiento de 3.12 °C. Datos del cambio de abundancia con elevación no están disponibles; entonces es difícil hacer proyecciones ALR exactas (Harris *et al.* 2011).

## 5. RESULTADOS

Durante los 24 días del mes de marzo en la reserva Verdecocha, en el transecto que conecta con la reserva Yanacocha se observaron 5 machos con perchas fijas y aproximadamente 7 hembras que visitaban a los machos y forrajeaban en la parte alta (3650 m), dos hembras tenían áreas muy definidas de forrajeo. Mientras que en los 4 lugares (Cerro Pugsi, Cerro Bravo, Frutillas, Unión de Cerro Pugsi y Bravo) avistados anteriormente no hubo presencia de ningún individuo, así como en 4 puntos potenciales alrededor de la reserva (Río Mindo. Yanacocha, camino comunal y parte baja de la reserva).

Durante 192 horas de observación en los diferentes puntos fijos, se detectó los siguientes comportamientos de temporada reproductiva (Tabla 1).

**Tabla 1. Datos comportamentales.**

Actividad	Número de avistamientos	
	Hembra	Macho
Alimentación	25	30
Forrajeo	42	42
Percha (descanso)	16	35
Defensa de territorio	4	6
Vuelo	1	1
Interacción (copula)	1	1

El tiempo de alimentación fue, variada entre 1–10 minutos y con mayor frecuencia de visitas a las flores de *Guzmania jaramilloi* y *Tillandsa* sp. (Bromeliaceae) (Fig. 3) que se encontraba en grandes cantidades y ocasionalmente flores de la familia Rubiaceae. Además los display del macho fueron muy frecuentes durante todo el día en su percha correspondiente (Fig. 4).

Las interacciones de defensa de territorio fueron exclusivamente con el Zamarrito Colilargo (*Eriocnemis luciani*) una especie común en la zona cuya temporada reproductiva es entre los meses de febrero y abril (Fig. 5), no tuvimos ningún tipo de avistamiento del Solángel de Gorguera (*Heliangelus strophianus*), especie con la cual se ha observado este tipo de comportamiento en estudios anteriores.

Considerando el tipo de comportamiento observado durante el estudio se puede sugerir que la temporada reproductiva del *E. nigrivestis* en la reserva Verdecocha es entre los meses de febrero – abril, coincidiendo con la temporada reproductiva del mayor número de especies en la zona y la época de abundante lluvia. Además podemos sugerir que el hábitat más óptimo para su reproducción son las cuchillas de las partes más altas de las montañas (Bosque siempre verde montano alto) donde existe abundante vegetación chaparra principalmente de la familia Ericaceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Bromeliaceae que ofrecen abundante alimento para colibríes de la zona.

Durante las exploraciones a las remanentes boscosos ubicados alrededor de los Illinizas encontramos condiciones optimas de vegetación y oferta alimenticia para la presencia y reproducción del *E. nigrivestis*, sin embargo no obtuvimos ningún avistamiento de la especie hasta la actualidad.

### ***Modelo de distribución***

En general, el modelo de distribución coincide con el polígono de extensión de presencia producido por BirdLife International (Fig. 6). La elevación fue la variable más importante, seguida por rango diario de temperatura y cobertura de tierra (Tabla 2). Las respuestas entre los variables y la probabilidad de ocurrencia no fue linear (Fig. 7). Bosque siempre verde fue la clase de cobertura vegetal más importante para la especie. Las curvas de respuesta fueron suavizadas para determinar la significancia (Elith *et al.* 2011),

obteniendo un training AUC=0.979 y test AUC = 0.952 (igual sensitividad y especificidad), sugiriendo una faja buena (Pearson *et al.* 2006).

**Tabla 2. Importancia de variables en el modelo de distribución.**

Variables	Importancia de permutaciones
Elevación (m)	47.3%
Cobertura de la tierra 8vegetal)	11.5%
Rango de temperatura dianual (°C x 10)	30.7%
Precipitación anual (mm)	10.5%

El modelo identificó dos filos cercas del área de distribución, pero fuera del polígono elaborado por BirdLife International, como sitios potenciales. Uno de ellos fue los Volcanes Illinizas, confirmando nuestra selección de este sitio para la búsqueda de nuevas poblaciones y la parte norte las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes (Imbabura).

La elevación promedia del rango de presencia (pixeles con por lo menos 0.7 probabilidad de ocurrencia en los Andes occidentales) es 2884 m. Con un movimiento de 600 m hacia la parte alta (3484 m.). Se observa varios volcanes altos en la región, aunque la vegetación puede moverse rápidamente disminuyendo el rango en por lo menos 30%, si asumimos este parámetro en nuestro modelo.

## **6. DISCUSIÓN**

Según Jahn 2008 la temporada reproductiva del *E. nigrivestis* podría ser en los meses de octubre – junio en zonas de mayor altura con posible hábitat de páramo de pajonal, sin embargo según los datos de comportamientos documentados en este estudio, indican que la temporada reproductiva tiene un periodo más corto y en hábitats de mayor altura de las colinas que están en el bosque siempre verde montano alto.

Las condiciones de clima (lluvia excesiva y neblina) no favorecen las observaciones, así como el movimiento rápido de la especie al desplazarse de un lugar a otro y falta de observadores con experiencia al mismo tiempo en

diferentes puntos. Siendo necesario realizar un seguimiento más exhaustivo durante la temporada y contar con el apoyo de más investigadores.

Al no tener observaciones de presencia de la especie durante este periodo de estudio en sitios anteriormente avistado, se sugiere que la población existente en la zona se concentra en sitios de mayor oferta alimenticia. Por ejemplo en Cerro Bravo aproximadamente el 70% del área que ofrece alimento para la especie fue talado y en otros lugares la oferta alimenticia fue limitada.

Es posible que exista una fuerte relación de la oferta alimenticia con los sitios de distribución avistados, siendo necesario realizar estudios de fenologías en cada punto de distribución conocida y verificar si no se trata de una misma población migrando acorde a la oferta alimenticia de cada sector. Por ejemplo en Yanacocha se observó una hembra en junio, justo cuando empezó la declinación de la floración en Verdecocha.

Durante este estudio se observó interacciones de defensa de territorio con el Zamarrito Colilargo (*Eriocnemis luciani*), la misma que se encontraba en temporada reproductiva y no se obtuvo ningún avistamiento de defensas de territorios con el Solángel de Gorguera documentado anteriormente por Jahn y Santander (2008). Posiblemente se deba a que en las diferentes localidades presente un competidor específico.

Se podría decir que el hábitat de la reserva Verdecocha ofrece un mejor refugio para la especie al estar conectado de manera continua con otros bosques como Yanacocha, mientras que la zona de los Illinizas existe mayor intervención humana y degradación del bosque; sin embargo en esta zona hubo mayor oferta alimenticia de *Guzmania jaramilloi*. Siendo importante dedicar más tiempo de observación en la zona y evaluar su hábitat.

Las relaciones fuertes entre elevación, cobertura de bosque siempre verde, y la presencia de la especie sugieren se necesita parches de bosque de elevación alta para albergar poblaciones y servir como refugios de cambio climático. Nuestras simulaciones sugieren que el cambio climático pueda tener un impacto grave para la especie, sin embargo los efectos que pueden causar

es menor al de otras especies endémicas que comparten el rango altitudinal (La Sorte y Jetz 2010), porque *E. nigriventris* puede colonizar en las alturas de volcanes existentes en la región.

## 8. AGRADECIMIENTOS

A RSPB/BirdFair por los fondos otorgados para el estudio, Enrique Maldonado por las facilidades logísticas otorgadas, guardaparques de la reserva Verdecocha y Ministerio del Ambiente por facilitar el permiso de investigación.

## 9. LITERATURA CITADA

- BirdLife International. 2010. Species factsheet: *Eriocnemis nigriventris*. BirdLife International, Cambridge, United Kingdom. [www.birdlife.org/datazone/](http://www.birdlife.org/datazone/) (accessed 1 November 2010).
- Bush, M. B., M. R. Silman, y D. H. Urrego. 2004. 48,000 years of climate and forest change in a biodiversity hot spot. *Science* 303:827.
- Colwell, R. K., G. Brehm, C. L. Cardelus, A. C. Gilman y J. T. Longino. 2008. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science* 322:258-261.
- Elith, J., C. H. Graham, R. P. Anderson, *et al.* 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29:129-151.
- Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. E. Chee, y C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17:43-57.
- Gaffen, D. J., B. D. Santer, J. S. Boyle, J. R. Christy, N. E. Graham y R. J. Ross. 2000. Multidecadal changes in the vertical temperature structure of the tropical troposphere. *Science* 287:1242.
- Harris, J. B. C., C. H. Sekercioglu, N. S. Sodhi, D. A. Fordham, D. C. Paton y B. W. Brook. 2011. The tropical frontier in avian climate impact research. *Ibis* 153:877-882.
- IPCC. 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change: fourth assessment report (AR4). Available at: <http://www.ipcc.ch> (accessed on 12 September 2011).

- Jahn, O. 2008. Rediscovery of Black-breasted Puffleg *Eriocnemis nigrivestis* in the Cordillera de Toisán, north-west Ecuador, and reassessment of its conservation status. *Cotinga* 29:31-39.
- Jahn, O. y T. Santander. 2008. Species action plan for the Black-breasted Puffleg *Eriocnemis nigrivestis*. Aves & Conservación and BirdLife International, Quito, Ecuador.
- Juiña, M. E. and H. F. Greeney. In preparation. Notes on the reproduction of several Ecuadorian hummingbirds. [In Spanish]. To be submitted to *Ornitología Colombiana* in December.
- La Sorte, F. A. y W. Jetz. 2010. Projected range contractions of montane biodiversity under global warming. *Proceedings of the Royal Society B* 277:3401-3410.
- Pearson, R. G., W. Thuiller, M. B. Araújo, E. Martinez-Meyer, L. Brotons, C. McClean, L. Miles, P. Segurado, T. P. Dawson y D. C. Lees. 2006. Model-based uncertainty in species range prediction. *Journal of Biogeography* 33:1704-1711.
- Phillips, S. J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31:161-175.
- Rodriguez, O. 2002. Zamarrito Pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*). Pp. 90 y 91 en: T. Granizo (Ed.), Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional / EcoCiencia / Ministerio del Ambiente / IUCN. Serie libros rojos del Ecuador, tomo 2. Quito. Ecuador.
- Santander, T. 2001. Investigación del Colibrí Endémico *Eriocnemis nigrivestis*. Corporación Ornitológica del Ecuador CECIA. Ecuador
- Recientes Registros del Zamarrito Pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*) en Verdecocha [www.verdecocha.com/index.php](http://www.verdecocha.com/index.php). Noticias.
- Sarmiento, G. 1986. Ecological features of climate in high tropical mountains. En: Vuilleumier, F. y Monasterio, M. (eds), *High Altitude Tropical Biogeography*, pp. 11-45. Oxford University Press, New York.

Valencia R, C. Cerón, W. Palacios y R. Sierra. Sierra, R. (Ed).1999. Propuesta Preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

VanDerWal, J., L. P. Shoo, C. Graham y S. E. Williams. 2009. Selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modeling: How far should you stray from what you know? *Ecological Modelling* 220:589-594.

## **ANEXO**

### **LEYENDA DE FIGURAS**

**Figura 1. Tipo de hábitat en Verdecocha**

**Figura 2. Tipo de hábitat en Corazón**

**Figura 3. Uso alimenticio más importantes (*Eriocnemis nigrivestis*)**

**Figura 4. Percha Zamarrito Pechinegro (*Eriocnemis nigrivestis*)**

**Figura 5. Zamarrito Colilargo (*Eriocnemis luciani*)**

**Figura 6. El rango potencial de *E. nigrivestis* según un modelo de distribución.**

**Figura 7A. Curva de respuesta de ocurrencia de *E. nigrivestis* a elevación.**

**Figura 7B. Curva de respuesta de ocurrencia de *E. nigrivestis* a rango diario de temperatura.**

**Figura 7C. Curva de respuesta de ocurrencia de *E. nigrivestis* a precipitación anual.**