

**Evaluación del estado de conservación de la rana endémica *Yunganastes bisignatus*  
(Anura, Craugastoridae) en Bolivia**

Assessment of the conservation status of the endemic frog *Yunganastes bisignatus*  
(Anura, Craugastoridae) in Bolivia

**Mauricio Ocampo<sup>1,2,3\*</sup>, James Aparicio<sup>1</sup>, Luis F. Pacheco<sup>4,5</sup>, Alejandra I. Roldán<sup>5</sup>,  
M. Sol Aguilar<sup>5</sup> & Omar Rocha<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Red de Investigadores en Herpetología, Av. José Aguirre 260, Los Pinos Zona Sur La Paz, Bolivia

<sup>2</sup>Unidad de Zoología - Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 – Correo Central, La Paz, Bolivia

<sup>3</sup>Departamento de Biología, Doctorado en Ciencias Biológicas, Ecología de Zonas Áridas, Universidad de La Serena, Casilla 554, La Serena, Chile.

<sup>4</sup>Colección Boliviana de Fauna, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario de Cota Cota, Calle 27 s/n., La Paz, Bolivia

<sup>5</sup>Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA), Av. Las Retamas No. 15, Zona de Cota Cota, La Paz, Bolivia

\*Autor de correspondencia: [mauiocampo@gmail.com](mailto:mauiocampo@gmail.com)

### Resumen

El estado de conservación de las poblaciones de anfibios en Bolivia aún es poco conocido, y los estudios sobre su distribución, densidad, y amenazas son escasos para cada una de las especies. En el presente trabajo realizamos una evaluación del estado de conservación de la especie endémica boliviana *Yunganastes bisignatus*, incrementamos el conocimiento sobre su densidad de población (7 individuos/ha), rango altitudinal, describimos una variante de color y diseño, y variaciones en la estructura de su canto. También se realizaron tres talleres para identificar las amenazas ambientales sobre la especie. Observamos una posible reducción en su abundancia respecto a la mencionada en otro trabajo previo, y reportamos una estimación conservadora de su abundancia relativa tomando en cuenta el factor altitudinal (233.170 individuos). Las diferencias observadas en la estructura del canto, como la duración, los armónicos, y la forma y duración de la llamada agresiva entre las poblaciones del noroeste y del sureste, podrían ser debidas a variación poblacional latitudinal o a tratarse de dos especies; sin embargo, son necesarios más estudios de taxonomía integrada para determinar este aspecto. En talleres comunales se determinó que las amenazas principales hacia la especie son la contaminación y la disminución de la disponibilidad de agua, a causa de la minería, la deforestación y los cambios de uso del suelo. Concluimos que *Y. bisignatus* debe mantenerse como especie En Peligro según los criterios de la UICN.

**Palabras clave :** Área de ocupación, Bioacústica, Densidad Poblacional, UICN, Yungas.

### Abstract

The conservation status of amphibian populations in Bolivia is still poorly understood. Studies on amphibian distribution, density, and conservation threats are scarce, even for endemic species. We conducted an assessment of the conservation status of the endemic Bolivian species *Yunganastes bisignatus* and report new data on its population density (7 individuals/ha), altitudinal range, color and design variant, and call structure variations. We also held three workshops to identify environmental threats to the species. We observed a reduction in abundance when compared to data from previous study, and we report a conservative abundance estimate, which takes into account the altitudinal factor (233.170 individuals). The differences in call structure such as duration, harmonics, and the form and duration of the aggressive call between the northwest and southeast populations, could be due to a latitudinal variation or to having two species involved, however, integrative taxonomy studies are needed to solve this issue. In the workshops, the main threats to the species determined were pollution and water reduction, due to mining, deforestation, and land use change. We conclude that *Y. bisignatus* must be maintained as an Endangered species according to the IUCN criteria.

**Key words:** Endangered, IUCN, Occupancy area, Population density, Yungas.

## Introducción

La región biogeográfica de los Yungas es conocida principalmente por sus bosques nublados y está compartida entre Bolivia y Perú (Ibisch *et al.* 2003a). Los Yungas presentan una topografía con fuertes pendientes, frecuentemente mayores de 40 grados, lo que contribuye a mantener la región en buen estado de conservación al no ser fácil realizar una explotación agrícola ni ganadera a gran escala (Ribera 1995, Killeen *et al.* 2005). La región presenta un elevado endemismo de flora y fauna, concentrando casi el 90% de los anfibios endémicos de Bolivia (Ribera 1995, Köhler 2000, Ibisch *et al.* 2003b, Araujo-Murakami & Zenteno 2006). Uno de los grupos característicos de esta región es el género de ranas yungueñas *Yunganastes*, que está conformado por cinco especies: *Yunganastes ashkapara*, *Y. bisignatus*, *Y. fraudator*, *Y. mercedesae*, y *Y. pluvicanorus*. Todas habitan en Bolivia y son endémicas del país, excepto *Y. mercedesae*, presente también en Perú (Padial *et al.* 2007, 2009). Son ranas de desarrollo directo que ocupan exclusivamente el bosque nublado Yungueño y por el cual llevan su nombre.

La especie *Y. bisignatus* fue descrita por Werner (1899), quien indicó como localidad de captura únicamente “Bolivia (Chaco)”, dato muy confuso ya que Bolivia presenta al sureste una extensa ecorregión con el mismo nombre (Ibisch *et al.* 2003a). Padial *et al.* (2007), determinaron que la localidad “Chaco” se encuentra a los 16°20'57”S, 67°49'10”O, a una elevación de 2.200 m, en la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz. No se volvió a saber nada de la especie hasta que un individuo colectado el año 2000 (Cortez 2001) no muy lejos de allí, depositado en la Colección Boliviana de Fauna (CBF-4122), permitió a Padial *et al.* (2007) confirmar la localidad de Chaco como localidad tipo, y realizar una descripción muy detallada de la morfología de la especie. Estos autores hacen también una descripción de la estructura del canto, a partir de una grabación realizada en la localidad de Toriri, a más de 84 km en línea recta al sureste de la localidad tipo. Más recientemente Pacheco (2015) publicó una guía fotográfica de anfibios de los Yungas de Bolivia en la cual incluye tres fotografías de *Y. bisignatus*, que son las primeras imágenes de un ejemplar vivo (Pacheco 2015). De esta manera, a lo largo de más de un siglo, la especie solamente ha sido registrada en cuatro ocasiones.

El poco conocimiento sobre el estado poblacional de la especie no permite que se tomen medidas apropiadas de protección y monitoreo (Reichle 2006, Aguayo 2009, De la Riva & Reichle 2014). *Yunganastes bisignatus* se encuentra como En Peligro de Extinción (EN) en la lista roja de la UICN, donde se indica que parece ser una especie abundante, pero que posiblemente en un futuro podría sufrir una disminución en su abundancia (Cortez *et al.*

2004). Con el objetivo de evaluar el estado actual de la especie, realizamos una evaluación de su abundancia relativa, aplicando en nuestro análisis los criterios de la UICN: B1 Extensión de presencia (EOO) (Subcomité de estándares y Peticiones de la UICN 2017). Adicionalmente, realizamos talleres con las poblaciones humanas, para involucrar en la percepción de las personas, el riesgo que sufre la especie, y conjuntamente evaluar las principales amenazas que enfrenta.

## Métodos

### Evaluación poblacional

El rango altitudinal previamente reportado para *Y. bisignatus* era de 2.200-2.700 m (Werner 1899, Padial *et al.* 2007). Nuestras prospecciones de campo cubrieron un rango altitudinal entre 1.420 y 3.120 m. Dentro de ese rango, visitamos siete zonas, tres dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PN Cotapata) y cuatro fuera de dicha área protegida (Tabla 1).

Las zonas visitadas fueron: 1) Mina Ensueño, una antigua mina de wolframio, la cual ha funcionado intermitentemente desde la década de los 80 en las faldas del cerro Hornuni (PN Cotapata), pero no se encontraba en funcionamiento durante nuestra evaluación (febrero 2017). 2) Tunquini, una ex Estación Biológica en la parte baja del cerro Hornuni, la cual no se encontraba en funcionamiento durante la evaluación (diciembre 2016). 3) Cotapata, cerro que da nombre al parque, y en el cual había una explotación activa de minerales durante nuestra evaluación (noviembre 2016). 4) Marquirivi, comunidad campesina con acceso al cerro Waicani, mediante una ruta a una mina abandonada en la cima. Esta zona se evaluó durante febrero del 2017. 5) Vagantes, una pequeña comunidad en la parte baja de la ladera oeste del cerro Waicani y la zona de menor elevación evaluada (diciembre 2016). 6) San Agustín, comunidad con un antiguo sendero que cruza el cerro Waicani de un extremo al otro conocido como la Ruta del Incienso (género *Clusia*) (Zenteno-Ruiz & Fuentes 2008), de donde antiguamente se extraía este recurso (octubre 2016). 7) Cerro Uchumachi, serranía ubicada en la comunidad de Coroico con un bosque bien conservado por su difícil acceso a la cima (marzo 2017). En cada una de estas prospecciones se realizó una búsqueda intensiva de la especie, para confirmar su presencia y estimar su abundancia relativa.

Con base en los datos de la prospección se determinó evaluar el estado de conservación de la especie en las localidades de Mina Ensueño y Marquirivi. Se estimó la densidad relativa mediante dos transectos de 1 km de recorrido por 20 m de ancho (Rueda *et al.* 2006), y cada noche se realizaron cuatro recorridos por transecto, durante cuatro noches.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las localidades prospectadas (P) y con evaluación poblacional de *Y. bisignatus* (E), y donde se realizaron talleres durante el proyecto.

Localidad	Latitud sur	Longitud oeste	Altitud (m)	Áreas evaluadas	Talleres con comunidades
Mina Ensueño	16°11'53"	67°53'42"	2.691	E	
Tunquini	16°11'44"	67°52'3"	1.565	P	
Marquirivi	16°14'4"	67°34'19"	2.521	E	X
San Agustín	16°15'13"	67°38'44"	1.642	P	X
Vagantes	16°10'9"	67°41'7"	1.421	P	X
Cerro Uchumachi	16°12'56"	67°42'52"	2.555	P	
Cotapata	16°16'37"	67°50'34"	2.839		

Calculamos la extensión de presencia (EOO) de la especie utilizando el mínimo polígono convexo (Subcomité de estándares y Peticiones de la UICN 2017). Ajustamos el cálculo con el área mínima delimitada por el rango altitudinal, que consideramos es un modelo que se ajusta mejor a la distribución verdadera de la especie dentro el polígono. El rango altitudinal utilizado fue decidido basándose en la bibliografía y en las prospecciones obtenidas en este estudio.

Para incrementar los registros visuales y auditivos en los transectos, se grabaron los cantos de algunos machos con una grabadora digital SONY IC Recorder PX820. Los individuos fueron visualizados y grabados a 1.5 metros con un ángulo casi perpendicular. Estas grabaciones luego fueron reproducidas durante los recorridos para estimular la respuesta de otros individuos. No se tuvo la oportunidad de medir la temperatura durante estas grabaciones.

#### Variación de la coloración y diseño

Para facilitar evaluaciones posteriores, y que la especie sea fácilmente reconocible, hacemos la descripción de la variación en color y diseño dentro una misma población. De esta manera se reduce la posibilidad de omisiones futuras por desconocimiento en la variación que pueden presentar.

#### Análisis bioacústico

Se realizó una comparación entre los cantos registrados en mina Ensueño (este estudio) y el registrado en Toriri (Padial *et al.* 2007), debido a que ambos presentan ciertas diferencias en su estructura, sobretodo en la llamada agresiva a pesar de ser consideradas la misma especie. Del mismo modo, se comparan ambos cantos de *Y. bisignatus* con el canto de *Y. ashkapara*, por ser similares dentro el grupo taxonómico y poder así descartar alguna confusión de identidad. El análisis bioacústico fue realizado con el programa Adobe Audition CC v 6.0. Todos los cantos obtenidos en esta evaluación fueron depositados en la Fonoteca Herpetológica de la Colección Boliviana de Fauna (CBF).

#### Trabajo con comunidad local

Visitamos las oficinas de las alcaldías de Coripata y Coroico, donde se conversó con sus respectivos técnicos en el área de medio ambiente, acerca de la percepción que ellos tienen sobre amenazas ambientales en sus respectivos Municipios. A través de ellos se logró concertar reuniones con los comunarios de los sitios posteriormente visitados. Antes de cada visita de campo, se solicitó permiso a los comunarios para ingresar a la zona y realizar las prospecciones, explicando específicamente los objetivos del trabajo. Finalmente, se convocó, con apoyo de los dirigentes, a toda la comunidad a talleres particulares sobre el tema del proyecto. La convocatoria a los talleres se realizó con una semana de anticipación y en un horario acorde al trabajo de la gente local, bajo aprobación de los dirigentes.

Se realizaron cuatro talleres para la identificación de amenazas ambientales (general, y específicas para la especie) con los siguientes grupos: 1) Personal del PN Cotapata. 2) Comunarios de Marquirivi (Municipio de Coripata). 3) Comunarios de San Agustín (Municipio de Coripata). 4) Comunarios de Vagantes (Municipio de Coroico). En cada taller se pedía a los asistentes que mencionen los problemas ambientales de la zona. Posteriormente, se les pedía que los categoricen, según lo que ellos consideraban de prioridad. Con base en esto se procedía a discutir abiertamente sobre conservación, actividades productivas y potenciales amenaza al hábitat de *Y. bisignatus*, en particular.

#### Resultados

##### Evaluación poblacional

En la zona de Cotapata, (dentro del PN Cotapata) no se pudo realizar la prospección, debido a que el dirigente de los mineros asentados en la zona “no nos garantizaba seguridad, pues sus trabajadores suelen tener respuestas imprevistas hacia los visitantes”. Obviamente, este hecho ya muestra un grado de amenaza a la población de ranas de la región (minería sin control de la administración del PN Cotapata), que es notable por estar dentro del área

protegida y sin importar que el proyecto tenga todos los permisos necesarios para la evaluación dentro del Parque.

En dos de los seis sitios prospectados se logró registrar *Y. bisignatus*: Mina Ensueño y Marquirivi (Tabla 1). Marquirivi representa un nuevo registro para la especie, situado a 28 km en línea recta al este de la localidad tipo y a 34 km al este de Mina Ensueño. Sin embargo, la población de Marquirivi parece ser muy reducida, y

después de mucho esfuerzo de campo (casi 50 horas hombre) solamente pudimos registrar dos individuos. Todos los registros de *Y. bisignatus* realizados durante este estudio estuvieron dentro del rango altitudinal reportado previamente por otros investigadores (2.200 a 2.700 m) (Fig. 1). En todo el estudio se colectó cuatro individuos de referencia los cuales fueron depositados en la Colección Boliviana de Fauna (CBF).

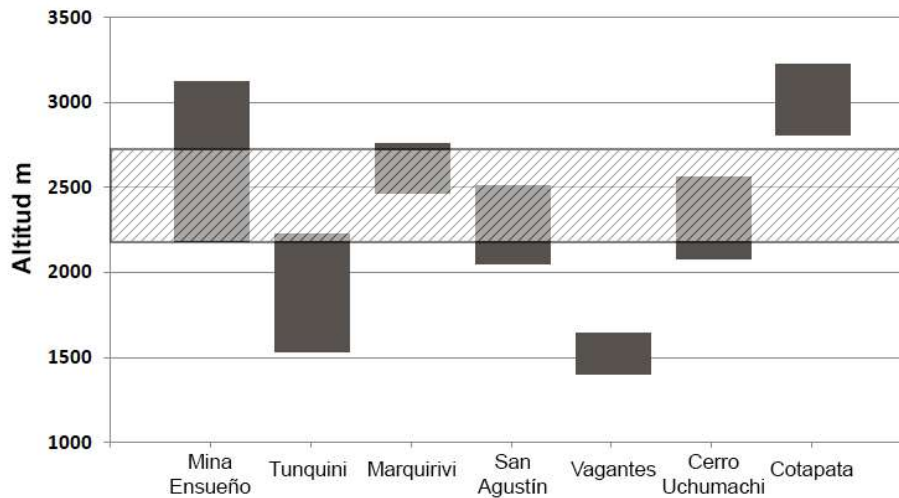


Figura 1. Localidades evaluadas en busca de poblaciones de *Y. bisignatus*. Rectángulos oscuros, rango altitudinal evaluado en cada localidad y rectángulo achurado distribución altitudinal de esta especie.

El tiempo promedio de recorrido de cada transecto fue aproximadamente de 40 minutos. En promedio se registraron cuatro individuos (rango de uno a siete) en 20.000 m<sup>2</sup>. Un 14,3% de los individuos registrados en los transectos no estaban cantando. Los individuos registrados durante la evaluación fueron únicamente machos, por lo que la estimación de abundancia relativa se realizó suponiendo una relación de sexos de 1:1 (Pellet 2006).

Tomando en cuenta que en condiciones ambientales óptimas se registraron siete individuos por transecto, y con la relación macho a hembra de 1:1, la estimación de densidad relativa es de 14 individuos en 20.000 m<sup>2</sup>. Consideramos que esta estimación es conservadora, tomando en cuenta que no logramos registrar a todos los individuos existentes dentro del transecto, y por lo cual podemos dar como primer dato de densidad para la especie 7 individuos/ha en Mina Ensueño. Para la extensión de presencia (EOO) el área del mínimo polígono convexo fue de 1.403,7 km<sup>2</sup>, pero el área efectiva dentro el rango altitudinal en el que se distribuye *Y. bisignatus* (entre 2.200 a 2.700 m) en el polígono fue de 333,1 km<sup>2</sup> (Fig. 2). La estimación de la población de *Y. bisignatus* dentro los 333,1 km<sup>2</sup> calculados sería de 233.170 individuos. Por consiguiente, los criterios de evaluación de la UICN, y nuestros cálculos del área de Extensión de presencia (EOO) a partir de la nueva información generada sugieren que esta

especie continúa en peligro (EN). En la tabla 2 se resume todas las localidades donde fue registrada *Yunganastes bisignatus*.

### Variación de la coloración y diseño

Durante la evaluación de la población de Mina Ensueño se registraron dos variantes de coloración encontrados en dos individuos de 6 observados. Uno ya conocido, tiene color beige con barras grises en muslos y canillas, y algunos diseños menos conspicuos de franjas grises por el dorso hasta la cabeza entre los ojos (Fig. 3a). La otra variante presenta una tonalidad más café con barras marrones más oscuras en muslos y canillas. En la parte dorsal presenta un color uniforme entre dorado y oliva, con numerosas pequeñas manchas marrones más oscuras y una línea vertebral delgada (Fig. 3b).

Tabla 2. Localidades en las que se registró a *Yunganastes bisignatus*.

Localidad	Latitud Sur	Longitud Oeste
Chaco	16°20'57.4"	67°49'2.4"
Chulumani	16°23'50.2"	67°32'50.2"
Plataforma	16°11'36"	67°53'10.2"
Cerro Waicani de Marquirivi	16°13'47.2"	67°34'46.2"
Mina Ensueño	16°11'47.9"	67°53'38.1"
Toriri	16°51'6.36"	67°13'17.58"

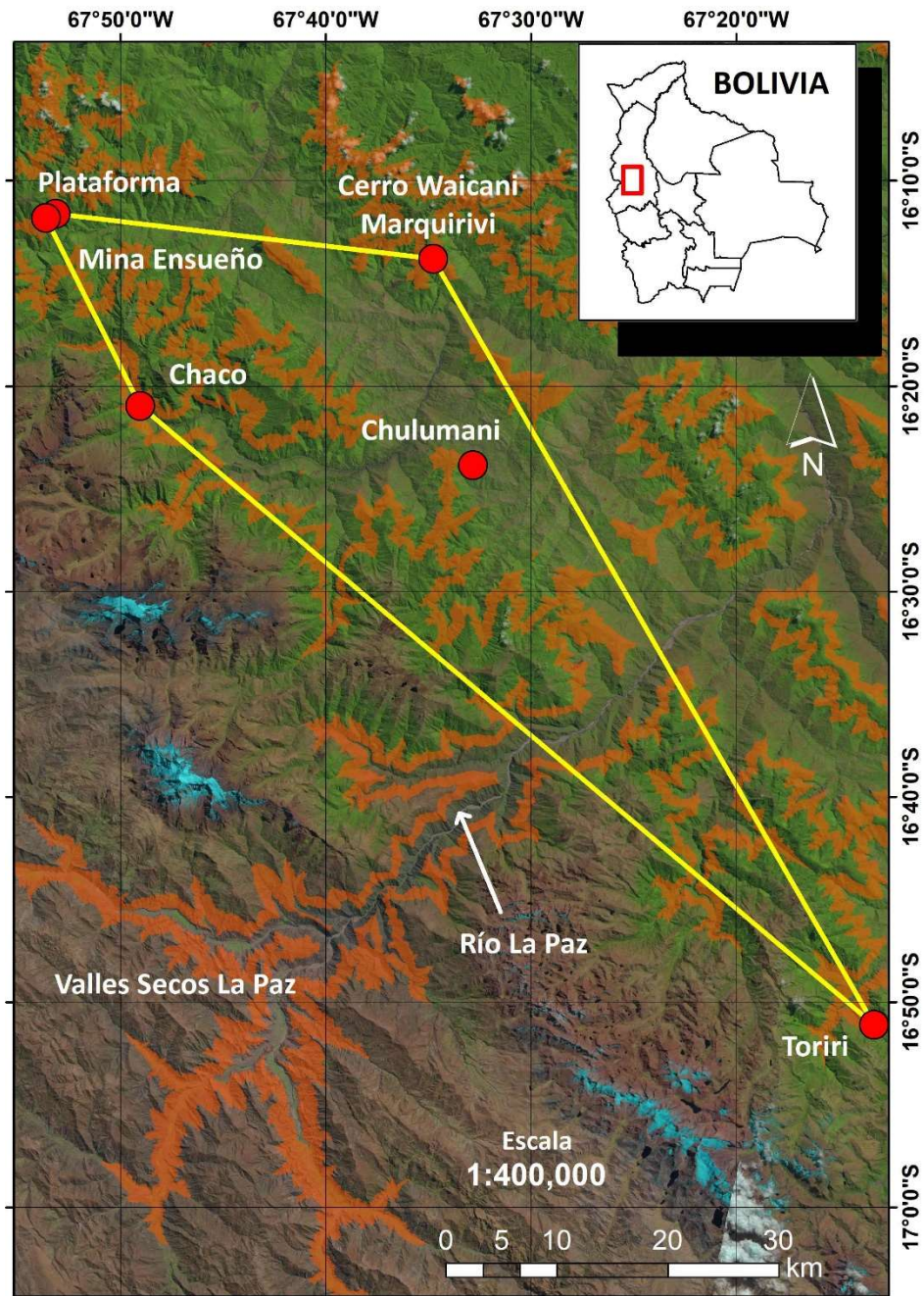


Figura 2. Mapa de registros poblacionales de *Yunganastes bisignatus* (puntos rojos), mínimo polígono convexo (línea amarilla), distribución por rango altitudinal entre los 2.200 a 2.700 (franja naranja).



Figura 3. Variación en la coloración encontrada durante la evaluación en Mina Ensueño. a. diseños poco conspicuos en el dorso, b. dorso de color entre dorado y oliva uniforme y línea vertebral.

### Análisis bioacústico

Los cantos obtenidos en Mina Ensueño mostraron algunas diferencias con los reportados previamente en Toriri. Los cantos de *Y. bisignatus* registrados en Toriri son muy similares a los de *Y. ashkapara*, con notas simples y cortas, además de estructuras armónicas claras, las cuales están ausentes en los cantos registrados en Mina Ensueño (Fig. 4). Comparando con el canto de *Y. ashkapara*, el canto de *Y. bisignatus* de Toriri es 1.7 veces más corto, pero los cantos registrados en Mina Ensueño son 2.2 veces más cortos (Tabla 3). Además, el rango de frecuencia en *Y. bisignatus* de Toriri es 6.3 veces más amplio que el de *Y. ashkapara*; siendo 9.4 veces más amplio en los cantos en Mina Ensueño.

Ocasionalmente, la llamada principal en *Yunganastes* termina con una serie de notas repetidas rápidamente. Esta última parte del canto es conocida también como llamada agresiva. En caso de *Y. bisignatus* de Toriri esta llamada es más corta que la de *Y. ashkapara*, pero en Mina Ensueño es mucho más larga, superando los 3.000 ms y llegando hasta los 4.000 ms (Fig. 5). Tanto en *Y. ashkapara* como en *Y. bisignatus* (Toriri) la intensidad del primer pulso en la

llamada agresiva es notoriamente diferente al resto de los que le prosiguen, pero en Mina Ensueño no hay diferencias entre el primer pulso y los demás (Fig. 5).

### Trabajo con comunidad local

En la tabla 4 se muestra de forma comparativa las amenazas ambientales priorizadas en cada uno de los talleres realizados durante el proyecto. Queda claro que existen amenazas comunes para las cuatro zonas: basura, uso de plaguicidas y quema de bosques. Estas tres amenazas tendrán impacto negativo en los anfibios, por contaminación y pérdida de hábitat. También es evidente que la importancia de las amenazas es distinta en cada comunidad. Por ejemplo, es notable que sólo una comunidad (San Agustín) mencionó como su principal amenaza ambiental la escasez de agua. En esta comunidad se ha desforestado ampliamente la cabecera de la subcuenca y la gente ha iniciado algunas actividades de reforestación, con la esperanza de recuperar la capacidad del bosque para almacenar agua. Finalmente, es notable la diferencia entre la lista de amenazas entregada por el personal del PN Cotapata y las listas de los comunarios, tanto en cantidad, como en la calidad de la discusión.

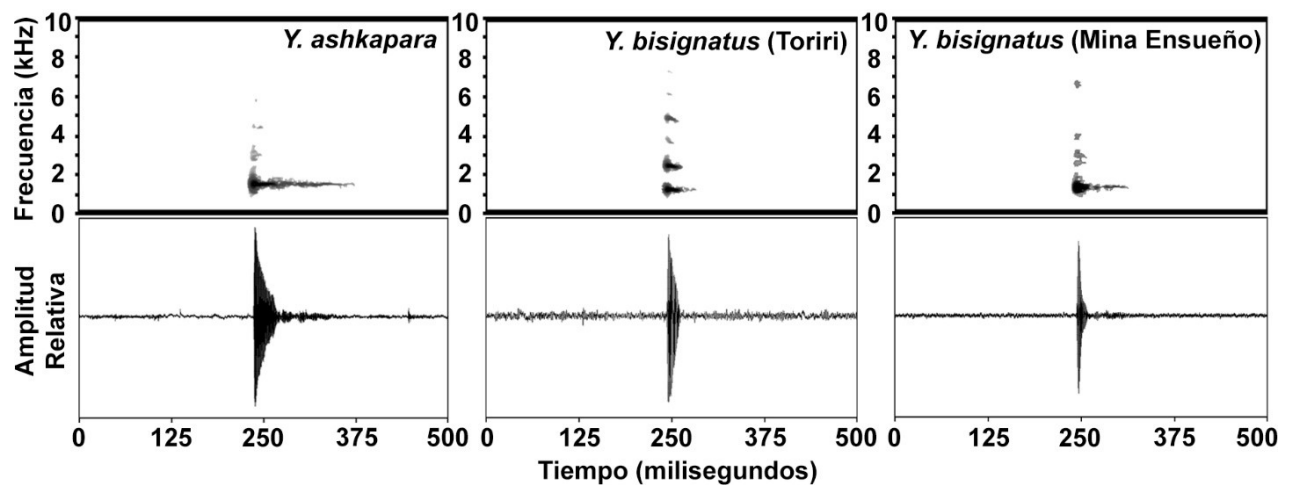


Figura 4. Espectrogramas seguido de Oscilogramas de: *Y. ashkapara*, *Y. bisignatus* (Toriri), *Y. bisignatus* (Mina Ensueño) comparadas a 500 ms.

Tabla 3. Diferencia en las características numéricas en los cantos de advertencia entre las especies de *Y. ashkapara*, *Y. bisignatus* localidades de Toriri (Padial et al. 2007) y *Y. bisignatus* Mina Ensueño (este estudio), indicando: Rango (Promedio  $\pm$  Desviación estándar).

	<i>Yunganastes ashkapara</i>	<i>Yunganastes bisignatus</i>	<i>Yunganastes bisignatus</i>
Localidad	Chapare (Padial et al. 2007)	Toriri (Padial et al. 2007)	Mina Ensueño (este estudio)
Nº de llamadas	43 (2 individuos)	35 (2 individuos)	84 (2 individuos)
Llamadas por minuto	55-74 (67.2 $\pm$ 6.6)	68-84 (77.5 $\pm$ 6.2)	74-94 (85.2 $\pm$ 8.8)
Tiempo de llamada (ms)	24-43 (36.0 $\pm$ 5.9)	16-25 (20.8 $\pm$ 2.7)	14-20 (16.1 $\pm$ 1.8)
Rango de Frecuencia (Hz)	1.150-1.830	1.000-5.300	815-7.179
Frecuencia Dominante (Hz)	1.454-1.493 (1.476 $\pm$ 11)	1.182-1.275 (1.220 $\pm$ 37)	1.059-1.668 (1.317.6 $\pm$ 240)
Fonoteca	Fonoteca Zoológica (CSIC) - 5568	Fonoteca Zoológica (CSIC) - 5810	Fonoteca Herpetológica (CBF) - 1

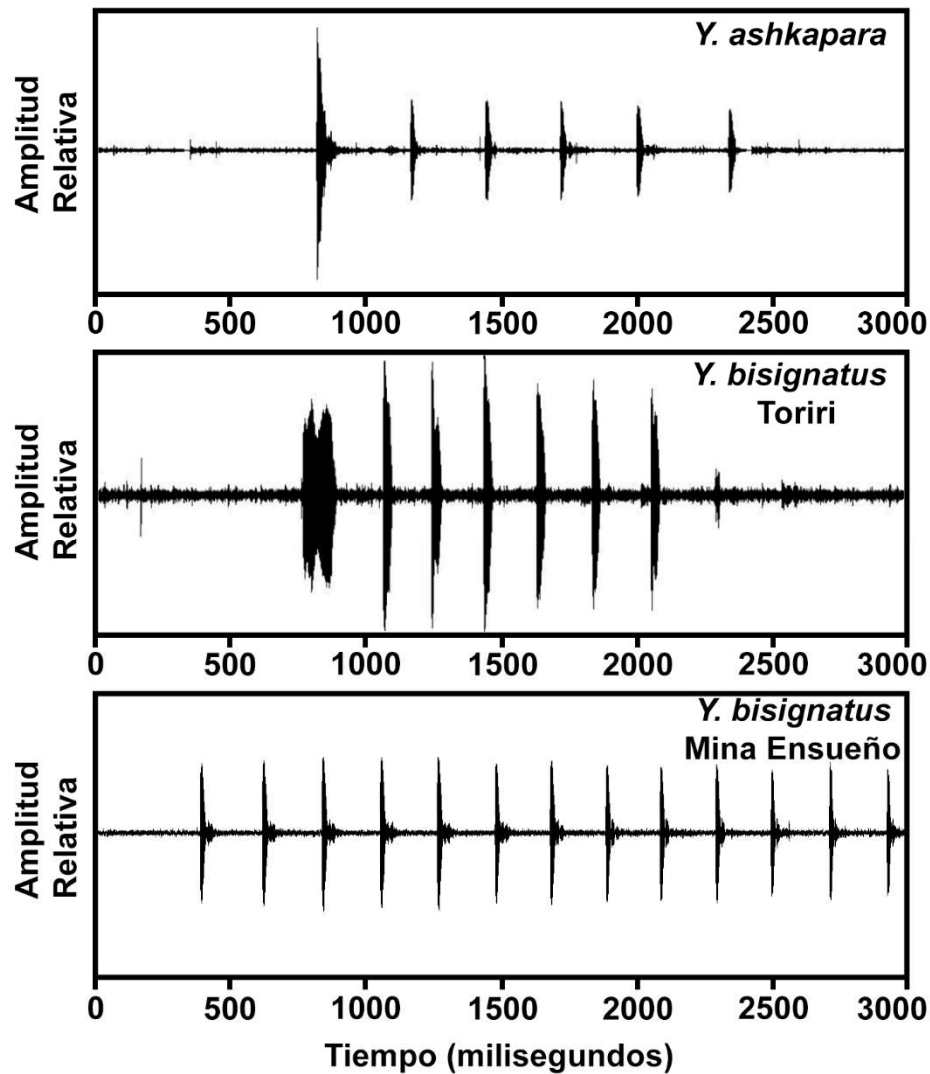


Figura 5. Llamadas agresivas de *Y. ashkapara*, *Y. bisignatus* (Toriri) y *Y. bisignatus* (Mina Ensueño) comparadas a 3.000 ms. En caso de *Y. bisignatus* (Mina Ensueño) llega hasta los 4.000 ms.

En los cuatro sitios se ha manifestado que los cultivos de coca se han incrementado fuertemente. Esta situación, según los propios comunarios, está amarrada a otros problemas ambientales: deforestación para habilitación de tierras para cultivos, quemas no controladas, uso de agroquímicos, y erosión del suelo. Todo esto conlleva a una reducción de los cuerpos de agua y a su contaminación. También asociado a los cultivos de coca se ha detectado un incremento de la población humana, que a la vez genera mayores impactos sobre el ambiente.

Dentro del área protegida, la principal amenaza, después de la basura, es la minería. El aumento de las actividades mineras en el PN Cotapata genera importantes impactos en el hábitat y no existe un control adecuado, lo cual se puso en clara evidencia con la actitud de los mineros al impedirnos trabajar libremente en esas áreas.

## Discusión

### Evaluación poblacional

Al parecer *Yungistanes bisignatus* es una especie muy dependiente de las condiciones ambientales, especialmente la humedad, como ya lo mencionan Padial *et al.* (2007). Durante nuestro trabajo de campo, solamente pudimos hallar individuos de la especie en condiciones de precipitación o alta humedad. Esta dependencia a condiciones tan específicas podría explicar que la especie esté limitada a un rango altitudinal entre los 2.200-2.700 m. pues esta región altitudinal corresponde a zonas con una elevada humedad y alta precipitación (Bach *et al.* 2003). La elevación es clave para separar una región mucho menos húmeda a 2.100 m (promedio humedad relativa 90.1% con variaciones diarias de 23% y precipitación promedio de 2.310 mm/año), de lo que ocurre entre 2.100 y 2.600 m (humedad relativa promedio 96.5% con variación diaria casi insignificante y precipitación promedio anual de 3.970

mm; Bach *et al.* 2003, Gerold *et al.* 2008). Sin embargo, es posible que *Y. bisignatus* no prospere por encima de 2.700 m, debido a limitaciones térmicas, pues la humedad es mayor (97.5%) y la precipitación alcanza > 5.000 mm/año (Gerold *et al.* 2008), mostrando que el parámetro de la temperatura puede estar jugando también un papel

importante en la distribución de la especie; sin embargo, son necesarios más estudios que muestren esa relación. Al mismo tiempo, nos alerta de una posible vulnerabilidad de *Y. bisignatus* a los efectos del calentamiento global, que podría cambiar radicalmente las condiciones de humedad y temperatura de la región (Seiler *et al.* 2013).

Tabla 4. Comparación de las amenazas ambientales priorizadas por las Comunidades Marquirivi, Vagantes, San Agustín y personal del PN ANMI Cotapata. Los números entre paréntesis muestran la cantidad de personas participantes del taller. Las amenazas están listadas para cada comunidad acorde a la priorización dada en los talleres a cada una, de manera que, la primera fila es la principal amenaza en cada sitio.

<b>Amenazas ambientales priorizadas por lugar</b>			
<b>Marquirivi (8)</b>	<b>Vagantes (28)</b>	<b>San Agustín (80)</b>	<b>PN ANMI Cotapata (9)</b>
Contaminación del agua	Escasez de agua	Basura	Basura
Basura	Amenazas al sistema de producción. Esto incluye plagas uso de plaguicidas y pérdida de nutrientes del suelo	Uso excesivo de agroquímicos.	Minería
Fumigación	Aumento de la temperatura	Incendios forestales	Expansión de la frontera agrícola
Desmante	Quema no controlada	Corta de madera	Incendios forestales
Enfermedades	Tala de árboles		Crecimiento poblacional
Quemas	Basura		Extracción de turba (zona alta)
Sequías	Erosión del suelo por lluvia torrencial		Secado de lagunas naturales (Zona alta)
			Falta de agua en Yavichuco (zona baja del AP).
			Turismo desordenado
			Emprendimientos privados (como hoteles)
			Uso de agroquímicos en coca

Con los resultados obtenidos en la distribución de *Y. bisignatus*, podríamos precisar que el punto de colecta de Werner en 1899 pudo haber sido por lo menos 5,5 km antes de llegar a la comunidad El Chaco (localidad tipo), ya que esa comunidad se encuentra a 1.950 m de altura; muy por debajo del rango altitudinal registrado en la distribución de *Y. bisignatus*. Sin embargo, hay que tomar en cuenta las condiciones ambientales que pudo haber 120 años atrás cuando se realizó la primera colecta, ya que la tendencia climática en los Andes centrales de Bolivia es pasar a más cálido y seco (Seiler *et al.* 2013).

El registro en Marquirivi nos permitió incrementar el área de distribución de la especie hacia el noreste, donde la población parece estar separada de las poblaciones de Mina Ensueño por el rango altitudinal y la intervención humana. Un mejor conocimiento de estas y otras poblaciones, y las conexiones que podrían tener entre ellas, nos ayudarían a plantear acciones de conservación más adecuadas para la especie.

Es muy importante recalcar que el reporte de la lista roja de la UICN, indica que *Y. bisignatus* es una especie “abundante” (Cortez *et al.* 2004), basándose en los datos obtenidos en un estudio previo realizado en Mina Ensueño (Cortez 2001). Nuestros datos indican que, actualmente, *Y. bisignatus* es una especie muy difícil de registrar y se encuentra posiblemente disminuida por el efecto del cambio climático y la minería, ya que su distribución se encuentra sobrepuesta con las zonas de extracción minera. Lamentablemente Cortez (2001) no provee datos comparables para cuantificar este decremento, pero con las evaluaciones realizadas en este trabajo, podemos indicar que hoy en día no es una especie abundante.

Al ser *Y. bisignatus* una especie esquiva y de muy difícil registro, nos vemos obligados a asumir supuestos sobre la biología de la especie, por ejemplo, la proporción de sexos 1:1 es utilizado para el análisis de poblaciones viables por Pellet (2006) con *Hyla arborea*. Nosotros asumimos esta proporción dado que *Y. bisignatus*, a diferencia de otras especies, no realiza congregaciones para formar coros en



cuerpos de agua, compitiendo por las hembras que generalmente están en menor cantidad y depositan sus huevos en el agua (Duellman & Trueb 1994). Por el contrario, nosotros observamos machos solitarios cantando y defendiendo su territorio ya que este grupo de anfibios tiene un desarrollo directo (no pasa por el estado de renacuajo) y los huevos son depositados en lugares protegidos y húmedos (Duellman & Lehr 2009). Además, las densidades de *Y. bisignatus* son bajas y, al parecer, son bastante territoriales, por lo que las hembras también se encuentran dispersas por el territorio. Creemos que es crucial recabar información del comportamiento reproductivo de la especie en un futuro.

### Bioacústica

Las diferencias en el canto entre las poblaciones de Mina Ensueño y Toriri, por ejemplo, en la duración de la llamada, la presencia o ausencia de armónicos claros, podría ser un efecto por diferencia de la temperatura, que lamentablemente no fueron reportados en Mina Ensueño. Sin embargo, si sumamos a esto la clara diferencia en la forma y duración de la llamada agresiva, lleva a pensar que podríamos estar hablando de una diferenciación latitudinal de una sub población (ver Subcomité de estándares y Peticiones de la UICN 2017), o de la división de dos diferentes taxa. Esto podría deberse a que la población de Toriri se encontrarían separadas del resto de las poblaciones del noroeste no sólo por una gran distancia, sino también por el Río La Paz, una barrera importante que corta la continuidad del bosque yungueño al cruzarlo de suroeste a noreste (Fig. 2), con un valle de unos 700 m de altura inferior al rango de distribución natural de *Yunganastes bisignatus*, y un cruce de casi 2 km entre una ladera a la otra, creando una interrupción del flujo genético entre las poblaciones. Sin embargo, esto debe ser confirmado llevando a cabo un análisis de taxonomía integrada.

### Amenazas

Las amenazas definidas por los pobladores locales (contaminación, escasez de agua) y sus causas (basura, minería, deforestación y cambio de uso del suelo) tienden a agravar la futura situación de *Y. bisignatus* y seguramente de otras especies de anfibios. El escenario futuro no es auspicioso, pues, a pesar de las iniciativas de algunas comunidades (Vagantes en este caso) y de instituciones (Instituto de Ecología de la UMSA, en colaboración con la Universidad de Halle de Alemania) para la restauración de algunas áreas degradadas, el avance de la frontera agrícola, especialmente para nuevos cultivos de coca, sumada al crecimiento demográfico en la región, parecen apuntar a afectar aún más el hábitat de *Y. bisignatus*, tanto por destrucción directa, como por contaminación. Existen una serie de problemas ambientales que amenazan tanto de forma directa como indirecta a la biodiversidad en general y a los anfibios en particular. Debido a que estos problemas amenazan de igual manera a las fuentes de agua para los

humanos es posible estimular la conservación de los bosques y por ende de las fuentes de agua para beneficio humano, lo cual redundará en beneficio de los anfibios y toda la biodiversidad.

### Conclusión

Como conclusión de esta evaluación, podemos indicar que, el estado de conservación de *Y. bisignatus* debe mantenerse como especie En Peligro [B1 ab(iii)] según los criterios de la UICN. Sin embargo, los elementos que hemos dado, indican que es necesario dar seguimiento a los cambios en uso de la tierra y la posible declinación de las poblaciones de la especie en todo su rango de distribución. Además, es necesario realizar estudios detallados que nos permitan tener certeza sobre la taxonomía de las dos poblaciones mencionadas y poder tomar decisiones de conservación más acertadas.

### Agradecimientos

Agradecemos a Mary Pampa y Ulises Ariñez, responsables del área de Medio Ambiente de las alcaldías de Coripata y Coroico, respectivamente; también agradecemos profundamente a los comunarios de Marquirivi, Vagantes, San Agustín, y el personal del PN ANMI Cotapata, quienes nos acogieron y brindaron su tiempo en talleres y conversaciones. Este trabajo fue financiado por *Critical Ecosystem Partnership Fund* (CEPF código 66042). Agradecemos a Lizette Siles por revisar una versión preliminar de este artículo.

### Referencias

- Aguayo, R. 2009. Anfibios 91-224. En: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (ed.) Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz.
- Araujo-Murakami, A. & F.S. Zenteno. 2006. Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles. pp. 146-161. En: Moraes, M., B. Ollgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius, H. Balslev (eds) Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Bach, K., M. Schawe, S. Beck, G. Gerold, S.R. Gradstein & M. Moraes R. 2003. Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de un bosque montano de Yungas, Bolivia: Primeros resultados. *Ecología en Bolivia* 38(1): 3-14.
- Cortez, C. F. 2001. Variación altitudinal de la diversidad y composición de la fauna de anuros durante la estación de lluvias, en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. Tesis de licenciatura en biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Cortez, C., S. Reichle, I. De la Riva & J. Köhler. 2004. *Yunganastes bisignatus*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T56465A11469673. disponible en:

- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T56465A11469673.en>.
- De la Riva, I. & S. Reichle. 2014. Diversity and conservation of the amphibians of Bolivia. *Herpetological Monographs* 28: 46-65.
- Duellman, W.E. & L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Duellman, W.E. & E. Lehr. 2009. Terrestrial-Breeding Frogs (Strabomantidae) in Peru. Lonnemann GmbH, Sdm. 382 p.
- Gerold, G., M. Schawe & K. Bach. 2008. Hydrometeorologic, pedologic and vegetation patterns along an elevational transect in the montane forest of the Bolivian Yungas. *Die Erde* 139(1-2): 141-168.
- Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann & A. Carretero. 2003a. Ecorregiones y ecosistemas. pp. 47-88. En: Ibisch, P. L., G. Mérida (eds). *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia, estado de conocimiento y conservación*. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz.
- Ibisch, P.L., B. Gerkmann, S. Kreft, S.G. Beck, S.K. Herzog, J. Köhler, R. Müller, S. Reichle & R. Vásquez. 2003b. Consideraciones comparativas de patrones intercoregionales de diversidad de especies y de endemismo 148-161. En: Ibisch, P. L., G. Mérida (eds). *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia, Estado de Conocimiento y Conservación*. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz.
- Killeen, T.J., T.M. Siles, L. Soria & L. Correa. 2005. Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia* 40: 32-69.
- Köhler, J. 2000. Amphibian diversity in Bolivia: A study with special reference to montane forest regions. Bonn: *Zoologisch Monographien* 48: 1-243.
- Pacheco, M. 2015. Guía fotográfica de los anfibios de la región de los Yungas – Bolivia. Diversidad entre pendientes. Informe no publicado, La Paz. 130 p.
- Padial, J.M., S. Castroviejo-Fisher, J. Köhler, E. Domic & I. De la Riva. 2007. Systematics of the *Eleutherodactylus fraudator* species group (Anura: Brachycephalidae). *Herpetological Monographs* 21: 213-240.
- Padial, J.M., S. Castroviejo-Fisher & I. De la Riva. 2009. The phylogenetic relationships of *Yunganastes* revisited (Anura: Terrarana). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 52: 911-915.
- Pellet, J., G. Maze & N. Perrin. 2006. The contribution of patch topology and demographic parameters to population viability analysis predictions: the case of the European tree frog. *Population Ecology* 48: 353-361.
- Reichle, S. 2006. Distribution, diversity and conservation status of Bolivian Amphibians. Tesis de doctorado, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Universidad Rheinischen Friedrichs-Wilhelm, Bonn.
- Ribera, M.O. 1995. Aspectos ecológicos, del uso de la tierra y conservación en el Parque Nacional y Área natural de Manejo Integrado Cotapata. pp. 3-15. En: Morales, C.B. (ed.) *Caminos de Cota Pata*. Instituto de Ecología, La Paz.
- Rueda, J.V., F. Castro & C. Cortez. 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: Una compilación. pp 135-171. En: Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (eds.) *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*. Conservación Internacional, Bogotá DC.
- Seiler, C., R.W. Hujes & P. Kabat. 2013. Climate variability and trends in Bolivia. *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 52: 130-146.
- Subcomité de estándares y Peticiones de la UICN. 2017. Directrices de uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 13. Disponible en: [http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/RedListGuidelines\\_SP.pdf](http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/RedListGuidelines_SP.pdf)
- Werner, F. 1899. Beschreibung neuer Reptilien und Batrachier. *Zoologischer Anzeiger* 22: 479-484.
- Zenteno-Ruiz, F.S. & A.F. Fuentes. 2008. El incienso de Bolivia: Una especie nueva de *Clusia* (Clusiaceae) de los bosques montanos del norte de La Paz, Bolivia. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 18(1): 130-134.