

# REPERTORIO DE SEÑALES ACÚSTICAS EN LA RANA DE CRISTAL *HYALINOBATRACHIUM TATAYOI* (ANURA: CENTROLENIDAE)

## REPertoire OF ACOUSTIC SIGNALS IN THE GLASS FROG *HYALINOBATRACHIUM TATAYOI* (ANURA: CENTROLENIDAE)

Maribel Rojas-Montoya<sup>1\*</sup>, Yelenny López-Aguirre<sup>1</sup>, Cristian González-Acosta<sup>1</sup> & Fernando Vargas-Salinas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Evolución, Ecología y Conservación (EECO), Programa de Biología, Universidad del Quindío, Carrera 15 Calle 12 Norte, Armenia 630001, Quindío, Colombia.

\*Correspondence: rojasm53@gmail.com

Received: 2023-07-06. Accepted: 2024-01-10. Published: 2024-02-21.

Editor: Felipe Rabanal, Chile.

**Abstract.**— Acoustic communication is the most studied modality of communication in anurans. However, among the repertoire of acoustic signals known for anurans, the traditionally described one is the advertisement call; courtship and distress calls are less well-known. Since characterizing acoustic signals in anurans is useful for studies in ecology, systematics, and evolution, as well as for the implementation of management and conservation strategies, in this study we describe three types of vocalizations in the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae). Between July and December 2022, we conducted 21 nocturnal field trips to a locality on the western slope of the cordillera Central, in the department of Quindío, Colombia. We obtained recordings of 407 advertisement calls emitted by 21 males, 230 courtship calls emitted by nine males, and eight distress calls, two emitted by a male and six by a female. Our description of the advertisement and courtship calls, based on 13 features (seven spectral, six temporal), is the most detailed of those published to date for *H. tatayoi*. Moreover, it comes from a population that is separated from other populations for which these calls have been described by the presence of two mountain ranges. A preliminary comparison of advertisement and courtship calls among populations of *H. tatayoi* reveals low intraspecific geographic variation in dominant frequency and call duration among some populations. To date, four types of call are known from the repertoire of acoustic signals in *H. tatayoi*: advertisement call, courtship call, distress call, and agonistic call. Although not all features of these call types have been quantified with the same level of detail, *H. tatayoi* becomes one of the Centrolenidae species for which its repertoire of acoustic signals is best known.

**Keywords.**— Bioacoustics, acoustic communication, animal communication, intraspecific geographic variation.

**Resumen.**— La comunicación acústica es la modalidad de comunicación más estudiada en anuros. No obstante, del repertorio de señales acústicas que se conoce para anuros, tradicionalmente se ha descrito el canto de anuncio, mientras que cantos de cortejo y de auxilio son menos conocidos. Dado que caracterizar las señales acústicas en anuros es útil para estudios de ecología, sistemática y evolución, y en la implementación de estrategias de manejo y conservación, en este estudio describimos tres tipos de canto en la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae). Entre julio y diciembre de 2022 realizamos 21 salidas de campo nocturnas a una localidad en la vertiente occidental de la cordillera Central, en el departamento del Quindío, Colombia. Obtuvimos grabaciones de 407 cantos de anuncio emitidos por 21 machos, 230 cantos de cortejo emitidos por nueve machos, y ocho cantos de auxilio, dos emitidos por un macho y seis por una hembra. Nuestra descripción del canto de anuncio y cortejo, basada en 13 parámetros (siete espectrales, seis temporales), es la más detallada de las publicadas hasta la fecha para *H. tatayoi*. Además, proviene de una población que se encuentra separada de otras poblaciones para las cuales se han descrito estos cantos, por la presencia de dos cordilleras. Una comparación preliminar del canto de anuncio y de cortejo entre poblaciones de *H. tatayoi* permite visualizar poca variación geográfica intraespecífica en la frecuencia dominante y la duración del canto. Hasta la fecha, se conocen cuatro tipos de canto del

repertorio de señales acústicas en *H. tatayoi*: canto de anuncio, canto de cortejo, canto de auxilio, y canto agonístico. Aunque no todos los parámetros de estos tipos de canto han sido cuantificados con el mismo nivel de detalle, *H. tatayoi* se convierte en una de las especies de Centrolenidae en que mejor se conoce su repertorio de señales acústicas.

**Palabras clave.**– Bioacústica, Comunicación acústica, Comunicación animal, Variación geográfica intraespecífica

## INTRODUCCIÓN

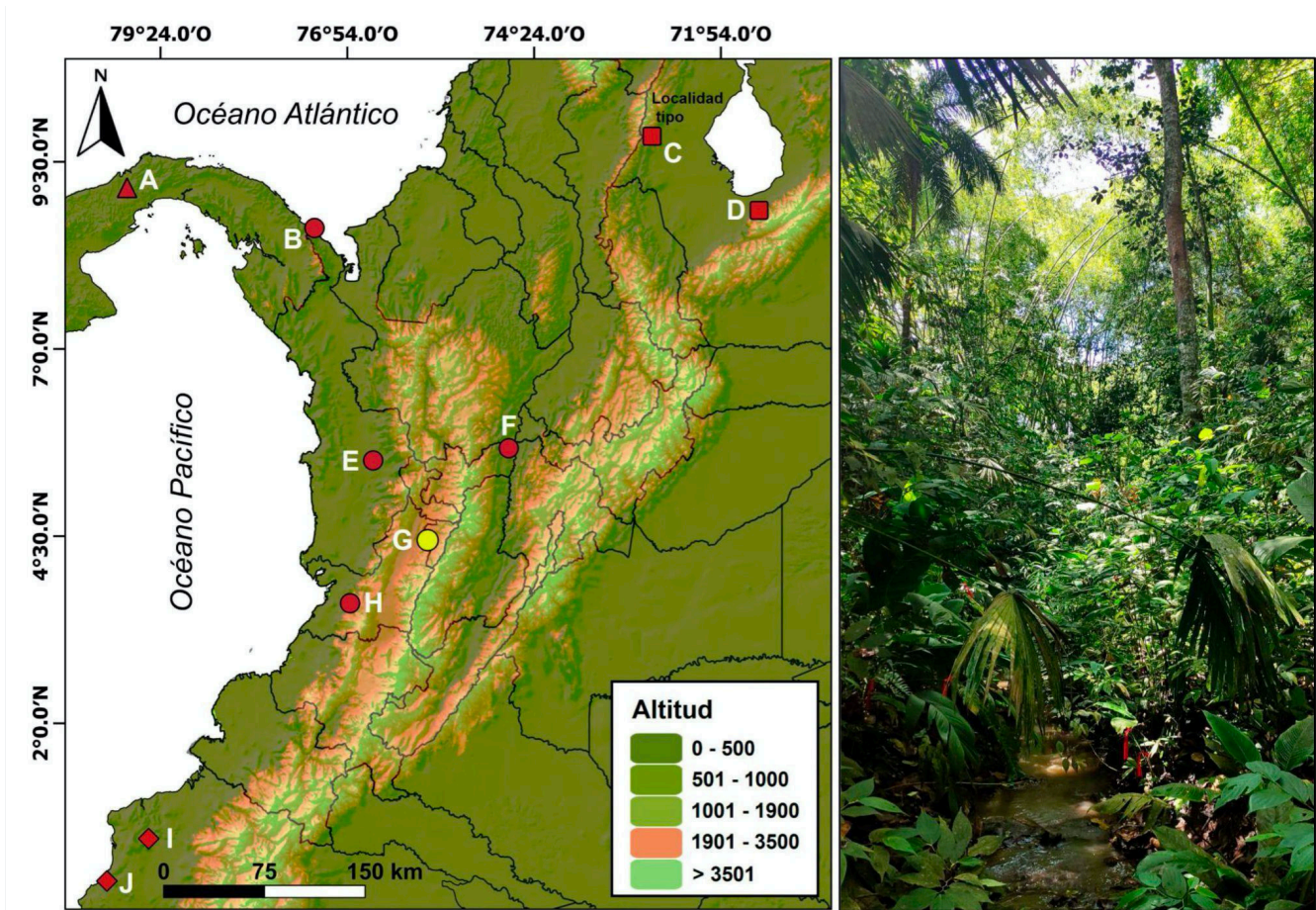
Conocer características de historia natural de las especies es importante en diversas áreas de la biología (Vitt, 2013). En taxonomía y sistemática filogenética sirven como caracteres diagnósticos en delimitación de especies (Schneider & Sinsch, 2007; Baum & Smith, 2012) y en ecología de comunidades, nos permite inferir interacciones individuo-ambiente físico e individuo-individuo para entender patrones de diversidad (Mittelbach & McGill, 2019). Además, conocer la historia natural de las especies nos permite optimizar estrategias de monitoreo, planes de manejo y conservación de la diversidad biológica (Clemmons & Buchholz, 1997; Gosling & Sutherland, 2000; Berger-Tal & Saltz, 2016). Sin embargo, las características de historia natural pueden variar significativamente entre poblaciones, ya sea debido a factores estocásticos o determinísticos (Lott, 1984; Foster & Endler, 1999). Por ejemplo, el tamaño corporal de los individuos adultos es utilizado en la identificación de especies o en estudios de ecología evolutiva, pero puede variar acorde a cambios ambientales (e.g., temperatura, humedad) que se dan a través de gradientes altitudinales y latitudinales (Ashton & Feldman, 2003; Meiri & Dayan, 2003; Morrison & Hero, 2003). En general, sería ideal conocer las características de historia natural de las especies y su posible variabilidad entre poblaciones distribuidas en ambientes contrastantes o separadas por barreras geográficas.

Los anuros son un buen modelo de estudio para documentar variación geográfica intraespecífica en características de historia natural (Lott, 1984; Vitt & Caldwell, 2014; Pough et al., 2015). Una de las características de historia natural más estudiadas en anuros son sus señales acústicas, especialmente el canto de anuncio (Narins et al., 2006; Wells, 2007; Guerra et al., 2018; Rivera-Correa et al., 2021), el cual es emitido por los machos para atraer pareja y delimitar una ubicación espacial con respecto a machos conespecíficos (Duellman & Trueb, 1994; Köhler et al., 2017). En anuros es frecuente la existencia de variación geográfica intraespecífica en el canto de anuncio (e.g., Narins & Smith, 1986; Wilczynski & Ryan, 1999; Castellano & Giacoma, 2000; Bernal et al., 2005; Vargas-Salinas et al., 2014; Tassarolo et al., 2016; Annibale et al., 2020; López et al., 2020), aunque se conoce mucho menos de dicha variabilidad en

otros tipos de canto (e.g., canto de cortejo, canto de auxilio). La variación geográfica intraespecífica en señales de comunicación podría influir directamente en procesos de reconocimiento de especies, selección de pareja y flujo genético entre poblaciones; por lo tanto, es importante documentar características de señales de comunicación en varias poblaciones de una misma especie (Irwin et al., 2001; Boughman, 2002; Seehausen et al., 2008; Wilkins et al., 2013).

Entre los anuros, las ranas de cristal (Centrolenidae) se han convertido en un excelente modelo de estudio en aspectos relacionados a la evolución de señales de comunicación acústica (Escalona et al., 2019; Mendoza-Henao et al., 2022) debido, en gran medida, a la caracterización del canto de anuncio en por lo menos 107 de las 164 especies que componen esta familia (Duarte-Marín et al., 2022; Montilla et al., 2023; Frost, 2024). Sin embargo, pocos estudios se han centrado en documentar la variación geográfica intraespecífica en sus señales acústicas (pero ver Delia et al., 2010; Mendoza-Henao et al., 2022). La rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* ofrece una excelente oportunidad para empezar a registrar dicha variabilidad.

El canto de anuncio de *H. tatayoi* ha sido descrito para poblaciones en Colombia (Mendoza-Henao et al., 2020), Ecuador (Guayasamín et al., 2022), Panamá (Greer & Wells, 1980; Ibáñez et al., 1999) y Venezuela (Castroviejo-Fisher et al., 2007). Con respecto a Colombia, el canto de anuncio en esta especie ha sido descrito para poblaciones en la región pacífica, límites con Panamá en la costa Atlántica, y el valle geográfico del río Magdalena (Mendoza-Henao et al., 2020), pero se desconoce para poblaciones en el valle geográfico del río Cauca (Fig. 1). Las poblaciones de *H. tatayoi* en el valle geográfico del río Cauca se encuentran separadas de otras poblaciones para las cuales se ha descrito el canto de anuncio, debido a la presencia de la cordillera Occidental y Central de Colombia. Por lo tanto, es factible que el canto de anuncio presente una variabilidad aún no registrada en *H. tatayoi*. Algo similar podría suceder para el canto de cortejo en esta especie, el cual ha sido descrito solamente para una población en la Isla de Barro Colorado, Panamá (Greer & Wells, 1980).



**Figure 1.** Left: Geographic location of the populations of *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae) for which the advertisement call has been described. Each locality is represented by a letter (see Appendix 2 for details) and each country is represented by a type of geometric figure (Triangle: Panamá; Circle: Colombia; Square: Venezuela; Rhombus: Ecuador). The yellow circle (locality G) represents the population for which the acoustic signals are described in this study (Villa Chela, La Tebaida, Quindío department, Cordillera Central of Colombia). Information obtained from Greer and Wells (1980); Castroviejo-Fisher et al. (2007); Mendoza-Henao et al. (2020); Barona-Cortés and Mendoza-Henao (2022) and Guayasamin et al. (2022). Courtship call and agonistic call have only been described for one population on Barro Colorado Island, Panamá (locality B) (Greer & Wells, 1980). Right: Image of the La Arboleda stream in the study area and the riparian vegetation from which *H. tatayoi* males emit their acoustic signals.

**Figura 1.** Izquierda: Ubicación geográfica de las poblaciones de *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae) para las cuales se ha descrito el canto de anuncio. Cada localidad está representada por una letra (ver Apéndice 2 para detalles) y cada país está representado por un tipo de figura geométrica (Triángulo: Panamá; Círculo: Colombia; Cuadrado: Venezuela; Rombo: Ecuador). El círculo amarillo (localidad G) representa la población para la cual se describen las señales acústicas en este estudio (Villa Chela, La Tebaida, departamento del Quindío, Cordillera Central de Colombia). Información obtenida a partir de Greer y Wells (1980); Castroviejo-Fisher et al. (2007); Mendoza-Henao et al. (2020); Barona-Cortés y Mendoza-Henao (2022) y Guayasamin et al. (2022). Solo para una población en la Isla Barro Colorado, Panamá (localidad B) se ha descrito el canto de cortejo y el canto agonístico (Greer & Wells, 1980). Derecha: Imagen de la quebrada La Arboleda en el área de estudio y de la vegetación riparia desde la cual los machos de *H. tatayoi* emiten sus señales acústicas.

En este estudio, describimos el canto de anuncio y de cortejo en una población de *H. tatayoi* ubicada hacia el sur del valle geográfico del río Cauca, en la vertiente occidental de la cordillera Central de Colombia (Fig. 1). La descripción presentada en este estudio abarca mediciones de parámetros del canto de anuncio (e.g., número y duración de pulsos, tasa de emisión de pulsos)

que generalmente no han sido cuantificadas en estudios previos con *H. tatayoi* (Greer & Wells, 1980; Castroviejo-Fisher et al., 2007; Mendoza-Henao et al., 2020; Guayasamin et al., 2022). Además, describimos por primera vez el canto de auxilio emitido por machos y hembras de esta rana de cristal. Con este estudio complementamos el conocimiento que se tiene del repertorio de

señales acústicas en *H. tatayoi*, a la vez que evaluamos la posible variabilidad intraespecífica en algunas de dichas señales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Especie y Área de estudio

*Hyalinobatrachium tatayoi* es una rana de cristal cuyos individuos adultos son relativamente pequeños (longitud hocico-cloaca, hembras = 21.9-22.2 mm, machos = 21-24.4 mm) (Wells & Schwartz, 1982; Castroviejo-Fisher et al., 2007). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida entre el nivel del mar y aproximadamente los 1,760 m.s.n.m, en bosques secos y húmedos presentes desde el sur de Costa Rica hasta Ecuador y Venezuela (Castroviejo-Fisher et al., 2007; Mendoza-Henao et al., 2020). Los machos cantan entre 0.5 y > 5 m de altura desde el haz o envés de hojas en vegetación adyacente a quebradas; su actividad acústica se da principalmente en época de altas lluvias, extendiéndose desde horas crepusculares hasta el amanecer, aunque se ha registrado una mayor actividad antes de medianoche (Barona-Cortés & Mendoza-Henao, 2022).

Este estudio se realizó en la quebrada “La Arboleda” ubicada en la finca Villa Chela, conjunto campestre El Amanecer (4.4456° N, 75.8245° O; 1,196 m.s.n.m), municipio de La Tebaida, departamento del Quindío, Andes Centrales de Colombia (Fig. 1). En el paisaje del área de estudio predominan zonas abiertas utilizadas para actividades agropecuarias, el asentamiento de viviendas rurales y áreas de recreación, con algunos relictos de bosque ripario premontano, conformados por árboles de crecimiento secundario, guadales, heliconias y aráceas (Fig. 1). La temperatura ambiente en el área de estudio oscila entre 16.7 y 28.2 °C, la precipitación anual promedio es de 1823 mm y la humedad relativa es menor a 80% (datos descargados de [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org) y [www.weatherspark.com](http://www.weatherspark.com)).

### Metodología

Entre el 22 de julio y el 16 de diciembre de 2022 realizamos 21 salidas de campo, cada una con duración de una noche. Los cantos de anuncio y cortejo fueron obtenidos durante muestreos nocturnos realizados a lo largo de un transecto de 105 m de longitud que establecimos previamente en la quebrada La Arboleda. Se utilizó luz roja durante las grabaciones para perturbar lo menos posible a los individuos. Los cantos de auxilio fueron obtenidos a través de la manipulación realizada a los individuos para su marcaje, identificación y registro de datos asociados a su comportamiento reproductivo y de cuidado parental (manuscritos en preparación). Realizamos las grabaciones con una grabadora digital (Marantz PMD661) y un micrófono unidireccional (Sennheiser ME 66/K6/) configurados

en formato .WAV, resolución de 16 bits y frecuencia de muestreo de 44.1 kHz. A cada individuo grabado le registramos su temperatura corporal con un termómetro infrarrojo Extech Serie 42510 (precisión 0.1°C), su tamaño corporal (longitud hocico-cloaca, LHC) con un calibrador digital ( $\pm 0.01$  mm) y su peso con una balanza analítica (Triple Clean BAL01;  $\pm 0.01$ g). Ninguno de los individuos grabados fue colectado. Para los parámetros de canto presentamos su valor promedio seguido, cuando aplica, de su desviación estándar ( $\pm$  DE) y el valor mínimo y máximo (rango) en paréntesis. Copia de grabaciones obtenidas en este estudio fueron depositadas en la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA), Villa de Leyva, Boyacá, Colombia (<http://coleccion.humboldt.org.co/sonidos/>).

Estimamos los parámetros temporales y espectrales de los cantos utilizando el programa RAVEN Pro 1.4 (Bioacoustics Research Program, 2010). Los oscilogramas, espectrogramas y espectros de poder se realizaron con transformaciones rápidas de Fourier (FFT) a una ventana de 256 utilizando el algoritmo de Blackman y un solapamiento de 90%. Los procedimientos y la terminología para los siguientes parámetros de canto fueron acordes a sugerencias de Köhler et al. (2017) y Duarte-Marín et al. (2022): Duración de canto (ms), Número de pulsos, Duración de pulso (ms), Tasa de pulsos (número de pulsos/s), Duración del intervalo entre pulsos (ms), Frecuencia dominante en la parte inicial del canto (kHz), Frecuencia dominante en la parte media del canto (kHz), Frecuencia dominante en la parte final del canto (kHz), Frecuencia dominante del canto completo (kHz) y Frecuencia mínima y máxima del canto completo (kHz). Las frecuencias mínima y máxima se calcularon a 20 dB (re 20mPA) por debajo de la intensidad máxima relativa del canto, la cual, se da en la frecuencia dominante del canto completo. Además, cuando se detectaron armónicos en los cantos, su Frecuencia se cuantificó en kHz.

La representación gráfica de los cantos se realizó con el paquete Seewave en la plataforma R (Sueur et al., 2008). Nuestra unidad de análisis para la descripción de los cantos fue el individuo; es decir, las mediciones obtenidas para cada parámetro de canto de un mismo individuo se promediaron para obtener un único valor. Todas las mediciones fueron obtenidas por un mismo investigador (CGA) para reducir márgenes de error y sesgos en la medición de los parámetros de canto.

Los parámetros del canto en anuros generalmente están correlacionados entre sí y, además, pueden estar relacionados con la temperatura y tamaño corporal de los emisores (Gerhardt & Huber, 2002). Por lo tanto, realizamos el siguiente

procedimiento: verificamos la relación entre los parámetros de canto con análisis de correlación de Pearson y, posteriormente, redujimos su redundancia mediante un análisis de componentes principales con rotación Varimax (Johnson & Wichern, 2014). Debido a que no se pudo cuantificar la frecuencia del segundo y tercer armónico para varios machos, estos datos no fueron incluidos en el análisis de componentes principales. Este análisis se realizó después de corroborar que las variables cumplían los supuestos requeridos para su aplicación (KMO= 0.489; gl= 78; Prueba de esfericidad de Bartlett <0.0001).

El número de componentes resultantes se determinó teniendo en cuenta una varianza explicada mayor al 80% y autovalores >1 (Cliff, 1988; Peres-Neto, 2005) (Tabla 1). Los componentes principales (CPs) obtenidos de este análisis se utilizaron como nuevas variables representativas de los parámetros de canto. Posteriormente, evaluamos si los CPs se relacionaron con la temperatura y tamaño corporal de los individuos emisores mediante análisis de correlación de Pearson. Debido a restricciones impuestas por el tamaño de muestra (i.e., número de individuos grabados), estos análisis los realizamos solo para

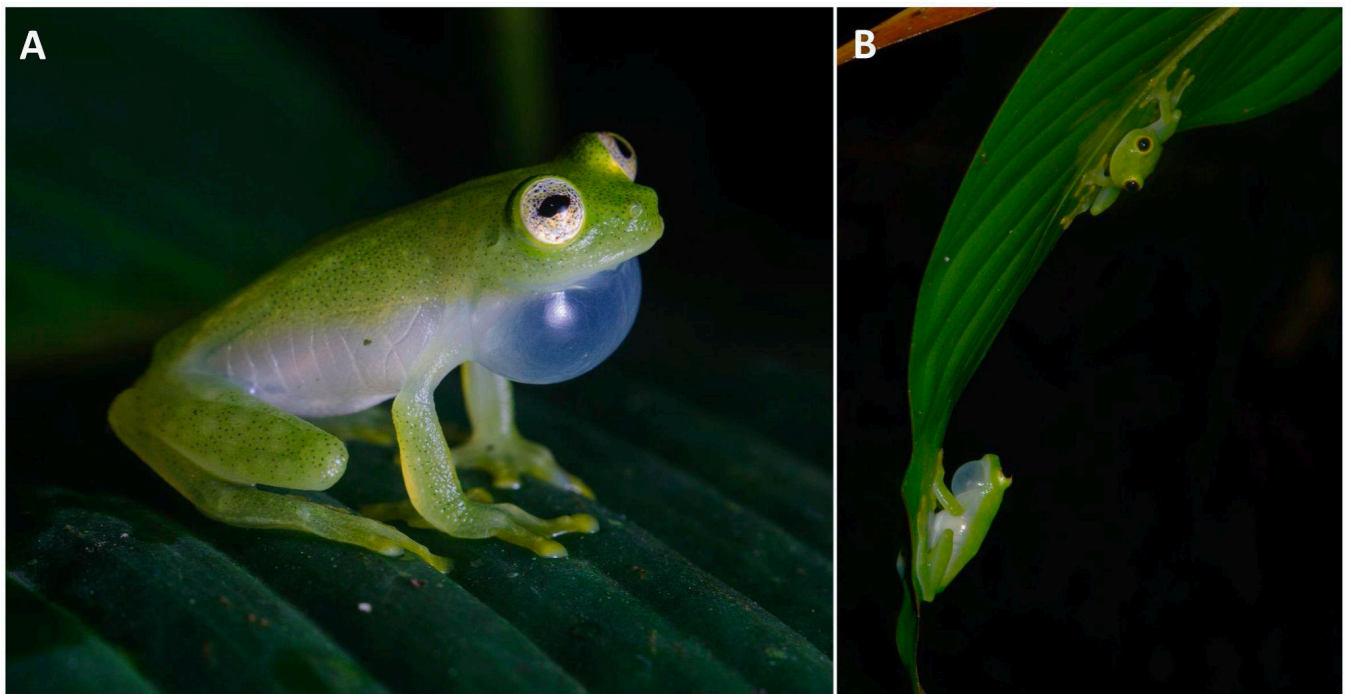
el canto de anuncio, en los programas SPSS v.26 (IBM Corp. Released, 2019) y R 4.3.0 (R Development Core Team, 2023).

## RESULTADOS

Obtuvimos grabaciones de canto para 23 machos y 1 hembra (Apéndice 1); en algunos casos se obtuvo registros de más de un tipo de canto para un mismo macho. De 21 machos a los cuales les registramos su canto de anuncio, siete se encontraban cantando desde el haz de hojas (Fig. 2a) y nueve desde el envés de hojas. Para cinco machos, esta información acerca del sitio de canto no fue registrada. De nueve machos a los cuales le registramos el canto de cortejo, dos se encontraban en el haz de hojas, seis en el envés de hojas y para un individuo no se registró esta información (Fig. 2b). Obtuvimos dos cantos de auxilio para un macho y seis para una hembra.

### Canto de anuncio

Grabamos 407 cantos de anuncio emitidos por 21 machos de *H. tatayoi*. Este tipo de canto está compuesto de una nota cuya primera parte contiene varios pulsos y cuya parte final es

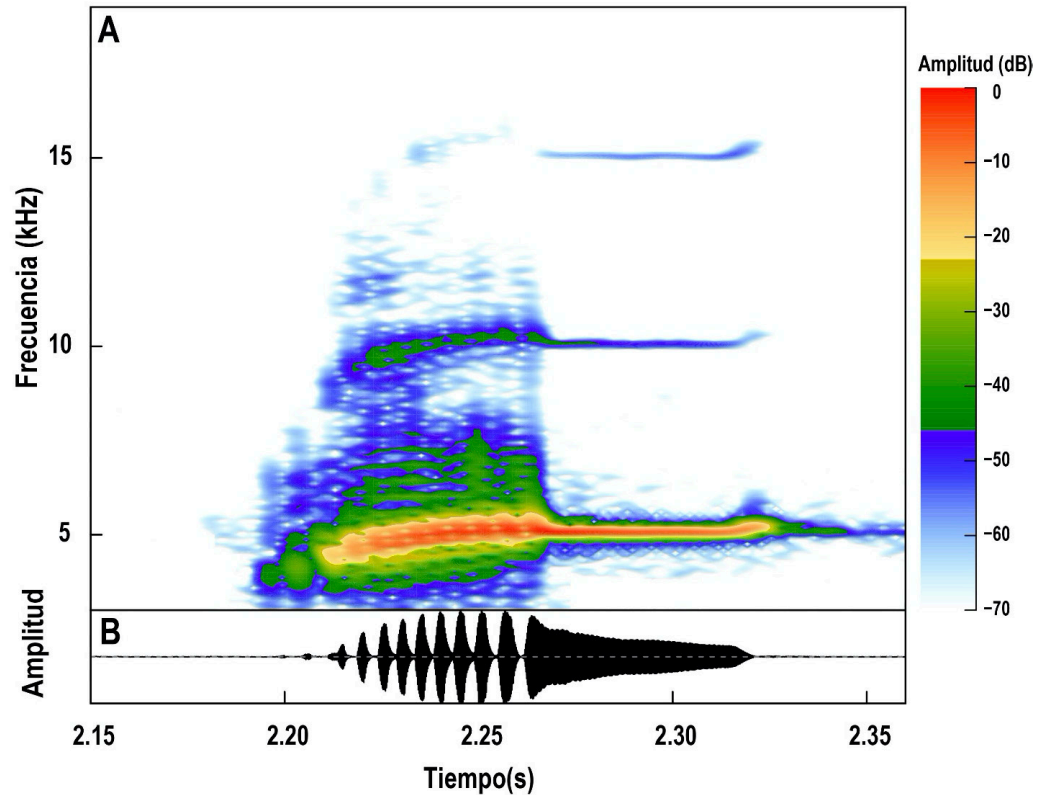


**Figure 2.** Images of a male *Hyalinobatrachium tatayoi* emitting advertisement calls from the underside of a leaf (A) and of a male emitting courtship calls to a female on the underside of a leaf (B).

**Figura 2.** Imágenes de un macho de *Hyalinobatrachium tatayoi* emitiendo cantos de anuncio desde el haz de una hoja (A) y de un macho emitiendo cantos de cortejo a una hembra en el envés de una hoja (B).

**Figure 3.** Spectrogram (A) and Oscillogram (B) of the advertisement call in the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*. In Appendix 3 you can see a video of a male (Snout-Vent Length = 21.9 mm) emitting an advertisement call (male recorded on November 18, 2022 at a height of 0.70 m above the water surface).

**Figura 3.** Espectrograma (A) y Oscilograma (B) del canto de anuncio en la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*. En el Apéndice 3 se puede observar el video de un macho (Longitud Hocico-Cloaca = 21.9 mm) emitiendo canto de anuncio (macho grabado en noviembre 18 de 2022 a una altura de 0.70 m sobre la superficie del agua).



tonal (Fig. 3); por lo tanto, para su descripción incluimos un parámetro temporal adicional a los mencionados previamente en metodología: duración pulso tonal (ms). Esto mismo se hizo para la descripción del canto de cortejo tipo Chirp (ver abajo). La duración del canto de anuncio completo fue de  $122.40 \text{ ms} \pm 10.96$  (rango =  $97.38 - 139.30 \text{ ms}$ ,  $N = 21$  machos). El número promedio de pulsos por canto fue de  $8.45 \text{ pulsos} \pm 2.93$  (rango =  $3.59 - 14.85$  pulsos,  $N = 21$  machos). La duración promedio de cada pulso fue de  $3.30 \text{ ms} \pm 0.80$  (rango =  $2.0 - 5.14 \text{ ms}$ ,  $N = 21$  machos) y estuvieron separados entre sí por  $2.12 \text{ ms} \pm 0.67$  (rango =  $1.2 - 4.0 \text{ ms}$ ,  $N = 21$  machos). La tasa de emisión de pulsos por canto fue de  $69.75 \text{ pulsos/s} \pm 25.01$  (rango =  $31.86 - 121.43 \text{ pulsos/s}$ ,  $N = 21$  machos).

La duración de la parte tonal del canto fue de  $71.44 \text{ ms} \pm 17.68$  ( $32 - 108.09 \text{ ms}$ ). La frecuencia dominante del canto completo fue de  $4.75 \text{ kHz} \pm 0.11$  (rango =  $4.62 - 5.00 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos); la frecuencia mínima fue de  $3.93 \text{ kHz} \pm 0.16$  (rango =  $3.66 - 4.30 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos) y la frecuencia máxima fue de  $5.27 \text{ kHz} \pm 0.16$  (rango =  $5.03 - 5.75 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos). La frecuencia dominante en la parte inicial del canto fue de  $3.98 \text{ kHz} \pm 0.22$  (rango =  $3.37 - 4.32 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos), en la parte media del canto fue de  $4.52 \text{ kHz} \pm 0.14$  (rango =  $4.31 - 4.85 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$

machos) y en la parte final del canto fue de  $4.73 \text{ kHz} \pm 0.13$  (rango =  $4.50 - 4.98 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos). En nuestras grabaciones detectamos un máximo de tres armónicos en el canto de anuncio. El primer armónico sucedió a  $9.49 \text{ kHz} \pm 0.26$  (rango =  $9.13 - 10.01 \text{ kHz}$ ,  $N = 21$  machos), el segundo armónico sucedió a  $14.03 \text{ kHz} \pm 0.64$  (rango =  $12.06 - 14.86 \text{ kHz}$ ,  $N = 16$  machos), el tercer armónico sucedió a  $18.57 \text{ kHz} \pm 0.82$  (rango =  $16.97 - 19.27 \text{ kHz}$ ,  $N = 6$  machos; Fig. 3).

La variabilidad en los trece parámetros del canto de anuncio que fueron incluidos en el análisis de componentes principales, se pudo resumir en cuatro CPs (Tabla 1). El primer componente principal (CP1-Frecuencia de canto) agrupó parámetros espectrales del canto; los otros tres componentes principales agruparon parámetros temporales del canto (CP2-Duración y tasa de pulsos; CP3-Número de pulsos; CP4-Duración canto). Ninguno de estos CPs se relacionó con la temperatura o tamaño corporal del macho emisor de los cantos (Tabla 2). Una representación gráfica de dos parámetros del canto de anuncio (frecuencia dominante, duración canto) que han sido cuantificados en descripciones publicadas previamente para otras poblaciones de *H. tatayoi*, sugiere que hay poca variación geográfica intraespecífica (Fig. 4).

**Table 1.** Results of the principal component analysis used to reduce the number of parameters quantified in the advertisement call of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*. The figures correspond to loadings, that is, the level and trend of correlation of each variable with each of the principal components. The call parameters assigned to each principal component (PC) were those with loadings  $\geq 0.66$  (highlighted in bold and with an asterisk). Additionally, the eigenvalues and the explained variation of each PC are shown.

**Tabla 1.** Resultados del análisis de componentes principales utilizado para reducir el número de parámetros cuantificados al canto de anuncio de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*. Las cifras corresponden a cargas, es decir, el nivel y tendencia de correlación de cada variable con cada uno de los componentes principales. Los parámetros del canto asignados a cada componente principal (CP) fueron aquellos con cargas  $\geq 0.66$  (se resaltan en negrita y con asterisco). Adicionalmente, se muestran los autovalores y la variación explicada de cada CP.

Parámetro del canto de anuncio	Componentes principales			
	CP1	CP2	CP3	CP4
Frecuencia dominante del canto completo (kHz)	<b>0.876*</b>	0.334	0.014	0.138
Frecuencia máxima (kHz)	<b>0.691*</b>	0.681	-0.007	0.019
Frecuencia mínima (kHz)	<b>0.886*</b>	-0.131	0.185	-0.153
Frecuencia dominante en parte inicial del canto (kHz)	<b>0.769*</b>	-0.044	-0.182	0.426
Frecuencia dominante en parte media del canto (kHz)	<b>0.889*</b>	0.295	0.005	-0.186
Frecuencia dominante en parte final del canto (kHz)	<b>0.862*</b>	0.388	0.012	-0.044
Frecuencia del primer armónico (kHz)	<b>0.802*</b>	0.161	-0.199	-0.127
Duración parte tonal del canto (ms)	-0.208	<b>-0.756*</b>	0.552	-0.093
Número de pulsos	0.164	<b>0.944*</b>	0.055	-0.155
Duración entre pulsos (ms)	-0.103	<b>-0.664*</b>	-0.124	-0.330
Duración del canto (ms)	0.016	-0.043	<b>0.966*</b>	0.036
Duración de pulsos (ms)	-0.110	-0.018	0.027	<b>0.941*</b>
Tasa de pulsos (pulsos/s)	0.159	<b>0.925*</b>	-0.234	-0.163
Autovalor	6.296	2.407	1.331	1.250
Porcentaje de variación explicada	37.814	27.829	10.917	10.239

## Canto de cortejo

Grabamos 230 cantos de cortejo emitidos por nueve machos. Registramos dos tipos de canto de cortejo, uno de ellos tenía una estructura tonal (tipo Mew sensu Greer & Wells, 1980) y el otro una estructura pulsada (tipo Chirp sensu Greer & Wells, 1980) (Fig. 5). En algunos casos, registramos los dos tipos de canto de cortejo en un mismo macho.

El canto de cortejo tipo Chirp fue emitido por nueve machos y tuvo una duración de  $108.73 \text{ ms} \pm 27.87$  (rango = 70.4 – 152.2 ms). Este tipo de canto consistió en de una parte pulsada seguida de una parte tonal. El número de pulsos por canto fue de  $7.83 \text{ pulsos} \pm 6.30$  (rango = 3 – 22 pulsos) y la duración de cada pulso fue de  $3.23 \text{ ms} \pm 1.29$  (rango = 2 – 5.8 ms). El tiempo transcurrido

entre pulsos fue de  $6.40 \text{ ms} \pm 4.13$  (rango = 1.6 – 12.4 ms). La parte tonal de este tipo de canto tuvo una duración de  $45.03 \text{ ms} \pm 17.37$  (rango = 15 – 68.75 ms). La frecuencia dominante del canto fue de  $4.33 \text{ kHz} \pm 0.33$  (rango = 4.13 – 5.17 kHz), la frecuencia mínima fue de  $3.47 \text{ kHz} \pm 0.21$  (rango = 3.19 – 3.76 kHz) y la frecuencia máxima fue de  $5.27 \text{ kHz} \pm 0.53$  (rango = 4.70 – 6.47 kHz).

En nuestras grabaciones detectamos hasta dos armónicos en el canto de cortejo tipo Chirp; el primer armónico sucedió a  $7.90 \text{ kHz} \pm 1.45$  (rango = 6.17 – 9.99 kHz; N= 7 machos) y el segundo armónico sucedió a  $10.75 \text{ kHz} \pm 0.34$  (rango = 10.51 – 10.99 kHz; N = 2 machos). Registramos una muy leve modulación en la frecuencia de este tipo de canto de cortejo; la frecuencia dominante en la parte inicial del canto fue de  $4.21 \text{ kHz} \pm 0.15$

**Table 2.** Results of the simple regression analyzes indicating the absence of a relationship between spectral and temporal parameters of the advertisement call in the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi* (summarized in principal components, PCs) with temperature and body size (Snout-Vent Length, SVL) of the male emitting the call.

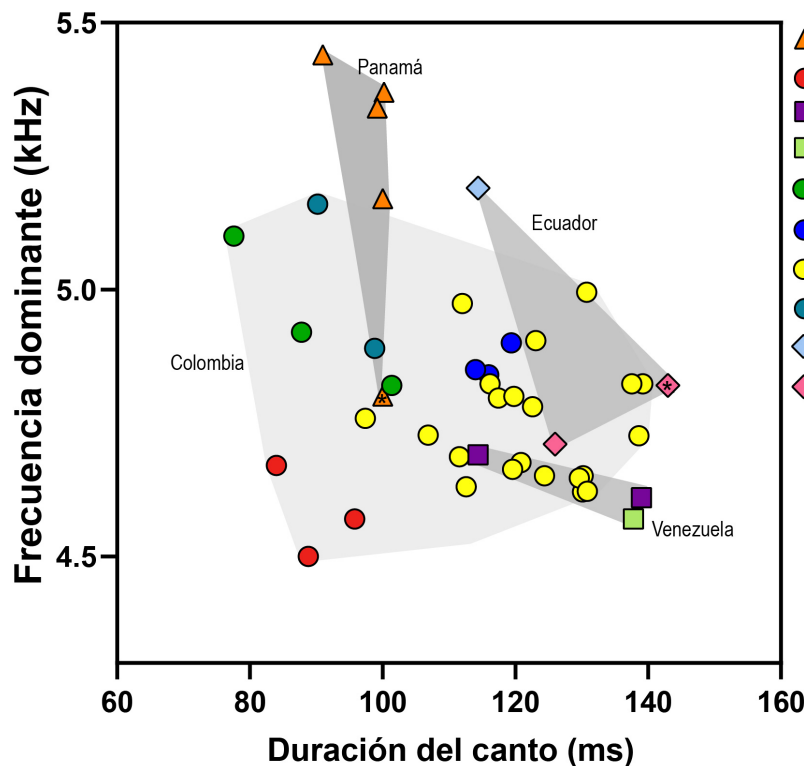
**Tabla 2.** Resultados de los análisis de regresión simple señalando ausencia de relación entre parámetros espectrales y temporales del canto de anuncio en la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* (resumidos en componentes principales, CPs) con temperatura y tamaño corporal (Longitud Hocico-Cloaca, LHC) del macho emisor del canto.

	Temperatura corporal (°C)	Tamaño corporal (mm)
CP1-Frecuencia de canto	F = 0.412; $\beta$ = 0.146; P = 0.528	F = 1.166; $\beta$ = -0.240; P = 0.294
CP2-Número de pulsos	F = 0.485; $\beta$ = 0.158; P = 0.495	F = 0.001; $\beta$ = -0.008; P = 0.972
CP3-Duración del canto	F = 1.294; $\beta$ = 0.253; P = 0.269	F = 0.001; $\beta$ = -0.006; P = 0.980
CP4-Duración de pulsos	F = 1.511; $\beta$ = 0.271; P = 0.234	F = 0.032; $\beta$ = 0.041; P = 0.859

(rango = 3.96 – 4.41 kHz, N= 9 machos) mientras que, en la parte final del canto fue de 4.31 kHz  $\pm$  0.15 (rango = 4.13 – 4.51 kHz, N= 9 machos) (Apéndice 1.2).

El canto de cortejo tipo Mew fue emitido por siete machos y tuvo una duración de 102.27 ms  $\pm$  73.69 (rango = 21.67 – 242.33 ms), una frecuencia dominante de 4.22 kHz  $\pm$  0.14 (rango =

3.98 – 4.42 kHz), una frecuencia mínima de 3.67 kHz  $\pm$  0.20 (rango = 3.40 – 3.95 kHz) y una frecuencia máxima de 4.83 kHz  $\pm$  0.06 (rango = 4.76 – 4.93 kHz). En este tipo de canto de cortejo, registramos uno o dos armónicos; el primer armónico tuvo una frecuencia de 7.55 kHz  $\pm$  0.99 (rango = 6.23 – 8.68 kHz; N= 7 machos) y el segundo armónico sucedió a una frecuencia de 11.63 kHz  $\pm$  1.81 (rango = 8.61 – 13.13 kHz; N= 5 machos). Registramos

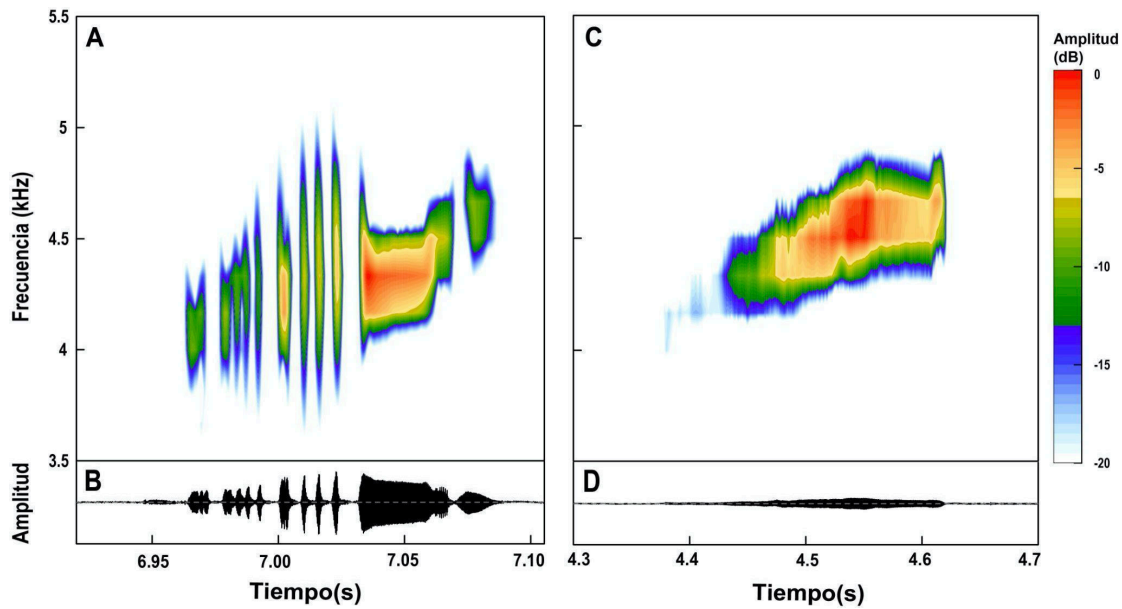


**Figure 4.** Graphic representation of the acoustic space (based on Duration and Dominant Frequency) of the advertisement call of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae) for populations (A-J) distributed in Venezuela, Colombia, Ecuador and Panamá. Each symbol represents an individual from a given locality and country, except in the case of recordings made by Greer and Wells (1980) for locality A and recordings made by Guayasamin et al (2020) for locality J (differentiated with an asterisk, \*). In these two cases, the average values obtained from five and four individuals are represented, respectively. For the name and geographical location of each locality, see Fig. 1 and Appendix 2.

**Figura 4.** Representación gráfica del espacio acústico (con base en Duración y Frecuencia dominante) del canto de anuncio de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* (Centrolenidae) para poblaciones (A-J) distribuidas en Venezuela, Colombia, Ecuador y Panamá. Cada símbolo representa un individuo de una localidad y país determinado, excepto en el caso de grabaciones hechas por Greer y Wells (1980) para la localidad A y grabaciones realizadas por Guayasamin et al (2020) para la localidad J (diferenciadas con asterisco, \*). En estos dos casos se representan los valores promedio obtenidos a partir de cinco y cuatro individuos, respectivamente. Para nombre y ubicación geográfica de cada localidad ver Fig. 1 y Apéndice 2.







**Figure 5.** Spectrogram and Oscillogram of two types of courtship calls in the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*. Courtship call type Chirp sensu Greer and Wells (1980) (A, B) and courtship call type Mew sensu Greer and Wells (1980) (C, D). Note that the Mew-type courtship call is emitted at a lower relative amplitude than the Chirp-type call. In Appendix 4 you can see the video of a male (snout-vent length: 21.52 mm) emitting courtship call (male recorded on September 2nd, 2022 at a height of 1.70 m above the water surface).

**Figura 5.** Espectrograma y Oscilograma de dos tipos de canto de cortejo en la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*. Canto de cortejo tipo Chirp sensu Greer y Wells (1980) (A, B) y canto de cortejo tipo Mew sensu Greer y Wells (1980) (C, D). Nótese que el canto de cortejo tipo Mew se emite a una amplitud relativa menor que el canto tipo Chirp. En el Apéndice 4 se puede observar el video de un macho (longitud hocico-cloaca: 21.52 mm) emitiendo canto de cortejo (macho grabado en septiembre 2 de 2022 a una altura de 1.70 m sobre la superficie del agua).

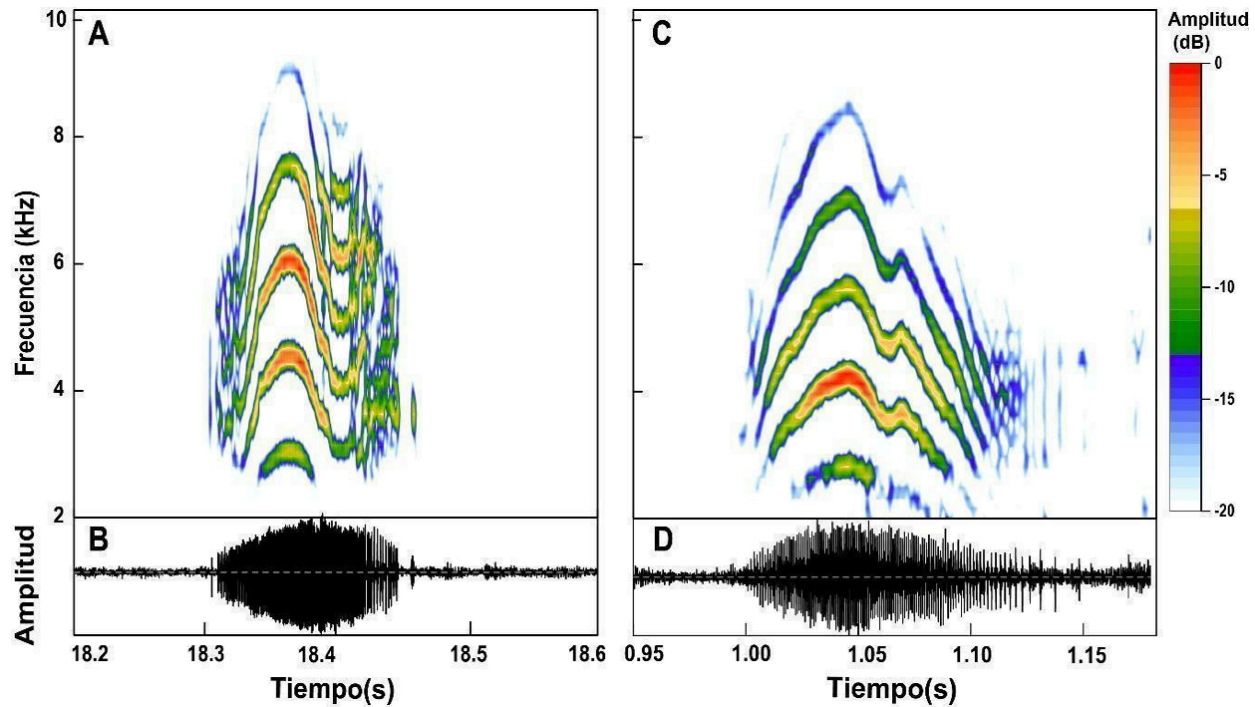
muy poca modulación en la frecuencia del canto de cortejo; la frecuencia dominante en la parte inicial del canto fue de  $4.15 \text{ kHz} \pm 0.29$  (rango = 3.70 – 4.54 kHz, N= 7 machos) y en la parte final del canto fue de  $4.20 \text{ kHz} \pm 0.18$  (rango = 3.88 – 4.42 kHz, N= 7 machos) (Apéndice 1.3).

### Canto de auxilio

Obtuvimos grabaciones de dos cantos de auxilio emitidos por un macho de *H. tatayoi* con un LHC = 24.5 mm (Fig. 6a). Este canto de auxilio es pulsátil y consistió en una serie de pulsos (promedio = 116 pulsos por canto  $\pm 49.50$ ; rango = 81 – 151 pulsos) muy cortos ( $\leq 1 \text{ ms}$ ). La duración de este canto de auxilio fue de  $125.5 \text{ ms} \pm 17.68$  (rango = 113 – 138 ms). La frecuencia dominante del canto fue de  $4.65 \text{ kHz} \pm 1.71$  (rango = 3.44 – 5.86 kHz), la frecuencia mínima fue de  $2.46 \text{ kHz} \pm 0.01$  (rango = 2.45 – 2.47 kHz) y la frecuencia máxima fue de  $7.43 \text{ kHz} \pm 0.41$  (rango = 7.13 – 7.72 kHz). En los cantos de auxilio registramos hasta tres armónicos; el primer armónico sucedió a una frecuencia de  $5.51 \text{ kHz} \pm 0.49$  (5.17 – 5.86), el segundo a  $7.07 \text{ kHz} \pm 0.47$  (6.74 – 7.41), el tercero a 8.79 kHz (presente solo en un canto). Este tipo de canto exhibió una modulación de frecuencia mayor a la registrada para los cantos de anuncio y cortejo; la frecuencia dominante en la parte inicial del canto de auxilio fue de  $3.36 \text{ kHz} \pm 0.12$  (rango = 3.27

– 3.44 kHz), en la parte media del canto fue de  $4.65 \text{ kHz} \pm 1.70$  (rango = 3.44 – 5.85 kHz) y en la parte final del canto fue de  $4.74 \text{ kHz} \pm 1.58$  (rango = 3.62 – 5.86 kHz). Nuestra grabación permitió visualizar la frecuencia fundamental en uno de los dos cantos registrados, la cual fue de 2.928 kHz.

Obtuvimos seis cantos de auxilio para una hembra de LHC = 23.67 mm (Fig. 6b). Este canto tuvo una estructura pulsátil similar al canto de auxilio descrito previamente para un macho (Fig. 6a). El promedio del número de pulsos por canto fue de  $78.67 \pm 19.73$  (rango = 56 – 92 pulsos), la duración de cada pulso fue  $\leq 1 \text{ ms}$ . En promedio, el canto de auxilio emitido por la hembra tuvo una duración de  $112.83 \text{ ms} \pm 18.60$  (rango: 85 – 134 ms), la frecuencia dominante fue de  $4.05 \text{ kHz} \pm 0.28$  (rango = 3.62– 4.31 kHz), la frecuencia mínima fue de  $3.06 \text{ kHz} \pm 0.49$  (rango = 2.48 – 3.59 kHz) y la frecuencia máxima fue de  $5.52 \text{ kHz} \pm 0.63$  (rango = 4.76 – 6.42 kHz). En el canto de auxilio emitido por la hembra, registramos la presencia de hasta cuatro armónicos; el primer armónico sucedió a una frecuencia de  $4.97 \text{ kHz} \pm 0.28$  (rango = 4.48 – 5.18 kHz), el segundo sucedió a  $6.48 \text{ kHz} \pm 0.40$  (rango = 6.03 – 6.90 kHz), el tercero a  $7.79 \text{ kHz} \pm 0.45$  (rango = 7.40 – 8.44 kHz) y el cuarto a  $9.07 \text{ kHz} \pm 0.55$  (rango = 8.44 – 9.47 kHz). Hubo una amplia modulación de frecuencia en este canto de auxilio, la



**Figure 6.** Spectrogram and Oscillogram of the distress call recorded from a male (A, B) and a female (C, D) of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*. Note that the frequency modulation in this type of call is greater than that present in the advertisement call (Fig. 3) and courtship calls (Fig. 4).

**Figura 6.** Espectrograma y Oscilograma del canto de auxilio registrado a un macho (A, B) y una hembra (C, D) de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*. Nótese que la modulación de frecuencia en este tipo de canto es mayor que la presente en el canto de anuncio (Fig. 3) y los cantos de cortejo (Fig. 4).

frecuencia dominante en la parte inicial del canto fue de  $4.11 \text{ kHz} \pm 0.43$  (rango =  $3.45 - 4.65 \text{ kHz}$ ), en la parte media del canto fue de  $3.53 \text{ kHz} \pm 0.74$  (rango =  $2.07 - 4.13 \text{ kHz}$ ) y en la parte final del canto fue de  $3.73 \text{ kHz} \pm 0.83$  (rango =  $2.07 - 4.31 \text{ kHz}$ ).

## DISCUSIÓN

Describimos el canto de anuncio y el canto de cortejo de la rana de cristal *H. tatayoi* para una población ubicada en la vertiente occidental de la cordillera Central de Colombia. Nuestra descripción del canto de anuncio para *H. tatayoi* es la más detallada de las publicadas hasta la fecha para esta especie (Greer & Wells, 1980; Castroviejo-Fisher et al., 2007; Mendoza-Henao et al., 2020; Guayasamin et al., 2022) y es la única en evaluar cuantitativamente, la posible relación entre los parámetros de este tipo de canto con tamaño y temperatura corporal de los machos (Gerhardt & Huber, 2002). Además, describimos por primera vez el canto de auxilio emitido por un macho y una hembra de *H. tatayoi*.

El canto de anuncio de *H. tatayoi* tiene una estructura tipo Trii y Tic (Duarte-Marín et al., 2022), y parece exhibir una leve variación geográfica intraespecífica en algunos de sus

parámetros espectrales y temporales (Mendoza-Henao et al., 2020; Barona-Cortés & Mendoza-Henao, 2022; Fig. 4 y Apéndice 2). Con respecto al canto de anuncio descrito para la localidad tipo en Venezuela (Castroviejo-Fisher et al., 2007), encontramos que el promedio de la frecuencia dominante del canto es levemente menor en comparación a nuestra población de estudio, mientras que, la duración promedio del canto, pareciese ser ligeramente mayor. Esta tendencia es similar a la mencionada por Barona-Cortés y Mendoza-Henao (2022) cuando comparan los valores promedio de estos parámetros del canto entre poblaciones colombianas con el canto de la población en la localidad tipo (Venezuela).

Sin embargo, dicha diferenciación tiende a desaparecer cuando se tiene en cuenta la variabilidad en los parámetros de canto (Fig. 4). Con respecto al canto de anuncio en la localidad de la Isla Barro Colorado, Panamá (Greer & Wells, 1980; Mendoza-Henao et al., 2020), se observa que en esta población la frecuencia dominante de canto no parece diferir de la registrada en nuestra población de estudio y, en general, de la registrada en las poblaciones sudamericanas. En cuanto a la duración, el canto es levemente más largo en nuestra población de estudio

y en poblaciones de Ecuador y Venezuela que en la población panameña, pero en general, no se diferencia de la duración registrada en poblaciones colombianas (Fig. 4).

Una comparación más detallada del canto de anuncio entre poblaciones de *H. tatayoi* no es factible a la fecha, dado que generalmente no se han cuantificado en detalle varios parámetros del canto (e.g., duración de pulsos, duración del intervalo entre pulsos, tasa de pulsos) (Greer & Wells, 1980; Castroviejo-Fisher et al., 2007; Mendoza-Henao et al., 2020; Guayasamin et al., 2022). Además, en estos estudios no se ha evaluado el potencial efecto que puede tener el tamaño y la temperatura corporal del macho en algunos parámetros del canto (Gerhardt & Huber, 2002; Vargas-Salinas & Amézquita, 2014). En anuros, la variación geográfica intraespecífica en los parámetros temporales de las señales acústicas se puede deber a diferencias en la temperatura ambiental entre poblaciones, ya que estos vertebrados son ectotermos y su metabolismo y el funcionamiento de los músculos asociados a la producción de cantos está influenciado por este factor ambiental (Gerhardt & Huber, 2002; Wells, 2007). En cuanto a tamaño corporal, la frecuencia dominante del canto está relacionada de forma inversa a esta característica morfológica (Trivers, 1972; Gingras et al., 2013; Vargas-Salinas & Amézquita et al., 2014). Es decir, individuos y especies de tamaño corporal grande tienden a producir frecuencias de canto más graves que individuos y especies de tamaño corporal pequeño. Por lo tanto, la variación geográfica en tamaño corporal implica, generalmente, variación geográfica en frecuencia de canto (Narins & Smith, 1984; Ryan & Wilczynski, 1991; Tonini et al., 2020).

En nuestra población de estudio, la temperatura y tamaño corporal de los machos no se relacionó con los parámetros de su canto de anuncio; sin embargo, los resultados de este análisis a nivel intrapoblacional no deben generalizarse a nivel interpoblacional. Por último, el tamaño de muestra es pequeño para la mayoría de poblaciones de *H. tatayoi* a las cuales se le ha descrito el canto de anuncio (e.g., 3-4 machos grabados versus 21 machos en este estudio). Un mayor número de machos grabados por población podría incrementar la variabilidad intrapoblacional en los parámetros de canto analizados y, con ello, desvanecer aparentes diferencias entre poblaciones basadas en tamaños de muestra pequeños (Fig. 4).

Al igual que Greer y Wells (1980) reportaron para una población en Isla Barro Colorado, Panamá, en nuestra población de estudio reportamos que los machos de *H. tatayoi* emiten dos tipos de canto de cortejo (tipo Mew y tipo Chirp). Una comparación detallada de la estructura del canto de cortejo entre estas dos poblaciones

es limitada debido a que, Greer y Wells (1980) cuantifican tres parámetros acústicos (Duración de canto, Frecuencia más baja y Frecuencia más alta), mientras que nosotros hacemos una caracterización basada en 9 – 13 parámetros acústicos (Apéndice 1.2 y 1.3). El canto tipo Mew parece tener una menor duración promedio en nuestra población de estudio (102.27 ms) que en la población panameña (270 ms) estudiada por Greer y Wells (1980); una tendencia opuesta es aparente en el canto tipo Chirp (población colombiana: 108.73 ms; población panameña: 100 ms). Esta diferencia interpoblacional en la duración del canto de cortejo podrían deberse a diversos factores, por ejemplo, diferencias en la temperatura corporal del macho en el momento de obtener la grabación de su canto (Gerhardt & Huber, 2002). Corroborar el efecto de este factor en el canto de cortejo en *H. tatayoi* requerirá de un mayor número de poblaciones con este tipo de canto caracterizado. A pesar de estas limitaciones en la información disponible, el canto de cortejo que obtuvimos para *H. tatayoi* sigue una tendencia recurrente en el canto de cortejo descrito para otras ranas de cristal y anuros en general, es decir, es más largo y variable en estructura que el canto de anuncio (Rosen & Lemon, 1974; Greer & Wells, 1980; Wells, 1980; Jacobson, 1985; Owen & Tucker, 2006; Hütter et al., 2013).

En anuros, el canto de cortejo y auxilio se ha estudiado mucho menos que el canto de anuncio (Wells, 2007; Köhler et al., 2017). Esta tendencia es consistente para especies en Colombia (Rivera-Correa et al., 2021) y otros países o regiones neotropicales (Lee, 1996; Lescure & Marty, 2000; Guerra et al., 2018; Duellman, 2001, 2005). Recientemente, se ha descrito el canto de auxilio para especies de diversas familias de anuros (e.g., Hylidae, Bufonidae, Strabomantidae; Toledo & Haddad, 2009; Duarte-Marín et al., 2019; Rueda-Solano et al., 2020; Pisso-Florez et al., 2023; Barros-Granados et al., 2023) encontrándose que puede ser emitido por machos y hembras, y que su estructura difiere significativamente de la estructura del canto de anuncio emitido por machos (Hödl & Gollmann, 1986; Toledo & Haddad, 2009; Santana et al., 2013). Esta diferencia en estructura fue evidente en nuestro análisis de señales acústicas para *H. tatayoi*. En descripciones que se han hecho sobre el canto de auxilio en otras especies de Centrolenidae (e.g., *Espadarana prosoblepon*, Rios-Soto et al., 2017; *Nymphargus grandisonae*, Hütter et al., 2013; *N. pijao*, Arcila-Pérez et al., 2017), se ha registrado, de forma recurrente, que el canto de auxilio tiene una mayor modulación de amplitud y de frecuencia que el canto de anuncio. La función del canto de auxilio en anuros no es clara, aunque se cree que podría emitirse cuando el individuo es atacado por un depredador y así, cumplir una función de advertir a conespecíficos de un eventual riesgo de mortalidad o incluso, asustar al depredador (Wells, 2007; Toledo et al., 2014).

Dentro del repertorio acústico de *H. tatayoi* también se ha documentado y descrito el canto agonístico (Greer & Wells, 1980). La descripción de cantos agonísticos ha sido pocas veces registrada en especies de Centrolenidae (Hütter et al., 2013; Duarte-Marín et al., 2022) aunque se conoce de combates físicos en diversas especies (e.g., *Centrolene bucleyi* Bolívar et al., 1999; *Centrolene daidaleum* Rojas-Runjaic & Cabello, 2011; *Nymphargus grandisonae* Hütter et al., 2013; *Espadarana prosoblepon* Hedman & Hughey, 2015; *Sachatamia albomaculata* Barría et al., 2023). Durante las salidas de campo realizadas al área de estudio no registramos combates físicos ni interacciones de tipo territorial y acústico entre machos de *H. tatayoi*. Sin embargo, ellos son fieles a pequeñas áreas a lo largo de la quebrada y en algunos casos, hemos registramos dos o más machos cantando y cortejando hembras a menos de 1.5 metros de distancia (datos no publicados). Por lo tanto, no descartamos que en nuestra población de estudio se den encuentros en los cuales los machos emitan cantos agonísticos como parte de su despliegue territorial.

En conclusión, con los resultados publicados en este y otros estudios (Greer & Wells, 1980; Castroviejo-Fisher et al., 2007; Mendoza-Henao et al., 2020; Guayasamin et al., 2022) se conocen los parámetros temporales y espectrales de cuatro tipos de canto para la rana de cristal *H. tatayoi*: canto de anuncio, canto de cortejo, canto de auxilio y canto agonístico. Todo este repertorio de señales acústicas es emitido por los machos; para las hembras solo se ha registrado la emisión de canto de auxilio. Aunque no todos los parámetros de estos tipos de canto han sido cuantificados, *H. tatayoi* se convierte en una de las especies de Centrolenidae en que mejor se conoce su repertorio acústico (otros ejemplos pueden ser *Nymphargus grandisonae* y *Centrolene savagei*; Díaz-Gutiérrez et al., 2013; Hütter et al., 2013; Rios-Soto et al., 2017).

Poco a poco las ranas de cristal se han convertido en un excelente modelo de estudio y conocer en detalle el repertorio de sus señales acústicas, así como su variabilidad entre poblaciones, ayudaría mucho a conocer aspectos de biología evolutiva en vertebrados. Además, dado que las ranas de cristal han sido recientemente incluidas en el apéndice II de CITES ([www.cites.org](http://www.cites.org)), conocer los parámetros de sus señales acústicas, especialmente el canto de anuncio, ayudaría en el monitoreo de poblaciones con miras a su conservación.

**Agradecimientos.**– Agradecemos a PH Carvajal “Nacho” y M Gallo por permitirnos ingresar al área de estudio, por su amabilidad y el soporte logístico brindado en la fase de campo de este estudio. Además, agradecemos a JD Carvajal-Castro, L

Cifuentes-Serna, V Rodríguez-Correa, S González-Alzate, LF Arcila-Pérez y demás integrantes del grupo de Investigación en Evolución, Ecología y Conservación (EECO) de la Universidad del Quindío por su colaboración en campo. Agradecemos a la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad del Quindío por proporcionar los permisos necesarios para esta investigación bajo el proyecto “Diversidad e Historia natural de anfibios y reptiles en el departamento del Quindío, Colombia”. Especial agradecimiento con A Mendoza-Henao por compartir información sobre registros y análisis de cantos de *H. tatayoi* provenientes de diferentes localidades. Durante esta investigación se cumplieron con todas las normas éticas para el cuidado y manipulación de los ejemplares dictados por las instituciones, internacionales y regionales.

## LITERATURA CITADA

- Angulo, A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V Rodríguez-Mahecha & E. La Marca. (Eds.). 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N2. Panamericana Formas e Impresos SA, Bogotá, Colombia.
- Annibale, F.S., V.T. De Sousa, F.R. Da Silva & C.G. Murphy. 2020. Geographic variation in the acoustic signals of *Dendropsophus nanus* (Boulenger 1889) (Anura: Hylidae). *Herpetologica* 76:267-277.
- Arcila-Pérez, L.F., J.A. Rios-Soto, O.S. Montilla, C.A. Londoño-Guarnizo, C. Gómez & F. Vargas-Salinas. 2017. Vocalizations and natural history in populations of a glassfrog assigned to *Nymphargus griffithsi* in Central Andes of Colombia. *Herpetological Review* 48:275-280.
- Ashton, K.G. & C.R. Feldman. 2003. Bergmann's rule in nonavian reptiles: turtles follow it, lizards and snakes reverse it. *Evolution* 57:1151-1163.
- Barona-Cortés, E. & A.M. Mendoza-Henao. 2022. *Hyalinobatrachium tatayoi*. Catálogo de anfibios y reptiles de Colombia 8:43-54.
- Barría, E.A., J. Ashcroft, A. De Gracia, A. Baules, M. Quiroz, M. Miranda, A. Batista & R.D. Fuentes. 2023. Agonistic behaviour in the White-spotted Glassfrog, *Sachatamia albomaculata* (Taylor, 1949), with a report of interspecific amplexus. *Herpetology Notes* 16:71-74.
- Barros-Granados, A.A., J.L. Pérez-González, Guerra, R.O. & L.A. Rueda-Solano. 2023. New records of the lovely leaf frog

- Phyllomedusa venusta* from Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia with description of the female release call. The Herpetological Bulletin 166:14-17.
- Baum, D.A. & D.S. Smith. 2012. Tree Thinking: an Introduction to Phylogenetic Biology. Greenwood Village, CO: Roberts. USA.
- Berger-Tal, O. & D. Saltz. (Eds.). 2016. Conservation Behavior: Applying Behavioral Ecology to Wildlife Conservation and Management. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- Bernal, X.E., C. Guarnizo & H. Lüddecke. 2005. Geographic variation in advertisement call and genetic structure of *Colostethus palmatus* (Anura, Dendrobatidae) from the Colombian Andes. Herpetologica 61:395-408.
- The Cornell Lab of Ornithology. Research Program. 2011. Raven Pro: interactive sound analysis software (version 1.4). Ithaca (NY): The Cornell Lab of Ornithology. <http://www.birds.cornell.edu/raven>.
- Bolívar-G, W., T. Grant & L.A. Osorio. 1999. Combat behavior in *Centrolene buckleyi* and other centrolenid frogs. Alytes 16:77-83.
- Boughman, J.W. 2002. How sensory drive can promote speciation. Trends in Ecology & Evolution 17:571-577.
- Castroviejo-Fisher, S., José Ayarzagüena & C. Vila. 2007. A new species of *Hyalinobatrachium* (Centrolenidae: Anura) from Serranía de Perijá, Venezuela. Zootaxa 1441:51-62.
- Chen, Z. & J.J. Wiens. 2020. The origins of acoustic communication in vertebrates. Nature Communication 11:369.
- Clemmons, J.R. & R. Buchholz. 1997. Behavioral Approaches to Conservation in the Wild. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- Cliff, N. 1988. The eigenvalues-greater-than-one rule and the reliability of components. Psychological Bulletin 103:276.
- Delia, J., D.F. Cisneros-Heredia, J. Whitney & R. Murrieta-Galindo. 2010. Observations on the reproductive behavior of a Neotropical glassfrog, *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae). South American Journal of Herpetology 5:1-12.
- Duarte-Marín, S., K.J. López-Molina & L.F. Arcila-Pérez. 2019. Defensive behavior in *Hyloscirtus larinopygion* Duellman, 1973 (Anura: Hylidae). Herpetology Notes 12:509-511.
- Duarte-Marín, S., M. Rada, M. Rivera-Correa, V. Caorsi, E. Barona, G. González-Durán & F. Vargas-Salinas. 2022. Tic, Tii and Trii calls: advertisement call descriptions for eight glass frogs from Colombia and analysis of the structure of auditory signals in Centrolenidae. Bioacoustics 32:143-180.
- Duellman, W.E. 2001. The Hylid frogs of Middle America. Natural History Museum of the University of Kansas, Ithaca, New York, USA.
- Duellman, W.E. & L. Trueb. 1994. Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University press, Baltimore, USA.
- Escalona, M., P. Ivo Simões, A. Gonzalez-Voyer & S. Castroviejo-Fisher. 2019. Neotropical frogs and mating calls: The evolution of advertisement calls in glassfrogs. Journal of Evolutionary Biology 32:163-176.
- Florez, G.A.P., A.F. Liévano-Bonilla, A.M. Mendoza-Henao & S. Duarte-Marín. 2023. The distress call and range extension of the Hermosas Robber frog, *Pristimantis racemus* (Anura: Strabomantidae). Revista Latinoamericana de Herpetología 6:23-31.
- Foster, S. A. & J.A. Endler. (Eds.). 1999. Geographic Variation in Behavior: Perspectives on Evolutionary Mechanisms. Oxford University Press, England, U.K.
- Frost, D.R. 2024. Amphibian species of the world: an online reference. Version 6.1 electronic database. American Museum of Natural History, New York. Available from <https://amphibiansoftheworld.amnh.org>.
- Gerhardt, H.C. & F. Huber. 2002. Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Gillooly, J.F. & A.G. Ophir. 2010. The energetic basis of acoustic communication. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 277:1325-1331.
- Gingras, B., M. Boeckle, C.T. Herbst & W.T. Fitch. 2013. Call acoustics reflect body size across four clades of anurans. Journal of Zoology 289:143-150.
- Gosling, L.M. & W.J. Sutherland (Eds.). 2000. Behavior and conservation. Cambridge University Press, Cambridge, USA.



- Greer, B.J. & K.D. Wells. 1980. Territorial and reproductive behavior of the tropical American frog *Centrolenella fleischmanni*. *Herpetologica* 36:318-326.
- Guayasamin, J.M., R.M. Brunner, A. Valencia-Aguilar, D. Franco-Mena, E. Ringler, A.M. Armijos, C. Morochz, L. Bustamante, R.J. Maynard & J. Culebras, J. 2022. Two new glassfrogs (Centrolenidae: *Hyalinobatrachium*) from Ecuador, with comments on the endangered biodiversity of the Andes. *PeerJ* 10:e13109.
- Guerra, V., D. Llusia, P.G. Gambale, A.R. De Morais, R. Márquez & R.P. Bastos. 2018. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLoS ONE* 13:e0191691.
- Guerra, V., D. Llusia, P.G. Gambale, A.R.D. Morais, R. Márquez & R.P. Bastos. 2018. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLoS One*, 13:e0191691.
- Hedman, H.D. & M.C. Hughey. 2015. Body size, humeral spine size, and aggressive interactions in the emerald glass frog, *Espadarana prosoblepon* (Anura: Centrolenidae) in Costa Rica. *Mesoamerican Herpetology* 2:500-508.
- Heyer, W.R., M.A. Donnell, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek & M.S. Foster. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C, USA.
- Hödl, W. & G. Gollmann. 1986. Distress calls in Neotropical frogs. *Amphibia-Reptilia* 7:11-21.
- Hütter, C.R., S. Esobar-Lasso, J.A. Rojas-Morales, P.D.A. Gutiérrez-Cárdena, H. Imb. & J.M. Guayasamin. 2013. The territoriality, vocalizations and aggressive interactions of the red-spotted glassfrog, *Nymphargus grandisonae*, Cochran and Goin, 1970 (Anura: Centrolenidae). *Journal of Natural History* 47:3011-3032.
- Ibáñez, D.R., A.S. Rand & C.A. Jaramillo. 1999. Los anfibios del Monumento Natural Barro Colorado, Parque Nacional Soberanía y áreas adyacentes. Editorial Mizrachi and Pujol, Panamá.
- IBM Corp. Released. 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Irwin, D.E., S. Bensch & T.D. Price. 2001. Speciation in a ring. *Nature* 409:333-337.
- Jacobson, S.K. 1985. Reproductive behavior and male mating success in two species of glass frogs (Centrolenidae). *Herpetologica* 41:396-404.
- Köhler, J., M. Jansen, A. Rodríguez, P.J. Kok, L.F. Toledo, M. Emmrich, F. Glaw, C.F.B. Haddad, M.O. Rödel & M. Vences. 2017. The use of bioacoustics in anuran taxonomy: theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* 4251:1-124.
- Lee, J.C. 1996. *The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula*. Ithaca. Cornell University Press, New York, USA.
- Lescure, J. & C. Marty. 2000. *Atlas des Amphibiens de Guyane*. Museum national d'histoire naturelle, Paris.
- López, C., M. Quispe, A. Villalón, M.L. Concha, M. Penna & N.A. Velásquez. 2020. Geographic variation in the laryngeal morphology of aG widely distributed South-American anuran: behavioural and evolutionary implications. *Zoological Journal of the Linnean Society* 190:140-148.
- Lott, D.F. 1984. Intraspecific variation in the social systems of wild vertebrates. *Behavior* 88:266-325.
- Meiri, S. & T. Dayan. 2003. On the validity of Bergmann's rule. *Journal of Biogeography* 30:331-351.
- Mendoza-Henao, A.M., E. Arias, J.H. Townsend & G. Parra-Olea. 2020. Phylogeny-based species delimitation and integrative taxonomic revision of the *Hyalinobatrachium fleischmanni* species complex, with resurrection of *H. viridissimum* (Taylor, 1942). *Systematics and Biodiversity* 18:464-484.
- Mendoza-Henao, A.M., K.R. Zamudio, J.M. Guayasamin, M. Escalona & G. Parra-Olea. 2022. Environment rather than character displacement explains call evolution in glassfrogs. *Evolution* 77:355-369
- Mittelbach, G.G. & B.J. McGill. 2019. *Community Ecology*. Oxford University Press, England, U.K.
- Montilla, S.O., L.F. Arcila-Pérez, M.P. Toro-Gómez, F. Vargas-Salinas & M. Rada. 2023. A multidisciplinary approach reveals a new species of glassfrog from Colombia (Anura: Centrolenidae: *Nymphargus*). *Zootaxa* 5271:1-48.
- Morrison, C. & J.M. Hero. 2003. Geographic variation in life-history characteristics of amphibians: a review. *Journal of Animal Ecology* 72:270-279.



- Narins, P.M. & A.S. Feng. 2006. Hearing and Sound Communication in Amphibians: Prologue and Prognostication. Springer New York, USA.
- Narins, P.M. & S.L. Smith. 1986. Clinal variation in anuran advertisement calls: basis for acoustic isolation?. Behavioral Ecology and Sociobiology 19:135-141.
- Narins, P.M. & S.L. Smith. 1986. Clinal variation in anuran advertisement calls: basis for acoustic isolation? Behavioral Ecology and Sociobiology 19:135-141.
- Owen, P.C. & J.K. Tucker. 2006. Courtship calls and behavior in two species of chorus frogs, genus *Pseudacris* (Anura: Hylidae). Copeia 2006:137-144.
- Peres-Neto, P.R., D.A. Jackson & K.M. Somers. 2005. How many principal components? Stopping rules for determining the number of non-trivial axes revisited. Computational Statistics Data Analysis 49:974-997.
- Pisso-Florez, G.A., A.F. Liévano-Bonilla, A.M. Mendoza-Henao & S. Duarte-Marín. 2023. The distress call and range extension of the Hermosas Robber frog, *Pristimantis racemus* (Anura: Strabomantidae). Revista Latinoamericana de Herpetología 6:23-31.
- Pough, F.H., R.M. Andrews, M.L. Crump, A.H. Savitzky, K.D. Wells & M.C. Bradley. 2016. Herpetology, 4th Edition. Sinauer Associates is an imprint of Oxford University Press, USA.
- R Development Core Team. 2023. R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Rios-Soto, J., A.M. Ospina-L, M.C. Basto-Riascos, J. López-Caro & F. Vargas-Salinas. 2017. Description of the distress call in *Espadarana prosoblepon* and the post-amplexus vocal display in *Centrolene savagei* (Anura: Centrolenidae). Herpetology Notes 10:27-29.
- Rivera-Correa, M., A.M. Ospina-L, M. Rojas-Montoya, K. Venegas-Valencia, L.A. Rueda-Solano, P.D.A. Gutiérrez-Cárdenas & F. Vargas-Salinas. 2021. Cantos de las ranas y los sapos de Colombia: estado actual del conocimiento y perspectivas de investigación en ecoacústica. Neotropical Biodiversity 7:350-363.
- Rojas-Runjaic, F.J.M. & P. Cabello. 2011. *Centrolene daidaleum* (Ruiz-Carranza & Lynch, 1991) (Anura, Centrolenidae): a glassfrog with primitive and derived combat behavior. Zootaxa 2011:60-64
- Rosen, M. & R.E. Lemon. 1974. The vocal behavior of spring peepers, *Hyla crucifer*. Copeia 940-950.
- Rueda-Solano, L.A., J.L. Pérez-González, M. Rivera-Correa & F. Vargas-Salinas. 2020. Acoustic signal diversity in the harlequin toad *Atelopus laetissimus* (Anura: Bufonidae). Copeia 108:503-513.
- Ryan, M.J. 1988. Constraints and patterns in the evolution of anuran acoustic communication. Pp. 637-677. En: B. Frittsch (Ed.), The evolution of the amphibian auditory system. John Wiley & Sons, USA.
- Ryan, M.J. & W. Wilczynski. 1991. Evolution of intraspecific variation in the advertisement call of a cricket frog (*Acris crepitans* Hylidae). Biological Journal of the Linnean Society 44:249-272.
- Santana, D.J., V.G. Orrico, V.D.A. São-Pedro & R.N. Feio. 2013. Distress call of *Hypsiboas leucocheilus* (Caramaschi and Niemeyer, 2003) (Anura, Hylidae). Herpetology Notes 6:289-293.
- Schneider, H. & U. Sinsch. 2007. Contributions of Bioacoustics to the taxonomy of the Anura. Pp 2893-2933. En: H. Heatwole & M. Tyler (Eds.), Amphibian Biology Volume 7. Surrey Beatty & Sons, Australia.
- Seehausen, O., Y. Terai, I.S. Magalhaes, K.L. Carleton, H.D.J. Mrosso, R. Miyagi, I. van der Sluijs, M.V. Schneider, M.E. Maan, H. Tachida, H. Imai & N. Okada. 2008. Speciation through sensory drive in cichlid fish. Nature 455:620-626.
- Sueur, J., T. Aubin & C. Simonis. 2008. Seewave, a free modular tool for sound analysis and synthesis. Bioacoustics 18:213-226.
- Tessarolo, G., N.M. Maciel, A. Ribeiro Morais & R.P. Bastos. 2016. Geographic variation in advertisement calls among populations of *Dendropsophus cruzi* (Anura: Hylidae). The Herpetological Journal 26:219-227.
- Toledo, L.F., C. Fernando & B. Haddad. 2009. Defensive vocalizations of Neotropical anurans. South American Journal of Herpetology 4:25-42.
- Toledo, L.F., I.A. Martins, D.P. Bruschi, M.A. Passos, C. Alexandre & C.F. Haddad. 2014. The anuran calling repertoire in the light of social context. Acta Ethologica 18:87-99.
- Tonini, J.F.R., D.B. Provete, N.M. Maciel, A.R. Morais, S. Goutte, L.F. Toledo & R.A. Pyron. 2020. Allometric escape from acoustic



- constraints is rare for frog calls. *Ecology and Evolution* 10:3686-3695.
- Vargas-Salinas, F. & A. Amézquita. 2014. Abiotic noise, call frequency, and stream-breeding anuran assemblages. *Evolutionary Ecology* 28:341-359.
- Vargas-Salinas, F., A. Dorado-Correa & A. Amézquita. 2014. Microclimate and stream noise predict geographic divergence in the auditory signal of a threatened poison frog. *Biotropica* 46:748-755.
- Vargas-Salinas, F., A. Dorado-Correa & A. Amézquita. 2014. Microclimate and stream noise predict geographic divergence in the auditory signal of a threatened poison frog. *Biotropica* 46:748-755.
- Vitt, L.J. & J.P. Caldwell. 2014. *Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*, 4th Edition. Elsevier Inc.
- Vitt, L.J. 2013. Walking the natural-history trail. *Herpetologica* 69:105-117.
- Wells, K.D. & J.J. Schwartz. 1982. The effect of vegetation on the propagation of calls in the neotropical frog *Centrolenella fleischmanni*. *Herpetologica* 38:449-455.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*, University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Wilczynski, W. & M.J. Ryan. 1999. Geographic variation in animal communication systems. Pp. 234-261. En S.A. Foster, S.A. & J.A. Endler (Eds.), *Geographic Variation in Behavior*. Oxford University Press, England, U.K.
- Wilkins, M.R., N. Seddon & R.J. Safran. 2013. Evolutionary divergence in acoustic signals: causes and consequences. *Trends in Ecology & Evolution* 28:156-166.



## APÉNDICE 1

Valores de los parámetros temporales y espectrales del canto de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*.

### Apéndice 1.1

Valores de los parámetros temporales y espectrales del canto de anuncio de *Hyalinobatrachium tatayoi*. Los parámetros temporales están representados en milisegundos (ms) y los espectrales en Kilohertz (kHz), el tamaño corporal se registró como la longitud hocico-cloaca (LHC) en milímetros (mm) y la temperatura del individuo en grados centígrados (°C). Para cada una de estas variables se registra, cuando aplica, el valor promedio seguido de desviación estándar y rango en paréntesis. Grabaciones de algunos cantos representativos fueron depositados en la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA).

Página siguiente.

## APPENDIX 1

Values of the temporal and spectral parameters of the calls of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*.

### Appendix 1.1

Values of the temporal and spectral parameters of the *Hyalinobatrachium tatayoi* advertisement call. The temporal parameters are represented in milliseconds (ms) and the spectral ones in Kilohertz (kHz), the body size was recorded as the snout-vent length (SVL) in millimeters (mm) and the temperature of the individual in degrees Celsius (°C). For each of these variables, when applicable, the average value is recorded followed by the standard deviation and range in parentheses. Recordings of some representative calls were deposited in the Environmental Sounds Collection of the Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute (IAvH-CSA).

Next page.



No. de individuo	No. de cantos	LHC (mm)	Temperatura (°C)	Duración del canto (ms)	Número de pulsos	Duración del pulso (ms)	Duración de interpulso (ms)	Tasa Pulsos (No. pulsos/s)	Frecuencia dominante (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)
1	14	23.9	19.75	116.21 ± 6.6 (101 - 128)	10.5 ± 2.74 (4 - 14)	4.14 ± 0.77 (3.0 - 5.0)	1.21 ± 0.80 (1.0 - 4.0)	90.42 ± 23.88 (36.36 - 128.71)	4.82 ± 0.00	3.77 ± 0.14 (3.20 - 4.02)
2	68	24.99	21.99	120.84 ± 7.19 (83 - 133)	6.96 ± 1.06 (5 - 10)	3.13 ± 0.57 (2.0 - 7.0)	2.63 ± 0.48 (2.0 - 3.0)	57.83 ± 10.39 (40.65 - 97.09)	4.68 ± 0.06 (4.65 - 4.99)	3.93 ± 0.05 (3.70 - 4.30)
3	9	22.16	21.3	106.89 ± 15.0 (69.0 - 118.0)	9.22 ± 1.48 (6 - 11)	4.67 ± 0.87 (3.0 - 6.0)	1.33 ± 0.5 (1 - 2)	86.91 ± 12.79 (76.27 - 115.79)	4.73 ± 0.13 (4.65 - 4.82)	3.78 ± 0.07 (3.67 - 3.77)
4	28	22.88	21.35 ± 1.32 (21.1 - 28.1)	139.21 ± 9.98 (110 - 148)	10.04 ± 2.80 (5 - 15)	5.14 ± 1.17 (4.0 - 8.0)	1.71 ± 0.46 (1.0 - 2.0)	71.72 ± 18.94 (44.78 - 123.89)	4.82 ± 0.00	4.04 ± 0.11 (3.77 - 4.20)
5	13	22.1	21.2	130.77 ± 6.8 (113 - 137)	14.85 ± 2.88 (9 - 20)	3.15 ± 0.68 (2.0 - 4.0)	2.08 ± 0.27 (2.0 - 3.0)	112.96 ± 18.12 (79.65 - 145.99)	5.00 ± 0.07 (4.82 - 5.17)	4.30 ± 0.19 (4.00 - 4.60)
6	23	22.78	21.59 ± 1.57 (19.7 - 22.8)	139.34 ± 10.01 (113 - 150)	8.17 ± 3.97 (4 - 17)	4.61 ± 1.03 (3.0 - 7.0)	2.17 ± 0.94 (1.0 - 5.0)	59.32 ± 31.44 (28.17 - 141.59)	4.73 ± 0.11 (4.48 - 4.82)	3.95 ± 0.10 (3.79 - 4.15)
7	13	23.9	21	115.85 ± 9.5 (106 - 140)	5.85 ± 0.55 (5 - 7)	4.04 ± 1.15 (3.0 - 6.0)	1.73 ± 0.63 (1.0 - 3.0)	50.88 ± 7.27 (40.65 - 86.04)	4.80 ± 0.06 (4.65 - 4.82)	3.74 ± 0.18 (3.34 - 3.96)
8	11	22.9	21.4	137.55 ± 3.4 (132 - 144)	5.36 ± 0.67 (4 - 6)	2.55 ± 0.5 (2.0 - 3.0)	2 ± 0.00	38.98 ± 4.68 (29.20 - 44.78)	4.82 ± 0.00	4.16 ± 0.06 (3.99 - 4.22)
9	22	24.38	20.44 ± 0.15 (20.3 - 20.6)	119.77 ± 11.5 (104 - 140)	8.09 ± 1.23 (6 - 11)	2.82 ± 0.5 (2.0 - 4.0)	1.55 ± 0.51 (1.0 - 2.0)	67.48 ± 7.23 (54.05 - 83.97)	4.80 ± 0.06 (4.65 - 4.82)	3.97 ± 0.22 (3.52 - 4.22)
10	34	22.1	20.75	123.06 ± 10.5 (95.0 - 139)	7.76 ± 1.56 (6 - 12)	2.97 ± 0.3 (2.0 - 4.0)	2.00 ± 0.65 (1.0 - 3.0)	63.89 ± 13.41 (43.17 - 101.69)	4.90 ± 0.09 (4.65 - 4.99)	4.04 ± 0.09 (3.78 - 4.16)
11	17	23.09	20.5	112.59 ± 6.33 (104 - 129)	3.59 ± 0.51 (3 - 4)	3.76 ± 0.75 (3.0 - 6.0)	3.47 ± 0.51 (3.0 - 4.0)	31.86 ± 4.17 (26.55 - 38.46)	4.63 ± 0.06 (4.48 - 4.65)	3.94 ± 0.10 (3.72 - 4.06)
12	12	24.38	18.5	122.58 ± 7.1 (105 - 130)	9.50 ± 1.31 (7 - 11)	2.75 ± 0.75 (2.0 - 4.0)	1.50 ± 0.52 (1.0 - 2.0)	77.37 ± 8.71 (62.50 - 88.00)	4.78 ± 0.08 (4.65 - 4.82)	3.92 ± 0.05 (3.80 - 3.98)
13	14	21.9	21	119.57 ± 11.3 (84 - 134)	7.0 ± 0.67 (5.0 - 8.0)	3.07 ± 0.26 (3.0 - 4.0)	2.33 ± 0.26 (2.0 - 3.0)	58.66 ± 3.88 (52.24 - 66.12)	4.66 ± 0.12 (4.31 - 4.82)	3.77 ± 0.07 (3.67 - 3.93)
14	17	22.71	18.2	130.12 ± 15.4 (89 - 150)	4.35 ± 0.99 (2.0 - 6.0)	3.24 ± 0.66 (2.0 - 5.0)	4.0 ± 0.71 (3.0 - 5.0)	33.40 ± 6.61 (19.61 - 43.80)	4.62 ± 0.07 (4.48 - 4.65)	4.01 ± 0.12 (3.81 - 4.27)
15	8	20.97	20.1	112 ± 8.7 (95 - 123)	9.88 ± 1.36 (7 - 11)	2.38 ± 0.51 (2 - 3)	2 ± 0.00	87.88 ± 7.58 (73.68 - 98.21)	4.97 ± 0.06 (4.82 - 4.99)	4.24 ± 0.21 (4.04 - 4.68)
16	8	23.9	19.71	97.38 ± 11 (74 - 113)	11.63 ± 1.18 (10 - 13)	2.75 ± 0.46 (2 - 3)	2.38 ± 0.74 (1 - 3)	21.43 ± 24.12 (99.01 - 175.68)	4.76 ± 0.09 (4.65 - 4.82)	3.92 ± 0.15 (3.65 - 4.10)
17	13	24.98	20.3	130.23 ± 3.0 (125 - 135)	8.08 ± 1.12 (6 - 10)	3.08 ± 0.86 (2 - 5)	1.77 ± 0.44 (1 - 2)	62.00 ± 6.33 (47.24 - 76.34)	4.65 ± 0.00	3.79 ± 0.17 (3.58 - 4.08)
18	43	22.1	20.2	129.65 ± 8.9 (111 - 144)	9.63 ± 2.19 (4 - 13)	3.02 ± 0.64 (2 - 5)	2.21 ± 0.46 (1 - 3)	73.97 ± 14.98 (31.25 - 96.30)	4.65 ± 0.10 (4.48 - 4.82)	3.66 ± 0.14 (3.33 - 3.96)
19	10	22.5	19.3	124.4 ± 5.5 (115 - 133)	7.1 ± 0.57 (6 - 8)	3.10 ± 0.32 (3 - 4)	2 ± 0.00	57.08 ± 4.08 (52.17 - 66.67)	4.65 ± 0.00	3.95 ± 0.06 (3.87 - 4.05)
20	24	22.43	17.4	111.58 ± 7.2 (95 - 124)	5.50 ± 0.98 (4 - 8)	3.0 ± 0.6 (2 - 4)	2 ± 0.00	49.35 ± 8.73 (36.04 - 71.43)	4.69 ± 0.07 (4.65 - 4.82)	3.91 ± 0.05 (3.79 - 3.99)
21	6	22.52	20.2	130.83 ± 7.4 (122 - 138)	14.5 ± 3.02 (9 - 17)	2.0 ± 0.63 (1 - 3)	1.83 ± 0.41 (1 - 3)	111.31 ± 24.14 (65.22 - 131.15)	4.62 ± 0.71 (4.48 - 4.65)	3.81 ± 0.24 (3.09 - 3.83)



Continuación apéndice 1.1

No. de Individuo	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia del primer armónico (kHz)	Frecuencia del segundo armónico (kHz)	Frecuencia del tercer armónico (kHz)	Frecuencia dominante (parte inicial del canto)	Frecuencia dominante (parte media del canto)	Frecuencia dominante (parte final del canto)	Código de grabación IAVH-CSA
1	5.37 ± 0.05 (5.18 - 5.57)	9.23 ± 1.05 (6.20-9.47)	12.06 ± 3.41 (9.65 - 14.47)	16.97 ± 3.53 (14.47 - 19.47)	3.97 ± 0.04 (3.96 - 4.13)	4.48 ± 0.24 (4.13 - 4.65)	4.82 ± 0.00	37366
2	5.17 ± 0.05 (5.10 - 5.49)	9.64 ± 0.15 (9.30 - 9.99)	14.59 ± 0.08 (14.47 - 14.64)		3.95 ± 0.17 (3.34 - 4.48)	4.60 ± 0.11 (4.31 - 4.82)	4.79 ± 0.11 (4.65 - 4.99)	37364
3	5.24 ± 0.13 (4.97 - 5.43)	9.47 ± 0.17 (9.13 - 9.64)	14.10 ± 0.42 (13.28 - 14.12)		4.02 ± 0.17 (3.78 - 4.31)	4.42 ± 0.15 (4.13 - 4.48)	4.67 ± 0.13 (4.48 - 4.82)	37370
4	5.40 ± 0.11 (5.18 - 5.62)	9.59 ± 0.09 (9.47 - 9.82)	14.44 ± 0.17 (14.29 - 14.65)		4.21 ± 0.13 (3.96 - 4.48)	4.59 ± 0.08 (4.48 - 4.65)	4.81 ± 0.08 (4.65 - 4.99)	37365
5	5.75 ± 0.20 (5.47 - 6.29)	9.99 ± 0.27 (9.65 - 10.33)			4.32 ± 0.24 (4.13 - 4.82)	4.88 ± 0.20 (4.31 - 5.17)	4.98 ± 0.24 (4.48 - 5.17)	37362
6	5.25 ± 0.06 (5.12 - 5.42)	9.13	13.61		4.16 ± 0.19 (3.96 - 4.65)	4.43 ± 0.10 (4.31 - 4.65)	4.65 ± 0.14 (4.31 - 4.82)	37374
7	5.22 ± 0.03 (5.18 - 5.26)	9.45 ± 0.20 (8.9 - 9.64)	14.23 ± 0.16 (13.95 - 14.47)	19.06 ± 0.09 (18.95 - 19.12)	3.96 ± 0.27 (3.44 - 4.48)	4.48 ± 0.12 (4.31 - 4.65)	4.73 ± 0.09 (4.65 - 4.82)	37367
8	5.25 ± 0.02 (5.20 - 5.29)	9.47			4.09 ± 0.08 (3.96 - 4.13)	4.57 ± 0.12 (4.31 - 4.65)	4.81 ± 0.05 (4.65 - 4.82)	37369
9	5.30 ± 0.09 (5.16 - 5.67)	9.66 ± 0.15 (9.30 - 9.82)	14.62 ± 0.18 (14.29 - 14.82)	18.78	3.96 ± 0.24 (3.44 - 4.31)	4.64 ± 0.06 (4.47 - 4.82)	4.81 ± 0.05 (4.65 - 4.82)	37378
10	5.36 ± 0.04 (5.29 - 5.47)	9.68 ± 0.17 (9.47 - 9.99)			4.15 ± 0.19 (3.79 - 4.65)	4.66 ± 0.14 (4.31 - 4.99)	4.88 ± 0.09 (4.65 - 4.99)	37373
11	5.05 ± 0.05 (4.90 - 5.12)	9.28 ± 0.23 (8.57 - 9.47)	13.72 ± 0.12 (13.44 - 13.95)		4.02 ± 0.19 (3.79 - 4.65)	4.31 ± 0.09 (4.13 - 4.48)	4.50 ± 0.06 (4.48 - 4.65)	37372
12	5.35 ± 0.08 (5.15 - 5.46)	10.01 ± 1.61 (9.30 - 14.29)			4.15 ± 0.17 (3.96 - 4.65)	4.44 ± 0.21 (4.13 - 4.82)	4.74 ± 0.09 (4.65 - 4.82)	37363
13	5.11 ± 0.13 (4.68 - 5.20)	9.40 ± 0.16 (9.13 - 9.65)	14.30		3.83 ± 0.10 (3.62 - 3.96)	4.44 ± 0.99 (4.13 - 4.48)	4.63 ± 0.92 (4.31 - 4.65)	37377
14	5.03 ± 0.09 (4.86 - 5.21)	9.28 ± 0.14 (8.78 - 9.47)	13.90 ± 0.16 (13.61 - 14.25)		3.80 ± 0.21 (3.44 - 3.96)	4.43 ± 0.09 (4.31 - 4.60)	4.61 ± 0.07 (4.48 - 4.65)	37379
15	5.46 ± 0.14 (5.23 - 5.78)	9.92 ± 0.14 (9.65 - 9.99)	14.86 ± 0.07 (14.81 - 14.99)		4.11 ± 0.14 (3.97 - 4.31)	4.80 ± 0.06 (4.65 - 4.82)	4.97 ± 0.06 (4.82 - 4.99)	37380
16	5.41 ± 0.15 (5.20 - 5.71)	9.51 ± 0.14 (9.30 - 0.65)	14.41 ± 0.2 (14.3 - 14.6)		4.07 ± 0.12 (3.96 - 4.31)	4.59 ± 0.09 (4.48 - 4.65)	4.78 ± 0.08 (4.65 - 4.82)	37381
17	5.08 ± 0.08 (4.98 - 5.21)	9.22 ± 0.14 (9.13 - 9.48)	13.61 ± 0.00	18.80	3.37 ± 0.19 (3.27 - 3.96)	4.40 ± 0.08 (4.31 - 4.48)	4.60 ± 0.08 (4.48 - 4.65)	37368
18	5.24 ± 0.23 (4.71 - 5.93)	9.39 ± 0.17 (8.96 - 9.65)	14.10 ± 0.36 (12.30 - 14.73)	18.74 ± 0.14 (18.60 - 18.95)	3.59 ± 0.25 (3.27 - 4.13)	4.36 ± 0.16 (4.13 - 4.65)	4.60 ± 0.16 (4.31 - 4.82)	37371
19	5.09 ± 0.04 (5.02 - 5.13)	9.30 ± 0.10 (9.13 - 9.47)	13.95		4.08 ± 0.08 (3.97 - 4.13)	4.44 ± 0.07 (4.31 - 4.48)	4.62 ± 0.07 (4.48 - 4.65)	37375
20	5.25 ± 0.07 (5.12 - 5.39)	9.44 ± 0.11 (9.30 - 9.65)	13.95		4.14 ± 0.22 (3.62 - 4.48)	4.49 ± 0.04 (4.48 - 4.65)	4.66 ± 0.03 (4.65 - 4.82)	37376
21	5.32 ± 0.16 (5.12 - 5.53)	9.13 ± 0.19 (8.96 - 9.48)			3.67 ± 0.08 (3.62 - 3.79)	4.45 ± 0.07 (4.31 - 4.48)	4.65	37383



**Apéndice 1.2**

Valores de los parámetros temporales y espectrales del canto de cortejo tipo Chirp (sensu Greer & Wells, 1980) de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*. Los parámetros temporales están representados en milisegundos (ms) y los espectrales en Kilohertz (kHz), el tamaño corporal se registró como la Longitud Hocico-Cloaca (LHC) en milímetros (mm), y la temperatura del individuo en grados centígrados (°C). Para cada una de estas variables se registra, cuando aplica, el valor promedio seguido de desviación estándar y rango en paréntesis. Grabaciones de algunos cantos representativos fueron depositados en la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA).

**Appendix 1.2**

Values of the temporal and spectral parameters of the Chirp-type courtship call (sensu Greer & Wells, 1980) of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*. The temporal parameters are represented in milliseconds (ms) and the spectral ones in Kilohertz (kHz), the body size was recorded as the Snout-Vent Length (SVL) in millimeters (mm), and the temperature of the individual in degrees Celsius (°C). For each of these variables, when applicable, the average value is recorded followed by the standard deviation and range in parentheses. Recordings of some representative calls were deposited in the Environmental Sounds Collection of the Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute (IAvH-CSA).

No. de individuo	No. de cantos	LHC (mm)	Temperatura (°C)	Duración del canto (ms)	Número de pulsos	Duración del pulso (ms)	Duración de inter-pulso (ms)	Duración parte tonal canto (ms)
1	5	22.88	21.1	70.40 ± 51.32 (37 – 160)	5 ± 3.39 (3 – 11)	4 ± 0.71 (3 – 5)	12.4 ± 7.9 (6 – 26)	42.00
2	5	23.9	21.00	138 ± 87.46 (130 – 148)	7.6 ± 1.67 (6 – 10)	5.8 ± 3.3 (2 – 10)	1.6 ± 1.3 (1 – 4)	59.40 ± 4.5 (54 – 66)
3	5	20.8		75.60 ± 22.79 (47 – 101)	14 ± 8.72 (7 – 29)	2.4 ± 0.9 (1 – 3)	1.6 ± 0.9 (1 – 3)	26 ± 8.5 (18 – 35)
4	1	22.1	21.2	123.00	22.00	2.00	2.00	15.00
5	1	22.78	22.8	119.00	3.00	4.00	9.00	59.00
6	1	24.99	22.1	89	3.00	2.00	6.00	52.00
7	13	21.94	20.4	115.15 ± 36.7 (25 – 167)	6.92 ± 3.66 (1 – 14)	2.07 ± 0.76 (1 – 4)	6.2 ± 2.6 (1 – 11)	68.75 ± 35.48 (23 – 151)
8	38	24.28	20.3	96.16 ± 51.39 (11 – 206)	4.5 ± 3.17 (1 – 14)	3.84 ± 1.68 (1 – 8)	7.12 ± 3.93 (1 – 16)	34.3 ± 25.69 (19 – 64)
9	42	22.1	20.2	152.21 ± 38.20 (84 – 271)	4.43 ± 1.68 (2 – 9)	2.95 ± 1.4 (2 – 10)	11.64 ± 7.5 (2 – 29)	48.75 ± 8.0 (42 – 60)

Frecuencia dominante (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia del primer armónico (kHz)	Frecuencia del segundo armónico (kHz)	Frecuencia dominante inicial del canto	Frecuencia dominante (parte media del canto)	Frecuencia dominante final del canto	Código de grabación IAvH-CSA
4.44 ± 0.14 (4.31 – 4.65)	3.51 ± 0.10 (3.37 – 3.62)	5.67 ± 0.41 (5.19 – 6.32)	9.32		4.24 ± 0.23 (3.97 – 4.48)	4.37 ± 15.42 (4.31 – 4.65)	4.51 ± 0.08 (4.48 – 4.65)	37385
4.13 ± 0.00	3.45 ± 0.10 (3.28 – 3.58)	5.13 ± 0.16 (4.86 – 5.72)	6.17 ± 0.19 (5.86 – 6.37)		4.41 ± 0.26 (4.13 – 4.65)	4.24 ± 0.38 (3.96 – 4.65)	4.13	37386
4.13 ± 0.12 (3.96 – 4.31)	3.23 ± 0.16 (3.00 – 3.37)	5.39 ± 0.53 (4.83 – 6.21)	7.46 ± 1.04 (6.37 – 8.44)	10.51 ± 2.92 (8.44 – 12.57)	4.10 ± 0.14 (3.96 – 4.13)	4.03 ± 0.09 (3.96 – 4.13)	4.16 ± 0.08 (4.13 – 4.31)	37390
5.17	3.77	6.47	10.00		4.31	4.31	4.48	
4.13	3.69	4.70			4.13	4.13	4.48	
4.32	3.70	4.78	8.27		3.96	4.13	4.13	37384
4.29 ± 0.13 (4.13 – 4.48)	3.36 ± 0.19 (3.13 – 3.69)	5.11 ± 0.25 (4.62 – 5.52)	6.20		4.31 ± 0.18 (3.96 – 4.65)	4.25 ± 0.19 (3.96 – 4.48)	4.31 ± 0.14 (4.13 – 4.48)	37389
4.21 ± 0.31 (3.62 – 4.65)	3.19 ± 0.15 (2.92 – 3.56)	5.08 ± 0.31 (4.03 – 5.56)			4.35 ± 0.39 (3.27 – 5.19)	4.05 ± 0.40 (3.27 – 4.65)	4.30 ± 0.26 (3.62 – 4.65)	37387
4.14 ± 0.20 (3.79 – 4.65)	3.30 ± 0.22 (2.98 – 3.99)	5.13 ± 0.56 (3.65 – 6.72)	7.89 ± 0.82 (6.03 – 9.13)	10.99 ± 1.28 (8.27 – 12.57)	4.08 ± 0.42 (3.27 – 4.65)	4.16 ± 0.29 (3.44 – 4.65)	4.23 ± 0.24 (3.79 – 4.65)	37388



### Apéndice 1.3

Valores de los parámetros temporales y espectrales del canto de cortejo tipo Mew (sensu Greer & Wells, 1980) de *Hyalinobatrachium tatayoi* obtenidas en este estudio. Los parámetros temporales están representados en milisegundos (ms) y los espectrales en Kiloherztz (kHz), el tamaño corporal se registró como la longitud hocico cloaca (LHC) en milímetros (mm), la temperatura del individuo en grados centígrados (°C). Para cada una de estas variables se registra, cuando aplica, el valor promedio seguido de desviación estándar y rango en paréntesis. Grabaciones de algunos cantos representativos fueron depositados en la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA).

No. de individuo	No. de cantos	LHC (mm)	Temperatura (°C)	Duración del canto (ms)	Frecuencia dominante (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)
1	6	22.88	21.1	242.33 ± 17.13 (219 - 268)	4.32 ± 0.16 (4.04 - 4.48)	3.90 ± 0.06 (3.79 - 3.98)	4.84 ± 0.04 (4.79 - 4.90)
2	32	23.90	21.00	81.69 ± 28.78 (33 - 180)	4.16 ± 0.21 (3.96 - 4.65)	3.65 ± 0.24 (3.42 - 4.58)	4.76 ± 0.24 (4.32 - 5.12)
3	3	20.80	-	21.67 ± 11.55 (15 - 35)	4.42 ± 0.10 (4.31 - 4.48)	3.95 ± 0.13 (3.81 - 4.04)	4.89 ± 0.16 (4.70 - 4.99)
4	2	24.99	22.1	106.5 ± 17.68 (94 - 119)	4.31 ± 0.24 (4.13 - 4.48)	3.68 ± 0.02 (3.66 - 3.69)	4.77 ± 0.09 (4.70 - 4.84)
5	8	21.94	20.4	41.38 ± 30.7 (11 - 104)	4.16 ± 0.11 (3.96 - 4.31)	3.60 ± 0.19 (3.12 - 3.71)	4.79 ± 0.22 (4.46 - 5.11)
6	10	24.98	20.3	51.5 ± 26.62 (19 - 121)	3.98 ± 0.33 (3.62 - 4.65)	3.40 ± 0.23 (3.16 - 3.97)	4.93 ± 0.25 (4.64 - 5.45)
7	58	22.10	20.2	170.8 ± 61.23 (19 - 377)	4.22 ± 0.25 (3.79 - 4.74)	3.49 ± 0.19 (2.92 - 3.88)	4.82 ± 0.41 (4.13 - 6.59)

### Appendix 1.3

Values of the temporal and spectral parameters of the Mew-type courtship call (sensu Greer & Wells, 1980) of *Hyalinobatrachium tatayoi* obtained in this study. The temporal parameters are represented in milliseconds (ms) and the spectral ones in Kiloherztz (kHz), the body size was recorded as the snout-vent length (SVL) in millimeters (mm), the temperature of the individual in degrees Celsius (°C). For each of these variables, when applicable, the average value is recorded followed by the standard deviation and range in parentheses. Recordings of some representative calls were deposited in the Environmental Sounds Collection of the Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute (IAvH-CSA).

Frecuencia del primer armónico (kHz)	Frecuencia del segundo armónico (kHz)	Frecuencia dominante inicial del canto	Frecuencia dominante (parte media del canto)	Frecuencia dominante final del canto	Código de grabación IAVH-CSA
8.68 ± 0.08 (8.62 - 8.78)	13.13 ± 0.08 (13.09 - 13.26)	4.13 ± 0.08 (3.96 - 4.31)	4.22 ± 0.09 (4.13 - 4.31)	4.42 ± 0.09 (4.30 - 4.48)	37385
6.23 ± 0.66 (4.99 - 8.10)	-	4.19 ± 0.30 (3.79 - 4.82)	4.12 ± 0.29 (3.79 - 4.65)	4.18 ± 0.17 (3.96 - 4.65)	37386
6.37	-	4.54 ± 0.19 (4.31 - 4.65)	4.36 ± 0.19 (4.13 - 4.48)	4.36 ± 0.19 (4.13 - 4.48)	37390
7.58 ± 1.22 (6.72 - 8.44)	8.61	3.70 ± 0.12 (3.62 - 3.79)	4.22 ± 0.12 (4.13 - 4.31)	4.31 ± 0.24 (4.13 - 4.46)	37384
8.27	12.23	4.28 ± 0.25 (3.96 - 4.65)	4.16 ± 0.14 (3.96 - 4.48)	4.16 ± 0.11 (3.96 - 4.31)	37389
7.23 ± 0.24 (7.06 - 7.41)	11.37	4.35 ± 0.47 (3.62 - 5.17)	4.05 ± 0.34 (3.62 - 4.65)	3.88 ± 0.28 (3.45 - 4.48)	37387
8.48 ± 0.26 (8.07 - 8.96)	12.80 ± 0.39 (12.40 - 13.61)	3.85 ± 0.24 (3.44 - 4.48)	3.93 ± 0.16 (3.62 - 4.31)	4.13 ± 0.21 (3.79 - 4.46)	37388



## Apéndice 1.4

Parámetros temporales y espectrales del canto de auxilio de *Hyalinobatrachium tatayoi* obtenidas en este estudio. El tamaño corporal se registró como la longitud hocico-cloaca (LHC) en milímetros (mm). Para cada una de estas variables se registra, cuando aplica, el valor promedio seguido de desviación estándar y rango en paréntesis. Grabaciones de algunos cantos representativos fueron depositados en la Colección de Sonidos Ambientales del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH-CSA).

## Appendix 1.4

Temporal and spectral parameters of the distress call of *Hyalinobatrachium tatayoi* obtained in this study. Body size was recorded as snout-vent length (SVL) in millimeters (mm). For each of these variables, when applicable, the average value is recorded followed by the standard deviation and range in parentheses. Recordings of some representative calls were deposited in the Environmental Sounds Collection of the Alexander von Humboldt Biological Resources Research Institute (IAvH-CSA).

No. de Individuo	Sexo	No. de cantos	LHC (mm)	Duración del canto (ms)	Número de pulsos	Duración del pulso (ms)	Frecuencia dominante (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia del primer armónico (kHz)	Frecuencia del segundo armónico (kHz)	Frecuencia del tercer armónico (kHz)
1	Hembra	6	23.67	112.83 ± 18.6 (85 - 134)	78.67 ± 19.73 (56 - 92)	≤1 ± 0.00	4.05 ± 0.28 (3.62 - 4.31)	3.06 ± 0.49 (2.48 - 3.59)	5.52 ± 0.63 (4.76 - 6.42)	4.97 ± 0.28 (4.48 - 5.18)	6.48 ± 0.40 (6.03 - 6.89)	7.79 ± 0.45 (7.40 - 8.44)
2	Macho	2	24.99	125.5 ± 17.68 (113 - 138)	6.96 ± 1.06 (5 - 10)	3.13 ± 0.57 (2.0 - 7.0)	4.65 ± 1.71 (3.44 - 5.86)	2.46 ± 0.01 (2.45 - 2.47)	7.43 ± 0.41 (7.13 - 7.72)	5.51 ± 0.49 (5.17 - 5.86)	7.07 ± 0.47 (6.37 - 7.41)	8.78

No. de Individuo	Frecuencia del cuarto armónico (kHz)	Frecuencia dominante (parte inicial del canto)	Frecuencia dominante (parte media del canto)	Frecuencia dominante (parte final del canto)	Código de grabación IAvH-CSA
1	9.07 ± 0.55 (8.44 - 9.47)	4.11 ± 0.43 (3.44 - 4.65)	3.53 ± 0.74 (2.07 - 4.13)	3.73 ± 0.83 (2.07 - 4.31)	37391
2	-	3.36 ± 0.12 (3.27 - 3.44)	4.65 ± 1.71 (3.44 - 5.85)	4.74 ± 1.58 (3.62 - 5.86)	37392

## APÉNDICE 2

Información de Localidades, tamaño corporal de machos (longitud hocico-cloaca, LHC) en milímetros (mm); temperatura ambiental (\*) o temperatura corporal de macho grabado en grados centígrados (°C), y parámetros temporales y espectrales del canto de anuncio de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi*, reportadas en literatura (columna: Fuente de Información). Cuando aplica, se reporta el valor promedio, desviación estándar y rango en paréntesis. La ausencia de valores para algunos parámetros se debe a que no se registró dicha información por parte de los autores del estudio correspondiente.

## APPENDIX 2

Location Information, body size of males (snout-vent length, SVL) in millimeters (mm); environmental temperature (\*) or body temperature of the recorded male in degrees Celsius (°C), and temporal and spectral parameters of the advertisement call of the glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi*, reported in literature (column: Information Source). When applicable, the average value, standard deviation and range are reported in parentheses. The absence of values for some parameters is due to the fact that this information was not recorded by the authors of the corresponding study

Código (A-J) y Nombre de Localidad	Número de individuos grabados	LHC (mm)	Temperatura (°C)	Duración del canto (ms)	Tiempo entre cantos (ms)	Número de pulsos	Tasa de pulsos (No. de pulsos/s)	Frecuencia dominante (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Primer armónico (kHz)	Fuente de Información
A: Isla de Barro Colorado, (BCI), Panamá	5	21 – 23	25 – 26 C*	100 ± 10 (80 – 140)	6000 – 16000	-	-	4.8 ± 0.7(4.3 – 5.3)	4.38 ± 0.14 (4.17 – 4.58)	5.22 ± 0.08 (5.08 – 5.33)	-	-	Greer y Wells (1980)
A: Isla de Barro Colorado (BCI), Panamá	4	-	-	97.68 ± 4.48 (91 – 100.3)	-	-	-	5.33 ± 0.11 (5.17–5.44)	4.465 ± 0.21 (4.15 – 4.61)	5.772 ± 0.12 (5.6 – 5.88)	1.31 ± 0.11 (1.2– 1.45)	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
B: Capurgana, Cielo, Chocó, Colombia	3	-	-	89.53 ± 5.93 (84 – 95.8)	-	-	-	4.58 ± 0.08 (4.5 – 4.7)	3.92 ± 0.11 (3.79 – 4.0)	5.05 ± 0.10 (4.9 – 5.1)	1.13 ± 0.05 (1.07 – 1.16)	-	Mendoza-Henao et al. (2020); Mendoza-Henao et al. (2020)
C: Serranía de Perijá, Zulia, Venezuela	2	22.3 (21.5 – 24.4)	6.9 – 24.9 °C*	35 ± 0.16 (113 – 158)	-	4 – 12	-	4.65 ± 0.06 (4.56 – 4.73)	3.34 ± 0.71 (3.29 – 3.70)	4.99 ± 0.16 (4.68 – 5.22)	-	13.5	Castroviejo-Fisher et al. (2007)
D: Río frío, Mérida, Venezuela	1	-	-	137.8	-	-	-	4.57	3.86	5.00	1.14	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
E: Lloro, Chocó, Colombia	3	-	-	88.9 ± 11.94 (77.6 – 101.4)	-	-	-	4.94 ± 0.14 (4.82 – 5.09)	4.24 ± 0.17 (4.09 – 4.43)	5.42 ± 0.12 (5.34 – 5.56)	1.19 ± 0.05 (1.14 – 1.25)	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
F: La Dorada, Caldas, Colombia	3	-	20.29 ± 1.18 (17.4 – 21.99)	116.47 ± 2.73 (114 – 119.4)	-	8.45 ± 2.93 (3.59 – 14.85)	-	4.86 ± 0.03 (4.84 – 4.90)	4.27 ± 0.08 (4.19 – 4.34)	5.29 ± 0.04 (5.26 – 5.34)	1.01 ± 0.05 (0.97 – 1.07)	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
G: Finca Villa Chela, La Tebaida, Colombia	21	23.03 ± 1.08 (20.97 – 24.99)	-	22.40 ± 10.96 (97.38 – 139.30)	-	-	69.75 ± 25.01 (31.86 – 121.43)	4.75 ± 0.11 (4.62 – 5.00)	3.93 ± 0.16 (3.66 – 4.30)	5.27 ± 0.16 (5.03 – 5.75)	-	9.49 ± 0.26 (9.13 – 10.01)	En este estudio
H: Cauchal, Valle del Cauca, Colombia	2	-	-	94.5 ± 6.08 (90.2 – 98.8)	-	-	-	5.03 ± 0.18 (4.9–5.16)	4.29 ± 0.30 (4.1– 4.5)	5.51 ± 0.22 (5.36 – 5.67)	1.21 ± 0.07 (1.16–1.21)	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
I: Tesoro Escondido, Esmeralda, Ecuador	1	-	-	114.4	-	-	-	5.19	4.51	5.64	-1.13	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
J: Jama Coaque, Esmeralda, Ecuador	1	-	-	126	-	-	-	4.71	3.85	5.13	-	-	Mendoza-Henao et al. (2020)
J: Reserva Jama Coaque, provincia de Manabí, Ecuador	4	-	-	143 ± 40 (76 – 276)	7640 ± 4920 (2050 – 2168)	-	-	4.82 ± 1.77 (4.45 – 5.11)	4.24 ± 0.34 (3.30 – 4.61)	5.14 ± 0.17 (4.83 – 5.40)	-	-	Guayasamin et al. (2022)

### APÉNDICE 3

Video de un macho de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* (Longitud Hocico-Cloaca = 21.9 mm) emitiendo canto de anuncio. Macho grabado el 18 de noviembre de 2022, a una altura de 0.70 m sobre la superficie del agua.

<https://youtu.be/hGFsIx7AOjo>

### APPENDIX 3

Video of a male glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi* (Snout-Vent Length = 21.9 mm) emitting an advertisement call. Male recorded on November 18, 2022, at a height of 0.70 m above the water surface.

<https://youtu.be/hGFsIx7AOjo>

### APÉNDICE 4

Video de un macho de la rana de cristal *Hyalinobatrachium tatayoi* (Longitud Hocico-Cloaca = 21.52 mm) emitiendo canto de cortejo a una hembra (Longitud Hocico-Cloaca = 22.57 mm). Macho grabado el 2 de septiembre de 2022, a una altura de 1.70 m sobre la superficie del agua.

<https://youtu.be/oKx-5RthRfA>

### APPENDIX 4

Video of a male glass frog *Hyalinobatrachium tatayoi* (Snout-Vent Length = 21.52 mm) emitting courtship call to a female (Snout-Vent Length = 22.57 mm). Male recorded on September 2nd, 2022, at a height of 1.70 m above the water surface.

<https://youtu.be/oKx-5RthRfA>

