



Manual de técnicas y
protocolos para el
relevamiento y estudio de
anfibia de Argentina

Laura Pereyra
Eduardo Etchepare
Marcos Vaira
Editores

Manual de técnicas y
protocolos para el
relevamiento y estudio de
anfibios de Argentina
Parte I

Manual de técnicas y
protocolos para el
relevamiento y estudio de
anfibios de Argentina
Parte I

Laura C. Pereyra
Eduardo Etchepare
Marcos Vaira
Editores

Universidad Nacional de Jujuy
2021

Prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso expreso del Editor.

Pereyra, Laura

Manual de técnicas y protocolos para el relevamiento y estudio de anfibios de Argentina / Laura Pereyra ; Marcos Vaira ; Eduardo Etchepare ; compilación de Laura Pereyra ; Marcos Vaira ; Eduardo Etchepare. - 1a ed. - San Salvador de Jujuy : Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy - EDIUNJU, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-721-587-2

I. Manual Técnico. I. Vaira, Marcos. II. Etchepare, Eduardo. III. Título.
CDD 597.802

Ilustración de Tapa: *Ceratophrys ornata* - Marisel Morales (basada en una fotografía de Gabriela Agostini)



© 2021 Laura Cecilia Pereyra - Eduardo Etchepare - Marcos Vaira

© 2021 Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy

Avda. Bolivia 1685 - CP 4600

San Salvador de Jujuy - Pcia. de Jujuy - Argentina

Tel. (0388) 4221511 e-mail: editorial@unju.edu.ar

2021 1ra Edición

Queda hecho el depósito que previene la Ley 11.723

Impreso en Argentina - Printed in Argentina

ISBN: ISBN 978-950-721-587-2

CONTENIDOS

Prólogo	9
Presentación del Manual	12
Parte I	
1. Introducción general	17
2. Diseño de muestreo	23
2.1 La pregunta y los objetivos del estudio	24
2.2 ¿Dónde y cuándo? Definiendo la escala espacial y temporal del estudio	25
2.3 ¿Cuánto? Definiendo el tamaño de la muestra	26
2.4 ¿Cómo? Diseños de muestreo estandarizados	27
3. Técnicas de relevamiento de la diversidad de anuros	33
3.1 Relevamiento de oviposturas y embriones	34
3.2 Relevamiento de renacuajos	42
3.3 Relevamiento de postmetamórficos	55
3.4 Monitoreo acústico pasivo (MAP)	72
4. Técnicas de relevamiento y estudios específicos	87
4.1 Identificación y marcado de individuos	88
4.2 Esqueletocronología	112
4.3 Estudios anatómicos	132
4.4 Estudios bioacústicos	142
4.5 Estudios tróficos	164
4.6 Estudios experimentales	185
4.7 Técnicas para la determinación de parámetros termo-fisiológicos	222
4.8 Registro de anomalías macroscópicas y microscópicas en adultos y larvas de anfibios anuros	250

4.9 Registro de parásitos. Protocolos en campo y laboratorio	266
4.10 Registro de hongos. Protocolos en campo y laboratorio	304
4.11 Técnicas para el relevamiento de anfibios en ambientes contaminados	326
4.12 Áreas prioritarias para la conservación	348
4.13 Ciencia ciudadana: más que una herramienta para la recolección de datos	363
5. Procedimientos y preparación de material para incorporar a una colección biológica	374
6. Casos de estudio	403
6.1 Monitoreo de anfibios en los Parques Nacionales Patagónicos: Protocolos <i>ad hoc</i> para especies de vertebrados de valor especial	404
6.2 Especies poco frecuentes, elusivas o desaparecidas: caso de estudio de las ranas marsupiales del género <i>Gastrotheca</i> de Argentina	409
6.3 Gigante de las Pampas. Un programa de Ciencia Ciudadana aplicado a la conservación del Escuerzo (<i>Ceratophrys ornata</i>)	414

INDICE DE AUTORES

Gabriela Agostini. CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires. Grupo de Estudios sobre Biodiversidad en Agroecosistemas. Ciudad Universitaria, Pabellón II. Güiraldes 2160, C1428EGA, CABA, Argentina y COANA, Conservación de Anfibios en Agroecosistemas, La Plata, Argentina.

Mauricio S. Akmentins. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

María Luz Arellano. Sección Herpetología, División Zoología de Vertebrados, CONICET - Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Avenida 122 y 60 s/n, 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Andrés M. Attademo. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina y Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina.

Carolina E. Antoniazzi. Instituto Nacional de Limnología (INAL-CONICET-UNL), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Santa Fe, Echagüe 7151, Ciudad de Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

Agustín Bassó. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina.

Lidwina Bertrand. Dpto. de Bioquímica Clínica - CIBICI - CONICET, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Lab. 6 - Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

Marcelo F. Bonino. Laboratorio de Ecología, Biología Evolutiva y Comportamiento de Herpetozoos, INIBIOMA (CONICET—UNComa), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Centro Regional Universitario Bariloche- Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

Martín Boullhesen. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Carlina Colussi. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina.

Valeria Corbalán. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CCT Mendoza-CONICET, Mendoza, Argentina.

Lucila M. Curi. Instituto de Ictiología del Nordeste (INICNE). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste (FCV, UNNE), Sargento Cabral 2139, (CP: 3400) Corrientes, Argentina.

Ana P. Cuzziol Boccioni. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Guillermo Debandi. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CCT Mendoza-CONICET, Mendoza, Argentina.

Camila Deutsch. CONICET-Universidad de Buenos Aires, Instituto de Ecología, Genética y Evolución de Buenos Aires. Grupo de Estudios sobre Biodiversidad en Agroecosistemas. Ciudad Universitaria, Pabellón II. Güiraldes 2160, C1428EGA, CABA, Argentina y COANA, Conservación de Anfibios en Agroecosistemas, La Plata, Argentina.

Judit Dopazo. Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable. UNCPBA y Cátedra de Histología, Embriología y Teratología. Departamento de Cs. Biológicas, FCV, UNCPBA, Buenos Aires, Argentina.

Regina Draghi. División Zoología Invertebrados, Museo de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque, s/n, C.P. 1900, La Plata, Buenos Aires, Argentina. y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Godoy Cruz 2290, C1425FQB, CABA, Argentina.

Marta I. Duré. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina y Centro de Ecología Aplicada del Litoral CECOAL-CONICET-UNNE, Ruta 5, km 2.5, W 3400 AMD, Corrientes, Argentina.

Eduardo Etchepare. CONICET. Facultad Regional Concordia. Universidad Tecnológica Nacional. Salta 277. Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Elena Gangenova. Instituto de Biología Subtropical (IBS) (UNaM-CONICET). Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CEiBA). Misiones, Argentina.

Romina Ghirardi. Instituto Nacional de Limnología (CONICET-UNL), Ciudad Universitaria, Paraje El Pozo s/n, Santa Fe / Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica de Santa Fe, Echagüe 7151, Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

Pablo Grenat. Ecología, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional N° 36 - km 601, (X5804BYA) Río Cuarto, Argentina; Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Sustentabilidad Ambiental (ICBIA), UNRC-CONICET, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Cynthia Elizabeth González. Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL), Ruta Provincial Número 5, km 2,5, C.P. 3400, Corrientes, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290, C1425FQB, CABA, Argentina.

Luciana Gordillo. Instituto de Ciencias Básicas, Facultad de Filosofía Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Jimena Grosso. Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Atilio Guzmán. Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales (CIES), Administración de Parques Nacionales, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Fabián G. Jara. Grupo de Ecología de Macroinvertebrados Acuáticos, INIBIOMA (CONICET—UNComa), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Centro Regional Universitario Bariloche- Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

Rafael C. Lajmanovich. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Evelina J. León. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Julián Lescano. Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA), CONICET - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Javier A. López. Instituto Nacional de Limnología (INALI: CONICET-UNL). Ciudad Universitaria, Paraje el Pozo, (3000) Santa Fe, Argentina y Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral (UNL). Paraje el Pozo, (3000) Santa Fe, Argentina.

Federico Marangoni. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (FACENA: UNNE-CONICET). Avenida Libertad 5460 — CP 3400 Corrientes, Argentina.

F. Martínez. Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA), CCT Mendoza-CONICET, Mendoza, Argentina.

Candela Martinuzzi. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Claudia E. Moreno. Centro de Investigaciones Biológicas, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, Col. Carboneras, 42184, Mineral de la Reforma, Hgo., México.

Javier Nori. Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA-CONICET) and Centro de Zoología Aplicada, FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba, Rondeau 798, Córdoba, Argentina.

Soledad Palomas. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Hernán Pastore. Dirección Regional Patagonia Norte, Administración de Parques Nacionales, Bariloche, Argentina.

Paola M. Peltzer. Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

M. Gabriela Perotti. Laboratorio de Ecología, Biología Evolutiva y Comportamiento de Herpetozoos, INIBIOMA (CONICET—UNComa), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Centro Regional Universitario Bariloche- Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

Eduardo Pineda. Red de Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología, A.C., Carretera Antigua a Coatepec No. 351, El Haya, 91073, Xalapa, Ver., México.

Laura Cecilia Pereyra. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

María Laura Ponssa. Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML). San Miguel de Tucumán. Tucumán, Argentina.

Mariana Pueta. Laboratorio de Ecología, Biología Evolutiva y Comportamiento de Herpetozoos, INIBIOMA (CONICET—UNComa), Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente, Centro Regional Universitario Bariloche- Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina y Departamento de Biología General, (CRUB-UNComa), Centro Regional Universitario Bariloche-Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.

Lorena Quiroga. Instituto de Ciencias Básicas, Facultad de Filosofía Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

María Fernanda Quiroga. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

María José Salica. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Eduardo Sanabria. Instituto de Ciencias Básicas, Facultad de Filosofía Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, San Juan, Argentina y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Eduardo F. Schaefer. Instituto de Investigaciones Geohistóricas - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IIGHI, CONICET- UNNE). Av. Castelli 930 (H3504AAO) Resistencia - Chaco - Argentina.

Carmen Úbeda. Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Río Negro, Argentina.

Marcos Vaira. Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), CONICET — Universidad Nacional de Jujuy, CCT Salta-Jujuy, San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Florencia Vera Candiotti. Unidad Ejecutora Lillo (CONICET-FML). San Miguel de Tucumán. Tucumán, Argentina.

Víctor H. Zaracho. Laboratorio de Herpetología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Av. Castelli 930 (H3504AAO) Resistencia - Chaco - Argentina.

fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium* 2: 107-119.

45. Taylor, W.R. 1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. *Proceedings U.S. National Museum* 122: 1-17.
46. Taylor, W.R. 1967. Outline of a method of clearing tissues with pancreatic enzymes and staining bones of small vertebrates. *Turtox News* 45: 308-309.

4.4 ESTUDIOS BIOACÚSTICOS

Pablo Grenat^{1,2,4}, Evelina J. León^{3,4}, Paola M. Peltzer^{3,4}, Víctor H. Zaracho⁵, Eduardo F. Schaefer⁶ & Rafael C. Lajmanovich^{3,4}

¹ *Ecología, Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nacional N° 36 - km 601, (X5804BYA) Río Cuarto, Argentina.*

² *Instituto de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Sustentabilidad Ambiental (ICBIA), UNRC-CONICET, Argentina.*

³ *Laboratorio de Ecotoxicología. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (ESS-FBCB-CONICET), Ciudad Universitaria (3000), Santa Fe, Argentina.*

⁴ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

⁵ *Laboratorio de Herpetología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste., Argentina.*

⁶ *Instituto de Investigaciones Geohistóricas - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IIGHI, CONICET- UNNE). Av. Castelli 930 (H3504AAO) Resistencia - Chaco - Argentina.*

El conocimiento básico sobre las características de las especies, como los involucrados en el comportamiento, la ecología o la distribución, son un elemento clave para ayudar a múltiples disciplinas en la investigación científica⁽¹⁾. Es así que las pruebas de hipótesis, el diseño experimental, los estudios de observación o el modelado en distintas ramas de la biología se basan fuertemente en la información de la historia natural de cada especie^(2,3).

Las señales acústicas tienen una gran utilidad taxonómica en varios grupos de animales^(4,5,6) y son fundamentales en la comunicación de individuos de la misma especie. La forma de las señales de la comunicación acústica depende de varios factores relacionados con la información que transmitan, por ejemplo: con las características del emisor, del receptor y del ambiente^(7,8,9), como también de procesos biológicos y sociobiológicos⁽¹⁰⁾. Por otra parte, el estudio de la comunicación vocal en anuros ha servido durante mucho tiempo como un parámetro modelo para comprender la evolución de los sistemas sensoriales y los mecanismos subyacentes⁽¹¹⁾.

Diversas características del canto de los anuros pueden influir en la selección sexual, entre ellas la intensidad, la tasa de emisión, la duración, el tono y los patrones temporales de interacción entre machos. Adicionalmente, toda la maquinaria morfológica (por ejemplo, sacos vocales, **Figura 4.4.1**), fisiológica y bioquímica involucrada en la producción de sonidos, se moldea por selección sexual.

En el campo de la bioacústica existe diversidad de estudios relacionados con el comportamiento vocal de los anuros⁽¹²⁻²⁰⁾ con la ecología^(21,22), la evolución⁽²³⁻²⁷⁾, y con aspectos fisiológicos⁽²⁸⁻³¹⁾. La aplicación de análisis bioacústicos comparativos a nivel mundial, ha resultado en el descubrimiento de muchas especies de anuros morfológicamente crípticas durante el último tercio del siglo XX y en consecuencia, en un aumento del número de especies⁽³²⁻³⁴⁾.

Adicionalmente, los estudios bioacústicos permiten determinar el movimiento de los individuos, la identificación automática de especies sin necesidad de verlas directamente, la estimación de la actividad reproductiva diaria, estacional y anual, como también permiten realizar una evaluación rápida de la diversidad de anfibios de un determinado lugar. Esto último, de realizarse a largo plazo, permite, sin necesidad de coleccionar especímenes, o reduciendo al mínimo las colectas, analizar fluctuaciones en la diversidad de especies a lo largo del tiempo, generando bases de datos bioacústicos de vital importancia al momento de analizar cambios asociados, por ejemplo, a modificaciones antrópicas u otras que puedan reducir y eventualmente incrementar la riqueza y diversidad de especies en un determinado sitio. Asimismo, las comparaciones de los cantos de advertencia inter e intraespe-



Figura 4.4.1. Sacos vocales dobles involucrados en la vocalización de *Trachycephalus typhoni*. Foto: P. Peltzer.

cíficos también han sido utilizados para analizar la influencia de la variación geográfica (dialectos), y el establecimiento de patrones filogenéticos⁽²⁶⁾.

Debido a que el costo energético de emitir señales vocales en muchas especies es bastante alto, la selección debe favorecer los mecanismos para aumentar la eficiencia de la producción y transmisión del sonido, permitiéndole de esta manera a los individuos mantener las reservas energéticas mientras se maximiza la emisión de señales acústicas⁽¹¹⁾.

El alto costo energético de la emisión del canto probablemente explique la existencia de coros relativamente cortos de muchos machos⁽³⁵⁾, que ejercen fuertes presiones selectivas sobre sus competidores y permiten atraer, en un lapso corto de tiempo a las hembras, estrategia denominada fonotaxia. Sin embargo, en algunas especies de anfibios el costo energético de cantar por la noche es menor, por lo que pueden extender el período de vocalizaciones corales durante varios meses^(36,37) incrementando así las probabilidades de éxito en el apareamiento. Los cantos pueden variar sustancialmente en amplitud, duración y estructura de frecuencia, lo que afecta la distancia que recorre el sonido en el entorno y la facilidad con la que el receptor puede localizar la posición del emisor^(38,39).

Las especies de anuros se caracterizan por emitir señales con una estructura acústica básica cuya variabilidad depende de numerosos factores, por lo que es probable que diferentes condiciones ambientales interfieran en ciertas propiedades estructurales del canto de manera constante⁽⁴⁰⁻⁴³⁾. Además, las propiedades del canto de los anuros están influenciadas por factores ambientales como el fotoperíodo, la humedad relativa y la temperatura del ambiente⁽⁴⁴⁻⁴⁷⁾; por esto, es sumamente importante que al realizar análisis bioacústicos se consideren y exploren cuali y cuantitativamente los posibles efectos del mayor número posible de variables ambientales, especialmente la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, el fotoperíodo, la intensidad del viento y las precipitaciones, la densidad de la vegetación circundante, el tipo de sustrato, entre otros, sobre las diferentes variables acústicas.

Clasificación de las vocalizaciones en Anuros

Estructura. Los sonidos emitidos por los anuros pueden ser clasificados de acuerdo a su estructura temporal, espectral (frecuencias) y al número y complejidad de los elementos que lo componen, a partir del uso de herramientas de análisis tales como oscilogramas y espectrogramas (ver **Caja 4.4.1** y **Figura 4.4.2**). Siguiendo la terminología de la revisión realizada por Köhler y colaboradores⁽⁴⁸⁾, la clasificación de las vocalizaciones de acuerdo a su estructura se resume en aquellas que se componen de:

Notas pulsadas: compuesta por una repetición de pulsos bien definidos, a menudo con un espaciado, intensidad y frecuencia regulares. También denominada tren de pulsos (**Figura 4.4.2A**).

Notas no pulsadas: Dentro de esta categoría se incluyen los sonidos tonales y los pulsátiles: *a) Tonales:* contienen un único componente de frecuencia en cualquier instante de tiempo, aunque la frecuencia o la amplitud puedan variar a través del tiempo por modulación. Las vocalizaciones de este tipo se escuchan como silbidos, o como “clics” si las notas son muy cortas. La mayoría de los anuros con cantos tonales presentan armónicos, que son componentes de frecuencia de la señal que se caracterizan por ser múltiplos enteros de la frecuencia fundamental (ver **Caja 4.4.1**; **Figura 4.4.2B**); *b) Pulsátiles:* presentan una rápida modulación de amplitud alternante, pero, generalmente, sin picos de energía discretos que puedan reconocerse inequívocamente como pulsos. No es posible hacer un recuento claro de los pulsos (**Figura 4.4.2C**).

Caja 4.4.1 - Terminología básica utilizada en bioacústica de anuros

Notas: Unidades de sonido temporalmente discretas, separadas por intervalos cortos de tiempo, en relación a la longitud total del canto. Los cantos pueden estar conformados por una única nota o por varias notas (multinota).

Pulso: Físicamente, es definido como un tren de ondas simple, producido por una única liberación o impulso de energía, separado en el tiempo de otros pulsos por una significativa reducción de la amplitud. Por las características intrínsecas de las vocalizaciones de los anuros, esta reducción de amplitud entre pulsos raramente se traduce en silencios totales.

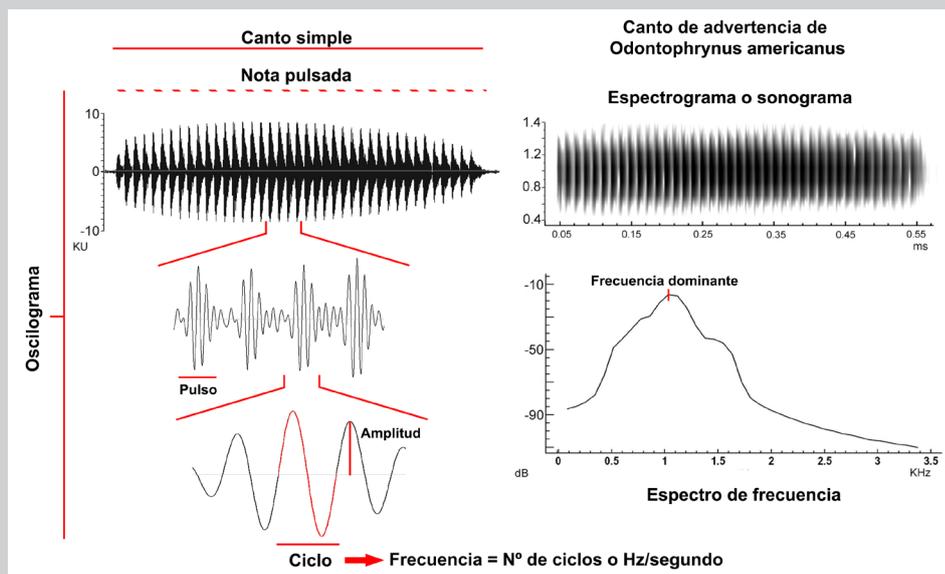
Frecuencia: Número de ciclos de oscilación de las ondas sonoras por unidad de tiempo. La unidad utilizada para la medición de los ciclos por segundo es el Hertz o Hercio (Hz) o kiloHertz (kHz; equivalente a 1000 Hz). El sonido audible está definido en relación a la percepción humana entre los 20 y los 20000 Hz. Por debajo de este umbral se denomina infrasonido y por encima ultrasonido.

Amplitud: Diferencia entre la presión máxima (pico de la onda sonora) y la presión ambiental. Proporcional a la intensidad del sonido.

Oscilograma: Representación visual de un sonido, que muestra los cambios en la amplitud a lo largo del tiempo.

Espectrograma: Representación visual de un sonido, mostrando la frecuencia y la amplitud del sonido a lo largo del tiempo. También denominado como audiospectrograma o sonograma.

Espectro de frecuencia (power spectrum): Representación visual de un sonido, mostrando la amplitud relativa de cada componente de frecuencia. La frecuencia basal del canto es denominada frecuencia fundamental. A menudo se corresponde también con la frecuencia dominante (frecuencia con mayor concentración de energía en el espectro), aunque muchas veces el pico de mayor intensidad puede darse en algunos de los armónicos del canto (múltiplos de la frecuencia fundamental).



Definiciones siguiendo a Toledo et al.⁽⁵²⁾ y Köhler et al.⁽⁴⁸⁾. Imagen extraída de Steinmann y Grenat. COMPORTAMIENTO ANIMAL REPRODUCTIVO: un enfoque evolutivo⁽⁵³⁾

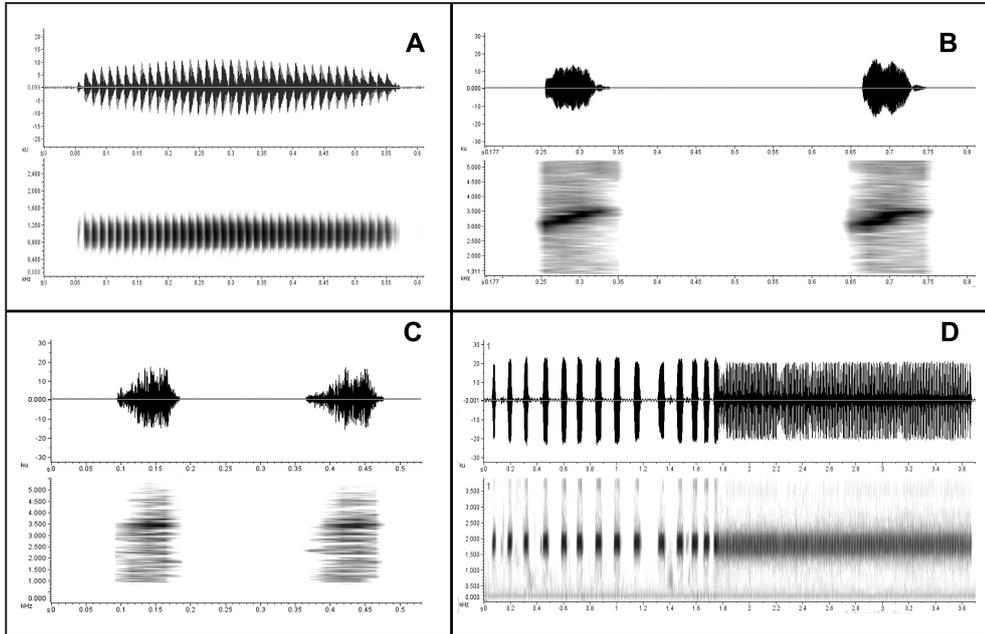


Figura 4.4.2. Tipos de vocalizaciones en anuros según su estructura temporal y espectral. Oscilograma y espectrograma de: (A) canto simple pulsado de *Odontophrynus americanus*; (B) serie de dos cantos simples tonales de *Leptodactylus latinasus*; (C) serie de dos cantos simples pulsátiles de *Scinax nasicus*; (D) canto compuesto o complejo de *Melanophryniscus stelzneri*, con series de notas tonales en la primer mitad del canto y un tren de pulsos en la segunda mitad. Imagen extraída y modificada de Steinmann y Grenat⁽⁵³⁾.

De acuerdo al número y complejidad de los elementos que componen el canto, se reconocen:

Cantos simples: formados por un único elemento o nota, o por un grupo de notas de estructura similar (Figura 4.4.2A-C).

Cantos compuestos o complejos: presentan más de una nota, que difieren en cuanto a su estructura temporal y/o espectral (Figura 4.4.2D).

Función. Los anuros pueden generar distintos sonidos según el contexto en el que se encuentren. En general, las vocalizaciones de los anuros transmiten información sobre: ubicación; tamaño corporal del individuo; identidad individual; estado reproductivo individual (receptivo: cantos de apareamiento o cortejo, no receptivo: canto de liberación); motivación agresiva o interacciones depredador-presa^(18,49-51). Toledo y colaboradores⁽⁵²⁾ relevaron la información disponible sobre los tipos de canto reconocidos, basados en su significancia biológica, y los subdividieron en tres categorías de acuerdo al contexto social en el cual fueron observados: reproductivos, agresivos y defensivos (Tabla 4.4.1). Mientras que los cantos agresivos suelen estar siempre asociados a eventos reproductivos, los cantos defensivos son adaptaciones para prevenir la depredación⁽⁵²⁾. Köhler y colaboradores⁽⁴⁸⁾ sugieren además una nueva categoría, los cantos de alimentación (feeding call) que refieren a los sonidos emitidos por los renacuajos y juveniles de algunas especies en ese contexto.

Tipo	Nombre	Contexto
Reproductivos (cantos)	Advertencia o apareamiento (<i>Advertisement call</i>)	Durante la temporada de apareamiento. Atracción de pareja y segregación de otros machos competidores. Transmiten información sobre la identidad específica, la receptividad sexual, la posición, el tamaño y, en algunos casos, la identidad individual de los machos en un coro. Puede actuar en la orientación de ambos sexos hacia los sitios de reproducción, en la formación de agregaciones reproductivas, y en la discriminación de sexos. Actúa como un importante mecanismo de aislamiento pre-reproductivo entre especies, resultando un elemento de alto valor taxonómico. Es el tipo de vocalización más comúnmente estudiada.
	Cortejo (<i>Courtship call</i>)	Comunicación entre machos y hembras a corta distancia, previo al amplexo. Podría estimular y orientar a las hembras.
	Amplexo (<i>Amplectant call</i>)	Durante el amplexo, podría estimular la liberación de huevos.
	Liberación (<i>Release call</i>)	Cuando un individuo no receptivo es amplexado. Comúnmente se produce entre dos machos. A menudo acompañado por una vibración corporal. Tiene valor taxonómico.
	Liberación post-ovoposición	Emitido por el macho, durante el amplexo, después de la oviposición y antes de la liberación de la hembra.
Agresivos (cantos)	Lluvia (<i>Rain call</i>)	Provocados por cambios climáticos, en condiciones de alta humedad ambiente, incluso fuera del período reproductivo (ej. durante el día, para especies nocturnas). Función desconocida.
	Territorial (<i>Territorial call</i>)	Defensa de un territorio sobre machos co- o heteroespecíficos (principalmente en especies territoriales).
	Encuentro (<i>Encounter call</i>)	Encuentro a corta distancia entre por lo menos dos machos.
	Lucha (<i>Fighting call</i>)	Durante un combate físico entre machos.
	Alarma (<i>Alarm scream</i>)	Cuando un individuo es sorprendido por un depredador potencial y huye gritando o cuando es presa de un depredador; su objetivo es alarmar a sus congéneres sobre la presencia de un depredador; puede evitar la depredación.

Tabla 4.4.1. Clasificación y contexto en los cuales se emiten diferentes tipos de vocalizaciones reportadas en especies de anuros. Extraído y modificado de Toledo *et al.*⁽⁵²⁾.

Defensivos (gritos)	Angustia (<i>Distress scream</i>)	Durante el sometimiento por parte de un depredador, puede evitar la depredación. Puede ser producido por machos y hembras.
	Aviso (<i>Warning scream</i>)	Durante el acercamiento de un posible depredador, puede advertir al depredador sobre cualquier riesgo ofrecido por el anuro. Puede ser producido por machos y hembras.

Materiales y métodos necesarios en estudios de vocalizaciones

Metodología general de grabación

Al llegar a un sitio de muestreo y previo a la grabación, es recomendable registrar datos importantes de lugar, fecha, hora, ubicación geográfica, detalles del hábitat y del contexto (qué especies están presentes, si vocalizan en coros, caracterización del sitio reproductivo, etc.).

Si se va a trabajar con vocalizaciones de individuos focales (estudios taxonómicos, evolutivos, comportamentales, etc.), es aconsejable poder acercarse lo suficiente al sitio de canto, para individualizar al ejemplar que será registrado o al menos su posición relativa, siempre intentando no perturbar su comportamiento. La distancia de grabación debería ser no mayor a 1-1,5 mts y no menor a los 50 cm para no influir en el comportamiento del animal y evitar la saturación del audio. Esta distancia dependerá también del tipo de micrófono que estemos utilizando y su capacidad de reducir el ruido ambiente. El tiempo de grabación debería ser suficiente para obtener series de 10 a 20 cantos (grabaciones continuas sin cortes intermedios), para asegurar un número adecuado de cantos limpios y sin solapamientos, para su posterior análisis. Al finalizar cada registro y antes de dar por finalizada la grabación, es recomendable mencionar información básica como: día, hora, temperatura, especie, sitio o cualquier otra información que sea relevante para el estudio y ayuden a contextualizar el tipo de emisión, por ejemplo: presencia y distancia de otros machos, depredadores, etc. Esto ayudará a organizar y almacenar los archivos con exactitud, evitando confusiones entre registros en aquellos casos en que se realicen múltiples grabaciones en una misma jornada a una especie en particular.

Posteriormente a la grabación, es recomendada la captura del individuo (para medición de largo corporal y peso) y el registro de la temperatura (agua o aire, dependiendo del sitio de canto) y/o corporal. En estudios que requieran el registro de varios individuos o coros en un mismo momento (monitoreo de diversidad, utilización del espacio acústico, etc.) pueden utilizarse

grabadores con micrófonos omnidireccionales para captar mejor el paisaje acústico. Si fuera posible, en estos estudios, la utilización de grabadores automatizados (GDA) es ampliamente recomendado (ver **Sección 3.4 Monitoreo acústico pasivo**).

Ya en el laboratorio, resulta útil establecer una metodología para nombrar y archivar cada registro. Si bien esto dependerá de los objetivos de cada investigación, un ejemplo es la combinación de especie+fecha+sitio+número de grabación, ej: Lb25092018S3G4.wav (*Leptodactylus bufonius*, 25/09/2018, Sitio 3, Grabación 4). Una vez asignado el nombre puede incorporarse al cuaderno de campo junto a sus datos asociados.

Instrumentos de grabación

Una parte importante del diseño del estudio es establecer el tipo y especificidad del equipo de grabación que mejor se adapte a los objetivos planteados. En todos los casos es recomendable el uso de un equipo de grabación que permita el mayor detalle posible. La mayoría de las especies de anuros vocalizan dentro del rango audible (20Hz y 20000Hz), por lo que un requisito mínimo es que la combinación micrófono-grabador cubra un rango similar de frecuencia (*frequency response*), lo más uniforme y plana posible, de al menos 60 a 16000 Hz⁽⁴⁸⁾. Otras características recomendables de un grabador son: i) posibilidad de ajuste manual del nivel de grabación; ii) entradas para conexión de micrófonos externos (recomendado del tipo XLR); iii) almacenamiento de archivos de sonido digital en formatos sin compresión como WAV o AIFF (debe evitarse el almacenamiento en formatos de sonido comprimido como MP3); iv) construcción sólida y tamaño adecuado, para soportar condiciones de campo complejas y permitir una manipulación cómoda; v) posibilidad de combinar baterías internas y externas que aumenten el tiempo de uso. Entre las marcas de grabadores más reconocidas y utilizadas para bioacústica se pueden reconocer a Marantz®, Tascam®, Sony®, Roland®, SoundDevices®, Olympus® y Zoom®. En los siguientes enlaces, correspondientes al sitio web Avisoft Bioacoustics®, se encuentran comparaciones entre diferentes grabadores digitales que pueden ser útiles a la hora de valorar los diferentes equipos:

[http://www.avisoft.com/tutorials/sound-recording-in-the-field/;](http://www.avisoft.com/tutorials/sound-recording-in-the-field/)

<http://www.avisoft.com/recorder-tests/>

En cuanto a los micrófonos, la mayoría de los grabadores de las marcas nombradas anteriormente poseen micrófonos integrados de buena calidad, aunque el uso de micrófonos externos es siempre recomendado. Una de las características básicas de los micrófonos es su direccionalidad. En este sen-

tido se podría optar por micrófonos direccionales (que registran el sonido frontal, disminuyendo los sonidos laterales) u omnidireccionales (que captan sonidos desde cualquier dirección), dependiendo del tipo de registro que sea requerido. Si nuestro estudio requiere grabaciones de individuos focales en un ambiente ruidoso como puede ser un coro, entonces la mejor elección es un micrófono direccional, mientras que sí lo que necesitamos es el registro de coros para determinar las especies presentes en una comunidad, un micrófono omnidireccional sería más adecuado⁽⁵⁴⁾.

Ejemplos de metodologías e instrumental según tipo de lugar o sitio

Los sonidos varían con el tipo de ambiente, el relieve, viento, temperatura y humedad, siendo estos una propiedad dinámica de todos los paisajes. Por otro lado, los paisajes urbanos, están dominados por sonidos producidos por el ser humano por una variedad de fuentes, como vehículos, máquinas, sirenas, etc.⁽⁵⁵⁾.

A partir de esto, es necesario entender que en estudios bioacústicos no es conveniente utilizar la misma metodología en todos los tipos de ambientes, ya que la transmisión de las señales acústicas puede verse interferida por cualquier elemento de su configuración donde se emite. En la **Tabla 4.4.2**, se resumen los ambientes mayormente estudiados, así como ejemplos de los instrumentos y métodos aplicados por diferentes investigadores en cada uno.

VARIABLES A TENER EN CUENTA DURANTE LA GRABACIÓN. Al trabajar con señales acústicas es necesario tener en cuenta los factores que pueden causar variaciones en las vocalizaciones y que pueden influir no solo en la fiabilidad de los registros sino también en los resultados y conclusiones posteriores (**Tabla 4.4.3**) (ej.^{41, 49, 50, 56-66}).

Antecedentes en Argentina

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, la bioacústica se basa en el conocimiento científico de las señales y, básicamente, en las descripciones cuantitativas y cualitativas de las vocalizaciones de diferentes especies. Sin embargo, esta tarea está lejos de completarse, especialmente en las regiones tropicales, que albergan la mayor parte de la diversidad de especies de anfibios del planeta⁽⁶⁷⁻⁶⁹⁾. Las descripciones de las señales acústicas en anuros a menudo son acotadas en información y generalmente se limitan a las comparaciones entre taxones estrechamente relacionados⁽⁷⁰⁾. En este sentido, los metadatos relacionados con las condiciones ambientales, el contexto con-

Tipo de ambiente	Materiales de grabación	Metodología general
Cultivos o pastizales	Grabador analógico conectado a micrófono unidireccional	Ubicar el micrófono a una distancia <50 cm del individuo a grabar o lo más cerca posible sin objetos interferentes para aumentar la relación señal-ruido (107). Se considera como excelente una relación S-R de 20 - 30 dB. Registrar el sonido durante 3 minutos o hasta completar 20-30 cantos ⁽⁵⁴⁾ .
	Grabador automático con micrófono omnidireccional	El grabador se debe montar sobre un soporte de madera a aproximadamente 1,5 m sobre el suelo con una distancia de 100-200 m o de acuerdo a la extensión del sitio. Posteriormente programar las grabaciones que se sugiere deben tener una duración de 3 min en diferentes horarios de acuerdo al objetivo del estudio ⁽¹⁰⁸⁾ .
Ambientes boscosos, selváticos o monte	<p>Grabadoras autónomas (teléfonos celulares conectadas a micrófonos)</p> <p>Grabadores automáticos con micrófono omnidireccional</p> <p>Grabadores digitales conectados a micrófonos uni- u omnidireccionales.</p>	<p>Los grabadores deben ubicarse a una distancia de 200 - 300 m entre sí con el micrófono direccionado hacia abajo a una altura de aproximadamente 2 m^(109,110). Como en todos los casos es importante ubicar los dispositivos lo más cercano posible a la fuente emisora de sonido para aumentar y mejorar la relación señal-ruido.</p> <p>De acuerdo al objetivo del estudio, los micrófonos pueden estar ubicados a 1m o a 50 m de el/los individuos que cantan^(111,112) para obtener entre 10-20 cantos.</p>
Estanques o cuerpos de agua	Grabadores automáticos con micrófonos unidireccionales u omnidireccionales.	Los grabadores automáticos se instalarán a 1,5 m sobre el suelo, a una distancia que variará según el diámetro del estanque o de los cuerpos de agua. Estos dispositivos pueden programarse para realizar grabaciones constantes (formato WAV) en períodos de tiempo definidos previamente (minutos, horas, etc.) durante diferentes momentos del día, semanas o meses ⁽¹¹³⁾ .
	<p>Grabadores digitales con micrófono interno o unidireccional.</p> <p>Hidrófonos</p>	<p>Los grabadores digitales con cualquiera de las variantes de micrófonos se ubicaran a aprox 1.5 m del individuo emisor durante 3-5 minutos^(114,115).</p> <p>El hidrófono es un sistema de grabación subacuática que se fija a un flotador, se coloca aproximadamente en el centro del estanque o cuerpo de agua de manera que cuelgue a la mitad de la profundidad del agua, y puede registrar todas las llamadas emitidas⁽¹¹⁶⁾.</p>

Tabla 4.4.2. Metodologías generales en estudios bioacústicos de acuerdo a la estructuración del ambiente.

Ambientes urbanos con presencia de ruido antropogénico	Grabadores digitales con micrófonos unidireccionales o de escopeta. Medidor de nivel de sonido (sonómetro)	Ubicar el micrófono a una distancia de 50-100 cm del individuo emisor durante 3-5 minutos. Se medirá la amplitud del ruido a 50- 00 m del foco emisor de tales señales ^(65, 66) . En este tipo de trabajo también son recomendados los experimentos con playback ⁽¹¹⁷⁾ .
--	---	--

ductual y/o los procedimientos metodológicos pueden ser precisos o estar ausentes en muchos estudios vocales descriptivos^(48,71). Por lo que se sugiere la lectura de la reciente guía para la descripción de llamadas de los anuros⁽⁴⁸⁾.

En Argentina, existe una variedad de trabajos que hacen referencia a los diferentes tipos de cantos que emiten los anuros que se encuentran ampliamente distribuidos en nuestro país. Una de las vocalizaciones que ha sido descrita en varias especies son los **cantos de advertencia**. Para citar algunos ejemplos, en la familia Leptodactylidae, en *Leptodactylus furnarius* se ha reportado su canto como una sola nota repetida regularmente⁽⁷²⁾; mientras que para *Physalaemus cuqui* se demostró la presencia de un largo gemido trinado y 7 u 8 armónicos⁽⁷³⁾. En la familia Hylidae, para *Boana cordobae* se ha descrito un canto del tipo tonal no pulsado formado por aproximadamente 4 notas⁽⁴³⁾, que puede presentar variación geográfica con cantos constituidos por 5 notas⁽⁶⁴⁾. Dentro de la misma familia, *Dendropsophus nanus* presenta dos tipos de notas pulsadas en su canto, ambas con frecuencias dominantes similares⁽⁷⁴⁾, mientras que *Nyctimantis siemersi* posee cantos muy variables en duración, número de notas y se describe su posible sincronización de dúos evitando la superposición de notas⁽⁷⁵⁾. En el microhylido *Elachistocleis haroi*, se reportó un canto compuesto por un largo y agudo trino en relación a otras especies del mismo género⁽⁷⁶⁾. También en la familia Bufonidae, se ha reportado para *Melanophryniscus cupreuscapularis* emisiones aisladas, generalmente agrupadas, seguidas por un rápido vibrato, presentando similitudes con el resto de especies del grupo *M. stelzneri*⁽⁷⁷⁾.

Otros trabajos han estudiado la variación geográfica en parámetros estructurales del canto de advertencia. En *B. pulchella* se reportó una variación en la duración de las notas, frecuencias dominantes y tasas de emisión del canto entre poblaciones de Córdoba y Buenos Aires⁽⁷⁸⁾, *Physalaemus biligonigerus*⁽⁶⁰⁾ mostró diferencias significativas en todos los parámetros de su canto en cinco poblaciones de la provincia de Córdoba y también se reportaron diferencias entre el canto de *B. cordobae* y *B. pulchella* en la misma provincia⁽⁶⁴⁾. Por otro lado, se ha estudiado el efecto de la destrucción y fragmentación de hábitat⁽⁷⁹⁻⁸²⁾ y del ruido antropogénico en especies como *Scinax nasicus*⁽⁶⁶⁾ y

Factores		Efectos
Ambiental	Temperatura	Al ser animales ectotermos, los cambios de temperatura en el ambiente pueden generar cambios en la estructura temporal del canto. (ej. a temperaturas bajas, los cantos pulsados son más lentos o de mayor duración, mientras que a temperaturas elevadas son más rápidos o cortos). Los registros acústicos deben estar asociados con datos de temperatura del agua y/o aire dependiendo del sitio de canto del individuo.
	Tamaño corporal	En general existe una relación inversa entre el tamaño del cuerpo y la masa de las cuerdas vocales con la frecuencia, siendo los machos de mayor tamaño los que cantan con una frecuencia dominante más baja. Es recomendable la medición del tamaño corporal y peso del individuo registrado, con el fin de analizar esta relación.
Contexto social	Motivación	La distribución temporal de los cantos puede mostrar una notable variación intra e interespecífica, dependiendo de las características comportamentales de las especies (ej. reproducción explosiva o prolongada, esfuerzo y regularidad de los cantos dentro de una misma noche), y del contexto en el que se encuentran los individuos (ej. mayor motivación en coros).
	Interacciones en coros	Los individuos a menudo ajustan el tiempo y número de cantos en respuesta a otros machos del coro. A mayor competencia, mayor es el cambio esperado en el canto. Puede ser complicada la diferenciación clara de distintos tipos de vocalizaciones que pueden emitir los individuos en este contexto.
	Natural y/o antrópico	Los sonidos naturales o geofónicos (ej. arroyos, viento, lluvia, otros animales) y de origen antrópico interfieren en la comunicación de los anfibios. Estos contextos de ruido pueden generar enmascaramiento y deterioro en la recepción y reconocimiento de las señales. Muchas especies de anuros expuestas a ambientes de ruido muestran modificación de sus señales para compensar los altos niveles de ruido ambiental (ej. variación de la frecuencia, modificación de parámetros temporales para vocalizar en períodos de silencio, etc.).
Geográfico	Variación geográfica	En especies con distribuciones amplias, pueden encontrarse a menudo variaciones en las vocalizaciones que pueden ser atribuidas a adaptaciones locales, diferencia en la disponibilidad de recursos, o reducción en el flujo de genes.
Evolutivo	Variabilidad y función de las propiedades acústicas	<i>Propiedades estáticas:</i> bajo restricciones morfológicas o morfo-fisiológicas; selección estabilizadora o direccional débil (ej. en muchas especies, la frecuencia dominante y la tasa de pulsos). Importantes en el reconocimiento de las especies y la identidad individual y poblacional.

Tabla 4.4.3. Principales factores afectando las propiedades acústicas de los cantos de anuros.

Propiedades dinámicas: bajo restricciones energéticas; selección direccional (por ejemplo, la duración del canto e intercanto). Podrían ser importantes en la elección de pareja.

La clasificación estática o dinámica para una misma propiedad puede variar entre las especies. Es importante el estudio de las propiedades acústicas en cada especie, para comprender su función específica y mejorar el diseño de estudios acústicos dependiendo del tipo de información que se desea obtener.

Odontophrynus americanus⁽⁶⁵⁾. Ambas especies han presentado variaciones en parámetros acústicos de cantos de advertencia como frecuencia, duración o amplitud y esto permite resaltar la importancia de realizar trabajos a campo que consideren el efecto de diferentes factores externos. En este sentido, también se ha evaluado la influencia de la temperatura en el canto de especies como *Physalaemus biligonigerus*⁽⁸³⁾, *Pleurodema tucumanum*⁽⁸⁴⁾ y *Ceratophrys cranwelli*⁽⁶²⁾ debido a la característica ectotérmica de los anuros. Entre otros trabajos que describen diferentes aspectos del canto de advertencia se puede mencionar variaciones intraespecíficas en *Scinax acuminatus*⁽⁸⁵⁾, *Odontophrynus cordobae*⁽⁶³⁾ y *O. americanus*⁽⁸⁶⁾, patrones vocales determinando procesos de especiación^(44,87), descripción temporal y espectral de *Gastrotheca christiani*, un anfibio en peligro de extinción⁽⁸⁸⁾ y patrones espaciales⁽⁸⁹⁾.

Otro tipo de vocalizaciones estudiadas en Argentina han sido los **cantos de liberación** que son emitidos a machos conoespecíficos y heteroespecíficos por lo tanto conllevan información identificadora de cada especie^(27,90) y que ocurre cuando son amplexados por otros machos intra o interespecíficamente o cuando las hembras no se encuentran receptivas⁽⁵⁰⁾. Por ejemplo, se ha estudiado el canto de liberación en *Telmatobius reverberii*⁽⁹¹⁾, *Rhinella arenarum* y *R. papillosa*⁽⁹²⁾ y *Melanophryniscus cupreuscapularis*⁽⁷⁷⁾. También se ha descrito el canto espectral y variaciones temporales de *R. bernardoi*⁽⁹³⁾. Algunos estudios han demostrado que este canto posee información importante para determinar relaciones filogenéticas en situación de simpatria, tal es el caso de investigaciones con especies neotropicales como *R. achalensis*, *R. limensis*, *R. papillosa*, *R. arenarum*⁽⁹⁴⁾. Para *O. cordobae* y *O. americanus* los cantos de liberación son sugeridos como herramienta de carácter diagnóstico para distinguir especies crípticas⁽⁹⁵⁾. En la misma línea, estudios realizados en siete especies del género *Rhinella* confirman la diferenciación de éstas a partir del canto de liberación y la hibridación natural de *R. bergi* y *R. major*⁽⁹⁶⁾.

En relación a los **cantos territoriales**, también denominados cantos agresivos son emitidos cuando otros machos invaden un territorio, donde puede ha-

ber una competencia por recursos como oviposición, alimentación, sitios de llamadas y hembras, o simplemente para el espacio acústico^(52,97). Este tipo de canto se ha descrito en especies como *Oreobates discoidalis*, con dos o tres notas cortas repetidas y en algunas ocasiones un armónico, *O. barituensis* con una nota breve y sin armónicos^(98,99) y *Gastrotheca christiani*⁽⁸⁸⁾ con notas largas y más de treinta pulsos.

Otro canto que se encuentra dentro de la categoría de agresivo es **el canto de encuentro**, se emiten durante cualquier tipo de encuentro agresivo entre machos, incluyendo señales de largo y corto alcance. Se ha descrito en *Nyctimantis siemersi*⁽¹⁰⁰⁾, que emiten este canto mientras tratan de persuadir a otro macho con sus sacos vocales inflados. Lo mismo fue analizado para *Phyllisalaemus albonotatus*⁽¹⁰¹⁾, *Odontophrynus barrioi*⁽¹⁰²⁾ y *Melanophryniscus cupreuscapularis*⁽⁷⁷⁾. Según lo estudiado este tipo de canto son menos estereotipados y pueden ser más intensos, complejos y puede presentar variaciones en la duración de las notas en relación con los cantos territoriales.

Por último y menos estudiados se describen los **cantos de cortejo**, hasta el momento solo se ha registrado en *Boana punctata*, descrito como un canto de corta duración⁽¹⁰³⁾ y *Dendropsophus nanus*, el cual presentó notas similares pero de menor amplitud que la llamada de advertencia⁽⁷⁴⁾. Probablemente, no se hayan reportado estos cantos para muchas especies debido a la falta de observaciones detalladas sobre el comportamiento de cortejo. Sin embargo, recientes estudios en ranas que habitan cascadas incluyen no solo información morfológica de adaptaciones de los sacos vocales sino también acompañando al canto despliegues visuales⁽¹⁰⁴⁾.

La falta de información sobre la historia natural de las especies puede comprometer la cantidad, la calidad y los tipos de investigación en los anuros.

Depósitos de datos bioacústicos

Debido a la relevancia de la bioacústica en la delimitación de especies de anuros, el depósito de registros de cantos en bibliotecas de sonido puede facilitar los estudios taxonómicos^(105,106), los archivos de sonido son depósitos importantes de la biodiversidad mundial y almacenan información sobre las especies^(48,106). El Consejo Internacional de Bioacústica (<http://www.ibac.info/links.html#libs>) proporciona una lista completa de enlaces a todos los principales archivos de sonido del mundo (ver⁴⁸), entre ellas, las mayores colecciones científicas de sonido animal son: Fonoteca Zoológica del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid (<http://www.fonozoo.com/>); Biblioteca del Laboratorio de Ornitología de Cornell, Nueva York (<https://www>.

Caja 4.4.2 - Grabación de sonidos utilizando teléfonos celulares

En muchos casos, podemos encontrarnos en la necesidad de grabar señales acústicas en situaciones donde no tenemos la disponibilidad de equipos de grabación específicos. Ante la premisa de que siempre es mejor una grabación en donde sacrifiquemos calidad, en lugar de no contar con el registro, es que aparece como una opción viable el registro de señales mediante teléfonos celulares. La ventaja de estos dispositivos es que es común contar con ellos en cualquier situación y en todo momento, siendo además muy factible realizar grabaciones de una calidad aceptable.

Para un mejor registro utilizando estos dispositivos es necesario tener en cuenta algunos puntos (siguiendo recomendaciones de ebird.org / Macaulay Library):

Formato del archivo: *Es recomendable no utilizar las aplicaciones de notas de voz que traen estos dispositivos por defecto, y que dan como resultado registros acústicos en formato MP3 (gran compresión y disminución notable de la calidad sonora). Por el contrario, existen varias aplicaciones gratuitas que permiten registros en formato WAV y diferentes configuraciones relacionadas a la calidad del audio que se desea obtener (ej: RecForge II o Lexis Audio Editor para Android y Voice Record Pro para IOS). Por otra parte, es necesario contemplar la disponibilidad de espacio en el teléfono, dado que estos archivos son considerablemente más pesados que los registros en MP3.*

Configuraciones básicas: *En estas aplicaciones deberían seleccionarse la mayor calidad de grabación posible; el canal de grabación en Mono (la mayoría de los teléfonos celulares graba con un único micrófono); el control de ganancia automática desactivado; y, si contara con la opción, el nivel de grabación máximo lo más alejado de 0 db (idealmente entre -6 y -12 dB), de modo que el sonido se vea afectado lo menos posible.*

Técnica de grabación: *Los pasos que deben seguirse para un registro correcto ya fueron expuestos en el apartado "Metodología General de Grabación", aunque deben tenerse en cuenta algunos puntos particulares para el uso de estos dispositivos. En primer lugar, es necesario reconocer donde se encuentra el micrófono en el teléfono, de manera de dejarlo despejado durante la grabación, y apuntando a la fuente de sonido que se desea registrar. Además, debería minimizarse el ruido de fondo (por parte del operador o de fuentes externas), debido a que estos dispositivos están diseñados para registrar sonidos cercanos y fuertes. Por ello, es aconsejable acercarse lo más posible a la fuente de sonido a registrar, manteniéndose alejados de fuentes externas de ruido, y evitando movimientos (al caminar, hablar o mover el celular) que puedan generar un sonido más fuerte y cercano que el que se quiere grabar. Una buena forma de evitar esto es colocar el teléfono en una superficie fija o utilizar un trípode.*

macaulaylibrary.org); Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard de la Universidad Estatal de Campinas, São Paulo (www.2.ib.unicamp.br/fnjv/) y Biblioteca Británica de Sonidos de Vida Silvestre (<https://sounds.bl.uk/>). En ellas se pueden obtener y depositar audios siguiendo un protocolo particular para cada colección. En Argentina, se encuentra la posibilidad de depositar registros acústicos en el Laboratorio de Genética Evolutiva “Claudio Juan Bidau”, del Instituto de Biología Subtropical (CONICET-UNaM) de Misiones y en la Fonoteca Zoológica de la Universidad Nacional del Nordeste (FZ-UNNE) que funciona como depósito de grabaciones de especies animales y paisajes sonoros y depende del Laboratorio de Herpetología de la Universidad Nacional del Nordeste, con sede en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de Corrientes. De esta manera, se puede resignificar la importancia del depósito de archivos de sonido en colecciones audiovisuales accesibles a los investigadores y que se convierta en una práctica común para ayudar a futuras investigaciones.

Bibliografía

1. Guerra, V.; Llusia, D.; Gambale, P.G.; de Morais, A.R.; Márquez, R.; & Bastos, R.P. 2018. The advertisement calls of Brazilian anurans: Historical review, current knowledge and future directions. *PLoS ONE* 13.
2. Rojas, D.; Warsi, O.M.; & Davalos, L.M. 2016. Bats (Chiroptera: Noctilionoidea) challenge a recent origin of extant Neotropical diversity. *Systematic Biology* 65: 432-448.
3. Trakimas, G.; Whittaker R.J. & Borregaard M.K. 2016. Do biological traits drive geographical patterns in European Amphibians? *Global Ecology and Biogeography* 25: 1228-1238.
4. Alstrom, P. 2003. The use of sounds in Avian systematics and the importance of bird sound archives. *Bulletin-British Ornithologists Club* 123.
5. Bickford, D. et al. 2007. Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 148-155.
6. Tishechkin, D. Yu. 2014. The use of bioacoustic characters for distinguishing between cryptic species in insects: Potentials, restrictions, and prospects. *Entomological Review* 94: 289-309.
7. Andersson, M. & Iwasa Y. 1996. Sexual selection. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 296-302.
8. Bradbury, J.W.; & Vehrencamp, S.L. 1998. *Animal Communication*. Sinauer Assoc.; Inc.; Sunderland, Mass.
9. Endler, J. 2000. Evolutionary Implications of the Interaction between Animal Signals and the Environment: 11-46. *En: Espmark, Y.; Amundsen, T. & Rosenqvist, G. (eds.). Animal Signals: Signalling and Signal Design in Animal Communication*. Tapir Academic Press.
10. Simmons, A.M. 2006. Perspectives and Progress in Animal Acoustic Communication: 1-14. *En: Simmons, A. & Fay, R.R (eds.). Acoustic Communication*. Springer Handbook of Auditory Research, vol 16. Springer, New York, NY.
11. Narins, P.M.; Feng, A.S.; & Fay, R.R. (eds.). 2006. *Hearing and Sound Communication in Amphibians*. Springer New York.
12. Blair, W.F. & Bogert, C.M. 1962. The influence of sound on the behavior of Amphibians and Reptiles. *Copeia* 1962: 230.
13. Schneider, H. 1966. Die Paarungsrufe Einheimischer Froschlurche (Discoglossidae, Pelobatidae, Bufonidae, Hylidae). *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 57: 119-136.
14. Salthe, S.N. & Mecham, J.S. 1974 Reproductive and courtship patterns: 309- 521. *En: Lofts, B. (ed.). Physiology of the Amphibia*, Academic Press, New York.

15. Keister, A.R. 1977. Communication in Amphibians and Reptiles: 519-544. *En: Sebeok, T.A. (ed.), How Animals Communicate*. Indiana University Press, Bloomington.
16. Wells, K.D. 1977. The social behaviour of Anuran Amphibians. *Animal Behaviour* 25: 666-693.
17. Gerhardt, H.C. & Schwartz, J.J. 1995. Interspecific interactions in Anuran courtship: 603-632. *En: Heatwole, H., & Sullivan, B. (eds.) Amphibian Biology 2: Social Behaviour*. Surrey Beatty, Chipping Norton, NSW.
18. Ryan, M.J. 2001. *Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press.
19. Gerhardt, H.C.; Huber, F. & Simmons, A.M. 2003. Acoustic communication in insects and anurans: Common problems and diverse solutions. *The Journal of the Acoustical Society of America* 114: 559-559.
20. Wells, K.D. & Schwartz, J.J. 2006. The Behavioral Ecology of Anuran Communication: 44-86. *En: Narins, P., Feng, A.S., & Fay, R.R. (eds.) Hearing and Sound Communication in Amphibians*. Springer New York.
21. Schiøtz, A. 1967. The treefrogs (Rhacophoridae) of west Africa. *Spolia Zoology Museum Haun (Copenhagen)* 25: 1-346.
22. Valério, L.M.; Dorado-Rodrigues, T.F.; Chupel, T.F.; Penha, J. & Strüssmann, C. 2016. Vegetation structure and hydroperiod affect Anuran composition in a large Neotropical wetland. *Herpetologica* 72: 181-188.
23. Straughan, I.R. 1973. An analysis of the mechanisms of mating call discrimination in the frogs *Hyla regilla* and *H. cadaverina*. *Copeia* 1973: 415-424.
24. Ryan, M.J. 1988. Energy, calling and selection. *American Zoology* 28: 885-898.
25. Gerhardt, H.C. 1994. The evolution of vocalization in frogs and toads. *Annual Review of Ecology and Systematics* 25: 293-324.
26. Cocroft, R.B. & Ryan M.J. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. *Animal Behaviour* 49: 283-303.
27. Goicoechea, N.; De La Riva, I. & Padial, J.M. 2010. Recovering phylogenetic signal from frog mating calls. *Zoologica Scripta* 39: 141-154.
28. Narins, P.M. & Zelic, R. 1988. The effects of noise on auditory processing and behavior in amphibians: 511-536. *En: Fritsch, B.; Ryan, M.J.; Wilczynski, W.; Hetherington, T.E. & Walkowiak, W. (eds.) The Evolution of the Amphibian Auditory System*. Wiley, New York.
29. Kelley, D.B. 2004. Vocal communication in frogs. *Current Opinion in Neurobiology* 14: 751-757.
30. Andrade, D.V.; Bevier, C.R. & de Carvalho, J.E. 2017. *Amphibian and Reptile Adaptations to the Environment*. CRC Press, Boca Raton, FL.
31. Caorsi, V.; Guerra, V.; Furtado, R.; Llusia D.; Miron, L.R.; Borges-Martins, M.; Both, C.; Narins, P.; Meenderink, S. & Márquez, R. 2019. Anthropogenic substrate-borne vibrations impact Anuran calling. *Scientific Reports* 9: 1-10.
32. Glaw, F. & Köhler, J. 1998. Amphibian species diversity exceeds that of mammals. *Herpetological Review* 29: 11-11.
33. Köhler, J.; Vieites, D.R.; Bonett, R.M.; García F.H.; Glaw, F.; Steinke, D. & Vences, M. 2005. New Amphibians and global conservation: A boost in species discoveries in a highly endangered vertebrate group. *BioScience* 55: 693.
34. Vences, M. & Köhler, J. 2008. Global diversity of Amphibians (Amphibia) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 569-580
35. Murphy, C.G. 1994. Determinants of chorus tenure in Barking Treefrogs (*Hyla gratiosa*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 34: 285-294.
36. Bevier, C.R. 1997. Breeding activity and chorus tenure of two Neotropical hylid frogs. *Herpetologica* 53: 297-311.
37. Wells, K.D. 2001. The energetics of calling in frogs: 45-60. *En: Ryan, M.J (ed.) Anuran Communication*. Smithsonian Institution Press, Washington.
38. Richards, D.G. & Wiley, R.H. 1980. Reverberations and amplitude fluctuations in the propagation of sound in a forest: Implications for animal communication. *The American Naturalist* 115: 381-399.
39. Rosa, P. & Koper, N. 2018. Integrating multiple disciplines to understand effects of anthropogenic noise on animal communication: *Ecosphere* 9: e02127.
40. Barrio, A. 1964. Caracteres eto-ecológicos diferenciales entre *Odontophrynus americanus* (Duméril et Bibron) y *O. occidentalis* (Berg) (Anura, Leptodactylidae). *Physis* 24: 385-390.

41. Gerhardt, H.C. 1991. Female mate choice in treefrogs: Static and dynamic acoustic criteria. *Animal Behaviour* 42: 615-635.
42. Ryan, M.J. & Wilczynski, W. 1991. Evolution of intraspecific variation in the advertisement call of a cricket frog (*Acris crepitans*, Hylidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 44: 249-271.
43. di Tada, I. E.; Zavattieri, M.V. & Martino, A.L. 1996. Análisis estructural del canto nupcial de *Hyla pulchella cordobae* (Amphibia: Hylidae) en la provincia de Córdoba (Argentina). *Revista Española de Herpetología* 10: 7-11.
44. Martino, A.L. & Sinsch, U. 2002. Speciation by polyploidy in *Odontophrynus americanus*. *Journal of Zoology* 257: 67-81.
45. Guimarães, L. & Bastos, R.P. 2003. Vocalizações e interações acústicas em *Hyla raniceps* (Anura, Hylidae) durante a atividade reprodutiva. *Iheringia - Série Zoologia* 93: 149-158.
46. Bosch, J. & De La Riva, I. 2004. Are frog calls modulated by the environment? An analysis with Anuran species from Bolivia. *Canadian Journal of Zoology* 82: 880-888.
47. Almeida-Gomes, M.; Hatano, F.H, Van Sluys, M. & Rocha, C.F.D. 2007. Diet and microhabitat use by two Hylodinae species (Anura, Cycloramphidae) living in sympatry and syntopy in a Brazilian Atlantic Rainforest area. *Iheringia - Serie Zoologia* 97: 27-30.
48. Köhler, J.; Jansen, J. & Rodríguez, A. 2017. The use of bioacoustics in Anuran taxonomy: Theory, terminology, methods and recommendations for best practice. *Zootaxa* 425: 1-124
49. Gerhardt, H.C. & Huber, F. 2002. Acoustic Communication in Insects and Anurans: Common Problems and Diverse Solutions. University of Chicago Press, Chicago and London.
50. Wells, K.D. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. The University of Chicago Press.
51. Toledo, L.F. & Haddad, C.F.B. 2009. Defensive vocalizations of Neotropical anurans. *South American Journal of Herpetology* 4: 25-42.
52. Toledo, L.F.; Martins, I.A.; Bruschi, D.P.; Passos, M.A.; Alexandre, C. & Haddad, C.F.B. 2015. The anuran calling repertoire in the light of social context. *Acta Ethologica* 18: 87-99
53. Steinmann, A.R. & Grenat, P.R. 2020. Comportamiento Animal Reproductivo: Un Enfoque Evolutivo. UNI RIO Editora, Córdoba, Argentina.
54. Angulo, A.; Rueda-Almonacid, J.V.; Rodríguez-Mahecha & La Marca, E. (eds). 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A.; Bogotá D.C.
55. Barber, J.R.; Crooks, K.R. & Fristrup, K.M. 2010. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution* 25: 180-189.
56. Castellano, S. & Giacoma, C. 1998. Stabilizing and directional female choice for male calls in the European green toads. *Animal Behaviour* 56: 275-287.
57. Narins, P.M. 2001. Ectothermy's last stand: Hearing in the heat and cold: 61-70. *En: Ryan, M.J. (ed.). Anuran Communication. Smithsonian Institution Press, Washington DC.*
58. Hödl, W. & Amezcua, A. 2001. Visual signalling in anuran amphibians: 121-141. *En: Ryan, M.J. (ed.). Frogs Speaking. Recent Advances in the Study of Anuran Communication. Smithsonian Institution Press: Washington.*
59. Tárano, Z. 2002. Vocal responses to conspecific call variation in the neotropical frog *Physalaemus enesefae*. *Journal of Herpetology* 36: 615-620.
60. Bionda, C.; Salas, N. & di Tada, I. 2006. Variación bioacústica en poblaciones de *Physalaemus biligonigerus* (Anura: Leptodactylidae) en Córdoba, Argentina. *Revista Española de Herpetología* 20: 95-104.
61. Parris, K.M.; Velik-Lord, M. & North, J.M.A. 2009. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. *Ecology and Society* 14: 25.
62. Valetti, J.A.; Salas, N.E. & Martino, A.L. 2013. Bioacústica del canto de advertencia de *Ceratophrys cranwelli* (Anura: Ceratophryidae). *Revista de Biología Tropical* 61: 273-280.
63. Grenat, P.R.; Valetti, J.A. & Martino, A.L. 2013. Intra-specific variation in advertisement call of *Odontophrynus cordobae* (Anura, Cycloramphidae): a multilevel and multifactor analysis. *Amphibia-Reptilia* 34: 471-482.
64. Baraquet, M.; Grenat, P.R.; Salas, N.E. & Martino, A.L. 2015. Geographic variation in the advertisement call of *Hypsiboas cordobae* (Anura, Hylidae). *Acta Ethologica* 18: 79-86

65. Grenat, P.; Pollo, F.; Ferrero, M. & Martino, A.L. 2019. Differential and additive effects of natural biotic and anthropogenic noise on call properties of *Odontophrynus americanus* (Anura, Odontophrynidae): Implications for the conservation of anurans inhabiting noisy environments. *Ecological Indicators* 99: 67-73.
66. Leon, E.; Peltzer, P.M.; Lorenzon, R.; Lajmanovich, R.C. & Beltzer, A.H. 2019. Effect of traffic noise on *Scinax nasicus* advertisement call (Amphibia, Anura). *Iheringia - Serie Zoologia* 109: e2019007.
67. Stuart, S.N.; Hoffmann, M.; Chanson, J.S.; Cox, N.A.; Berridge, R.J.; Ramani, P. & Young, B.E. 2008. Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, Barcelona.
68. Blaustein, A.R.; Han, B.A.; Relyea, R.A.; Johnson, P.T.J.; Buck, J.C.; Gervasi, S.S. & Kats, L.B. 2011. The complexity of Amphibian population declines: Understanding the role of cofactors in driving Amphibian losses. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223: 108-119.
69. Cardinale, B.J. *et al.* 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59-67.
70. Batista, V.G.; Gambale, P.G.; Lourenço-De-Moraes, R.; Campos, R.M. & Bastos, R.P. 2015. Vocalizations of two species of the *Hypsiboas pulchellus* group (Anura: Hylidae) with comments on this species group. *North-Western Journal of Zoology* 11: 253-261.
71. Cardoso, A.J. & Vieillard, J. 1990. Vocalizacoes de anfibios anuros de um ambiente aberto, em Cruzeiro do Sul, estado do Acre. *Revista Brasileira de Biología* 50: 229-242.
72. Baldo, D.; Cristian, T. & Magno, V.S. 2008. Amphibia, Anura, Leptodactylidae, *Leptodactylus furnarius*: New country record, geographic distribution map and advertisement call. *Check List* 4: 98-102.
73. Ferrari, L. & Vaira, M. 2001. Advertisement call and breeding activity of *Physalaemus cuqui* (Lobo, 1993). *Herpetological Bulletin* 77: 20-22.
74. Teixeira, B.F.; Zaracho, V.H. & Giaretta, A.A. 2016. Advertisement and courtship calls of *Dendropsophus nanus* (Boulenger, 1889) (Anura: Hylidae) from its type locality (Resistencia, Argentina). *Biota Neotropica* 16: e20160183.
75. Zaracho, V.H. & Areta, J.I. 2008. The advertisement call of *Argenteohyla siemersi pedersenii* (Amphibia, Anura, Hylidae) and comments on its taxonomic status. *FACENA* 24: 49-57.
76. Pereyra, L.C.; Akmentins M.S.; Laufer G. & Vaira M. 2013. A new species of *Elachistocleis* (Anura: Microhylidae) from North-Western Argentina. *Zootaxa* 3694: 525-544.
77. Duré, M.I.; Schaefer, E.F. & Kehr, A.I. 2015. Acoustic repertoire of *Melanophryniscus cupreuscapularis* (Céspedes and Álvarez 2000) (Anura: Bufonidae): advertisement, encounter, and release calls. *Journal of Herpetology* 49: 53-9.
78. Baraquet, M.; Salas, N.E. & Di Tada, I.E. 2007. Variación geográfica en el canto de advertencia de *Hypsiboas pulchellus* (Anura, Hylidae) en Argentina. *Revista Española de Herpetología* 21: 107-118.
79. Peltzer, P. & Lajmanovich, R. 2001. Habitat fragmentation and Amphibian species richness in riparian areas of the Paraná River, Argentina. *Froglog* 46: 5.
80. Peltzer, P. M.; Lajmanovich R.C. & Beltzer, A.H. 2003. The effects of habitat fragmentation on amphibian species richness in the floodplain of the middle Parana River. *The Herpetological Journal* 13: 95-98.
81. Peltzer, P.; Bock G.; Tardivo, R. & Lajmanovich, R. 2004. Effects of habitat loss and fragmentation on Anuran in Espinal Eco-region of Argentina: a GIS approach. *Froglog* 63: 3-4.
82. Peltzer, P.M. 2006. La fragmentación de hábitat y su influencia en la diversidad y distribución de anfibios anuros de áreas ecotónicas de los dominios fitogeográficos amazónico y chaqueño. Doctorado en Ciencias Naturales, Facultad y Museo de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de La Plata.
83. Bionda, C.; Salas, N. & Di Tada, I. 2008. Effect of temperature on the advertisement call of *Physalaemus bilingonigerus* (Anura: Leptodactylidae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 19: 19-22.
84. Valetti, J.A. & Martino, A.L. 2012. Temperature effect on the advertisement call of *Pleurodema tucumanum* (Anura: Leiuperidae). *Phyllomedusa* 11: 125-134.
85. Faivovich, J.; Peltzer, P.M. & Lajmanovich, R.C. 2001. Comentarios preliminares sobre las vocalizaciones de *Scinax acuminatus* (Anura: Hylidae). IV Congreso Argentino de Herpetología Salta, Argentina.

86. Grenat, P.R.; Valetti, J.A. & Martino, A.L. 2017. Call variability, stereotypy and relationships in syntopy of tetraploid common lesser escauerzo (genus *Odontophrynus*). *Zoologischer Anzeiger* 268: 143-150.
87. Martino, A.L.; Dehling, J.M. & Sinsch, U. 2019. Integrative taxonomic reassessment of *Odontophrynus* populations in Argentina and phylogenetic relationships within Odontophrynidae (Anura). *PeerJ* 2: e6480.
88. Vaira, M.; Ferrari, L. & Akmentins, M. S. 2011. Vocal repertoire of an endangered marsupial frog of Argentina, *Gastrotheca christiani* (Anura: Hemiphractidae). *Herpetology Notes* 4: 279-284.
89. Sanchez, L.C.; Peltzer, P.M. & Lajmanovich, R.C. 2009. Structure of wetland-breeding anuran assemblages from the southern section of Paraná river, Argentina. *Herpetological Journal* 19: 173-184.
90. Aronson, L.R. 1944. The sexual behavior of Anura. 6. The mating pattern of *Bufo americanus*, *Bufo fowleri*, and *Bufo terrestris*. *American Museum* 1250: 1-15.
91. Cei, J.M. 1969. The Patagonian Telmatobiid Fauna of the Volcanic Somuncura Plateau of Argentina. *Journal of Herpetology* 3: 1-18.
92. Brown, L.E. & Guttman, S.I. 1970. Natural hybridization between the toads *Bufo arenarum* and *Bufo spinulosus* in Argentina. *American Midland Naturalist* 83: 160.
93. Sanabria, E.A. & Quiroga, L.B. 2012. The release call of *Rhinella bernardoi* (Anura: Bufonidae). *Herpetology Notes* 5: 255-258.
94. di Tada, I.E.; Martino, A.L. & Sinsch, U. 2001. Release vocalizations in neotropical toads (*Bufo*): Ecological constraints and phylogenetic implications. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 39: 13-23.
95. Grenat, P.R. & Martino, A.L. 2013. The release call as a diagnostic character between cryptic related species *Odontophrynus cordobae* and *O. americanus* (Anura: Cycloramphidae). *Zootaxa* 3635: 583-586.
96. Guerra C.; Baldo, D. & Rosset, S. 2011. Advertisement and release calls in Neotropical toads of the *Rhinella granulosa* group and evidence of natural hybridization between *R. bergi* and *R. major* (Anura: Bufonidae). *Zootaxa* 3092: 26-42.
97. Brenowitz, E.A. 1982. The active space of Red-Winged Blackbird song. *Journal of Comparative Physiology A* 147: 511-522.
98. Akmentins, M.S. 2011. Vocal repertoire of two species of *Oreobates* Jiménez de La Espada, 1872 (Anura: Strabomantidae) of the Yungas Andean Forest, NW Argentina. *Journal of Natural History* 45: 1789-1799.
99. Akmentins, M.S.; Velasco, M.A.; Kass, C.A. & Kacoliris, F.P. 2015. A new threat for the endangered frog *Atelognathus reverberii* (Anura: Batrachylidae) in Argentinean Patagonia. *Phyllomedusa* 14: 63-66.
100. Cajade, R. et al. 2010. Reproductive biology of *Argenteohyla siemersi pedersenii* Williams and Bosso, 1994 (Anura: Hylidae) in Northeastern Argentina. *Journal of Natural History* 44: 1953-1978 .
101. Duré, M.I.; Schaefer, E. & Kehr, A.I. 2003. Descripción del canto de encuentro en *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 17: 119-125.
102. Rosset, S.D.; Ferraro, D.P.; Alcalde, L. & Basso, N. 2007. A revision of *Odontophrynus barrioi* (Anura: Neobatrachia): morphology, osteology, vocalizations, and geographic distribution. *South American Journal of Herpetology* 2: 97-106.
103. Brunetti, A.E.; Taboada, C. & Faivovich, J. 2015. Extended vocal repertoire in *Hypsiboas punctatus* (Anura: Hylidae). *Journal of Herpetology* 49: 46-52.
104. Elias-Costa, A.J. & Faivovich, F. 2019. Convergence to the tiniest detail: vocal sac structure in torrent-dwelling frogs. *Biological Journal of the Linnean Society* 128: 390-402.
105. Glaw, F.; Köhler, J.; De la Riva, I.; Vieites, D.R. & Vences, M. 2010. Integrative taxonomy of Malagasy treefrogs. Combination of molecular genetics, bioacoustics and morphology *Boophis*. *Zootaxa* 2383: 1-82.
106. Toledo, L.F.; Tipp, C. & Márquez, R. 2015. The value of audiovisual archives. *Science* 347: 484.
107. Budney, G.F. & Grotke, R.W. 2009. Técnicas para la grabación de las vocalizaciones de las Aves Tropicales. *Ornithological Monographs* 48: 147-163.

108. Walls, S.C.; Waddle, J.H. & Faulkner, S.P. 2014. Wetland reserve program enhances site occupancy and species richness in assemblages of anuran amphibians in the Mississippi Alluvial Valley, USA. *Wetlands* 34: 197-207.
109. Depraetere, M.; Pavoine, S.; Jiguet, F.; Gasc, A.; Duvail, S. & Sueur, J. 2012. Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland. *Ecological Indicators* 13: 46-54.
110. Deichmann, J.; Hernández-Serna A.; Delgado C.J.A.; Campos-Cerqueira M. & Aide, T.M. 2017. Soundscape analysis and acoustic monitoring document impacts of natural gas exploration on biodiversity in a Tropical Forest. *Ecological Indicators* 74: 39-48.
111. Forti, L. Lingnau, R. & Bertoluci, J. 2017. Acoustic variation in the advertisement call of the Lime treefrog *Sphaenorhynchus caramaschii* (Anura: Hylidae). *Vertebrate Zoology* 69: 197-205.
112. Penna, M.; Moreno-Gómez, F.N.; Muñoz, M.I. & Cisternas, J. 2017. Vocal responses of austral forest frogs to amplitude and degradation patterns of advertisement calls. *Behavioural Processes* 140: 190-201.
113. Duarte, M.H.L.; Caliari, E.P.; Viana, Y.P. & Nascimento, L.B. 2019. A natural orchestra: How are Anuran choruses formed in artificial ponds in Southeast Brazil? *Amphibia-Reptilia* 40: 1-10.
114. Cunningham, G.M. & Fahrig, L. 2010. Plasticity in the vocalizations of Anurans in response to traffic noise. *Acta Oecologica* 36: 463-70.
115. Haga, I.A.; De Carvalho, T.R.; De Andrade, F.S. & Giaretta, A.A. 2017. Advertisement and aggressive calls of *Pithecopus azureus* (Anura: Phyllomedusidae) from the border of Brazil and Paraguay. *Phyllomedusa* 16: 47-56.
116. Sacchi, R.; Cigognini, R.; Gazzola, A.; Bernini, F. & Razzeti, E. 2015. Male calling activity in syntopic populations of *Rana latastei* and *Rana dalmatina* (Amphibia: Anura). *Italian Journal of Zoology* 82: 124-132.
117. Kaiser, K.; Scofield, D.; Alloush, M.; Jones, R.; Marczak, S.; Martineau, K.; Oliva, M. & Narins, P. 2011. When sounds collide: The effect of anthropogenic noise on a breeding assemblage of Frogs in Belize, Central America. *Behaviour* 148: 215-232.