

## EXPLORACIÓN DE PAISAJE SONORO EN SELVA MONTANA DE YUNGAS

### EXPLORATION OF SOUNDSCAPE IN THE MOUNTAIN RAINFORESTS OF YUNGAS

T. R. Guerrero<sup>\*1</sup>, D. A. Dos Santos<sup>2</sup>, S. A. Albanesi<sup>2</sup> y A. C. Gómez Marigliano<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) - Universidad Nacional De Tucumán, Independencia 1800, Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN-CONICET), Cúpulas Horco Molle. Yerba Buena, Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup>Instituto de Física del Noroeste Argentino (INFNOA-CONICET), Independencia 1800, Tucumán, Argentina.

Recibido: 15/04/2024; Aceptado: 02/05/2024

En este trabajo se presentan los resultados de un monitoreo sonoro detallado realizado durante diciembre de 2023 en selva montana de Yungas (750 msnm), en las proximidades del arroyo Piedras dentro del área protegida Parque Sierra San Javier. Los espectrogramas obtenidos bosque adentro difieren de los de bosque de ribera de forma consistente, discernible por sus biofonías. Se conjetura que el arroyo, a través de su carga geofónica e impronta ecológica en el paisaje, impone restricciones para la ocupación del nicho ecoacústico por parte del elenco faunístico presente en el área.

*Palabras Clave:* biofonías, bioacústica, clasificación automática.

In this work, the results of a detailed sound monitoring conducted during December 2023 in the mountain rainforest of Yungas (750 meters above sea level), in the vicinity of Piedras stream within the protected area of Sierra San Javier Park, are presented. The spectrograms obtained from the inner forest differ consistently from those of the riparian forest, distinguishable by their bioacoustic characteristics. It is conjectured that the stream, through its geophonic load and ecological imprint on the landscape, imposes restrictions on the occupation of the ecoacoustic niche by the fauna ensemble present in the area.

*Keywords:* biological sounds, bioacoustics, automatic classification.

<https://doi.org/10.31527/analesafa.2024.35.2.53>



ISSN - 1850-1168 (online)

#### 1 I. INTRODUCCIÓN

2 La conservación y comprensión de los ecosistemas son  
3 aspectos fundamentales en la ecología contemporánea.  
4 Dentro de este campo, el estudio de las biofonías, es decir,  
5 los sonidos producidos por organismos vivos en un entorno  
6 natural, ha ganado relevancia como una herramienta  
7 para comprender la diversidad y dinámica de las comunidades  
8 biológicas. En este contexto, la región de Las Yungas,  
9 caracterizada por su alta biodiversidad, presenta un entorno  
10 ideal para el estudio de las biofonías y como sus variaciones  
11 pueden ser posibles mecanismos precedentes a eventos naturales  
12 extremos [1]. Las áreas boscosas del NOA se inscriben dentro  
13 del hotspot Andes Tropicales [2]. La condición de hotspot implica  
14 hiperdiversidad, por un lado, y amenaza de pérdida por impacto  
15 humano por otro [3]. Los Andes Tropicales albergan la mayor  
16 diversidad de plantas del planeta, y son excepcionales por la  
17 variedad de aves, anfibios, mamíferos y artrópodos, entre otros  
18 grupos faunísticos [4]. En Argentina, el sistema de nuboselva  
19 de montaña asociado con este hotspot penetra por el Noroeste  
20 Argentino y se conoce en el país como selva de Las Yungas. A  
21 pesar de representar casi 1,5% del territorio nacional, concentra  
22 porcentajes desproporcionadamente mayores del patrimonio

24 nio biológico total del país [5, 6]. La actividad humana ocasionó  
25 una alarmante disminución de la biodiversidad y por lo tanto el  
26 desarrollo de técnicas efectivas para monitorear y comprender  
27 los cambios en las comunidades ecológicas es un desafío urgente.  
28 La bioacústica comunitaria ha surgido así como una herramienta  
29 prometedora para la evaluación rápida de la biodiversidad en  
30 paisajes críticos como Yungas. Busca analizar la relación entre  
31 el mosaico de señales sonoras y los factores ambientales subyacentes.  
32 Al estudiar la estructura y dinámica de las comunidades acústicas  
33 en Las Yungas, podremos obtener información valiosa sobre la  
34 condición del ambiente [7]. Con el avance de la tecnología de  
35 monitoreo acústico pasivo, el uso de índices acústicos se ha  
36 vuelto cada vez más relevante en el campo de la ecología. Estos  
37 índices, que resumen las características de las muestras de  
38 sonido, pueden proporcionar una visión única y no intrusiva de  
39 la organización, diversidad y dinámica de las comunidades  
40 acústicas en las Yungas [8, 9]. En este trabajo mostramos  
41 resultados comparativos tras la exploración del paisaje sonoro  
42 realizada en el estrato de selva montana de Yungas, tanto bosque  
43 adentro como en bosque ripario. 44

\* zxv@live.com.ar

## 45 II. MÉTODOS

### 46 Ubicación y método de registro

47 Para evaluar la potencialidad de información en los registros ambientales de sonido en las Yungas, y en paralelo  
48 la viabilidad de tareas de reconocimiento de especies y patrones de actividad en función de variables contextuales, se  
49 decidió realizar muestreo sonoro pasivo acoplado con imágenes vía cámaras trampa Bushnell (Core DS-4k No Glow  
50 Trail Camera). Se trabajó durante la segunda quincena de diciembre de 2023. Se configuraron los dispositivos para  
51 videograbaciones de 30 segundos cada 5 minutos durante 24 horas, pudiendo capturar instancias de día y noche en una  
52 ventana temporal caracterizada por la irrupción de lluvias estacionales en la región. Las cámaras se dispusieron a 3 m  
53 de elevación respecto del suelo, en dos sitios de selva montana en Parque Sierra San Javier: 1) bosque adentro, a 200  
54 metros del arroyo Piedras, y 2) bosque ripario del mencionado arroyo. Posteriormente, se realizó la recolección y ensamblaje de los audios. Los registros que se presentan aquí  
55 son la combinación de los audios para dos días completos en concreto, el 12/12/2023 y el 13/12/2023, las grabaciones  
56 resultantes de los 288 audios de cada día forman dos archivos de 2 horas y 24 minutos representados en las Figs. 1, 2  
57 y 3.

### 69 Procesamiento y análisis de audios

70 Los archivos de audio de los días elegidos se analizaron de 2 formas diferentes: en amplitud en función de tiempo  
71 (oscilograma) y en frecuencias en función de tiempo (espectrograma), estos procesamientos se realizaron con el programa  
72 Sound Forge 9.0 (R) de Sony. Posteriormente, en el intervalo de tiempo de mayor actividad de aves (crepúsculo  
73 matutino), se utilizó la aplicación Merlin Bird ID (R) desarrollada por Cornell Lab con el paquete de registro de aves  
74 de Argentina. La etapa de mayor actividad de aves en el audio de bosque adentro se fraccionó según 10 audios de  
75 10 minutos. Para cada audio se contabiliza 1 unidad cuando Merlin detecta una especie en particular y luego se realiza  
76 un diagrama de barras mostrando los totales.

## 83 III. RESULTADOS

84 En la Fig. 1 se muestra oscilograma (día 13 completo) de bosque adentro. La numeración superior indica la hora.  
85 La numeración inferior indica los eventos más importantes registrados y su posición, que se listan a continuación.

- 86 1: Aumento de actividad de grillos.
- 87 2: Aumento de actividad de aves.
- 88 3: Helicóptero.
- 89 4,5,6 y 7: Aves cercanas a cámara.
- 90 8: Ráfaga.
- 91 9: Aumento de actividad de grillos.
- 92 10: Lluvia.

93 Se puede observar como el inicio de actividad de aves se registra cerca de las 6 AM, esta actividad comienza de  
94 manera brusca y decae levemente al pasar las horas, con una duración entre 3 y 4 horas. Se puede apreciar un aumento  
95 en la densidad de la señal en horario nocturno debido a la actividad de grillos, que no está presente en horas diurnas.  
96 La Fig. 2 corresponde al espectrograma del día completo

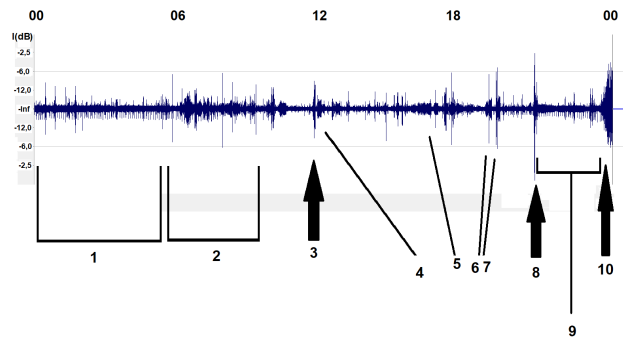


FIG. 1: Oscilograma en el día completo (13/12/2023).

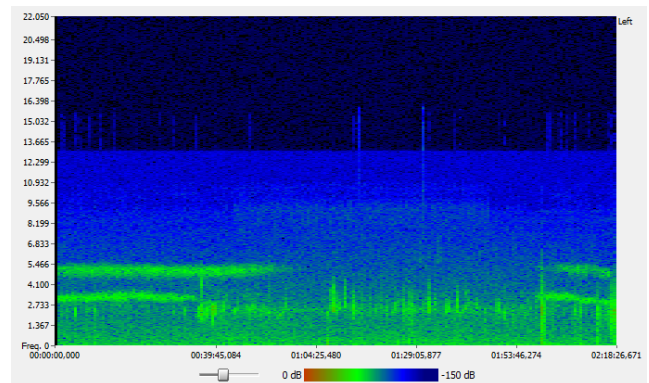


FIG. 2: Espectrograma del día completo en bosque (13/12/2013).

(bosque adentro). El espectrograma mostrado en la Fig. 2  
72 revela lo que parece ser la presencia de 2 especies de grillos  
73 en la zona. Esta conjetura se basa en la caída de la actividad  
74 de la frecuencia menor alrededor de las 6 AM. Se observa  
75 que la hipotética especie que emite en mayor frecuencia  
76 mantiene su estridulación hasta cerca de las 11 AM. Se  
77 aprecia además que la presunta especie que emite a menor  
78 frecuencia sonora inicia su actividad aproximadamente una  
79 hora antes de la de mayor frecuencia. Entre los detalles se  
80 puede apreciar que la actividad de los grillos disminuye con  
81 la lluvia, advirtiéndose un decaimiento en la frecuencia de  
82 estridulación como rasgo precursor de la precipitación. El  
83 espectrograma mostrado en la Fig. 3 (cámara en la ribera)

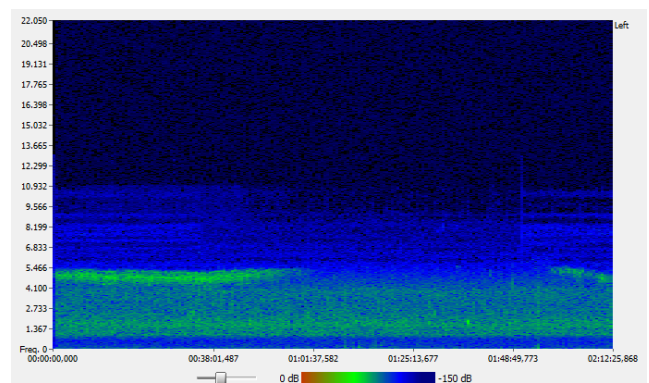


FIG. 3: Espectrograma del día completo en ribera (12/12/2013).

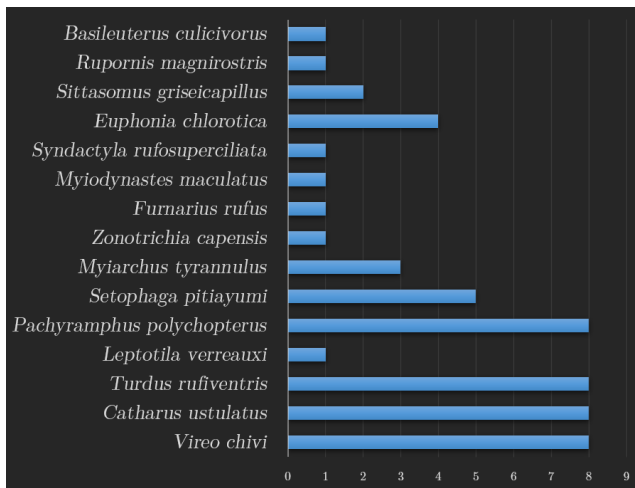


FIG. 4: Presencia de aves en la zona registradas por Merlin Bird Id (R) en el sitio consignado como bosque adentro.



*Pachyramphus polychopterus*



*Turdus rufiventris*



*Catharus ustulatus*



*Vireo chivi*

FIG. 5: Aves de la zona.

muestra claramente el cambio sonoro presente entre el día y la noche. En horario nocturno se aprecia (al igual que bosque adentro) la presencia de grillos. La presencia del río se manifiesta en el espectrograma por un ruido en frecuencias menores a 5000 Hz. En contraposición al bosque, no se observa el canto de grillos de menor frecuencia. La presencia de muchos picos durante el día en el bosque se debe al aumento de vientos producido el día 13 anticipando la precipitación que se produjo cerca de las 0 horas del día 14.

La Fig. 4 nos muestra en un diagrama de barras los resultados de los reconocimientos de especies de aves realizado por la aplicación Merlin Bird Id (R) (frecuencia de reconocimiento en el eje horizontal).

Finalmente, la Fig. 5 ilustra las aves registradas con mayor frecuencia. Destácase entre ellas el anambé común (*Pachyramphus polychopterus*) puesto que es un ave migratoria que realiza desplazamiento templado-tropicales.

#### IV. CONCLUSIONES

El presente estudio subraya la viabilidad y la utilidad del registro sonoro como una herramienta para investigar las

modulaciones de las biofonías en la selva de Yungas frente a diferentes contextos ambientales. La identificación de patrones temporales de actividad sonora, así como la caracterización taxonómica de las fuentes, proporciona información valiosa sobre la biodiversidad y la dinámica de estos ecosistemas.

Además, se resalta el potencial de este enfoque preliminar para prever impactos naturales, como eventos ombrotérmicos/meteorológicos (lluvias intensas, olas de calor, vientos, etc.). Dado que algunas especies de aves y grillos pueden responder a cambios en las condiciones ambientales, el monitoreo continuo de sus biofonías podría ofrecer señales tempranas de posibles eventos extremos en la región, lo que permitiría la implementación de medidas preventivas y la evaluación del desempeño de estrategias de mitigación frente a los procesos globales de cambio.

En conclusión, el registro sonoro de las biofonías en la zona de Yungas no solo enriquece el conocimiento científico sobre estos ecosistemas, sino que también proporciona una herramienta potencialmente valiosa para la gestión y conservación de la biodiversidad, así como para la prevención de riesgos naturales [10]. Sin embargo, se requieren más estudios y un monitoreo a largo plazo para validar completamente esta metodología como una herramienta predictiva confiable.

#### REFERENCIAS

- [1] B. C. Pijanowski, L. J. Villanueva-Rivera, S. L. Dumyahn, A. Farina, B. L. Krause, B. M. Napoletano, S. H. Gage y N. Pieretti. Soundscape ecology: the science of sound in the landscape. *BioScience* **61**, 203-216 (2011).
- [2] S. Herzog, R. Martinez, P. Jørgensen y H. Tiessen. Climate change and biodiversity in the tropical Andes. (2011).
- [3] N. Myers, R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. Da Fonseca y J. Kent. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* **403**, 853-858 (2000).
- [4] J. Morello, S. D. Matteucci, A. F. Rodriguez, M. E. Silva, P. Mesopotámica y P. Llana. Ecorregiones y complejos Ecosistémicos de Argentina. (2012).
- [5] M. Boullhesen, M. Vaira, R. M. Barquez y M. S. Akmentins. Soundscapes of the Yungas Andean forest: Identifying the acoustic footprint of an anuran assemblage. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* **29**, 100903 (2023).
- [6] G. S. Entrocassi, R. G. Gavilán y D. Sánchez-Mata. Subtropical mountain forests of las yungas: vegetation and bioclimate. (2020).
- [7] V. Chhaya, S. Lahiri, M. A. Jagan, R. Mohan, N. A. Pathaw y A. Krishnan. Community bioacoustics: studying acoustic community structure for ecological and conservation insights. *Frontiers in Ecology and Evolution* **9**, 706445 (2021).
- [8] T. Bradfer-Lawrence, N. Gardner, L. Bunnefeld, N. Bunnefeld, S. G. Willis y D. H. Dent. Guidelines for the use of acoustic indices in environmental research. *Methods in Ecology and Evolution* **10**, 1796-1807 (2019).
- [9] K. Indraswari, D. S. Bower, D. Tucker, L. Schwarzkopf, M. Towsey y P. Roe. Assessing the value of acoustic indices to distinguish species and quantify activity: A case study using frogs. *Freshwater Biology* **65**, 142-152 (2020).

194 [10] D. R. Lugo-Morin y T. Magal-Royo. Terremotos y anima-  
195 les: oportunidades y prospectiva. [Observatorio Medioam-](#)  
196 [biental](#) **21**, 63 (2018).