

Tesis de la Licenciatura en Ciencias Biológicas

USO DE TELÉFONOS CELULARES PARA EL MUESTREO ACÚSTICO DEL LORO
BARRANQUERO (*CYANOLISEUS PATAGONUS*) COMO ELEMENTO DEL PAISAJE
SONORO URBANO

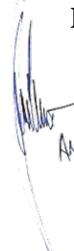


Marzo 2022

Bostal Franco
Tesista



Amodeo Martín
Director



AMODEO MARTÍN RAÚL



Tesis de la Licenciatura en Ciencias Biológicas

**USO DE TELÉFONOS CELULARES PARA EL MUESTREO ACÚSTICO DEL LORO
BARRANQUERO (*CYANOLISEUS PATAGONUS*) COMO ELEMENTO DEL PAISAJE
SONORO URBANO**

Marzo 2022

Tesista: Bostal Franco

Director: Amodeo Martín



ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN.....	5
Objetivos, hipótesis y predicciones	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Descripción de la especie	10
Área de estudio	12
Procesamiento y obtención de datos (objetivos 1, 2 y 3)	15
Elección y descripción de las vocalizaciones del loro barranquero	16
Diseño experimental	17
Detección automática	19
Análisis de datos ecológicos.....	21
Encuestas (objetivos 4 y 5).....	22
RESULTADOS	23
Descripción de las vocalizaciones del loro barranquero	23
Entrenamiento del algoritmo y validación.....	26
Comparación del método de muestreo acústico con el muestreo visual	27
Comparación con grabaciones de micrófono profesional	28
Dinámica estacional de los patrones espacio-temporales de arribo	29
Encuestas	31
DISCUSIÓN.....	33
Vocalizaciones del loro barranquero	33
El método de muestreo acústico	34
Comparación con el muestreo visual.....	35
Comparación con grabaciones de micrófono profesional	36
Dinámica estacional de los patrones de arribo	36
Pros y contras del muestreo acústico, implicancias a futuro	37
Percepción ciudadana	38
Conclusiones finales	38
AGRADECIMIENTOS.....	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXO	45

RESUMEN

El paisaje sonoro es la colección de sonidos que coexisten en un territorio y que varían en tiempo y espacio. Su estudio a través del monitoreo acústico puede brindar información muy relevante para la ecología. Las vocalizaciones del loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*), una especie de ave nativa de Chile y Argentina, se destacan dentro de los paisajes sonoros de la ciudad de Bahía Blanca y de la región. Esta especie es gregaria y su población presenta una migración diaria desencadenada por la disminución de la luminosidad, en la cual los individuos se dirigen a un dormitorio comunal dentro de la ciudad ubicado en el Parque de Mayo, desde los sitios de cría o de ensamble. Estudios previos determinaron el patrón de arribo al dormitorio comunal a través de conteos visuales. Este trabajo busca complementar dichas investigaciones a través de la aplicación y puesta a prueba de un método de muestreo acústico utilizando teléfonos celulares, con un enfoque de ciencia ciudadana. Para ello se realizaron cuatro muestreos mensuales en primavera, registrando sonidos con teléfonos celulares en ocho sitios alrededor del Parque de Mayo durante el atardecer. Las grabaciones obtenidas fueron sometidas a un proceso de detección automática de las vocalizaciones del loro mediante el método de correlación cruzada. Se realizaron descripciones acústicas básicas sobre dos tipos de vocalizaciones del loro, siendo éstas las más utilizadas durante el vuelo. El método de muestreo acústico empleado mostró resultados promisorios y resultó útil para estudiar el patrón de arribo del loro barranquero al dormitorio en su migración diaria. Gracias a la comparación con conteos visuales, se llegó a la conclusión de que este método no permite determinar con fidelidad la abundancia de individuos, pero sí es propicio para determinar el número de bandadas que ingresan al dormitorio comunal y analizar la dinámica del patrón de arribo en términos relativos. Mediante la comparación con grabaciones obtenidas por grabadores de audio profesional, se pudo concluir que el uso de teléfonos celulares es una herramienta alternativa económica y eficiente. La dinámica estacional de los patrones de arribo caracterizada en esta tesis concuerda con el conocimiento previo y permitió profundizar en algunos aspectos. Se llegó a la conclusión de que los loros ingresan al dormitorio del Parque de Mayo mayormente por el E y el SE durante los meses de primavera, pero que este patrón puede verse modificado en determinadas épocas del año. El pico de actividad ocurre siempre en torno a los 20 minutos después del ocaso, independientemente del momento de la primavera. Este trabajo fue complementado mediante encuestas sobre la percepción y apreciación subjetiva sobre las vocalizaciones del loro por parte de los habitantes de la ciudad, pudiendo dar cuenta que alrededor de la mitad de los encuestados no identifican las vocalizaciones del loro como un elemento importante de su paisaje sonoro, aunque los que sí lo hacen tienen apreciaciones mayormente positivas. Este trabajo representa un primer acercamiento al estudio del loro barranquero mediante técnicas de muestreo acústico y presenta información útil en el estudio de la especie como elemento del paisaje sonoro de la ciudad y la región.

INTRODUCCIÓN

El canto de los pájaros, esos sonidos que están en el origen del lenguaje humano, nos liberan de los límites de nuestra propia habla, del mismo modo que sus formas aladas, si la miramos con atención, nos liberan a veces del agarre del suelo. Durante mucho tiempo, los pájaros nos han acompañado a las alturas y también han sido sus emisarios, rayos de sol que han tomado forma sólida.

David Abram¹

El paisaje sonoro es la colección de sonidos que coexisten en un territorio y que varían en tiempo y espacio (Krause, 2016; Pijanowski, Farina, et al., 2011). Entre ellos se pueden distinguir sonidos de origen biológico (biofonía), como por ejemplo las vocalizaciones de las aves, de origen geofísico (geofonía), como el sonido que genera el viento, y sonidos antropogénicos (antropofonía), como todos aquellos que se originan en actividades humanas. Estos elementos reflejan, en muchos casos, importantes procesos ecosistémicos y sus relaciones con las actividades humanas (Pijanowski, Villanueva-Rivera, et al., 2011). Su estudio a través del monitoreo acústico puede brindar información muy relevante para la ecología, el manejo de los recursos y de la vida silvestre, así como para la salud humana y la percepción de los ambientes por parte de la sociedad (Browning et al., 2017).

La ecología del paisaje sonoro es una rama de la ecología que se centra en el estudio de los ecosistemas a través de patrones acústicos espacio-temporales, la interacción entre antropofonía, geofonía y biofonía, la conservación del paisaje sonoro y el monitoreo acústico del ecosistema (Pijanowski, Farina, et al., 2011). Por otro lado, cada ambiente está caracterizado por distintos elementos sonoros y su reconocimiento contribuye a la construcción de la cultura sonora de una sociedad. Los humanos transforman los paisajes mediante cambios en el uso y en la cobertura del suelo, lo cual genera una modificación en sus estructuras y en sus patrones sonoros (Pijanowski, Villanueva-Rivera, et al., 2011). La mayoría de las ciudades contemporáneas tienen un ambiente sonoro empobrecido y poco diverso, dominado por la antropofonía (tránsito, maquinarias; Cuervo Pulido, 2015), pero existen cada vez más iniciativas a lo largo del mundo para fomentar la valoración y conservación del patrimonio sonoro como componente del patrimonio natural y cultural de la sociedad y los territorios. En la ciudad de Bahía Blanca, por ejemplo, el proyecto Sonoteca Bahía Blanca busca la valoración de dicho patrimonio a través de una práctica cultural colaborativa (Ramírez, 2015).

El sonido es una sensación que proviene de señales eléctricas en los centros auditivos de nuestro sistema nervioso (Krause, 2016). El origen de dicha sensación surge por la vibración de un objeto que produce sonido, el cual genera ondas alternas de alta y baja presión que se propagan hacia afuera, como una esfera de diámetro creciente, a través del medio (gaseoso, sólido o líquido; Mindlin & Laje, 2006). Entonces, para que exista sonido, deben existir una fuente, un medio y un receptor (Sueur, 2018). La

¹Abram David (2021). *Devenir animal: una cosmología terrestre* (1a ed). Sigilo, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

amplitud es la cantidad de energía contenida dentro de una onda de sonido (generalmente percibida como el volumen) y se mide en *decibeles* (dB); mientras que la frecuencia es el número de ciclos por unidad de tiempo que genera dicha onda (generalmente percibida como el tono) y se mide en *Hertz* (Hz, ciclos por segundo; Browning et al., 2017).

Generalmente el sonido en la naturaleza no se compone de un solo tono puro, sino que resulta de la combinación de múltiples tonos, una serie armónica, es decir la combinación de distintas frecuencias que son múltiplos enteros positivos de una frecuencia fundamental (Mindlin & Laje, 2006). La frecuencia fundamental, a veces denominada como el primer armónico, es la frecuencia más baja que compone el sonido y el máximo común divisor del conjunto armónico. La frecuencia dominante, por otro lado, es el armónico de mayor amplitud, es decir, de mayor energía. A veces ocurre que las frecuencias fundamental y dominante coinciden, pero otras veces no (Sueur, 2018). Incluso, las vocalizaciones de aves pueden incluir sonidos de gran complejidad acústica debido a la naturaleza de su órgano fonador, la siringe (Mindlin & Laje, 2006). Existen distintas formas de representar visualmente el sonido, pudiendo analizar, aislar e identificar las distintas frecuencias que lo componen. Los sonogramas u oscilogramas son una representación de la variación de la amplitud del sonido a lo largo del tiempo, también llamado “forma de onda”. También es posible observar el espectro de frecuencias de un sonido, donde se representa la distribución de amplitudes para cada tipo de frecuencia que lo componen. Los espectrogramas, por otro lado, permiten observar la variación de las distintas frecuencias que componen un sonido y su respectiva amplitud a lo largo del tiempo (Sueur, 2018).

Los organismos introducen permanentemente información sobre ellos mismos en el ambiente, la cual puede ser utilizada para inferir su presencia o no, su estado fisiológico o su comportamiento (por ejemplo, socialización, comportamiento sexual, llamadas de alarma; Browning et al., 2017). La utilización del sonido para la comunicación es una práctica muy extendida dentro de los animales, al igual que la comunicación corporal y la química (Chen & Wiens, 2020). En muchas aves, el canto es un buen indicador de especie, incluso mejor que cualquier marca visual. La utilidad del estudio de las vocalizaciones en la biología varía según estas sean innatas o aprendidas, pero, en muchos casos pueden ser utilizadas para distinguir especies o poblaciones de una misma especie, siendo una herramienta muy poderosa para diversas aplicaciones en la sistemática y la ecología (Payne, 1986; Tubaro, 1999; Browning et al., 2017). El monitoreo acústico pasivo involucra el uso de sensores acústicos para el registro de sonidos del ambiente, de los cuales se puede inferir información ecológica. Para ello se utilizan distintos tipos de algoritmos que permiten identificar los sonidos de interés en las grabaciones obtenidas, realizando una detección automática (Stowell, Wood, et al., 2019). Este tipo de monitoreo es utilizado en el estudio de organismos capaces de emitir un sonido detectable, como aves, murciélagos, mamíferos marinos, anfibios, ortópteros, elefantes y algunos peces. En el último tiempo, esta práctica ha crecido en popularidad debido a las innovaciones de hardware y software que permiten la recolección y el análisis de una base de datos acústica cada vez más grande (Browning et al., 2017).

La ciencia ciudadana es un enfoque de la investigación científica que busca el trabajo en conjunto de científicos, profesionales, estudiantes y público en general. Generalmente involucra la colección o el análisis de información por parte de voluntarios que dedican su tiempo y sus recursos para la investigación científica (Irwin, 2018). La práctica de este enfoque no es nueva, pero ha cobrado relevancia en las últimas décadas, gracias al uso de nuevas tecnologías que ha llevado, propiciado y facilitado, la participación ciudadana (Silvertown, 2009). Los teléfonos celulares se han convertido en el vehículo predilecto para este tipo de investigaciones, gracias al gran número de sensores y aplicaciones con los que vienen equipados, su presencia extendida en casi toda la población y su fácil utilización. La internet es la responsable de la comunicación casi instantánea entre investigadores y voluntarios, lo que facilita el intercambio de datos y de ideas (Zilli, 2015). La inclusión de la ciencia ciudadana ha tenido lugar en proyectos relacionados con la biología de la conservación, el monitoreo de la calidad de agua, el desarrollo de proteínas y la ecología de poblaciones, entre otras disciplinas (Hand, 2010), así como el estudio a través de monitoreo acústico aplicando este abordaje. Como ejemplos, se pueden citar trabajos relacionados con la detección del sonido de la cigarra de *New Forest* (Zilli et al., 2014) y con el monitoreo de la contaminación sonora en *Massachusetts* (Zipf et al., 2020).

Las vocalizaciones del loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus* Vieillot, 1818), una especie de ave nativa de Chile y Argentina, se destacan dentro de los paisajes sonoros de la ciudad de Bahía Blanca y de la región, conformando un elemento sonoro característico del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Gracias a estudios previos realizados por el Grupo de Estudios en Conservación y Manejo (Rita Pérez, Antonela Canale, Daiana Lera, Sergio Zalba, Alberto Scorolli, UNS), se cuenta con información muy valiosa acerca de la población y comportamiento del loro barranquero en la ciudad. Esta especie es gregaria y su población presenta una migración diaria desencadenada por la disminución de la luminosidad, en la cual los individuos utilizan un dormitorio comunal dentro de la ciudad ubicado en el Parque de Mayo, al cual se dirigen desde los sitios de cría o de ensamble. Se postula que los loros ingresan al dormitorio comunal mayormente por el norte y noreste debido a una mayor abundancia de predormideros y ambientes de alimentación en ese sector de la ciudad, y a su vez dicha migración tiene un pico de abundancia en invierno, alcanzando valores mínimos durante primavera-verano (Canale, 2015; Pérez, 2004). Sin embargo, en primavera el ingreso se da mayoritariamente por el E y SE debido a la mayor cantidad de sitios de crías ubicados en ese sector, hecho que es resaltado debido a la emigración de aquellos individuos que crían en otras localidades (Canale, 2015). Dichos estudios han empleado métodos de censado a través de la observación visual directa, formando equipos de voluntarios estudiantes y otros ciudadanos. En este estudio, se plantea el uso de un método de muestreo acústico involucrando también voluntarios ciudadanos, buscando generar información ecológica que complemente conocimientos previos sobre la ecología poblacional de la especie y a su vez contribuir con la conservación y valoración del patrimonio sonoro de la ciudad. Esto permitirá responder cuán eficaz resulta este método para la detección del patrón de arribo espacial y temporal de los loros al

dormidero, y qué nivel de información ecológica podemos obtener a partir de un muestreo acústico utilizando teléfonos celulares de voluntarios ciudadanos.

Objetivos, hipótesis y predicciones

Los objetivos de la presente tesis son:

1. Evaluar el método de muestreo acústico para estudiar el patrón de arribo del loro barranquero al dormidero en su migración diaria
2. Evaluar las ventajas y limitaciones del método basado en teléfonos celulares de voluntarios en comparación con el uso de dispositivos de audio profesional
3. Caracterizar la dinámica estacional de los patrones espacio-temporales de arribo (orientación) del loro barranquero al dormidero entre septiembre y diciembre
4. Describir las apreciaciones subjetivas del paisaje sonoro del Parque de Mayo y los loros como componente sonoro, por parte de las personas que lo frecuentan.
5. Contribuir al conocimiento, valoración y conservación del paisaje sonoro urbano de la ciudad de Bahía Blanca.

A su vez se plantean las siguientes hipótesis:

En relación al **objetivo 1**,

H₁: el método de muestreo acústico utilizando teléfonos celulares permite determinar con fidelidad el patrón de arribo del loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*) al dormidero comunal de la ciudad de Bahía Blanca. Se espera que los resultados del mismo muestren una alta correlación con los obtenidos a través de conteos visuales.

H₂: el comportamiento social de los loros durante el vuelo provoca una subestimación en el número de vocalizaciones detectadas respecto del número efectivo de loros que transitan. Se espera que la cantidad de vocalizaciones detectadas por el muestreo acústico resulte menor que la cantidad de individuos estimados por conteo visual.

En relación al **objetivo 2**,

H₃: la calidad de grabación de los celulares es muy heterogénea y de menor calidad digital (frecuencia de muestreo y profundidad de bits) en comparación con la de grabadores de audio profesional, generando, a su vez, una menor capacidad en la detección de vocalizaciones. Se espera que las vocalizaciones por minuto detectadas por celulares y por grabadores profesionales muestren una correlación baja.

En relación al **objetivo 3**,

H₄: en base al conocimiento previo sobre el comportamiento de los loros en primavera, la mayor abundancia de dormideros y ambientes de alimentación en el este y sudeste de la ciudad provoca una mayor cantidad de arribos al dormidero desde ese sector. Se espera encontrar una mayor cantidad de vocalizaciones detectadas en el sector este-sudeste en cada muestreo.

H₅: el arribo de loros al dormidero del Parque de Mayo se reduce durante primavera-verano debido al inicio de la actividad reproductiva en los sitios de cría. Se espera encontrar una reducción progresiva en la cantidad de vocalizaciones entre los muestreos de septiembre a diciembre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la especie

El loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*) pertenece a la familia *Psittacidae* del orden *Psittaciformes*, el cual está conformado por aves comúnmente conocidas como loros. Actualmente se reconocen 85 géneros y 364 especies en la familia, distribuidas en el hemisferio sur, ocupando diversos hábitats tropicales y subtropicales; a su vez, es posible encontrarlas en zonas australes de América, tal es el caso del loro barranquero (Santibáñez Boric, 2016). Para esta especie han sido propuestas cuatro subespecies, tres de las cuales están presentes en Argentina (*Cyanoliseus patagonus patagonus* en el sur, *Cyanoliseus patagonus andinus* en el noroeste y *Cyanoliseus patagonus conlara* en el centro) y otra en Chile (*Cyanoliseus patagonus bloxami*), siendo la subespecie *patagonus* la de interés para este trabajo (Masello & Quillfeldt, 2012). Aunque su población está en declinación, la IUCN la clasifica como una especie de preocupación menor (IUCN, 2018). Esta retracción, tanto en la abundancia como en el rango de distribución, se debe a la intensa captura para el mercado de mascotas, la rápida pérdida y degradación de su hábitat natural a consecuencia de cambios en el uso de la tierra, y la persecución que sufre al ser injustificadamente considerada plaga de la agricultura (Figura 1; Masello & Quillfeldt, 2012; Rojas Martínez, 2008).

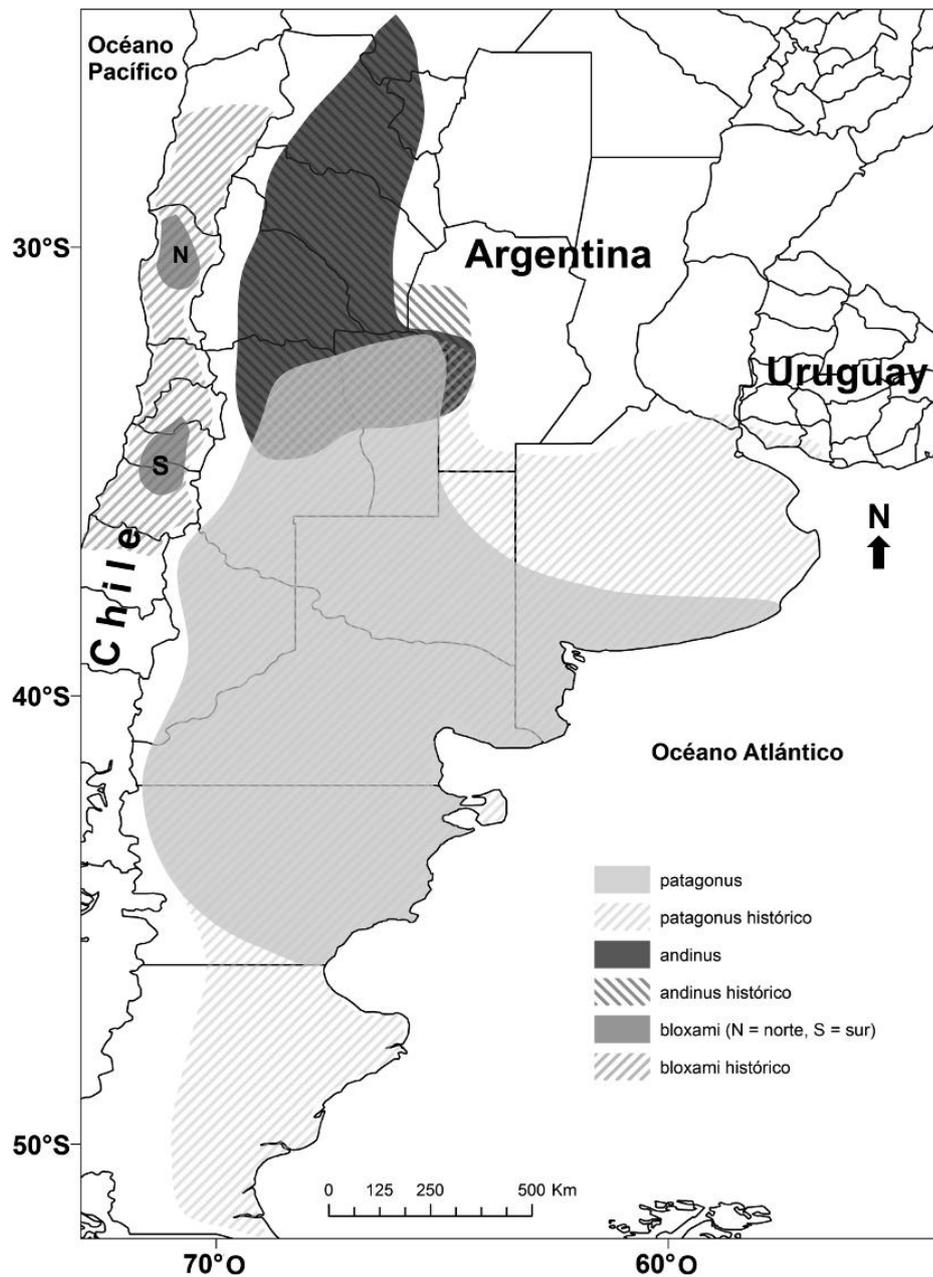


Figura 1. Distribución histórica y actual de las subespecies de loro barranquero: *Cyanoliseus patagonus*, *Cyanoliseus patagonus andinus* y *Cyanoliseus patagonus bloxami*. Tomado de Masello & Quillfeldt (2012).

En contraposición con otras aves, el loro barranquero muestra una plasticidad que le permitió colonizar el ambiente urbano utilizando espacios y estructuras de la ciudad (Tella et al., 2014). De comportamiento gregario, tiene el hábito de reunirse en dormideros comunales para pasar la noche, en sitios de cría y en sitios de alimentación. En la ciudad de Bahía Blanca, utiliza varios espacios como sitios de cría (barrancas o acantilados circundantes a la ciudad en donde los loros excavan sus nidos) y predormideros (estructuras dentro de la ciudad que utiliza como sitios de ensamble desde los cuales se dirigen al dormidero; Rojas Martínez, 2008). Sin embargo, solo existe un dormidero comunal en la ciudad, ubicado en un espacio verde muy céntrico: el Parque de Mayo (Canale, 2015; Pérez, 2004). Es por esta razón

que al atardecer es posible ver bandadas de loros que se dirigen desde los sitios de cría y alimentación, hacia los predormideros y de allí hacia el dormidero, o directamente desde los sitios de cría hacia el dormidero, siendo la disminución brusca de luminosidad que se produce entre la puesta de sol y el crepúsculo vespertino, el desencadenante de esta migración diaria (Pérez, 2004). Este es un comportamiento bien conocido por los habitantes de la ciudad, gracias a que su vocalización es muy conspicua, despertando percepciones muy variadas en la sociedad. La cantidad de individuos y el patrón de arribo al dormidero, es decir la orientación del vuelo cuando los individuos se dirigen hacia sus sitios de descanso nocturno, varía a lo largo de las estaciones (Canale, 2015; Pérez, 2004).

Manríquez en 1984, citado en (Rojas Martínez, 2008), describe para el loro barranquero, cuatro tipos de vocalizaciones y las asocia a distintas actividades:

1. Durante el descanso emiten esporádicamente, sonidos parecidos al piar de un pollo de gallina.
2. Durante una pelea, amenaza y apareamiento, emiten un gruñido.
3. En el vuelo u otras actividades, realizan un sonido corto y de un tono alto a modo de grito.
4. Cuando se encuentran muy asustados y a modo de amenaza, emiten un sonido complejo y continuo, en el cual es posible escuchar una mezcla de las vocalizaciones anteriores.

Área de estudio

La ciudad de Bahía Blanca está ubicada al sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (38° 44' S, 62° 16' O). Fundada en 1828, es una ciudad de importancia militar, industrial, agropecuaria, cultural y deportiva; con un poco más de 300 mil habitantes, se trata del décimo séptimo conglomerado urbano de la Argentina y tercer conglomerado urbano que no es capital provincial, después de Rosario y Mar del Plata (Artopoulos, 2016). Pertenece al partido homónimo (Figura 2), el cual se extiende en un geoambiente de llanura de origen continental y marino; esta planicie constituye el representante más austral de la llanura chaco-pampeana (Gentili et al., 2012). En cuanto a su hidrografía, en el Partido de Bahía Blanca se suceden las intersecciones de los cursos del río Sauce Chico, los arroyos Saladillo de García, Saladillo Dulce, Napostá Grande, Napostá Chico y el río Sauce Grande. De los mencionados, el Napostá Grande atraviesa la ciudad de Bahía Blanca, y desemboca, al igual que el Sauce Chico, en sus alrededores (Paoloni, 2010).

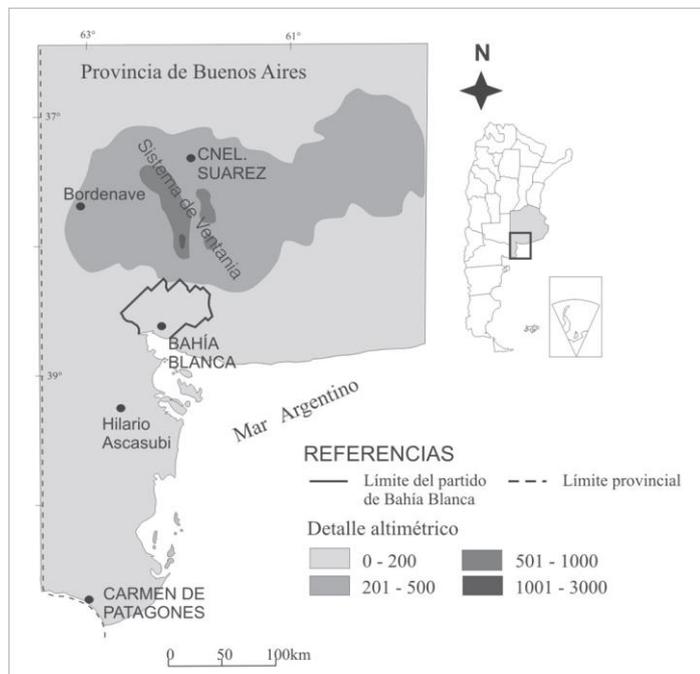


Figura 2. Ubicación del partido de Bahía Blanca. Tomado de Paoloni (2010).

La zona de Bahía Blanca presenta un clima semiárido, con valores anuales medios de temperatura que oscilan entre los 15.4 °C y los 22 °C; en el verano la temperatura puede superar los 40 °C, mientras que los inviernos suelen presentar marcadas olas de frío con temperaturas bajo cero. La precipitación anual ronda los 650 mm en promedio, las cuales se distribuyen en dos estaciones bien definidas, otoño y primavera, interrumpidas por una estación seca a fines del invierno y otra semi-seca de mediados de verano con alta evapotranspiración. Los vientos predominantes provienen del Norte y del Noroeste, con velocidades medias entre los 18 y los 30 km/h (Gentili et al., 2012; Paoloni, 2010).

Aunque la ciudad pertenezca a la provincia fitogeográfica del Espinal (Figura 3), específicamente al distrito del Caldén, sus cercanías con la provincia del Monte y, más aún, con la Pampeana, hace que sea común observar especies de las tres provincias (Cabrera, 1976; SADS, 2007). El distrito está caracterizado por la presencia espaciada del caldén (*Prosopis caldenia*) y otras especies de árboles, como chañar (*Geoffroea decorticans*); una rica flora de gramíneas nativas comúnmente denominadas “flechillas”; y arbustos, como el piquillín (*Condalia microphylla*), los cuales no llegan a formar “fachinal” (arbustal de gran densidad; Fernández, 2003). Actualmente, debido a la gran actividad agrícola-ganadera, son pocos los relictos que conservan la vegetación original de la región.

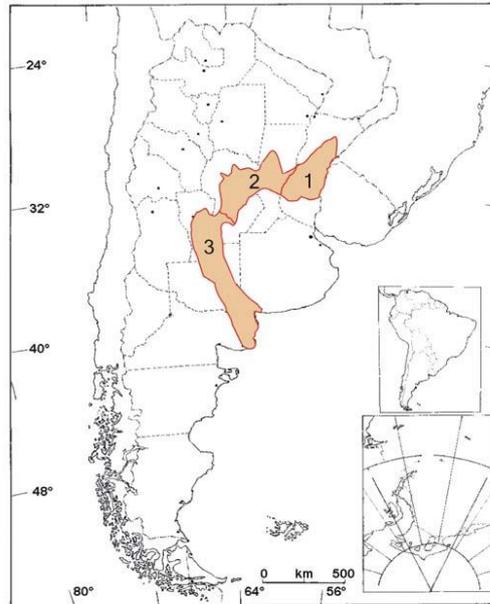


Figura 3. Ubicación de la región del Espinal. 1) Distrito del Ñandubay, 2) Distrito del Algarrobo, 3) Distrito del Caldén. Tomado de SADSN (2007).

Dentro de la ciudad encontramos al Parque de Mayo ($38^{\circ}69'30''$ S, $62^{\circ}26'90''$ O), el espacio verde más grande de la ciudad y el utilizado por los loros como dormitorio (Figura 4; Canale, 2015). A principios del siglo XX, el espacio que hoy comprende el parque, se había planeado como un barrio de chalets vinculado a un espacio verde, pero ese proyecto no se concretó y derivó en lo que hoy conocemos (Saus, 2018); esta es la razón por la cual el parque está atravesado por numerosas calles. En las 61 ha que comprende, podemos encontrar, como especies forestales mayoritarias, eucaliptus colorado (*Eucalyptus camaldulensis*), pino tosquero (*Pinus halepensis*), ciprés (*Cupressus sempervirens*), álamo plateado (*Populus alba*), aguaribay (*Schinus molle*) y sófora (*Styphnolobium japonicum*), siendo el eucaliptus colorado el utilizado por el loro barranquero para dormir (Pérez, 2004; Canale, 2015; Speake, 2015). El parque está atravesado por dos cursos de agua: el arroyo Napostá Grande y el canal Maldonado, y cuenta con un lago artificial.



Figura 4. Imagen aérea del Parque de Mayo en la ciudad de Bahía Blanca. En rojo se indican las principales áreas utilizadas como dormitorio por parte del loro barranquero (*Cyanoliseus patagonus*). Tomado de Speake (2015).

Procesamiento y obtención de datos (objetivos 1, 2 y 3)

En relación a los objetivos 1, 2 y 3, se llevó a cabo un análisis de grabaciones obtenidas en un muestreo acústico del Parque de Mayo. En primer lugar, se realizó una descripción sonora de las vocalizaciones a identificar. Luego, la información obtenida del muestreo fue analizada acústicamente y sometida a un proceso de detección automática de las vocalizaciones de loros. Dicho muestreo fue complementado con un conteo visual tradicional, con el fin de realizar comparaciones y validaciones. Finalmente se obtuvieron datos ecológicos (cantidad de vocalizaciones por minuto, cantidad de individuos visualizados) que fueron analizados mediante técnicas estadísticas básicas. A continuación, se describe el diseño experimental del muestreo, el proceso seguido para describir las vocalizaciones, la detección automática, y finalmente, el análisis estadístico que se realizó sobre los datos ecológicos obtenidos.

Elección y descripción de las vocalizaciones del loro barranquero

El primer paso fue la definición y descripción del objeto sonoro a identificar. Como en este estudio se realizó una detección automática de vocalizaciones realizadas durante el vuelo, se focalizó sobre aquellas que efectivamente se escuchaban durante el vuelo. Estas vocalizaciones son las correspondientes al tipo 2 y tipo 3 según Manríquez (Rojas Martínez, 2008), a las cuales denominamos aquí como “gruñido” y “grito”, respectivamente. Luego se las describió acústicamente calculando la duración promedio de las vocalizaciones, y determinando su patrón temporal y estructura armónica (Zwerts et al., 2021).

A partir de una base de grabaciones preexistente, se seleccionaron fragmentos de interés para su posterior análisis. Se utilizaron grabaciones (55 minutos en total) registradas con un micrófono estéreo y grabador TASCAM DR-100 mkii (Martín Amodeo, DBBF UNS - Instituto Argentino de Oceanografía – CONICET) en una cantera ubicada en el barrio 17 de Mayo de la ciudad de Bahía Blanca durante enero de 2014, y muestras extraídas de la plataforma digital *xeno-canto* (Krabbe, 2019). Con los fragmentos de interés seleccionados (Amodeo, 2014a; Amodeo, 2014b), se procedió según Sueur (2018) utilizando el software *R* (R-Core-Team, 2014) y el paquete *seewave* (Sueur et al., 2008). En primer lugar, se generaron los espectrogramas, con la función *spectro*, y los oscilogramas, con la función *oscillo*, para poder observar el comportamiento del sonido en tiempo, amplitud y frecuencia. Luego se procedió a aplicar un filtro, con la función *bwfilter*, para eliminar el ruido ambiental, sobre todo del viento, el cual está muy presente en la región; para ambos tipos de vocalizaciones se aplicó un filtro pasa-altos por encima de los 500 Hz. Todos los espectrogramas de este trabajo fueron calculados a través de la función transformada de Fourier de tiempo corto, con un tamaño de ventana de 1024 muestras, utilizando ventanas de Hanning y un solapamiento de las mismas del 75%.

Para ambos tipos de vocalizaciones (“grito” y “gruñido”) se determinó la estructura armónica, calculando el espectro de frecuencias con la función *spec* y se seleccionaron los picos con la función *fpeaks*, lo que permitió determinar la cantidad de armónicos, la frecuencia dominante y la fundamental. A su vez, se calculó la frecuencia fundamental con la función *fund* y la dominante con la función *dfreq*. En el caso del gruñido, debido a tratarse de un sonido complejo, para determinar la fundamental (no representada en el espectro de frecuencias), se calculó la distancia entre sucesivos picos y se procedió a dividir cada uno de los mismos por ese valor, lo que permitió constatar el valor de la fundamental y la pertenencia de los picos a la misma serie armónica (procedimiento sugerido por comentario personal del Dr. Martín Rocamora, Universidad de la República, Uruguay). Debido a que para el gruñido obtuvimos resultados muy llamativos, repetimos parte del procedimiento utilizando un audio de la base de datos de *xeno-canto* (Krabbe, 2019).

Para calcular la duración promedio de las vocalizaciones, se trabajó en *RavenPro* (K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics, 2019), donde se individualizó cada una de ellas midiendo sus inicios

(*Begin Time*), sus finales (*End Time*) y su duración (*Delta Time*). Luego, con estos datos, se calculó el promedio de las duraciones. A su vez, para el patrón de vocalización del gruñido, se calculó la duración promedio de las pausas.

Diseño experimental

La información acústica fue recolectada por un grupo de voluntarios (ver detalle en sección *Agradecimientos*), mediante el uso de sus teléfonos celulares personales, en ocho puntos de muestreo distribuidos alrededor del Parque de Mayo, buscando cubrir los cuatro puntos cardinales y los puntos intermedios entre cada uno de ellos (N, S, E, O, NE, NO, SE y SO, Figura 5). Para la selección de los sitios se tuvieron en cuenta dos criterios principales: la distancia al parque (mínimo 100 mts, para evitar el registro de vocalizaciones provenientes del dormidero) y minimizar la presencia de fuentes sonoras antropogénicas cercanas (tránsito vehicular). Se realizaron cuatro muestreos mensuales entre los meses de septiembre y diciembre, cuyas fechas fueron definidas evitando la presencia de lluvia, alta nubosidad o de fuertes ráfagas de viento.

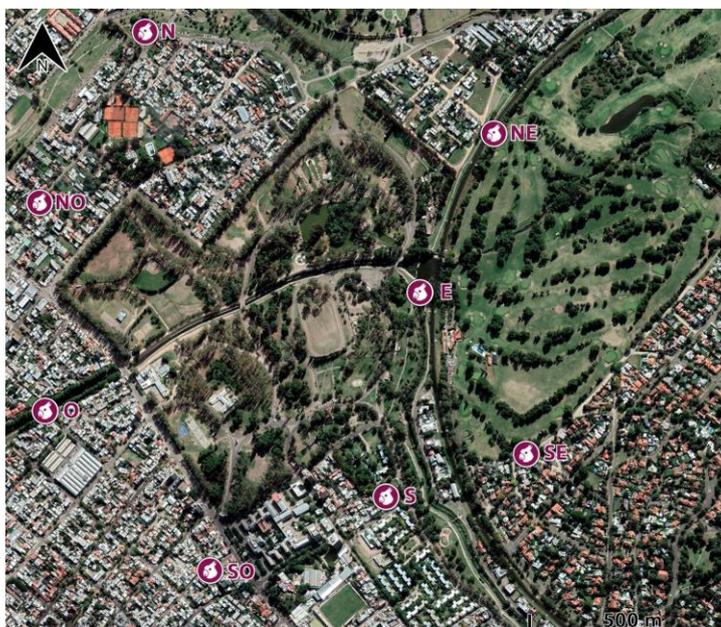


Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo alrededor del Parque de Mayo (Bahía Blanca).

En cada punto hubo dos personas encargadas de realizar las grabaciones con un teléfono celular, utilizando la aplicación gratuita de mensajería y comunicación de uso cotidiano *Telegram* (Dúrov & Duróv, 2021). La elección de esta aplicación se debió a ciertas facilidades, tales como el almacenamiento de los archivos multimedia en la nube. Las grabaciones fueron efectuadas de manera sincrónica, alternando tres minutos de grabación y cinco de descanso, iniciando 20 minutos antes del ocaso y finalizando 40 minutos luego del mismo (Tabla 1, el período de arribo de los loros al dormidero se extiende en un período de 45 minutos máximo, comunicación personal Daiana Lera, Grupo de Estudios en Conservación y Manejo, DBBF UNS). A su vez en cada muestreo, se reunió información sobre los

distintos celulares utilizados, teniendo en cuenta la marca, el modelo y la calidad de grabación de audio (frecuencia de muestreo y tasa de bits general, Tabla A1).

En el mes de septiembre (6/9/2021) se realizó un pre-muestreo con el fin de ajustar aspectos del diseño y metodología, así como para tener datos que pudieran ser utilizados para el entrenamiento del algoritmo de detección automática (ver sección *Detección Automática*).

Tabla 1. Horario de inicio y finalización de los períodos de grabación efectuados en todos los sitios durante cada muestreo realizado entre septiembre y diciembre en el Parque de Mayo de Bahía Blanca.

Periodo	Minutos respecto del ocaso	Muestreo 1 (27/09/21)	Muestreo 2 (25/10/21)	Muestreo 3 (23/11/21)	Muestreo 4 (15/12/21)
1	- 20	18:40 - 18:43	19:15 - 19:18	19:45 - 19:48	20:08 - 20:11
2	- 12	18:48 - 18:51	19:23 - 19:26	19:53 - 19:56	20:16 - 20:19
3	- 04	18:56 - 18:59	19:31 - 19:34	20:01 - 20:04	20:24 - 20:27
4	+ 04	19:04 - 19:07	19:39 - 19:42	20:09 - 20:12	20:32 - 20:35
5	+ 12	19:12 - 19:15	19:47 - 19:50	20:17 - 20:20	20:40 - 20:43
6	+ 20	19:20 - 19:23	19:55 - 19:58	20:25 - 20:28	20:48 - 20:51
7	+ 28	19:28 - 19:31	20:03 - 20:06	20:33 - 20:36	20:56 - 20:59
8	+ 36	19:36 - 19:39	20:11 - 20:14	20:41 - 20:44	21:04 - 21:07
Ocaso		19:00	19:35	20:05	20:28

Para poder evaluar el método de muestreo acústico (objetivo 1), se realizó un conteo visual, similar al tradicionalmente utilizado, en los sitios de muestreo N (octubre a diciembre) y NE (septiembre a diciembre), pero respetando los períodos de registro (tres minutos de conteo, cinco minutos de descanso). En estos conteos se registró la cantidad total de individuos y de bandadas que pasaron. Para poder comparar el uso de teléfonos celulares respecto de grabadores de audio profesional (objetivo 2), en uno de los puntos (NE) el registro fue complementado siempre con grabaciones realizadas utilizando un micrófono profesional sostenido con trípode (TASCAM DR-100 mkii, 48000 Hz de frecuencia de muestreo, 24 bits de profundidad de bits).

Una vez finalizado cada muestreo, se procedió a descargar los audios desde la nube, para luego ordenarlos según los sitios. Luego fue necesario convertirlos de formato OGG, el formato de grabación utilizado por *Telegram*, a formato WAV, formato de audio profesional utilizado por el algoritmo de detección automática. Para esto se utilizó, en *R*, la función *av_audio_convert* del paquete *av* (Ooms, 2021).

Detección automática

El proceso de detección automática utilizado en este trabajo se basa en la correlación cruzada, la cual permite calcular una medida de similitud entre dos señales: la señal incógnita contenida en las grabaciones realizadas y ciertos patrones espectrales definidos previamente como referencias, llamados *templates* (Sueur, 2018). En primera instancia se definen los patrones espectrales (*templates* o moldes) de los sonidos que se quiere detectar, estos consisten en regiones específicas en el plano tiempo-frecuencia. Luego se calcula la correlación cruzada entre los patrones espectrales y el espectrograma de la señal a analizar, desplazando los patrones sobre el espectrograma. Por último, se hace una detección de picos en la función que resulta de la correlación, para identificar los puntos con alta correlación, los cuales son considerados, entonces, como eventos sonoros confirmados (Sueur, 2018). Para esto se utilizó el flujo de trabajo propuesto por Sueur (2018; Figura 6). El proceso completo consta de varios pasos: 1) definición de *templates* o moldes, 2) entrenamiento del algoritmo y validación, 3) procesamiento de audios incógnitas.

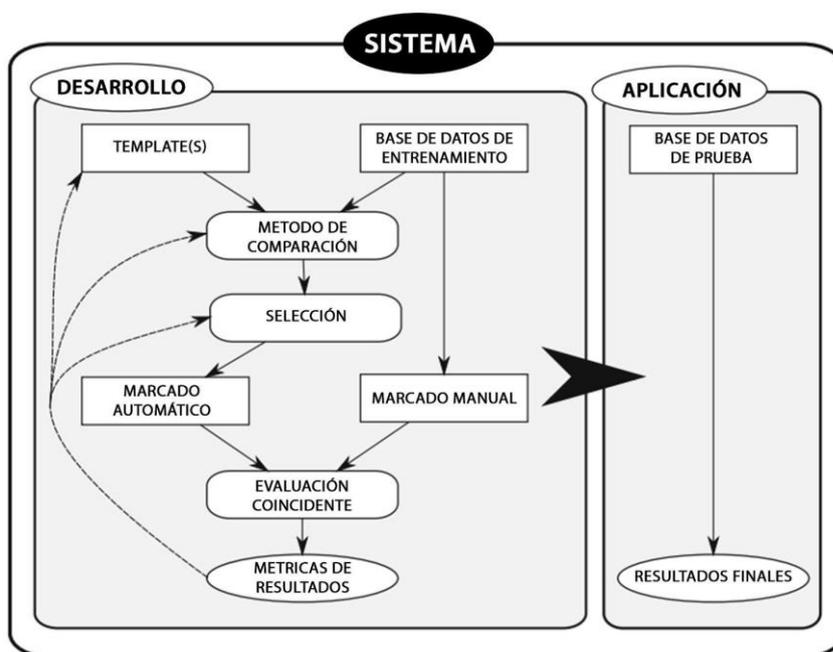


Figura 6. Flujo de trabajo para la detección automática. El sistema de detección automática se puede dividir en una instancia de desarrollo y otra de aplicación. Las flechas continuas indican la forma básica del flujo de trabajo, y las discontinuas indican retroalimentación. Extraído y adaptado de Sueur (2018).

1) Definición de *templates*

En primera instancia se seleccionaron de cada muestreo (y del pre-muestreo) un audio por sitio, y de cada audio se procedió a construir, en la medida de lo posible, cinco *templates* distintos, dando un total de 185 *templates*, dado que en algunos muestreos no se pudo detectar manualmente la presencia de vocalizaciones en alguno de los sitios. Los *templates* son ejemplos del sonido de interés. Tener *templates* de un audio por sitio por muestreo, permitió tener en cuenta la variación de la señal de interés en los

distintos sitios debido al paisaje y a la variación en la calidad de grabación de los distintos celulares usados en cada caso. Para hacerlos, se trabajó manualmente con el software *RavenPro* (K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics, 2019) en donde se anotaron los tiempos de inicio y de finalización, y la frecuencia máxima y mínima, de cada vocalización seleccionada como *template*. Una vez realizadas las anotaciones, se construyeron los *templates* en el software *R* (R-Core-Team, 2014) utilizando la función *makeCorTemplate* del paquete *monitoR* (Hafner & Katz, 2018). Los *templates* incluyeron tanto vocalizaciones completas, como armónicos de distintas vocalizaciones, lo que permitió representar la variación entre vocalizaciones de distintos individuos (al seleccionar distintas vocalizaciones), y aumentar las probabilidades de una detección (al seleccionar distintos armónicos, ya que existe la posibilidad de que en un momento dado haya otros sonidos con distinta frecuencia que se superpongan con la señal de interés).

2) Entrenamiento del algoritmo y validación

Después de haber construido los *templates*, se procedió a entrenar el método utilizando los audios del pre-muestreo. De los 185 templates, se seleccionaron 2, 10, 20 y 50, y se procedió a hacer el entrenamiento del algoritmo con cada una de estas posibilidades. Los *templates* se combinaron utilizando la función *combineCorTemplates*. Luego se calculó la correlación cruzada entre los *templates* y la señal de entrenamiento (ocho audios, uno por sitio del pre-muestreo), utilizando la función *corMatch*. Con el gráfico obtenido por audio, donde aparecieron los valores de la correlación para cada instante de tiempo, se contaron los picos de correlación mediante la función *findPeaks*.

Paralelamente, se procedió a hacer la detección manual utilizando los mismos audios. Para esto se trabajó en *RavenPro* donde se anotó el tiempo de inicio y de finalización, y la frecuencia mínima y la máxima, de cada vocalización presente en el espectrograma. Ya con la lista de las detecciones automáticas y manuales, se compararon ambos resultados con la función *eventEval*, la cual calcula la cantidad de falsos negativos (*fn*, aquellas detecciones que estaban presentes en el método manual pero no en el automático), falsos positivos (*fp*, aquellas detecciones que generaba el método automático que no estaban presentes en el manual), verdaderos negativos (*tn*, aquellos eventos sonoros descartados por el método automático que tampoco fueron detectados en el método manual) y verdaderos positivos (*tp*, aquellas detecciones que coincidieron entre el método automático y el manual). Para evaluar la performance del método en cada audio, se calcularon las siguientes métricas: la tasa de verdaderos positivos o sensibilidad (TPR, $tp/(tp + fn)$), la tasa de falsos positivos (FPR, $fp/(fp + tn)$) y el valor predictivo positivo (PPV, $tp/(tp + fp)$). A su vez se construyeron las curvas características operativas del receptor (ROC), las cuales son una representación gráfica de la relación entre la TPR y la FPR de cada audio. Esto permitió calcular el área bajo la curva (AUC), la cual es una medida de la eficiencia del método: valores entre 0,65 y 0,91 indican que el sistema es eficiente (Sueur, 2018).

El entrenamiento permitió optimizar la detección automática al establecer los valores del umbral de detección (*theta*) y del tiempo de tolerancia (*tau*) óptimos. El umbral de detección es un valor determinado de la correlación por encima del cual un pico es considerado un evento sonoro de interés. El tiempo de tolerancia se define como la distancia temporal mínima entre dos eventos sonoros distintos; es de gran utilidad, ya que a la hora de combinar los *templates*, los resultados que arroje cada *template* sobre una misma vocalización puede no coincidir en el tiempo, por eso se define este valor, que suele resultar cercano a la mitad de la duración promedio de una vocalización (Sueur, 2018). Para cada audio se obtuvieron valores de *tau* y *theta* óptimos, con los cuales se calculó un promedio de cada uno para ser utilizados en la detección.

Todas las funciones utilizadas en esta sección pertenecen al paquete *monitoR* (Hafner & Katz, 2018) del software R (R-Core-Team, 2014).

3) Procesamiento de audios incógnita

Una vez finalizado el entrenamiento, se procedió a hacer la detección automática sobre todos los audios obtenidos en los muestreos utilizando la combinación de *templates* con mejor performance, y el valor umbral y el tiempo de tolerancia obtenidos en la fase de entrenamiento. Se calculó la correlación cruzada entre cada *template* y los distintos espectrogramas (la metodología fue la misma que fue utilizada en el entrenamiento; Sueur, 2018).

Análisis de datos ecológicos

Una vez obtenida la cantidad de eventos sonoros detectados, se calculó la cantidad de vocalizaciones por minuto en cada período, sitio y muestreo. Para evaluar el método de muestreo acústico (objetivo 1), se estudió la relación entre la cantidad de vocalizaciones por minuto obtenidas por el muestreo acústico y las estimaciones de abundancia realizadas por conteos visuales a través de un Análisis de Correlación de Pearson, utilizando el número de individuos por minuto y el número de bandadas por minuto, como variable a relacionar en análisis separados, y las vocalizaciones detectadas por el muestreo acústico como segunda variable.

Para evaluar el uso de teléfonos celulares respecto del uso de dispositivos de audio profesional (objetivo 2), se realizó una correlación entre la cantidad de vocalizaciones por minuto obtenida mediante los teléfonos celulares con aquella obtenida utilizando el micrófono profesional (Análisis de Correlación de Pearson).

A su vez, se analizó la variación espacial y temporal en el patrón de arribo (objetivo 3): respecto de las direcciones (sitios de muestreo: N, NE, E, SE, S, SO, O y NO), su variación temporal estacional (a lo largo de los cuatro meses de muestreo) y su variación temporal dentro del día (entre los ocho períodos de registro de cada muestreo). Para evaluar la variación temporal estacional, se realizó un ANOVA simple utilizando la cantidad de vocalizaciones por minuto como variable de respuesta y la fecha de

muestreo como variable predictora categórica. Para evaluar la variación en la cantidad de vocalizaciones por minuto respecto de la dirección de arribo, se realizó un ANOVA doble utilizando la cantidad de vocalizaciones por minuto como variable de respuesta, el muestreo y el sitio como variables predictoras, incluyendo su interacción. Luego se realizó un ANOVA simple para cada muestreo, utilizando el sitio como única variable predictora. Para evaluar la variación temporal dentro del día, se realizaron dos ANOVAs dobles utilizando la cantidad de vocalizaciones por minuto como variable de respuesta: uno incluyendo el período y el sitio como variables predictoras, y el otro con el período y el muestreo, evaluando a su vez la interacción entre los factores. Luego se realizó un ANOVA simple, utilizando la cantidad de vocalizaciones por minuto como variable de respuesta y el período como única variable predictora. La distribución de la variable de respuesta fue evaluada mediante el uso de Q-Q plots, aplicando una transformación raíz cuadrada con el fin de satisfacer los supuestos del ANOVA.

Encuestas (objetivos 4 y 5)

Con respecto al objetivo 4, se realizaron encuestas para analizar las apreciaciones subjetivas del paisaje sonoro del Parque de Mayo por parte de las personas que lo frecuentan. Se realizaron encuestas digitales (formularios de Google difundidos por redes sociales), buscando la identificación de los elementos sonoros del ambiente y la valoración asignada a las vocalizaciones del loro en dicha percepción. Los encuestados debían nombrar ocho sonidos que consideraban característicos del Parque de Mayo, y luego clasificarlos como agradable, indiferente o desagradable. A su vez se les preguntó la frecuencia de uso del Parque de Mayo, el tiempo de residencia en la ciudad, el lugar de nacimiento y la edad (<https://forms.gle/NKc22g7VU7fcJXeC9>). Una vez efectuadas las encuestas, se procedió a contabilizar la cantidad de veces que aparecían las vocalizaciones del loro barranquero dentro de los ocho sonidos considerados característicos y cómo los clasificaban. Se analizó la variación entre los que frecuentaban el Parque de Mayo al menos una vez por semana y los que lo hacían con una frecuencia menor.

En relación al objetivo 5, se estableció un contacto con la Sonoteca Bahía Blanca (Ramírez, 2015) para proceder a la conservación de muestras de audios y la transferencia de información que pueda resultar de utilidad para el proyecto.

RESULTADOS

Descripción de las vocalizaciones del loro barranquero

La duración promedio de las vocalizaciones fue de 0,301 segundos para los gritos (n=11) y de 0,219 segundos para los gruñidos (n=9). Cuando los gruñidos se componían de vocalizaciones en serie, éstas se encontraban separadas por 0,139 segundos, en promedio. En cuanto a la estructura armónica, para el grito se comprobó una serie de seis armónicos, de los cuales el primero (1,275 kHz) era la frecuencia fundamental y el segundo (2,55 kHz) la frecuencia dominante. El último armónico de la serie no se pudo detectar en el análisis espectral, pero sí se pudo observar en el espectrograma (serie de picos muy juntos cercanos a los 8 kHz, Figura 7). En contraposición, el gruñido presentó una estructura armónica más compleja en la que se pudieron identificar 23 armónicos, aunque no necesariamente conforman la serie completa. La frecuencia fundamental tuvo un valor 0,033 kHz, mientras que el valor de la dominante (el armónico número 85) fue de 2,833 kHz (Figura 8). Se pudo constatar la presencia de 23 armónicos, distribuidos entre 0,9 y 5,9 kHz, que no necesariamente eran los primeros armónicos de la serie (Tabla A2). El espectrograma obtenido del audio de la base *xeno-canto* mostró un patrón similar (Figura 7), con una fundamental también de 0,033 kHz y una dominante de 1.8 kHz.

En base a estas descripciones y a observaciones de campo, se decidió elegir al grito como señal a identificar en el proceso de detección automática. Por un lado, se observó que es la vocalización dominante que producen las bandadas cuando están en vuelo. Por otro lado, las características acústicas hicieron más fácil individualizar sus armónicos, lo cual resulta importante a la hora de generar *templates* y aplicar la correlación cruzada.

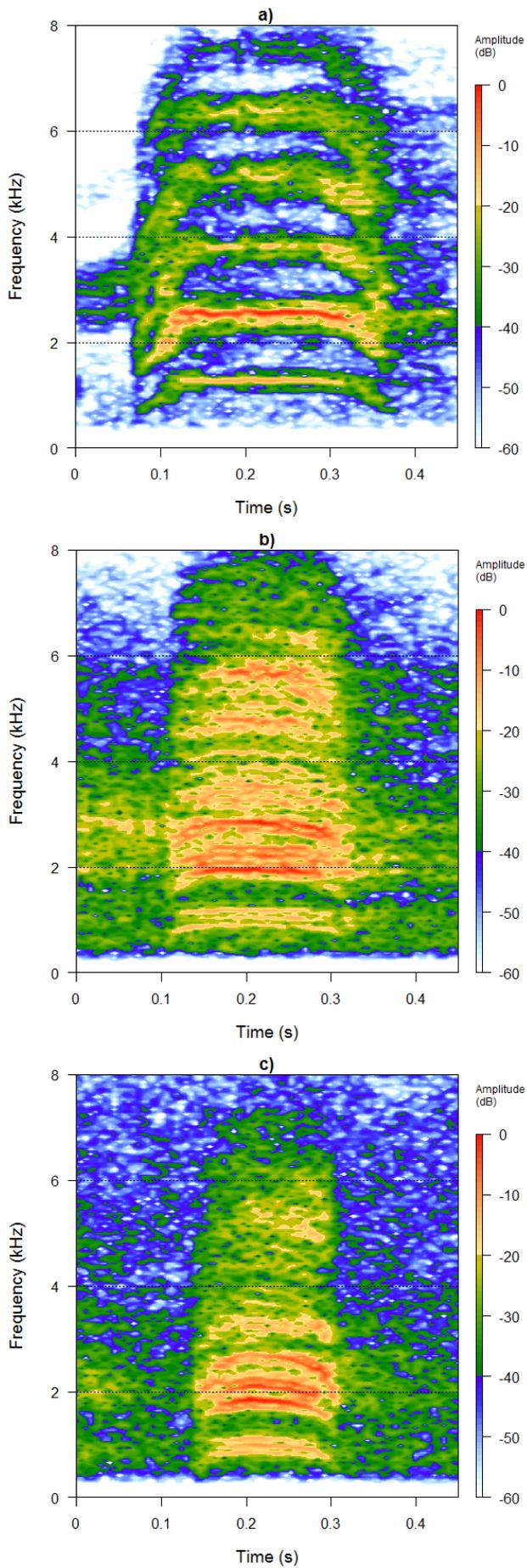


Figura 7. Espectrograma de las señales descriptas: a) grito, b) gruñido y c) gruñido xenocanto. Tamaño de la ventana de Fourier = 1024 muestras, superposición= 75%, ventana de Hamming.

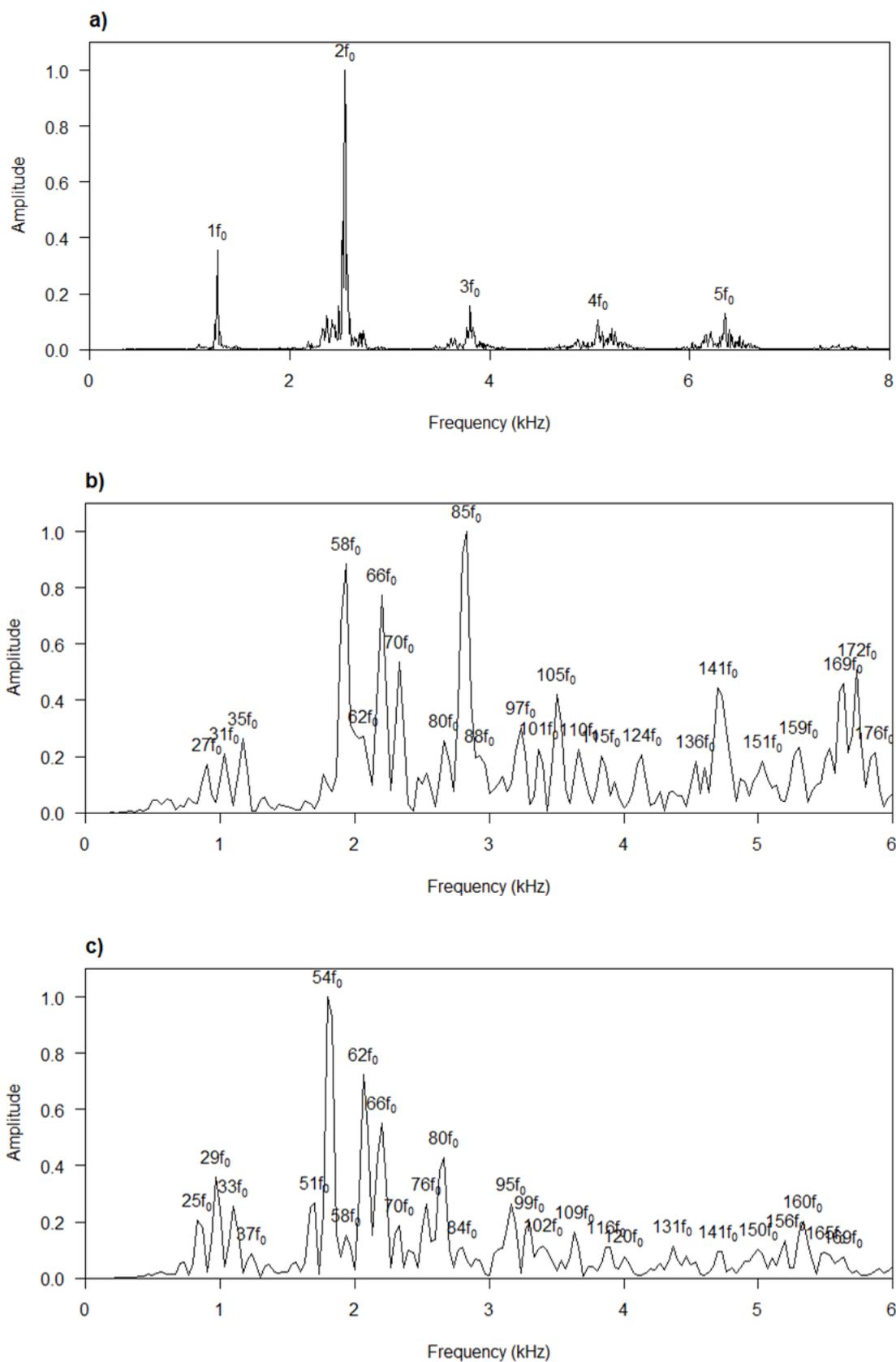


Figura 8. Análisis espectral de las señales descriptas: a) grito, b) gruñido, c) gruñido de xeno-canto. Se indica el número de armónico que representa cada pico, en relación a la frecuencia fundamental (f_0).

Entrenamiento del algoritmo y validación

En la fase de entrenamiento y comparación con las detecciones realizadas manualmente sobre las ocho grabaciones de referencia, se puso a prueba el algoritmo de detección utilizando distinta cantidad de *templates*. En la tabla A3 se pueden observar los resultados de las métricas promedio de cada una de las pruebas realizadas (2, 5, 10, 20 o 50 *templates*). Las mejores métricas se obtuvieron utilizando el algoritmo de 10 *templates* (Tabla 2). Las áreas bajo la curva (AUC) obtenidas se encuentran dentro del rango esperado y demuestran un funcionamiento eficiente del sistema. La tasa de falsos positivos (FPR) generados por el sistema resultó menor al 5%, excepto por el audio del sitio N que alcanzó un 8.7%. La tasa de verdaderos positivos (TPR) generados por el sistema rondó entre un 50% y un 81%. El valor promedio del umbral de detección (*theta*) definido en el sistema fue de 0,41, mientras que el tiempo de tolerancia (*tau*) fue de 0,1 segundos.

Tabla 2. Resultados de la evaluación del algoritmo de detección automática utilizando 10 *templates*.

AUC = área bajo la curva; FPR = tasa de falsos positivos; TPR = tasa de verdaderos positivos; PPV = valor predictivo positivo; N = detecciones realizadas manualmente observando el espectrograma y obtenidas por la detección automática.

Sitio	<i>tau</i> (seg)	<i>theta</i>	AUC	FPR	TPR	PPV	N manual	N automático
E	0,12	0,39	0,866	0,024	0,743	0,781	97	38
N	0,12	0,48	0,786	0,087	0,598	0,426	90	20
NE	0,12	0,49	0,816	0,016	0,6	0,75	73	18
NO	0,09	0,38	0,939	0,01	0,818	0,621	22	4
O	0,15	0,38	0,757	0,02	0,5	0,368	14	3
S	0,05	0,31	0,908	0,042	0,5	0,012	2	23
SE	0,12	0,53	0,879	0,025	0,581	0,662	73	14
SO	0,1	0,34	0,841	0,01	0,75	0,621	24	5

Comparación del método de muestreo acústico con el muestreo visual

El número de individuos observados por los conteos visuales (Tabla A5) mostró una relación positiva con las detecciones realizadas a partir del muestreo acústico en los sitios donde se aplicaron ambas metodologías, N y NE (Análisis de Correlación de Pearson, $r = 0,389$, $t = 3,047$, $p < 0,01$, $n = 52$). La Figura 9 muestra que la gran mayoría de las veces, la cantidad de individuos observados por conteo visual fue mayor a la cantidad detectada por el muestreo acústico hecho con celulares. A su vez, se observa que, ante un aumento en los individuos observados por el conteo visual, hay un leve aumento en las detecciones del muestreo acústico.

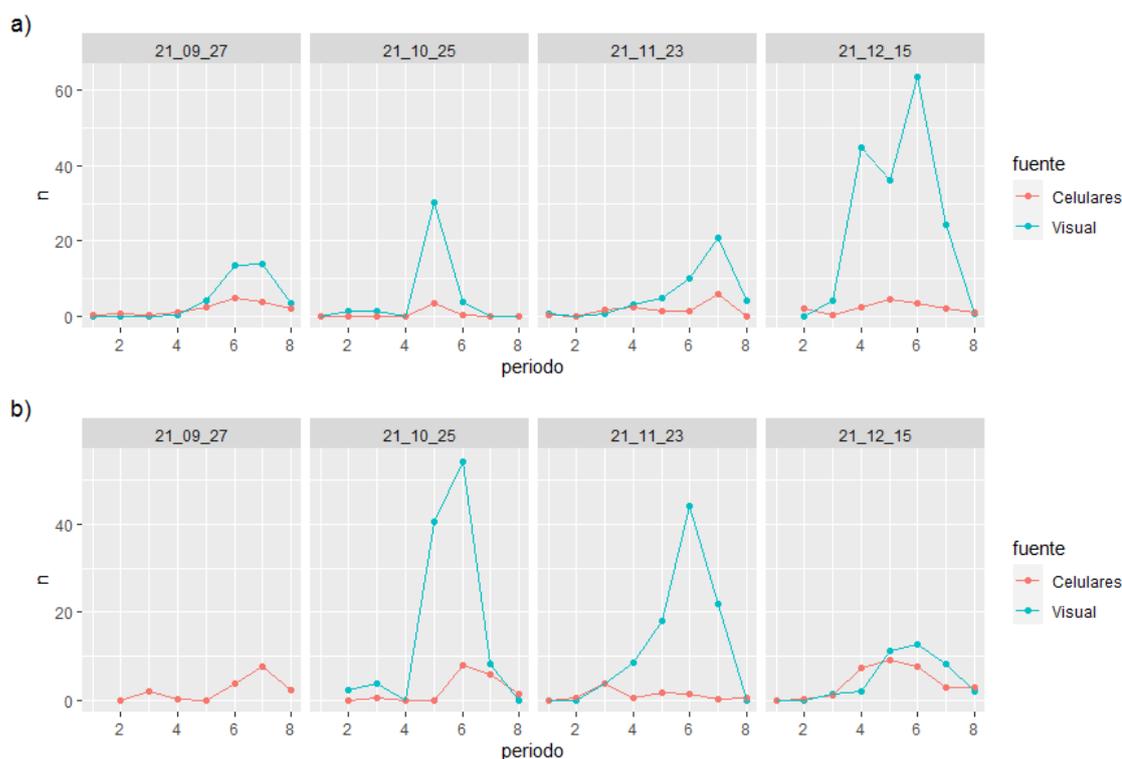


Figura 9. Individuos por minuto detectados por el conteo visual y vocalizaciones por minuto detectadas a partir de grabaciones de celulares en los sitios de muestreo NE (a) y N (b), de loros barranqueros que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021.

El número de bandadas por minuto observadas en los conteos visuales mostró una relación positiva con el número de vocalizaciones detectadas a partir de grabaciones de celulares en los sitios N y NE (Correlación de Pearson, $r = 0,445$, $t = 3,589$, $p < 0,01$, $n = 52$). Dicho coeficiente de correlación resultó levemente mayor que el obtenido utilizando el número de individuos observados. En este caso, el comportamiento de ambos grupos de datos se asemeja más. Generalmente, los incrementos en el número de bandadas detectadas por los conteos visuales fueron acompañados por un incremento similar en el número de vocalizaciones detectadas a partir de grabaciones de celulares (Figura 10).

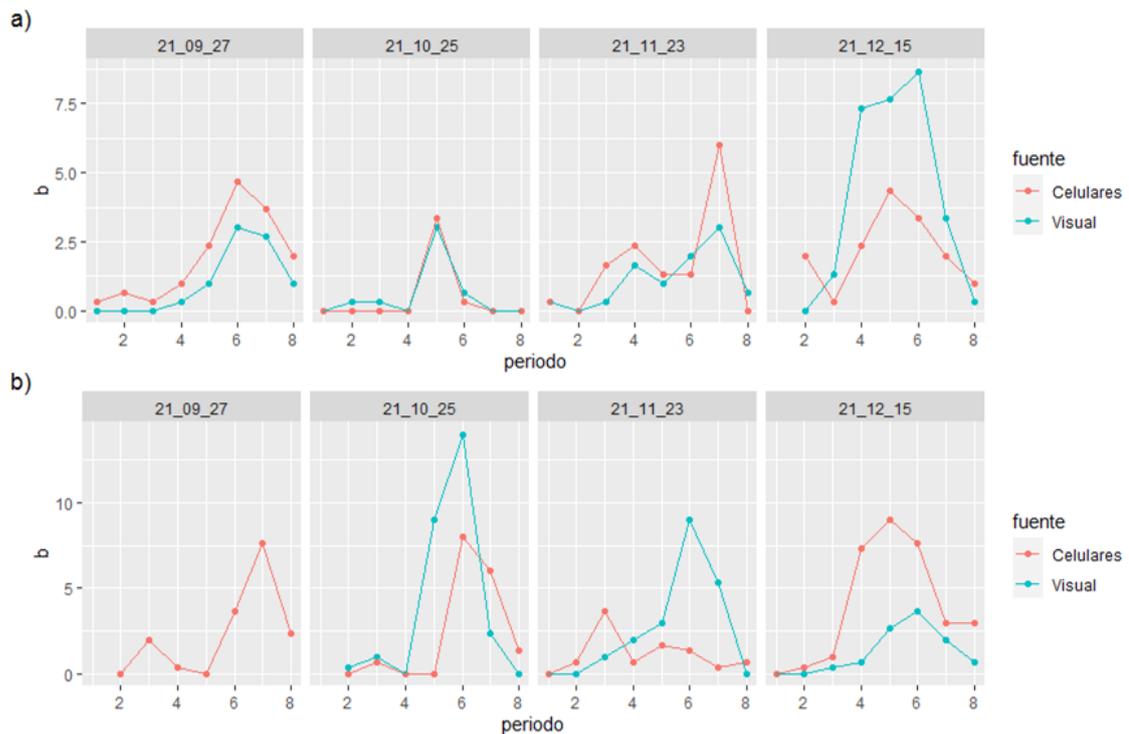


Figura 10. Bandadas por minuto detectadas por el conteo visual y número de vocalizaciones por minuto detectadas a partir de grabaciones de celulares, en los sitios NE (a) y N (b), de loros barranqueros que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021.

Comparación con grabaciones de micrófono profesional

El número de vocalizaciones detectadas a partir de las grabaciones del dispositivo TASCAM DR-100 se correlacionaron positivamente con las detectadas a partir de los celulares del sitio NE (Correlación de Pearson, $r = 0,912$, $t = 11,999$, $p < 0,01$, $n = 32$, Figura 11). Ambos grupos de datos mostraron un comportamiento similar (Figura 12).

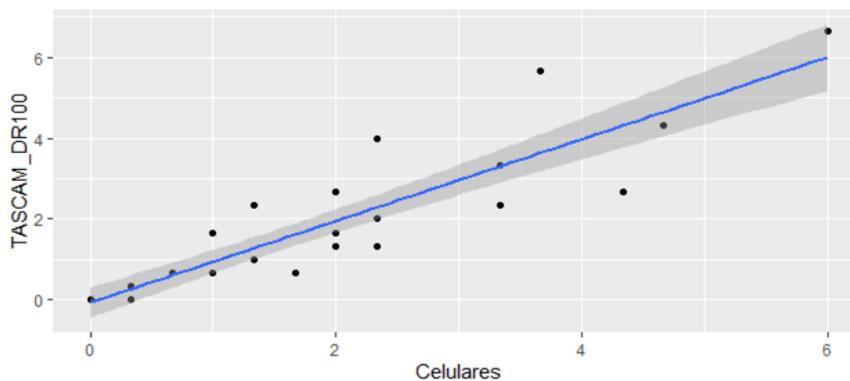


Figura 11. Relación en el sitio NE entre las vocalizaciones por minuto detectadas por el dispositivo TASCAM DR-100 y las vocalizaciones por minutos detectadas a partir de grabaciones de celulares, de loros barranqueros que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021. La línea continua muestra una línea de tendencia lineal y el área sombreada representa su intervalo de confianza del 95%.

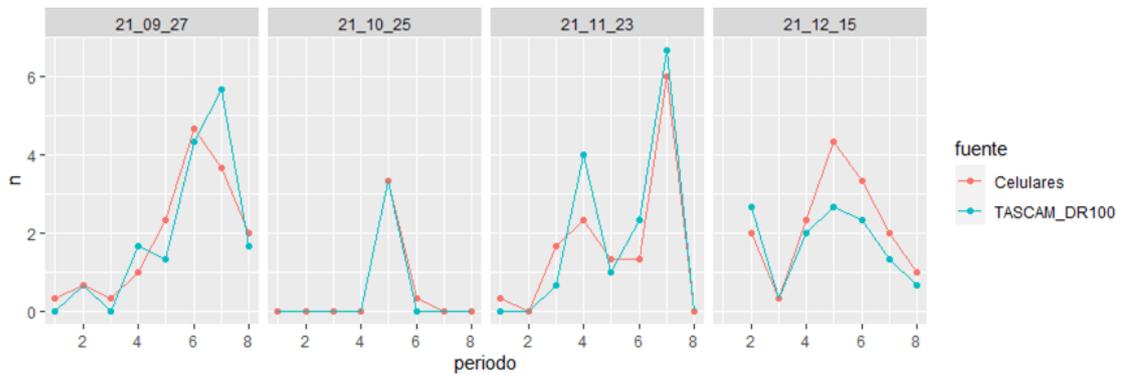


Figura 12. Número de vocalizaciones por minuto detectadas a partir de grabaciones de celulares y a partir del dispositivo TASCAM DR-100 para el sitio NE, de loros barranqueros que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021.

Dinámica estacional de los patrones espacio-temporales de arribo

En la Figura 13 se detalla la variación observada en el número de vocalizaciones por minuto detectadas a lo largo de los muestreos y los períodos, en cada sitio (más información en Tabla A4).

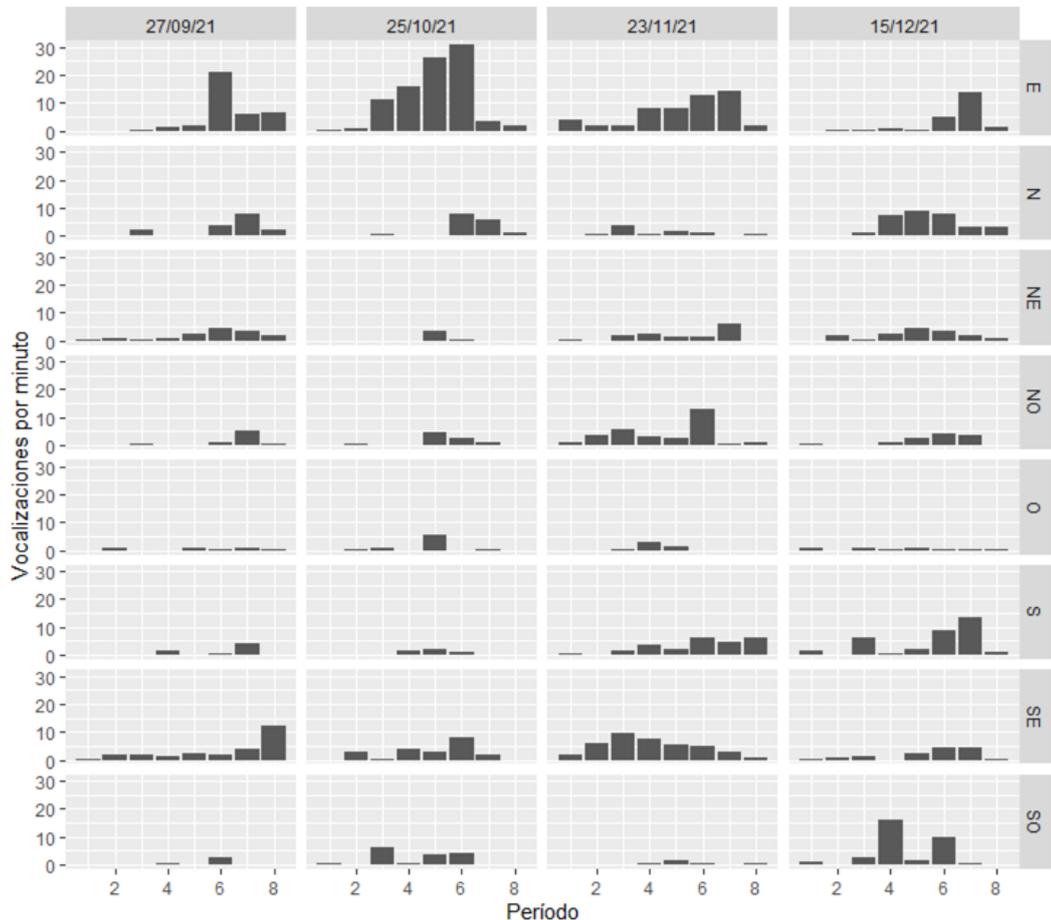


Figura 13. Número de vocalizaciones por minuto, detectadas en cada periodo de tiempo y cada sitio, de loros barranqueros que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021.

La cantidad promedio de vocalizaciones detectadas por minuto en cada muestreo fue de 1,788 (Desvío Estándar = 3,343), 2,608 (Desvío Estándar = 5,563), 2,745 (Desvío Estándar = 3,376) y 2,645 (Desvío Estándar = 3,61), para los muestreos de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, respectivamente. La variación mensual en la cantidad promedio de vocalizaciones por minuto no fue significativa (ANOVA simple, $F_{(3, 298)} = 2,1432$ $p = 0,095$).

En cuanto a la dirección de arribo (sitio), la interacción entre el sitio y el muestreo resultó significativa (ANOVA doble, $F_{(21, 220)} = 2,503$ $p < 0,01$), evidenciando diferencias en el patrón de arribo a lo largo de los distintos muestreos (Figura 14). Por esta razón, se realizó un ANOVA simple en cada muestreo.

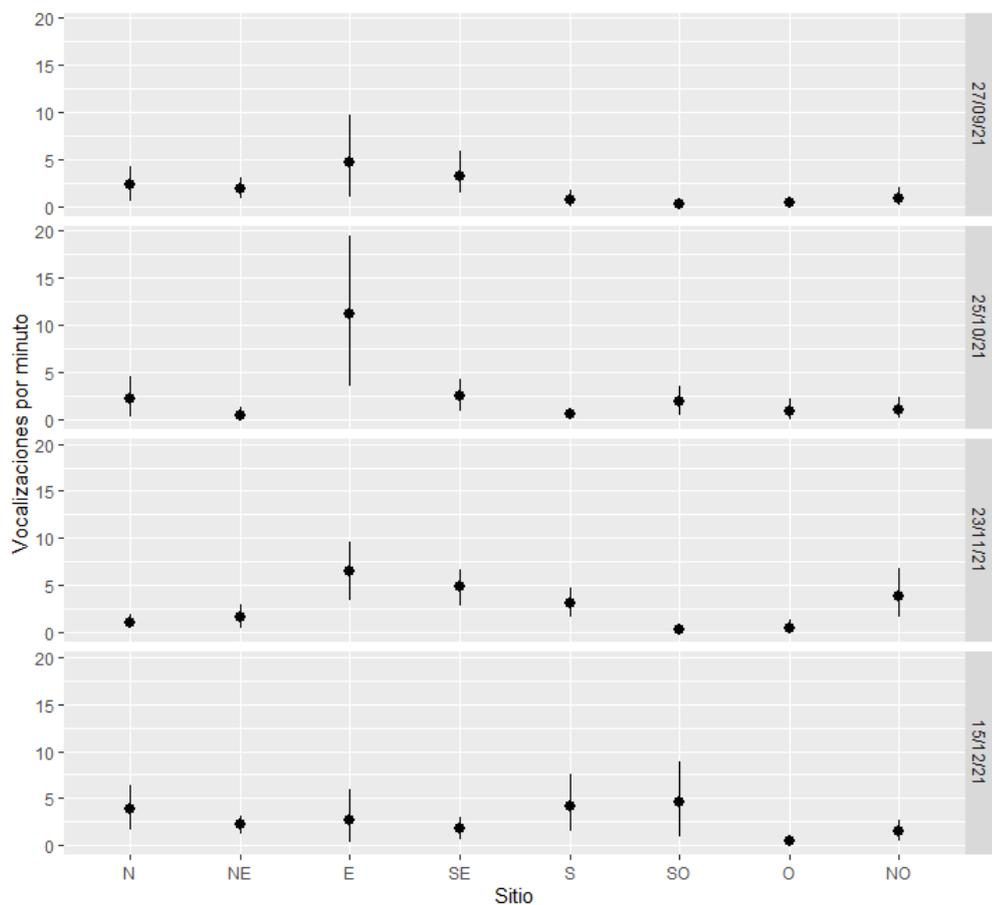


Figura 14. Representación de la media de vocalizaciones por minuto (puntos negros) obtenidas en cada sitio para cada muestreo. Las líneas representan su intervalo de confianza del 95%, los sitios cuyos intervalos de confianza no se superponen entre sí, muestran diferencias significativas.

La variación en la cantidad de vocalizaciones por minuto según el sitio de muestreo, resultó significativa para el muestreo de septiembre (ANOVA simple, $F_{(7, 55)} = 3,022$, $p < 0,01$), de octubre (ANOVA simple, $F_{(7, 55)} = 4,401$ $p < 0,01$) y de noviembre (ANOVA simple, $F_{(7, 56)} = 7,495$ $p < 0,01$), pero no significativa para el muestreo de diciembre (ANOVA simple, $F_{(7, 54)} = 1,274$ $p = 0,28$). En la Tabla 3 se observa que, en los tres primeros muestreos, la mayor proporción de las vocalizaciones se concentra en los sitios E y SE (entre 51 y 67 %), mientras que en el último muestreo se concentra sobre el S, SO y N (59 %).

Tabla 3. Porcentaje de la contribución de cada sitio a las vocalizaciones por minuto detectadas de loros barranqueros arribando al dormitorio comunal del Parque de Mayo (Bahía Blanca) obtenidas de cada uno de los muestreos desarrollados entre septiembre y diciembre de 2021.

Fecha	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
27/09/21	14,20 %	13,31 %	33,14 %	23,08 %	5,03 %	2,37 %	2,66 %	6,21 %
25/10/21	9,74 %	2,23 %	54,56 %	11,97 %	2,84 %	9,13 %	4,26 %	5,27 %
23/11/21	5,12 %	7,40 %	29,79 %	22,01 %	14,42 %	1,33 %	2,47 %	17,46 %
15/12/21	19,11 %	9,35 %	13,41 %	8,54 %	20,33 %	19,51 %	2,44 %	7,32 %

En cuanto a la variación temporal dentro del día, se observó que la interacción entre el período y el sitio no fue significativa (ANOVA doble, $F_{(29, 188)} = 0,935$ $p = 0,598$), así como tampoco la interacción entre el período y el muestreo (ANOVA doble, $F_{(21, 220)} = 1,151$ $p = 0,297$). Por ende, el patrón temporal de arribo a lo largo de los períodos de registro dentro de un mismo día fue el mismo en todos los muestreos y en todos los sitios. La cantidad de vocalizaciones por minuto varió significativamente según el período (ANOVA simple, $F_{(7, 244)} = 8,957$, $p < 0,01$). El período de muestreo con la mayor cantidad de vocalizaciones por minuto detectadas fue el 6^{to}, el cual comienza 20 minutos después del ocaso, seguido por el 7^{to} y el 5^{to} período (Figura 15).

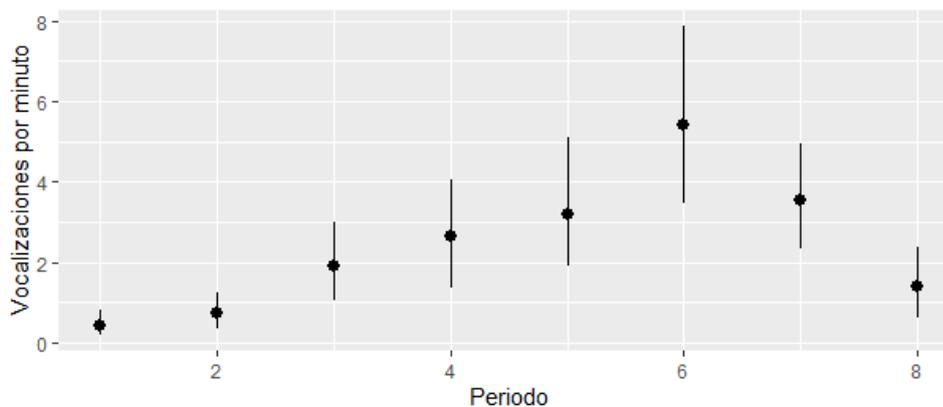


Figura 15. Representación de la media de vocalizaciones por minuto (puntos negros) obtenidas en cada período. Las líneas representan su intervalo de confianza del 95%, los períodos cuyos intervalos de confianza no se superponen entre sí, muestran diferencias significativas.

Encuestas

Del total de las 77 personas encuestadas, el 51,9 % nombró al loro como un sonido característico del Parque de Mayo. De estos, un 62,5% lo clasificó como agradable, un 20% como indiferente y un 17,5% como desagradable (Figura 16). Cuando se evaluó el uso del parque entre los encuestados que nombraron a los loros y los que no, se encontró una distribución similar en ambos grupos: para los que

nombraron a los loros, un 45% usaba el parque al menos una vez por semana y un 55% menos de una vez por semana; para los que no los nombraron estos porcentajes resultaron del 45,95% y 54,05%, respectivamente. Cuando se comparó la relación entre el uso del parque y la clasificación del sonido del loro, se encontró que el 66,7% de los encuestados que frecuentaban al menos una vez por semana el parque clasificó a la vocalización del loro como agradable, 16,7% como indiferente y 16,7% como desagradable. En cambio, para el grupo de encuestados que frecuentaban el parque con una frecuencia menor, estos porcentajes variaron a 59%, 23% y 18% respectivamente.

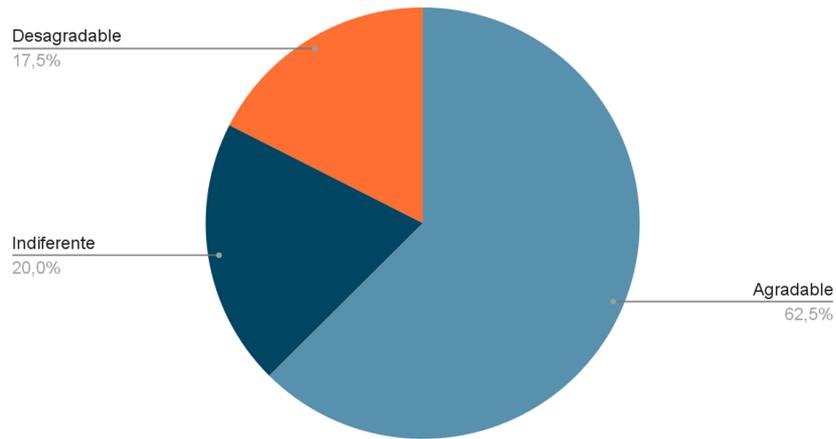


Figura 16. Clasificación de la vocalización del loro por parte de habitantes de la ciudad de Bahía Blanca que fueron encuestados y que nombraron a las vocalizaciones de loro barranquero como un sonido característico del Parque de Mayo (n = 40).

DISCUSIÓN

Este trabajo representa la primera experiencia de aplicación de un método de muestreo acústico para el estudio de una población de aves urbanas en la ciudad de Bahía Blanca, contribuyendo e integrando el conocimiento generado con el de trabajos previos realizados sobre la población de loro barranquero empleando un enfoque de ciencia ciudadana. En este sentido, el método de muestreo acústico mostró resultados interesantes, con algunas limitaciones sobre las que se debería seguir trabajando para mejorar su desempeño. Aun así, los resultados fueron promisorios y permitieron caracterizar la dinámica en los patrones de arribo del loro barranquero a su dormitorio y su comparación y complementación con lo obtenido en estudios previos. A su vez, se obtuvieron resultados descriptivos sobre las apreciaciones subjetivas del paisaje sonoro del Parque de Mayo por parte de los ciudadanos que lo frecuentan, como punto de partida para el conocimiento, valoración y conservación del paisaje sonoro urbano de la ciudad de Bahía Blanca.

Vocalizaciones del loro barranquero

En primera instancia, se obtuvo una descripción de las vocalizaciones presentes en el vuelo del loro barranquero: el “grito” (la más utilizada en vuelo) y el “gruñido”. Esta representa una de las primeras descripciones acústicas de las vocalizaciones del loro barranquero. La vocalización que denominamos “grito” presentó armónicos distinguibles separados y una fundamental con un valor de frecuencia por encima de 1 KHz. Estas características hicieron más fácil individualizar sus armónicos, lo cual resultó importante a la hora de generar *templates* y aplicar la correlación cruzada. En contraposición, el “gruñido” presentó armónicos separados por una distancia en frecuencia relativamente pequeña, lo que dificultó la determinación de la frecuencia dominante y de la fundamental (la cual tuvo un valor sorpresivamente bajo). Esta última, al igual que otros armónicos de la serie armónica, estuvo ausente. Esto puede deberse al mecanismo de producción de sonido del loro, donde predomina la acción de los músculos extrínsecos, los cuales no están preparados para la producción de cambios rápidos y precisos de la siringe (Gaunt & Gaunt, 1985), y también a elementos anti-resonantes de frecuencia (comunicación personal Martín Rocamora, Universidad de la República, Uruguay). Ambos registros utilizados para la descripción del “gruñido” (audio de campo y audio de la plataforma *xeno-canto*) muestran el mismo patrón complejo. La diferencia entre las frecuencias dominantes de los dos “gruñidos” descritos se puede deber a muchas causas. Una posible explicación es geográfica, ya que el audio de *xeno-canto* provenía de una grabación realizada en la provincia de Tucumán, donde las poblaciones de loros barranqueros son de la subespecie *andinus*. Este tipo de diferencias en un mismo tipo de vocalización relacionadas con la variación geográfica de una especie ya se ha reportado para la cotorra cubana (*Amazona leucocephala*, Psittacidae; Reynolds et al., 2010) y otros grupos de aves (Tubaro & Segura, 1994). Otra causa de dicha variación puede ser individual, los diferentes tipos de vocalizaciones pueden presentar diferencias que permiten el reconocimiento vocal individual y social, lo cual se ha visto para la cotorrita

de anteojos (*Forpus conspicillatus*, Psittacidae; Wanker & Fischer, 2001). También puede deberse a diferencias relacionadas con la edad, con el sexo o con el tamaño de los individuos (Reynolds et al., 2010; Thomsen et al., 2013).

A diferencia de los passeriformes, los psitácidos utilizan su lengua para modular el sonido independientemente de la fuente, característica encontrada también en el habla humana (Montes-Medina et al., 2016). Los loros pueden presentar vocalizaciones tanto de corto como de largo rango de notas, cada una de las cuales posee entre cero a seis y hasta arriba de 10 armónicos (Montes-Medina et al., 2016). Esto se condice y brinda soporte a los resultados obtenidos en este estudio sobre las vocalizaciones analizadas del loro barranquero. Con el fin de obtener una descripción completa y representativa, futuros trabajos deberán trabajar con un número más grande de vocalizaciones que permita indagar en la variabilidad entre individuos y edades, así como analizar otros factores importantes de las vocalizaciones como son sus modulaciones y el rango de notas utilizado (Reynolds et al., 2010; Montes-Medina et al., 2016).

El método de muestreo acústico

Los valores del área bajo la curva (AUC) obtenidos en cada sitio durante la fase de entrenamiento resultaron dentro del rango esperado según la bibliografía (0,61 - 0,91), lo que permitió calificar al método utilizado como un sistema eficiente (Sueur, 2018). El área bajo la curva (AUC) tiene una interpretación probabilística, como la probabilidad de que un determinado algoritmo de detección automática clasifique un caso positivo tomado al azar con mayores chances que un caso negativo. La correlación cruzada es una técnica muy utilizada cuando las vocalizaciones están muy estereotipadas y las variaciones individuales son estables (Stowell, Petrusková, et al., 2019), como es el caso de algunos psitácidos (Araujo et al., 2018). Este método requiere poseer una biblioteca de todas las variaciones que se puedan encontrar de las vocalizaciones de una especie si esta posee un gran vocabulario, gran variabilidad o si este varía según las estaciones (Stowell, Petrusková, et al., 2019; Digby et al., 2013). Recientemente, se han empleado métodos de identificación individual automática basados en *machine learning*, como el *deep learning*, el cual tiene la ventaja de no requerir recalibraciones manuales ni entrenamientos previos de los algoritmos (Stowell, Petrusková, et al., 2019; Stowell, Wood, et al., 2019). Dichos estudios reportan valores promedio cercanos al 88 % AUC como desempeños extraordinariamente buenos obtenidos utilizando técnicas de *deep learning*, ampliamente superiores a las técnicas utilizadas tradicionalmente como la correlación cruzada (Stowell, Wood, et al., 2019). En este contexto, los valores puntuales de AUC obtenidos en esta tesis utilizando la técnica de correlación cruzada pueden considerarse muy buenos.

Las tasas de falsos positivos (FPR) y verdaderos positivos (TPR) permiten obtener información más detallada de qué tan bien funciona el método, así como el valor predictivo positivo (PPV). La tasa de falsos positivos (FPR) fue menor a 0,09 en todos los audios utilizados para validar el método. Esto

implica que la probabilidad de equivocarse al declarar una detección positiva es menor al 10 %. Se trata de un valor aceptable y en concordancia según los valores reportados normalmente en este tipo de estudios (Stowell, Wood, et al., 2019). La tasa de verdaderos positivos (TPR) mostró una variación mayor con un promedio de 0,63 (siendo 0,5 en los lugares con menor cantidad de vocalizaciones). Este valor representa un punto a mejorar en el sistema, dado que esto significa que un porcentaje no despreciable de las vocalizaciones no pudieron ser detectadas por el algoritmo, llevando a una subestimación en las detecciones. El empleo de técnicas de *machine learning* demostró que puede mejorar este aspecto (Stowell, Wood, et al., 2019, Stowell, Petrusková, et al., 2019), por lo que futuros estudios deberían focalizar en su empleo.

En algunos sitios, como el E, estos valores reflejan un buen funcionamiento, pero al comparar el número de detecciones del método manual con el automático se observa que hubo subestimaciones del número de vocalizaciones. Esto puede deberse a la calidad de los *templates* y a la metodología utilizada a la hora de detectarlos manualmente. Muchas de las vocalizaciones anotadas manualmente no se veían con tanta claridad. A la hora de hacer las anotaciones manuales, se hace una imagen de búsqueda, lo que permite asegurarse con una baja probabilidad de error de que esas anotaciones son verdaderamente vocalizaciones de loro barranquero, a su vez que, si hay dudas, puede escuchar ese fragmento de la grabación y confirmar auditivamente (Sueur, 2018). Teniendo en cuenta esto, es de esperarse que la detección manual arroje números más altos que la detección automática. En el otro extremo, los valores obtenidos para el sitio S muestran un bajo valor de PPV y una sobreestimación en la detección de vocalizaciones con respecto a la detección manual. Esto pudo deberse a la ocurrencia de vocalizaciones muy encimadas producidas por bandadas muy numerosas que condujera a la sobreestimación de una misma detección, así como a la presencia de vocalizaciones de otras aves, que al ser visualizadas en el espectrograma se observó que eran parecidas a las del loro en cuanto al espectro de frecuencias que ocupaban.

Comparación con el muestreo visual

Los resultados obtenidos a partir del muestreo acústico mostraron una correlación significativa con los obtenidos a través del conteo visual. Sin embargo, la magnitud de dicha correlación fue intermedia (alrededor de 0,4) evidenciando que la variabilidad en la relación entre ambos métodos no es despreciable. Esto contrasta con la primera hipótesis planteada (H_1), la cual tenía como predicción la obtención de una alta correlación entre ambos grupos de datos. Esto permite concluir que el muestreo acústico empleado en este estudio es útil para interpretar el patrón de migración del loro hacia el dormidero del Parque de Mayo en términos relativos, pero no permite determinar con fidelidad la abundancia de individuos en dicho patrón.

La cantidad de vocalizaciones detectadas a través del muestreo acústico fue menor a la cantidad de individuos determinados por el conteo visual. Sin embargo, al considerar el número de bandadas, la

correlación obtenida fue mayor a la obtenida utilizando el número de individuos, y el comportamiento de ambos grupos de datos mostró mayor similitud. Esto concuerda con la segunda hipótesis planteada (H_2) relacionada con el comportamiento gregario de los loros. Durante el vuelo no todos los integrantes de las bandadas vocalizan a la vez, sino que son solo algunos los que emiten sonido que pueda ser detectado en un lapso de 10-20 segundos (observación personal). Por eso, la cantidad de vocalizaciones en estos casos es proporcional al número de bandadas y, en menor medida, al número de individuos. En los psitácidos con una organización social compleja, la importancia de la comunicación vocal se plasma en el hecho de que estos utilizan distintas señales vocales en una variedad de contextos comportamentales, cumpliendo distintas funciones (Montes-Medina et al., 2016). Las vocalizaciones en el vuelo (*flight-call*), por ejemplo, son importantes para regular la actividad del grupo, lograr el mantenimiento de la cohesión y la búsqueda de alimento, pueden llegar a contener información identitaria individual o grupal, y también pueden ser un mecanismo de comunicación interespecífica (Araujo et al., 2018). Las vocalizaciones de vuelo del loro barranquero no son emitidas por todos los miembros de una bandada al unísono durante el vuelo, sino que solo unos pocos individuos las emiten. Este comportamiento podría permitir la cohesión de las bandadas en el vuelo y también podría servir para comunicar, a otras bandadas, el número de integrantes de la misma, entre otros tipos de informaciones.

Comparación con grabaciones de micrófono profesional

La correlación obtenida entre las vocalizaciones por minuto obtenidas a partir de grabaciones de celulares y las obtenidas a través del uso de un grabador profesional resultó alta, y el comportamiento de ambos grupos de datos fue similar. Esto permite afirmar que el uso de teléfonos celulares puede obtener resultados muy similares al uso de grabadores profesionales, contrariamente a la hipótesis planteada en un principio (H_3). Cada día son más los trabajos que incorporan el uso de teléfonos celulares para el muestreo sonoro en estudios ecológicos (Zilli, 2015; *iNaturalist*, s. f.)

Dinámica estacional de los patrones de arribo

No se observó una variación en el número de individuos que ingresan al dormidero del Parque de Mayo en los meses de primavera muestreados. Esto contrasta con la segunda hipótesis del objetivo 3 (H_5). Teniendo en cuenta que el resultado fue marginalmente significativo (valor del p menor a 0,1), se podría especular que la incorporación de muestreos en los meses de invierno podría haber generado una variación significativa entre los muestreos, y una tendencia a la disminución de las vocalizaciones registradas a medida que nos alejamos del invierno. Dicha tendencia fue registrada por Canale (2015) y Pérez (2004) en estudios previos, y puede deberse a que, en los meses de invierno, muchos de los loros barranqueros presentes en la ciudad de Bahía Blanca son representantes de poblaciones australes de esta especie que migran hacia la ciudad en busca de mejores condiciones de temperatura y alimentación. Así, cuando llega la época de cría, estos individuos retornan hacia las colonias de cría de origen (Canale,

2015). A su vez, es esperable que el número de individuos que migran diariamente al dormitorio del Parque de Mayo aumente a partir de diciembre, debido a que los pichones empiezan a abandonar el nido y se incorporan en la dinámica poblacional. La nidada no está sincronizada y esto hace que algunos pichones se conviertan en volantes antes que otros (Canale, 2015).

El ingreso al dormitorio del Parque de Mayo fue mayormente por el E y SE, según los resultados obtenidos entre septiembre y noviembre. Esto concuerda con lo encontrado por Canale (2015) para los meses de primavera y soporta la primera hipótesis planteada para el objetivo 3 (H_4), el muestreo acústico permitió determinar el patrón de ingreso al dormitorio comunal del Parque de Mayo. Tal como postula Canale (2015), la mayor parte de los sitios de cría de la ciudad se ubican al E y SE del dormitorio, y, en los meses de primavera, la población está mayormente representada por individuos residentes de la ciudad, por lo cual es esperable que el ingreso al dormitorio del Parque de Mayo sea mayormente por estas orientaciones. Sin embargo, en el muestreo de diciembre la variación en la cantidad de vocalizaciones por minuto según el sitio de muestreo no difirió de forma significativa, con una tendencia a dominar los sitios S y SO. Los muestreos tradicionalmente aplicados al estudio de la población postulan que el arribo desde este cuadrante es bajo (Canale, 2015), pero en este trabajo se encontraron indicios de que dichos sitios pueden tomar relevancia en determinados momentos del año según las rutas de alimentación y uso de predormideros que elijan las bandadas de loros en cada momento. El aumento en las vocalizaciones por minuto detectadas en el S y SO durante diciembre puede deberse a una variación en el uso de los predormideros, como los ubicados en el hipermercado de la calle Aguado o el ubicado en el edificio de la Universidad Nacional del Sur en Alem 1253 (Canale, 2015).

El ingreso al dormitorio del Parque de Mayo tuvo un pico de actividad en el período 6, que tiene lugar 20 minutos después del ocaso. A su vez, se encontró evidencia sólida acerca de que este patrón temporal respecto del ocaso se mantiene igual en distintos momentos de la primavera. Este resultado sobre este comportamiento para el loro barranquero podría ser muy relevante para el diseño de futuros muestreos de la especie, tanto visuales como acústicos.

Pros y contras del muestreo acústico, implicancias a futuro

Una de las grandes ventajas que se encontraron en el muestreo acústico con respecto al conteo visual, es que este último depende de la luminosidad del ambiente y llegado cierto horario del día (luego del ocaso) se dificulta la visualización de las bandadas sobrevolando los sitios de muestreo. El uso de un muestreo acústico permitió detectar el pico de actividad (período 6) y la caída posterior de actividad de las bandadas, situación que con el conteo visual puede dificultarse. Otra de las ventajas es que los voluntarios no necesitaron de un entrenamiento previo para realizar el muestreo. El muestreo se basó simplemente en el principio de que hoy por hoy es muy común mandar un audio por las aplicaciones de mensajería, y por eso este tipo de metodologías requiere una mínima preparación. Entre las desventajas se pueden mencionar la cantidad de espacio digital necesario para almacenar los audios, la necesidad de

conversión de los formatos, la variabilidad en la calidad de grabación de los distintos celulares utilizados y la sensibilidad del método al ruido ambiental producto de la antropofonía y la geofonía (principalmente el viento).

En este tipo de metodologías, se suelen utilizar micrófonos fijos y automatizados, como los dispositivos *AudioMoth*, los cuales tienen la ventaja de disminuir la variabilidad en la calidad de grabación para muestreos sistemáticos, y aunque resultan económicos en comparación con equipos de audio profesional, conllevan un costo de adquisición de equipamiento (Alquezar & Machado, 2015; Browning et al., 2017; Hill et al., 2019). Este experimento demostró que la utilización de teléfonos celulares es una alternativa asequible y confiable para el muestreo acústico, aunque la utilización de micrófonos automatizados no requiere de voluntarios y puede significar una mayor cantidad de muestreos en el tiempo con una menor cantidad de esfuerzo invertido (Borker et al., 2015). A su vez, los micrófonos fijos y automatizados son muy útiles para el monitoreo remoto y pasivo de fauna, debido a que minimiza el impacto sobre el ecosistema y el comportamiento de los animales, reduciendo el disturbio que podría ocasionar un observador en la naturaleza (Alquezar & Machado, 2015). La utilización de micrófonos fijos y automatizados podría permitir un estudio más detallado de la migración diaria del loro barranquero hacia y desde el dormidero comunal del Parque de Mayo, así como para estudiar la frecuencia de uso de los distintos predormideros y su variación a lo largo del año.

En comparación con las técnicas de detección automática basadas en *machine learning*, las cuales ofrecen un mejor desempeño (Stowell, Wood, et al., 2019), el método basado en la correlación cruzada pudo aplicarse satisfactoriamente en este trabajo sin una gran demanda de procesamiento y con un tiempo de desarrollo que fue relativamente corto en contraposición con la capacidad de procesamiento y el tiempo de implementación que requieren dichas técnicas.

Percepción ciudadana

La mitad de los encuestados no reconoció al loro como un componente del paisaje sonoro del Parque de Mayo, lo cual da un indicio del desconocimiento o desinterés que se tiene sobre esta especie. Entre los que lo reconocieron, la mayoría mostró una apreciación agradable y en menor medida le era indiferente. Menos de un 20 % lo consideró como un sonido desagradable, lo cual puede deberse a su comportamiento gregario y ruidoso o a los diferentes prejuicios que existen sobre esta especie (plaga de cultivos, contagio de enfermedades, suciedad en las veredas; Info Villarino, 2020).

Conclusiones finales

En relación al objetivo 1, el método de muestreo acústico empleado resultó útil para estudiar el patrón de arribo del loro barranquero al dormidero en su migración diaria al dormidero del Parque de Mayo. El método no permite determinar con fidelidad la abundancia de individuos, pero sí mostró resultados promisorios que permitieron caracterizar en términos relativos la dinámica en los patrones de arribo. Se

identificaron algunas limitaciones sobre las que se debería seguir trabajando para mejorar el desempeño del proceso de detección automática. En relación al objetivo 2, se pudo concluir que el uso de teléfonos celulares es una alternativa económica y eficiente a la utilización de micrófonos profesionales, obteniendo información muy semejante y con potencial aplicación en el caso de muestreos acústicos activos. En relación al objetivo 3, la dinámica estacional de los patrones de arribo caracterizada en esta tesis concuerda con el conocimiento previo y permitió profundizar en algunos aspectos. Se llegó a la conclusión de que los loros ingresan al dormidero del Parque de Mayo mayormente por el E y el SE durante los meses de primavera, pero que este patrón puede verse modificado en determinadas épocas del año. El pico de actividad ocurre siempre en torno a los 20 minutos después del ocaso, independientemente del momento de la primavera. Con respecto a los objetivos 4 y 5, se pudo dar cuenta que alrededor de la mitad de los ciudadanos que frecuentan el Parque de Mayo no identifican a las vocalizaciones de loro como un elemento importante de su paisaje sonoro, aunque los que sí lo hacen tienen apreciaciones mayormente positivas, haciendo que esta tesis en conjunto sea una contribución al conocimiento, valoración y conservación del paisaje sonoro urbano de la ciudad de Bahía Blanca y los loros barranqueros como parte de dicho patrimonio.

*Para que haya siempre un ave cruzando el cielo
y alguien mirándola (y escuchándola)²*

²Adaptado de Narosky T y Yzurieta D (1993). Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay (4a ed). Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no hubiese sido posible sin la dirección del Dr. Martín Amodeo. Los idas y vueltas, mails, videollamadas, encuentros e ideas, fueron dando forma al proyecto. Él supo motivarme y acompañarme, guiarme y orientarme en esta tarea. Pondero que ambos nos entusiasmos con sus objetivos y que finalmente aprendimos uno del otro. Gracias por hacerme sentir casi como un colega.

Los conocimientos existentes sobre el loro barranquero de la Lic. Daiana Lera fueron un aporte crucial para el diseño experimental de la tesis. De allí que, no puedo menos que agradecer su interés constante, sus consejos y su participación en los muestreos. Anhele que este estudio sea de utilidad para el desarrollo de su tesis doctoral. Igualmente, quiero agradecer a la Dra. Lucia Ziegler y al Dr. Martín Rocamora, docentes del curso de posgrado “Análisis de Señales Acústicas para su aplicación en Ciencias Biológicas” que brindó la Universidad de la República (UDELAR, Uruguay). Los conocimientos adquiridos en el mismo fueron de gran utilidad e importancia para el desarrollo de la tesis.

Un especial reconocimiento asiste para los y las voluntarios que participaron en los muestreos: Agus, Estefi, José, Josce, Flor, Mati M, Mati O, Maite, Gonza, Leo, Gabi, Pau M, Pau V, Diana, Carla, Lara, Franco, Eze, Anto, Cris, Mica, Facu, Karen, Gian, Lau, Cintia, Dai y Colla. Gracias por brindar su tiempo, sus teléfonos y su interés. También no puedo dejar de agradecer a mi docente consejera, la Dra. Melina Calfuan, sus consejos y experiencia fueron de gran ayuda para afrontar el último tramo de la carrera.

A mi familia, que me acompañó durante toda la carrera y participaron también de los muestreos. Los amo, y agradezco tenerlos a cada uno y cada día. A mis abuelos y abuelas, por sus miradas atentas, sus escuchas pacientes, por enseñarme a que nunca es tarde para asombrarse, por sus historias y relatos. A mis amigos que la oportunidad de esta carrera me brindó. Gracias por adoptarme y por acompañarme, por sus mates, sus canciones y sus risas. Gracias por compartir las preocupaciones, las injusticias y el sueño de ver un mundo un poco más justo para el resto de los seres vivientes.

No puedo menos que referir mi gratitud a la Universidad Nacional del Sur y al pueblo argentino, por brindarme la posibilidad de una educación pública y de calidad. Espero en un futuro saber devolver todo lo que me dieron. Al escultismo, gracias por los campamentos, por alimentar mis pasiones, por los amaneceres y atardeceres en la naturaleza. Por el refugio que siempre supo ser para mí. Por enseñarme a convivir con el viento, la tierra, el fuego y el agua.

Y finalmente por qué no, gracias a las aves. Por sus melodías y sus vuelos. Por enseñarme sobre la libertad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alquezar, R. D., & Machado, R. B. (2015). Comparisons Between Autonomous Acoustic Recordings and Avian Point Counts in Open Woodland Savanna. *The Wilson Journal of Ornithology*, 127(4), 712-723. <https://doi.org/10.1676/14-104.1>
- Amodeo, M. (2014a, enero 17). XC705880 *Loro barranquero (Cyanoliseus patagonus)*. <https://xenocanto.org/705880>
- Amodeo, M. (2014b, enero 17). XC705881 *Loro barranquero (Cyanoliseus patagonus)*. <https://xenocanto.org/705881>
- Araujo, C. B. de, Marques, P., & Vielliard, J. (2018). Flight-call as species-specific signal in South American parrots and the effect of species relatedness in call similarity. *Revista Brasileira de Ornitologia - Brazilian Journal of Ornithology*, 25(3), 143-151. <http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/25301>
- Artopoulos, A. A. M. (2016). Bahía Blanca: Ciudad del nuevo desarrollo. En *Ciudades inteligentes: El aporte de las TIC a la comunidad*. Editorial Autores de Argentina. <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10059>
- Borker, A. L., Halbert, P., Mckown, M. W., Tershy, B. R., & Croll, D. A. (2015). A comparison of automated and traditional monitoring techniques for marbled murrelets using passive acoustic sensors. *Wildlife Society Bulletin*, 39(4), 813-818. <https://doi.org/10.1002/wsb.608>
- Browning, E., Gibb, R., Glover-Kapfer, P., & Jones, K. (2017). *Passive acoustic monitoring in ecology and conservation*. WWF-UK. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18158.46409>
- Cabrera, A. L. (1976). *Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1*. ACME S.A.C.I.
- Canale, A. (2015). *El desafío de la conservación de fauna silvestre en áreas urbanas: El loro barranquero (Cyanoliseus patagonus) en Bahía Blanca* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Sur.
- Chen, Z., & Wiens, J. J. (2020). The origins of acoustic communication in vertebrates. *Nature Communications*, 11(1), 369. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14356-3>
- Cuervo Pulido, R. (2015). La ecología del paisaje sonoro de la ciudad: Un aporte a la sostenibilidad urbana. *Dearq*, 16, 90-103. <https://doi.org/10.18389/dearq16.2015.06>
- Digby, A., Towsey, M., Bell, B. D., & Teal, P. D. (2013). A practical comparison of manual and autonomous methods for acoustic monitoring. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(7), 675-683. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12060>
- Dúrov, P., & Duróv, N. (2021). *Telegram (8.0)* [Computer software]. <https://telegram.org/>
- Fernández, O. A. (2003). *Los pastizales naturales del Caldenal*. 68-91.
- Gaunt, A. S., & Gaunt, S. L. L. (1985). Electromyographic studies of the syrinx in parrots (Aves, Psittacidae). *Zoomorphology*, 105(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/BF00312067>

- Gentili, J. O., Gil, V., Campo, A. M., & Rosell, P. (2012). *Calidad ambiental en «Cueva de los Leones», periurbano de Bahía Blanca, Argentina*. 14.
- Hafner, S., & Katz, J. (2018). *monitoR: Acoustic Template Detection in R* (1.0.7) [Computer software]. <https://CRAN.R-project.org/package=monitoR>
- Hand, E. (2010). Citizen science: People power. *Nature*, 466(7307), 685-687.
<https://doi.org/10.1038/466685a>
- Hill, A. P., Prince, P., Snaddon, J. L., Doncaster, C. P., & Rogers, A. (2019). AudioMoth: A low-cost acoustic device for monitoring biodiversity and the environment. *HardwareX*, 6.
<https://doi.org/10.1016/j.ohx.2019.e00073>
- iNaturalist. (s. f.). iNaturalist. Recuperado 3 de marzo de 2022, de <https://www.inaturalist.org/>
- Info Villarino. (2020, julio 24). *Info Villarino Tv Online, emisión del 23 de julio de 2020*.
<https://www.youtube.com/watch?v=hN1CH11fBh8>
- Irwin, A. (2018). *Citizen science comes of age*. *Nature* 562:480-482
- IUCN. (2018). *The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Red List of Threatened Species.
<https://www.iucnredlist.org/en>
- K. Lisa Yang Center for Conservation Bioacoustics. (2019). *Raven Pro: Interactive Sound Analysis Software* (1.6.1) [Computer software]. The Cornell Lab of Ornithology.
- Krabbe, N. (2019, noviembre 5). *XC506341 Loro barranquero (Cyanoliseus patagonus)*. <https://xeno-canto.org/506341>
- Krause, B. (2016). *Wild Soundscapes: Discovering the Voice of the Natural World (Revised edition)*. Yale University Press.
- Masello, J., & Quillfeldt, P. (2012). ¿Cómo reproducirse exitosamente en un ambiente cambiante? Biología reproductiva de los loros barranqueros *Cyanoliseus patagonus* en el nordeste de la Patagonia. *Hornero*, 27, 73-88.
- Mindlin, G. B., & Laje, R. (2006). *The Physics of Birdsong*. Springer Berlin Heidelberg.
<https://books.google.com.ar/books?id=he9K46-L6PEC>
- Montes-Medina, A. C., Salinas-Melgoza, A., & Renton, K. (2016). Contextual flexibility in the vocal repertoire of an Amazon parrot. *Frontiers in Zoology*, 13(1), 40.
<https://doi.org/10.1186/s12983-016-0169-6>
- Ooms, J. (2021). *av: Working with Audio and Video in R*. <https://cran.r-project.org/web/packages/av/>
- Paoloni, J. D. (Ed.). (2010). *Ambiente y recursos naturales del partido de Bahía Blanca: Clima, geomorfología, suelo y aguas (sudeste de la provincia de Buenos Aires)* (1. ed). Univ. Nacional del Sur [u.a.].
- Payne, R. B. (1986). Bird Songs and Avian Systematics. En *Current Ornithology* (Vol. 3, pp. 87-126). Plenum Press.

- Pérez, Ma. R. (2004). *Comportamiento del loro barranquero (Cyanoliseus patagonus) al dirigirse al dormitorio comunal urbano, en la ciudad de Bahía Blanca* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Sur.
- Pijanowski, B. C., Farina, A., Gage, S. H., Dumyahn, S. L., & Krause, B. L. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecology*, 26(9), 1213-1232. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9600-8>
- Pijanowski, B. C., Villanueva-Rivera, L. J., Dumyahn, S. L., Farina, A., Krause, B. L., Napoletano, B. M., Gage, S. H., & Pieretti, N. (2011). Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*, 61(3), 203-216. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>
- Ramírez, F. E. (2015). *Sonoteca Bahía Blanca*. <https://www.sonotecabahiablanca.com/wp/>
- R-Core-Team. (2014). *R: The R Project for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org/>
- Reynolds, M. B. J., Hayes, W. K., & Wiley, J. W. (2010). Geographic variation in the flight call of the Cuban Parrot (*Amazona leucocephala*) and its taxonomic relevance. *Journal of Caribbean Ornithology*, 23(1), 4-18. <https://jco.birdscaribbean.org>
- Rojas Martínez, M. E. (2008). *Estudio de la interacción entre las poblaciones de Loro Tricahue Cyanoliseus Patagonus Bloxami, y la actividad agrícola en las comunas de Vicuña y Monte Patria Región de Coquimbo, Chile* (1a ed.). Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).
- SADSN. (2007). *Primer inventario nacional de bosques nativos: Informe regional espinal, segunda parte* (p. 154). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- Santibáñez Boric, M. A. (2016). *Estructuración genética poblacional del Loro Tricahue (Cyanoliseus patagonus bloxami): Variación molecular y su aplicación en programas de conservación* [Tesis de Magister]. Universidad de Chile.
- Saus, M. A. (2018). La «britanización» de Bahía Blanca. Estado, capital global, ferrocarril y espacio local en perspectiva multiescalar. *Revista Universitaria de Geografía*, 27(2), 79-102. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3832/383257592003/html/index.html>
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 467-471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Speake, M. Á. (2015). *Turismo ornitológico en Bahía Blanca. Caso de estudio: Colonias urbanas de loros barranqueros (Cyanoliseus patagonus)* [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional del Sur.
- Stowell, D., Petrusková, T., Šálek, M., & Linhart, P. (2019). Automatic acoustic identification of individuals in multiple species: Improving identification across recording conditions. *Journal of The Royal Society Interface*, 16(153), 20180940. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0940>
- Stowell, D., Wood, M. D., Pamuła, H., Stylianou, Y., & Glotin, H. (2019). Automatic acoustic detection of birds through deep learning: The first Bird Audio Detection challenge. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(3), 368-380. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13103>

- Sueur, J. (2018). *Sound Analysis and Synthesis with R*. Springer.
<https://www.springer.com/gp/book/9783319776453>
- Sueur, J., Aubin, T., & Simonis, C. (2008). Seewave, a Free Modular Tool for Sound Analysis and Synthesis. *Bioacoustics*, 18(2), 213-226. <https://doi.org/10.1080/09524622.2008.9753600>
- Tella, J. L., Canale, A., Carrete, M., Petracchi, P., & Zalba, S. M. (2014). Anthropogenic Nesting Sites Allow Urban Breeding in Burrowing Parrots *Cyanoliseus patagonus*. *Ardeola*, 61(2), 311-321. <https://doi.org/10.13157/arla.61.2.2014.311>
- Thomsen, H. M., Balsby, T. J. S., & Dabelsteen, T. (2013). Individual variation in the contact calls of the monomorphic Peach-fronted Conure, *Aratinga aurea*, and its potential role in communication. *Bioacoustics*, 22(3), 215-227. <https://doi.org/10.1080/09524622.2013.779560>
- Tubaro, P. L. (1999). Bioacústica aplicada a la sistemática, conservación y manejo de poblaciones naturales de aves. *Etología: Revista de la Sociedad Española de Etología*, 7, 19-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4652859>
- Tubaro, P. L., & Segura, E. T. (1994). Dialect Differences in the Song of *Zonotrichia capensis* in the Southern Pampas: A Test of the Acoustic Adaptation Hypothesis. *The Condor*, 96(4), 1084-1088. <https://doi.org/10.2307/1369117>
- Wanker, R., & Fischer, J. (2001). Intra- and Interindividual Variation in the Contact Calls of Spectacled Parrotlets (*Forpus conspicillatus*). *Behaviour*, 138(6), 709-726. <https://www.jstor.org/stable/4535849>
- Zilli, D. (2015). *Smartphone-powered citizen science for bioacoustic monitoring* [Tesis Doctoral].
- Zilli, D., Parson, O., Merrett, G. V., & Rogers, A. (2014). A Hidden Markov Model-Based Acoustic Cicada Detector for Crowdsourced Smartphone Biodiversity Monitoring. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 51, 805-827. <https://doi.org/10.1613/jair.4434>
- Zipf, L., Primack, R. B., & Rothendler, M. (2020). Citizen scientists and university students monitor noise pollution in cities and protected areas with smartphones. *PLOS ONE*, 15(9), e0236785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236785>
- Zwerts, J. A., Stephenson, P. J., Maisels, F., Rowcliffe, M., Astaras, C., Jansen, P. A., van der Waarde, J., Sterck, L. E. H. M., Verweij, P. A., Bruce, T., Brittain, S., & van Kuijk, M. (2021). Methods for wildlife monitoring in tropical forests: Comparing human observations, camera traps, and passive acoustic sensors. *Conservation Science and Practice*, 3(12), e568. <https://doi.org/10.1111/csp2.568>

ANEXO

Tabla A1. Modelos de celulares utilizados

Modelo de celular	Nro de veces utilizado	Tasa de bits general (kb/s)
Iphone 6	5	28,1
LG K8	5	35
Moto G2	4	35
HUAWEI Y5	3	35
Xaiomi redmi note 8	3	35
Samsung S10	3	35
iPhone 7	2	28,4
Samsung a52	2	31,4
Moto E6plus	2	35
Samsung galaxy J7	2	35
LG K 40 S	2	35
Xiaomi Redmi 4x	2	35
Motorola one hyper	2	35
J2 prime	1	35
Motorola one fusion	1	35
Mi 8 Lite	1	35
LG lv5-2	1	35
Iphone XR	1	30
Moto E5	1	35
Samsung J2 Prime	1	35
Xiaomi redmi note 4	1	35
Moto E6plus	1	35
LG Q7plus	1	35

Tabla A2. Frecuencias y amplitudes de los armónicos presentes en las vocalizaciones.

Gruñido			Grito		
Frecuencia (KHz)	Amplitud	Armónico	Frecuencia (KHz)	Amplitud	Armónico
0,9000	0,1712	27	1,2750	0,3565	1
1,0333	0,2097	31	2.55	1,0000	2
1,1667	0,2648	35	3,8250	0,1630	3
1,9333	0,8848	58	5.1	0,1115	4
2,0667	0,2722	62	6,3750	0,1314	5
2,2000	0,7749	66			
2,3333	0,5352	70			
2,6667	0,2559	80			
2,8333	1,0000	85			
2,9333	0,2028	88			
3,2333	0,3029	97			
3,3667	0,2269	101			
3,5000	0,4225	105			
3,6667	0,2244	110			
3,8333	0,2015	115			
4,1333	0,2040	124			
4,5333	0,1831	136			
4,7000	0,4437	141			
5,0333	0,1822	151			
5,3000	0,2322	159			
5,6333	0,4607	169			
5,7333	0,5095	172			
5,8667	0,2123	176			

Tabla A3. Comparación de entrenamientos utilizando distintos números de *templates*. FPR = tasa de falsos positivos; TPR = tasa de verdaderos positivos; PPV = valor predictivo positivo.

Cantidad de <i>templates</i>	FPR promedio	TPR promedio	PPV promedio
2	0,018337310154811	0,324101032304313	0,662646793134598
5	0,042032998616163	0,544795749707019	0,56950528007688
10	0,029096506929619	0,636207905455646	0,530054958316965
20	0,140223013131164	0,647326144108278	0,380994965211141
50	0,855004285860733	0,361857929569058	0,346552722148153

Tabla A4 - Número de vocalizaciones por minuto de loro barranquero que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021 registradas a partir de grabaciones de celulares.

Fecha	Hora	Periodo	Sitio							
			E	N	NE	NO	O	S	SE	SO
27/09/21	18:40:00	1	0,00	NA	0,33	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
	18:48:00	2	0,00	0,00	0,67	0,00	0,67	0,00	1,67	0,00
	18:56:00	3	0,33	2,00	0,33	0,33	0,00	0,00	2,00	0,00
	19:04:00	4	1,33	0,33	1,00	0,00	0,00	1,33	1,33	0,33
	19:12:00	5	2,00	0,00	2,33	0,00	0,67	0,00	2,33	0,00
	19:20:00	6	21,00	3,67	4,67	1,33	0,33	0,33	2,00	2,33
	19:28:00	7	6,00	7,67	3,67	5,00	1,00	4,00	4,00	0,00
	19:36:00	8	6,67	2,33	2,00	0,33	0,33	0,00	12,33	0,00
Total en c/ sitio			37,33	16,00	15,00	7,00	3,00	5,67	26,00	2,67
25/10/21	19:15:00	1	0,33	NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33
	19:23:00	2	1,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	2,67	0,00
	19:31:00	3	11,00	0,67	0,00	0,00	1,00	0,00	0,33	6,33
	19:39:00	4	15,67	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	4,00	0,67
	19:47:00	5	26,00	0,00	3,33	4,67	5,33	2,33	2,67	3,67
	19:55:00	6	30,67	8,00	0,33	2,67	0,00	1,00	8,00	4,00
	20:03:00	7	3,33	6,00	0,00	1,00	0,33	0,00	2,00	0,00
	20:11:00	8	1,67	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total en c/ sitio			89,67	16,00	3,67	8,67	7,00	4,67	19,67	15,00
23/11/21	19:45:00	1	4,00	0,00	0,33	1,00	0,00	0,67	1,67	0,00
	19:53:00	2	2,00	0,67	0,00	3,67	0,00	0,00	6,00	0,00
	20:01:00	3	1,67	3,67	1,67	5,67	0,33	1,67	9,67	0,00
	20:09:00	4	8,00	0,67	2,33	3,33	2,67	3,67	7,33	0,33
	20:17:00	5	8,00	1,67	1,33	2,67	1,33	2,33	5,33	1,33
	20:25:00	6	12,67	1,33	1,33	13,00	0,00	6,33	5,00	0,33
	20:33:00	7	14,33	0,33	6,00	0,33	0,00	4,67	2,67	0,00
	20:41:00	8	1,67	0,67	0,00	1,00	0,00	6,00	1,00	0,33
Total en c/ sitio			52,33	9,00	13,00	30,67	4,33	25,33	38,67	2,33
15/12/21	20:08:00	1	0,00	0,00	NA	0,33	1,00	1,33	0,33	1,00
	20:16:00	2	0,33	0,33	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	NA
	20:24:00	3	0,33	1,00	0,33	0,00	1,00	6,33	1,33	2,67
	20:32:00	4	1,00	7,33	2,33	1,00	0,33	0,67	0,00	16,00
	20:40:00	5	0,33	9,00	4,33	2,67	0,67	2,00	2,33	1,67
	20:48:00	6	5,00	7,67	3,33	4,33	0,33	8,67	4,33	10,00
	20:56:00	7	13,67	3,00	2,00	3,67	0,33	13,33	4,33	0,67
	21:04:00	8	1,33	3,00	1,00	0,00	0,33	1,00	0,33	0,00
Total en c/ sitio			22,00	31,33	15,33	12,00	4,00	33,33	14,00	32,00

Tabla A5 - Número de individuos y bandadas por minuto de loro barranquero que arribaron al dormitorio del Parque de Mayo (Bahía Blanca) entre septiembre y diciembre de 2021 registrados por los conteos visuales.

Fecha	Hora	Periodo	Sitio N		Sitio NE	
			Individuos	Bandadas	Individuos	Bandadas
27/09/21	18:40:00	1	-		0,00	0,00
	18:48:00	2			0,00	0,00
	18:56:00	3			0,00	0,00
	19:04:00	4			0,33	0,33
	19:12:00	5			4,00	1,00
	19:20:00	6			13,33	3,00
	19:28:00	7			13,67	2,67
	19:36:00	8			3,33	1,00
Total en c/ sitio			-		34,67	8,00
25/10/21	19:15:00	1	NA	NA	0,00	0,00
	19:23:00	2	2,33	0,33	1,33	0,33
	19:31:00	3	3,67	1,00	1,33	0,33
	19:39:00	4	0,00	0,00	0,00	0,00
	19:47:00	5	40,67	9,00	30,33	3,00
	19:55:00	6	54,33	14,00	3,67	0,67
	20:03:00	7	8,33	2,33	0,00	0,00
	20:11:00	8	0,00	0,00	0,00	0,00
Total en c/ sitio			109,33	26,67	36,67	4,33
23/11/21	19:45:00	1	0,00	0,00	0,67	0,33
	19:53:00	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:01:00	3	3,67	1,00	0,67	0,33
	20:09:00	4	8,67	2,00	3,00	1,67
	20:17:00	5	18,00	3,00	4,67	1,00
	20:25:00	6	44,00	9,00	10,00	2,00
	20:33:00	7	22,00	5,33	20,67	3,00
	20:41:00	8	0,00	0,00	4,00	0,67
Total en c/ sitio			96,33	20,33	43,67	9,00
15/12/21	20:08:00	1	0,00	0,00	NA	NA
	20:16:00	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	20:24:00	3	1,33	0,33	4,00	1,33
	20:32:00	4	2,00	0,67	44,67	7,33
	20:40:00	5	11,33	2,67	36,00	7,67
	20:48:00	6	12,67	3,67	63,67	8,67
	20:56:00	7	8,33	2,00	24,33	3,33
	21:04:00	8	2,00	0,67	0,67	0,33
Total en c/ sitio			37,67	10,00	173,33	28,67