

# UN ESTUDIO DE CIENCIA CIUDADANA REVELA LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL AMENAZADO CARDENAL AMARILLO (*GUBERNATRIX CRISTATA*) EN ARGENTINA

Marisol Domínguez<sup>1</sup>, Rocío Lapido<sup>2</sup>, Adrián Gorrindo<sup>3</sup>, Diego Archuby<sup>8</sup>, Emilio Correa<sup>4</sup>, Fabián Llanos<sup>5</sup>, Fabricio Reales<sup>6</sup>, Fabrizio Piantanida<sup>7</sup>, Germán Marateo<sup>8</sup>, Jorge Meriggi<sup>9</sup>, Lucas Andreani<sup>10</sup>, Manuel Encabo<sup>11</sup>, María Laura Gómez Vinassa<sup>12</sup>, Maximiliano Bertini<sup>13</sup>, Milton Perello<sup>14</sup>, Ricardo Banchs<sup>9</sup>, Sebastián Cirignoli<sup>15</sup>, Silvina Verón<sup>16</sup>, Bettina Mahler<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología, Genética y Evolución e IEGEBA-CONICET. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón II Ciudad Universitaria, Int. Güiraldes s/n (1428) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Aves Argentinas/ AOP Matheu 1246/8 (1249) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Departamento de Fauna Silvestre. Parque General San Martín, Calle Las Tipas s/n (5500) Ciudad, Mendoza, Argentina.

<sup>4</sup> Fundación Villavicencio. Ruta Provincial 52 km 16, (5539) Departamento de Las Heras, Mendoza, Argentina.

<sup>5</sup> Guardafauas Honorarios de Río Negro. O'Higgins 1538 (8332) General Roca, Río Negro, Argentina.

<sup>6</sup> Laboratorio de Ornitología y Conservación (CICYTTP-CONICET-Prov. E. Ríos-UADER) Matteri y España s/n (3105) Diamante, Entre Ríos, Argentina.

<sup>7</sup> Dirección de Áreas Naturales Protegidas del Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Calle 7 e/54 y 55 - 5to. Piso (edificio Cámara de la Construcción) (1900) La Plata, Bs. As., Argentina.

<sup>8</sup> Dirección de Recursos Naturales - Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires. Calle 12 y 54 Torre II Piso 14 (1900) La Plata, Bs. As., Argentina.

<sup>9</sup> Dirección Nacional de Biodiversidad, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Av. San Martín 451 2º piso (1004) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>10</sup> Administración de Parques Nacionales. Carlos Pellegrini 657 (1009) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>11</sup> Ecoparque de la Ciudad de Buenos Aires. República de la India 2900 (1425) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>12</sup> Área Flora y Fauna. Subprograma Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Campo y Producción de la Provincia de San Luis. Casa de Gobierno "Terrazas del Portezuelo" Autopista Serranías Puntanas km. 783 (5700) Ciudad de San Luis, San Luis, Argentina.

<sup>13</sup> Servicio Provincial de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Provincia de Río Negro. Colon 275 (8500) Viedma, Río Negro, Argentina.

<sup>14</sup> Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Hidalgo 775, 7º piso (1405) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>15</sup> Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CelBA). Bertoni 85 (3370) Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

<sup>16</sup> Club Amigos de las Aves Silvestres de Entre Ríos. Boulevard Valdez 65 (3187) San José de Feliciano, Entre Ríos, Argentina.

## Resumen

El cardenal amarillo es un passeriforme amenazado del cono sur de Sudamérica. Debido a su plumaje conspicuo y a su canto melodioso es un ave muy codiciada para el mascotasismo y sufre, en consecuencia, del tráfico ilegal de fauna. Las mayores poblaciones remanentes se encuentran en Argentina, pero hasta el momento no se han hecho esfuerzos coordinados para conocer su distribución actual y su estado de conservación. En tres censos anuales basados en un programa de ciencia ciudadana, más de 140 voluntarios relevaron 644 puntos geográficos durante la primavera y detectaron 221 cardenales amarillos. Con estos resultados, evaluamos la presencia de cardenales en áreas protegidas de Argentina y encontramos que la especie fue registrada en solamente cuatro, dos de las cuales son reservas privadas con bajo grado de protección. Encontramos, además, que la especie no se encuentra estrictamente ligada al ambiente de "Espinal", sino que también habita las ecorregiones del "Monte" y del "Chaco", que son generalmente más secas. Este programa de ciencia ciudadana nos permitió obtener información actualizada acerca de las poblaciones remanentes del cardenal amarillo y ayudó a generar conciencia pública sobre los problemas de conservación que sufre la especie. Proponemos estrategias para futuros monitoreos de las poblaciones del cardenal amarillo y para la toma de decisiones que ayuden a su conservación.

**Palabras clave:** censo, ciencia ciudadana, distribución, cardenal amarillo.

## Introducción

Para mejorar nuestro conocimiento de las tendencias del cardenal amarillo, se han realizado esfuerzos para estudiar las poblaciones remanentes en los últimos años. Basándose en los registros publicados, Reales y otros (2019) construyeron un mapa de distribución de la especie y encontró una reducción respecto de la distribución original. Trabajos previos sobre diferenciación genética (Domínguez et al. 2017) y de canto de poblaciones aisladas (Domínguez et al. 2016) apoyaron la existencia de tres unidades de manejo (Moritz 1994) en Argentina.

La variación geográfica de las vocalizaciones podría mejorar la detección, especialmente cuando se utiliza playback. El cardenal amarillo también es conocido por ser altamente territorial, los machos reaccionan agresivamente a la presencia de otros machos (Collar et al. 1992). Este comportamiento suele ser más intenso durante la temporada de reproducción, que se produce en la primavera austral entre octubre y diciembre (Domínguez et al. 2015). Aunque se ha reunido una base de datos con los puntos de presencia de los cardenales amarillos

Esta es una versión traducida de DOMÍNGUEZ, M., LAPIDO, R., GORRINDO, A., ARCHUBY, D., CORREA, E., LLANOS, F., . . . MAHLER, B. (2020). A citizen science survey discloses the current distribution of the endangered Yellow Cardinal *Gubernatrix cristata* in Argentina. *Bird Conservation International*, 1-12. doi:10.1017/S0959270920000155

El artículo original se encuentra [disponible aquí](#).

desde 1995 hasta 2018 (Reales et al. 2019), no hay información sobre la presencia de la especie en varias regiones con registros históricos y/o hábitat adecuado. Por otra parte, la extracción de individuos para el mercado de aves en jaulas puede disminuir el tamaño de la población rápidamente hasta generar extinciones locales, como se ha observado con frecuencia en los últimos años (López-Lanús et al. 2016).

Por lo tanto, es necesaria una evaluación actualizada y exhaustiva de la distribución de la especie. Aquí informamos los resultados de

los primeros relevamientos coordinados de cardenal amarillo basados en un programa de ciencia ciudadana en la Argentina. Los objetivos de este estudio fueron actualizar el mapa de distribución del cardenal amarillo, identificar áreas importantes para su conservación, proporcionar información sobre las zonas poco estudiadas y fomentar la creación de nuevos grupos de conservación en zonas donde la especie aún está presente. También debatimos estrategias a largo plazo que podrían proporcionar importantes herramientas de conservación y acciones de gestión.

# Métodos

## Revisión bibliográfica

Se generó una compilación de múltiples fuentes de datos históricos de distribución del cardenal amarillo en Argentina incluidos los registros de 1880 a 1998. Se buscó información en todas las publicaciones disponibles a través de una búsqueda bibliográfica exhaustiva (Apéndice S1 en el material suplementario disponible on-line), en bases de datos de libre acceso (eBird.org, Global Biodiversity Information Facility – gbif.org, EcoRegistros.org, y el Banco de Registros de Cardenal Amarillo,

gestionado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación), así como de los ejemplares depositados en museos (Apéndice S2). Como estas fuentes coinciden en gran medida con las de Reales y otros (2019), para evitar la duplicación, se tomaron puntos de presencia independientemente de ese estudio. Basándonos en esta información, construimos una base de datos.

## Los estudios actuales

Para comparar la distribución actual con la pasada, se relevaron todas las zonas del país con registros históricos de cardenales amarillos durante 2015, 2016 y 2017. Esto incluyó 12 provincias de Argentina: Entre Ríos, Corrientes, Santa Fe, Santiago del Estero, Córdoba, La Rioja, San Luis, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro, y Buenos Aires. Los relevamientos se realizaron todos los años desde mediados de septiembre hasta principios de octubre, considerando la época pre reproductiva como el momento más apropiado para realizar los relevamientos, ya que los cardenales comienzan a defender sus territorios y son más fáciles de detectar (Domínguez et al. 2015). Además, minimizamos el riesgo de que los nidos con pichones queden desatendidos debido a la perturbación de nuestro relevamiento. La mayoría de las encuestas se realizaron entre las 06:30 hs. y las 10:30 hs. hora local con el fin de concentrar los esfuerzos durante el momento de mayor actividad de los cardenales. La convocatoria de los participantes fue coordinada por la organización

no gubernamental Aves Argentinas. Los relevamientos se anunciaron a través de redes sociales en múltiples ocasiones en junio-julio, antes del período pre reproductivo que comienza en septiembre. También se envió un correo electrónico a todos los miembros de Aves Argentinas en el que se pedía a los voluntarios que ingresaran a un enlace y completaran un formulario. Los formularios de inscripción permitieron determinar las localidades de cada voluntario y los posibles lugares de muestreo. También permitió que personas de la misma zona organizaran el esfuerzo de muestreo. Basándonos en la revisión bibliográfica y sobre la disponibilidad actual de hábitat, propusimos a los voluntarios las áreas de estudio. Algunas de estas áreas tenían antecedentes históricos y otras no tenían registros, pero sí un hábitat adecuado. Con esta información, los participantes determinaron libremente sus zonas de estudio en función de la distancia y la accesibilidad.

## Diseño del relevamiento

Los observadores registraron el número de cardenales amarillos identificados. Los datos del relevamiento fueron compilados por Aves Argentinas y el Laboratorio de Ecología y Comportamiento Animal de la Universidad de Buenos Aires. Dado que la especie no presenta problemas particulares de identificación, se incluyeron los registros de 143 observadores, entre ellos observadores de aves, ornitólogos profesionales, educadores y guardaparques de áreas protegidas. Se recomendó una metodología específica para asegurar la coherencia de los resultados entre los observadores. El protocolo de búsqueda incluía la reproducción del canto (*playback*) de un cardenal amarillo, para maximizar la posibilidad de detección. Dado que en estudios anteriores se ha comprobado que existen diferentes dialectos entre las poblaciones de cardenal amarillo (Domínguez et al. 2016), se les dio a los participantes la grabación del un canto de un macho de cardenal obtenida cerca de su zona de estudio. La detectabilidad de un individuo de cardenal amarillo aumenta con la respuesta a las reproducciones de canto con específico emitidas por un dispositivo digital conectado a un altavoz o utilizando un teléfono móvil (Domínguez et al. 2015). Dentro de las áreas determinadas para los rele-

vamientos, los participantes seleccionaron aleatoriamente puntos separados por lo menos 300 metros y reprodujeron el canto durante 90 segundos. La separación de 300 metros entre los sitios de estudio se estableció para evitar que se registrara la misma ave en dos puntos diferentes, basándose en la información sobre el tamaño medio del territorio ( $2,16 \pm 0,88$  ha) y la distancia media entre los territorios (Domínguez 2015). Para el censo de 2017, se desarrolló una aplicación utilizando Survey123 (una aplicación de ArcGIS; ESRI 2011) con el fin de crear un censo digital (disponible en <https://bit.ly/2v6tAJC>) accesible desde una aplicación móvil para teléfonos y tabletas y así simplificar la recopilación de datos y los análisis posteriores. Las coordenadas geográficas de todos los cardenales localizados se registraron utilizando un equipo de GPS o el GPS incluido en los teléfonos móviles. Se alentó a los participantes a que complementaran el relevamiento con una campaña de sensibilización en su zona de estudio, destinada a reducir la captura ilegal de cardenales amarillos. Esta actividad fue llevada a cabo por Aves Argentinas, que proporcionó material informativo que incluía 300 stickers y 500 posters. También se realizaron talleres en 12 escuelas primarias.

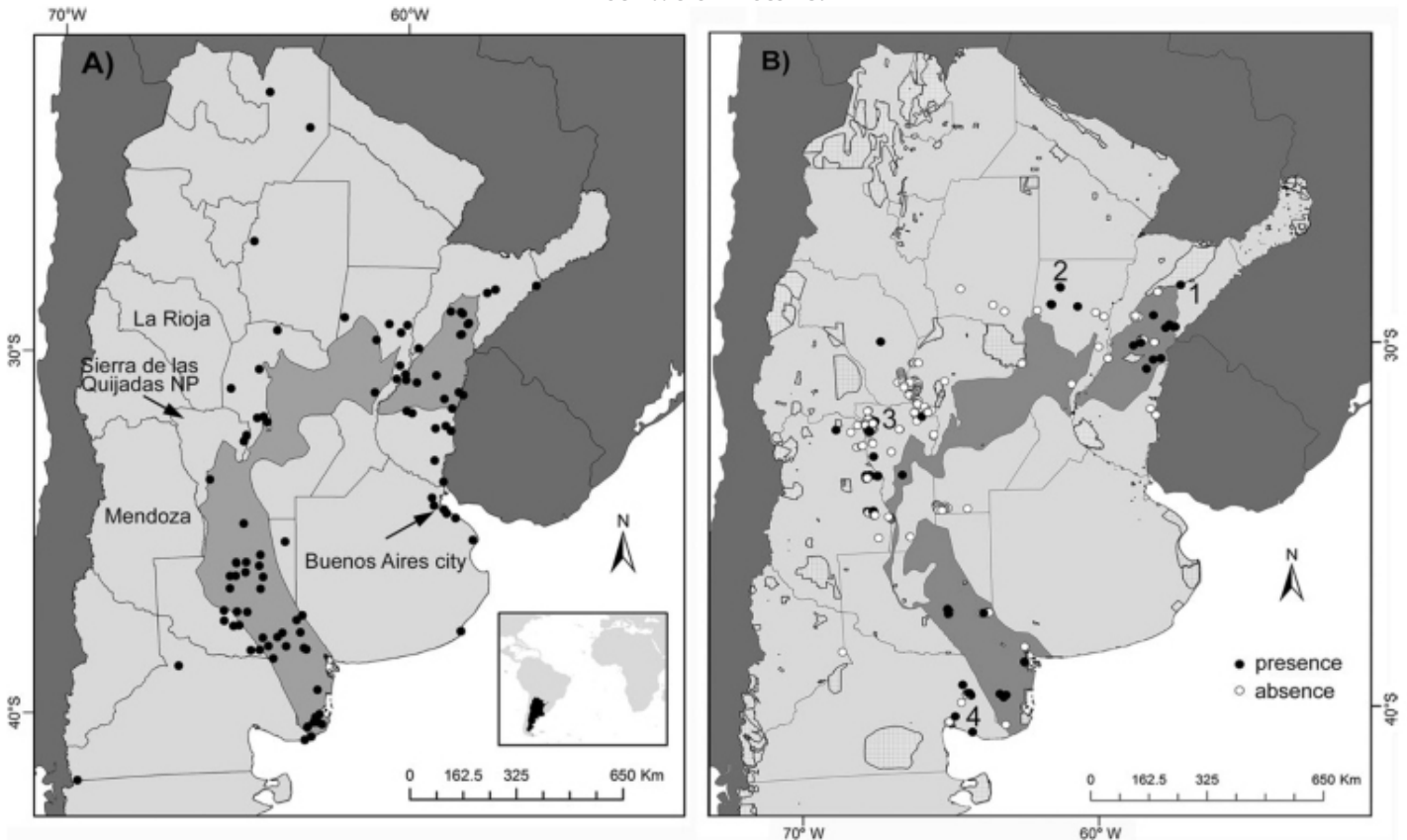
## Análisis de datos

Registramos el número total de cardenales amarillos observados. El éxito del muestreo se calculó como el número de puntos del relevamiento con registros positivos dividido por el número total de puntos muestreados, expresado como porcentaje. Comparamos el éxito del muestreo y el número de censistas a lo largo de los años como medida de la tasa de detección, considerando el número de sitios visitados. Utilizamos el análisis de Gap (Scott et al. 1993) para estudiar el grado de protección de los cardenales en el actual sistema de áreas protegidas de la Argentina y para comparar los resultados de los recientes estudios sobre cardenales amarillos con la actual extensión de la ecorregión del Espinal. Se construyó una capa que incluye 356 áreas protegidas con información obtenida de la Base de Datos Mundial de Áreas Protegidas (UICN, UNEP-WCMC2018). De la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas se consideraron sólo aquellas áreas protegidas que se encontraban en las categorías de gestión de la UICN I a VI (Ia: Reserva natural estricta; Ib: Área natural silvestre; II: Parque nacional; III: Monumento natural; IV: Área de Manejo de hábitats/especies; V: Paisaje terrestre y marino pro-

tegido; VI: Área protegida manejada; Dudley 2008). Añadimos 19 áreas protegidas no incluidas en la lista de la UICN porque carecían de planes de manejo disponibles o implementados, pero que eran de importancia local (Cuadro S1). Entre ellas figuran algunas reservas de biosfera, sitios Ramsar y reservas privadas. Una zona protegida privada adicional llamada Isleta Linda, que no figuraba en la base de datos local, se cartografió a grandes rasgos sobre la base de la descripción de sus límites según Fandiño et al. (2015). Se mapearon los registros de cardenales amarillos dentro de las áreas protegidas. También evaluamos si el rango actual de cardenales amarillos coincidía con el de la ecorregión del Espinal. Utilizamos la capa más reciente disponible en Fundación ProYungas (capa accesible desde <https://bit.ly/20mqxWH>). Esta capa se basa en la última evaluación del uso de la tierra (Brown y Pacheco 2006). Con el propósito de facilitar la visualización y comparación dado que se sabe que esta ecorregión ha sufrido una severa transformación en los últimos años, también mapeamos los registros históricos contra una capa que describe la antigua Ecorregión del 'Espinal' (según Burkart et al. 1999).

## Resultados

### Distribución histórica



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio. A) Los puntos negros representan registros históricos (1880 a 1998) de cardenales amarillos en Argentina. El rango original de la ecorregión del Espinal según Burkart y otros (1999) se muestra en gris oscuro. Se indican dos provincias, La Rioja y Mendoza, y el área metropolitana de Buenos Aires, así como el Parque Nacional Sierra de las Quijadas (PN). B) Los puntos representan los sitios estudiados durante 2015, 2016 y 2017. Los puntos negros son sitios donde se registraron cardenales, los puntos blancos son sitios donde no se encontraron cardenales amarillos durante los relevamientos. El rango actual de la ecorregión del Espinal según Brown y Pacheco (2006) se muestra en gris oscuro. Los polígonos representan áreas protegidas, con números que marcan la presencia de cardenales amarillos en la Reserva Natural del Ibera (1), la Reserva Privada de Isleta Linda (2), el Parque Nacional Sierra de las Quijadas (3) y la Reserva Caleta de los Loros (4).

Year	Survey sites	Sites with positive records	# Yellow cardinals	# surveyors	Sampling success
2015	190	19	39	57	10%
2016	284	37	74	41	13%
2017	170	57	108	45	33.5%

**Cuadro 1.** El número total de censistas y el éxito de la muestra por año para el cardinal amarillo en la Argentina. El éxito del muestreo se calculó como el número de sitios con registros positivos dividido por el número total de puntos muestreados, expresado como porcentaje.

Entre 1880 y 1998, se documentaron 130 puntos de ocurrencia de cardenales amarillos en Argentina, que representan la distribución histórica conocida de la especie (Figura 1a). Fuera del polígono que des-

cribe el Espinal y considerando una zona de amortiguamiento de 60 km, sólo encontramos 18 puntos con presencia de cardenales, lo que corresponde al 14% de los registros históricos.

## Distribución actual

Los relevamientos incluyeron 644 puntos (Tabla 1) y cubrieron la mayor parte de la distribución histórica del cardinal amarillo (Figura 1b). El éxito del muestreo (porcentaje de registros positivos) fue del 10%, 13% y 33,5% para 2015, 2016 y 2017, respectivamente. El número de individuos registrados para estos años fue de 39, 74 y 108, respectivamente (Tabla 1) con una distribución discontinua dentro de la ecorregión del Espinal (Figura 1b). Se obtuvieron registros particularmente interesantes de nuevas áreas de ocurrencia en la provincia de La Rioja y en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas, donde la especie se había considerado

ausente dentro del área protegida. Muchos registros (69%) se encontraron fuera del límite descrito de la distribución actual del Espinal (Figura 1b). El nivel de superposición de los cardenales amarillos con las áreas protegidas fue muy pequeño y el 78% de los individuos se registraron fuera de las áreas protegidas. Sólo cuatro áreas protegidas contenían registros de cardenales amarillos (Figura 1b): La Reserva Natural Iberá y la Reserva Privada de Isleta Linda en la parte nororiental de su distribución, el Parque Nacional Sierra de las Quijadas en la parte centro-occidental, y la Reserva Caleta de los Loros en el sur (Figura 1b).

## Discusión

Para promover acciones de conservación para especies amenazadas es esencial contar con información fiable y actualizada sobre su distribución (Grenyer et al. 2006). Este estudio representa el relevamiento geográficamente más exhaustivo sobre el cardinal amarillo en la

Argentina y muestra que la especie está actualmente ausente en zonas con un hábitat adecuado, pero presente en zonas anteriormente desconocidas, dentro de ecorregiones más secas.

## Distribución histórica

La distribución histórica del cardinal amarillo en Argentina (Figura 1a) coincide casi perfectamente con el área anteriormente ocupada por la vegetación del Espinal. Hay algunas excepciones, por ejemplo los registros en los valles a lo largo de la cordillera de los Andes en la Patagonia central, en el noroeste de Argentina, y en el área metropolitana de Buenos Aires. Estos registros aislados podrían haber sido de origen cautivo pero considerando la distribución más amplia de la especie en el

pasado, no es inconcebible que algunos de estos registros fueran de hecho poblaciones naturales marginales. Esto es especialmente cierto en el área de Buenos Aires donde el bosque de 'Talar' ha sido descrito como un tipo de 'Espinal' de baja diversidad (Haene 2006). Estos bosques también están dominados por árboles espinosos, principalmente *Celtis tala* y *Scutia buxifolia*, y se encuentran en cinturones estrechos a lo largo de las riberas de los ríos (Cabrera 1976).

## Distribución actual

Durante los 3 censos, se registraron 221 cardenales amarillos en Argentina. Como el relevamiento estaba dirigido al público en general, no sabíamos de antemano si el esfuerzo de muestreo iba a ser comparable entre años. Sin embargo, descubrimos que el menor esfuerzo de muestreo (número de participantes por número de sitios encuestados) en el relevamiento de 2017 logró el mayor éxito de muestreo (Cuadro 1). Esto podría explicarse en parte por el hecho de que los participantes desarrollaron una imagen de búsqueda y reconocieron mejor los sitios apropiados para el cardinal amarillo. Además, las encuestas se extendieron a la provincia de Mendoza, donde se avistaron cardenales por primera vez. Se obtuvieron registros de ocurrencia en nuevas áreas en comparación con la distribución histórica (Figura 1b). Reforzando los resultados publicados (Sosa et al. 2011, Reales et al. 2019), encontramos cardenales amarillos en áreas al oeste de la distribución original. La presencia de cardenales en el Parque Nacional Sierra de las Quijadas en la provincia de San Luis fue sorprendente, ya que no existen registros históricos de

la especie, probablemente debido a la falta de estudios en el parque nacional. Con excepción de estas nuevas localidades, el cardinal amarillo ha desaparecido de buena parte de su distribución histórica. Aunque los registros siempre estuvieron más dispersos en la parte central de la distribución en comparación con los márgenes (Reales et al. 2019), esta solía albergar poblaciones. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, no se detectaron cardenales amarillos. Esto coincide con la menor densidad registrada en esta región por Reales et al. (2019). Dado que se relevaron varios sitios, confiamos en que la falta de registros es una consecuencia de la verdadera ausencia y no del diseño del muestreo. Los recientes avistamientos publicados en este estudio confirman que la distribución del cardinal amarillo está altamente fragmentada (Zelaya y Bertoni 1995; Figura 1b). Las tres principales áreas ocupadas coinciden con las unidades de manejo previamente sugeridas por los análisis de estructura poblacional. (Domínguez et al. 2016, 2017). La presencia de cardenales entre estas regiones es escasa (Reales et al. 2019).

## Transformación de la tierra en la ecorregión de Espinal

La ecorregión del Espinal ha sido subestimada por su valor de biodiversidad, con muy pocas áreas protegidas dentro de ella (Figura 1b). Aunque el cardinal amarillo se considera una especie típica de la ecorregión del Espinal, encontramos que casi el 70% de los puntos con presencia se encontraban en otros tipos de hábitat, las ecorregiones más secas del Monte y Chaco (Cabrera 1976). En un estudio más ex-

haustivo realizado en el sur de la provincia de Buenos Aires, también se encontraron cardenales amarillos en la ecorregión del Monte (Marateo et al. 2018). Por un lado, los cardenales amarillos podrían haber utilizado siempre estas regiones más secas, que incluimos parcialmente en la zona de amortiguamiento de 60 km de la distribución histórica. Por otro lado, la presencia en estas ecorregiones podría haber aumentado a

causa de la disminución del hábitat original debido a grandes cambios en el uso de la tierra. En el pasado, la ecorregión del Espinal constituía un anillo de bosques de 24.000.000 ha que rodeaba la región pampeana (Cabrera 1976) y representaba más del 8% de la superficie de la Argentina (Brown y Pacheco 2006). Debido al avance de la frontera agrícola y a la extracción de leña, los bosques del Espinal han disminuido considera-

blemente (Arturi 2005). En 2005 se estimó una pérdida de alrededor del 40% de esta superficie (Brown y Pacheco 2006, Guida-Johnson y Zuleta 2013) con más de 9.000.000 de hectáreas transformadas. El cardenal amarillo está ausente en estas áreas modificadas (Reales et al. 2019), lo que lleva a una distribución fragmentada.

## Áreas protegidas

El análisis de Gap mostró sólo cuatro áreas protegidas con presencia de cardenal amarillo. Estas áreas carecen de conectividad: dos (Iberá e Isleta Linda) se encuentran en el este, Sierra de las Quijadas está en el oeste y Caleta de los Loros está en el sur. Se detectaron cardenales amarillos con un esfuerzo de muestreo relativamente bajo en las cuatro zonas protegidas, lo que implica que pueden contener muchos individuos, independientemente de su tamaño (que varía de 9.000 ha en Caleta de los Loros a 1.200.000 ha en Iberá; SIB 2018) y del nivel de protección (desde reservas privadas con usos múltiples hasta un parque nacional). Recientemente se registraron cardenales amarillos en otras tres áreas protegidas (Reales et al. 2019). Realizamos un relevamiento de una de estas áreas (Quebracho de la Legua en la provincia de San

Luis) pero encontramos cardenales amarillos sólo en sus alrededores, lo que demuestra la importancia de la continuidad del hábitat para permitir los movimientos individuales. A pesar de que las áreas protegidas son de gran valor para la conservación, identificamos muchas regiones desprotegidas importantes para la conservación de la especie (Figura 1b), algunas de las cuales son Áreas Importantes para las Aves (IBAs; Reales et al. 2019). Dado que el estatus legal de las IBAs es muy variable, sugerimos la creación de áreas protegidas adicionales en los sitios de ocurrencia del cardenal amarillo. Esto puede hacerse mediante el establecimiento de reservas privadas en colaboración con los propietarios de las tierras o mediante el aumento del nivel de protección de determinadas IBAs, cruciales para la conservación a largo plazo de la especie.

## La ciencia ciudadana

Como se muestra en este estudio, la ciencia ciudadana puede hacer una contribución útil a la conservación. El compromiso público, el aprendizaje científico, la socialización y la sensibilización suelen ser resultados importantes de los programas de ciencia ciudadana (Conrad y Hilchey 2011, Lowry y Fienen 2013, Tulloch y otros 2013). Hoy en día, las aplicaciones de Internet y de SIG permiten reunir grandes cantidades de datos ecológicos de localización y presentarlos electrónicamente a bases de datos centralizadas (Dickinson y otros 2012), lo que simplifica la recolección de datos y los análisis posteriores. Como resultado de un

muestreo planificado colaborativo, pudimos estudiar durante tres años consecutivos lugares con presencia histórica de cardenales amarillos en el país que albergan la mayoría de sus poblaciones remanentes. Los 143 censistas no sólo buscaron la especie en zonas extensas, sino que también organizaron actividades de difusión con el material educativo que se les proporcionó. Como otra prueba del éxito de nuestro programa de ciencia ciudadana, se organizaron nuevos grupos de vigilancia de cardenales amarillos en las zonas donde la especie aún está presente.

## Implicancias en conservación

Buscamos continuar nuestros estudios anuales para mantener un extenso conjunto de datos del estudio del cardenal amarillo que permitirá compilar mapas más precisos y abordar muchas cuestiones de gestión. Un mapa preciso del rango de distribución actual es de enorme importancia como línea de base para futuros cambios de alcance en relación con el cambio climático o con impactos ambientales o antropogénicos más localizados. El tráfico ilegal pone en peligro la supervivencia de las poblaciones de cardenales amarillos. Esta situación implica una gran preocupación por la viabilidad de la población local, por lo que se recomienda la vigilancia. La vigilancia de las poblaciones registradas en este estudio exigirá la colaboración de los grupos interesados, incluidos

los científicos, la sociedad civil, los políticos y el sector privado. Además, nuestro análisis de Gap identificó regiones potenciales para la creación de áreas protegidas y puede constituir la base de respaldo de discusiones sobre las prioridades para la conservación del cardenal amarillo. La información generada por este trabajo se podrá utilizar en futuros estudios para analizar mejor el papel de la transformación del hábitat y aplicar modelos de nichos ecológicos para evaluar la distribución geográfica potencial en la actualidad. Los resultados de esos modelos podrían servir para orientar futuros estudios para descubrir otras poblaciones de cardenal amarillo en la Argentina.

## Agradecimientos

Agradecemos a las instituciones participantes por el apoyo logístico y a los más de 100 voluntarios por realizar los relevamientos, incluyendo el equipo de Aves Argentinas, los COA (Clubes de Observación de Aves) de Merlo, Chilecito, Barranquero, Valle Conesa, Cuiña Boscosa, Lobería, Kuis y Necochea y las ONGs CEyDAS y CAASER, así como a los guardaparques y brigadistas del Parque Nacional Sierra de las Quijadas. Agradecemos a R. Fariña y a I. Pereda por su invaluable ayuda durante los relevamientos y su compromiso con el Proyecto Cardenal Amarillo y a R. Medina por sus consejos sobre el análisis de datos. J. C. Rebores y I. Roesler hicieron valiosos comentarios sobre una versión anterior del manuscrito. También agra-

decemos a los museos visitados por darnos acceso a sus colecciones. MD y BM son investigadores del CONICET. El financiamiento fue proporcionado por la Agencia de Protección Ambiental de la Ciudad de Buenos Aires y el Banco Galicia (FOCA). Obtuvimos el apoyo local de la Administración de Parques Nacionales y del Parque Nacional Sierra de las Quijadas, del Departamento de Fauna de la Dirección de Recursos Renovables de la Provincia de Mendoza, de la Fundación Azara, del Grupo de Investigación en Ecología del Comportamiento (IADIZA-CONICET), del Gobierno de la Ciudad de Alvear, Provincia de Mendoza, y del Programa de Biodiversidad del Ministerio de Ambiente, Campo y Producción de la Provincia de San Luis.



## Materiales complementarios

Para ver el material complementario de este artículo, por favor [ingrese aquí](#).

## REFERENCIAS

- Arturi, M. (2005) Situación ambiental en la ecorregión espinal. Pp. 241-246 in A. Brown, U. Martínez Ortiz, M. Acerbi and J. Corcuera, eds. *La situación ambiental Argentina 2005*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Azpiroz A.B. (2017) Cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*). Pp. 173-188 in A.B. Azpiroz, S. Jiménez and M. Alfaro, eds. *Libro Rojo de las Aves de Uruguay. Biología y conservación de las aves en peligro de extinción a nivel nacional. Categorías "Extinto a Nivel Regional", En "Peligro Crítico", En "Peligro"*. Montevideo, Uruguay: Dinama y Dinara.
- Azpiroz, A. B., Alfaro, M. and Jiménez, (2012) *Lista Roja de las Aves del Uruguay*. Montevideo, Uruguay: Dirección Nacional de Medio Ambiente.
- Beier, C., Repenning, M., da Silveira Pereira, M., Pereira, A. and Suertegaray Fontana, C. (2017) *Cooperative breeding and demography of Yellow Cardinal Gubernatrix cristata in Brazil*. Rev. Bras. Ornitol. 25: 12-19.
- BirdLife International (2018a) *Gubernatrix cristata*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T22721578A131888081.
- BirdLife International (2018b) Species factsheet: *Gubernatrix cristata*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 23/7/2018. Bonney, R. (1996) Citizen science: A lab tradition. Living Bird 15: 7-15.
- Brown, A. D. and Pacheco, S. (2006) Propuesta de actualización del mapa de ecorregiones de la Argentina. Pp. 28-30 in A. D. Brown, U. Martínez Ortiz, M. Acerbi and J. Corchera, eds. *La situación ambiental argentina 2005*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Vida Silvestre.
- Burkart, R., Bárbaro, N. O., Sánchez, R. O. and Gómez, D. A. (1999) *Eco-regiones de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Presidencia de la Nación -Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable-Administración de Parques Nacionales.
- Cabrera, A. L. (1976) *Regiones fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Segunda Edición, Vol. II. Buenos Aires: Acme.
- Collar, N. J., Gonzaga, L. P., Krabbe, N., Madroño Nieto, A., Naranjo, L. G., Parker, T. A. and Wege, D. C. (1992) Threatened birds of the Americas. Cambridge: The International Council for Bird Preservation/International Union for Conservation of Nature.
- Conrad, C. C. and Hilchey, K. G. (2011) *A review of citizen science and community based environmental monitoring: issues and opportunities*. Environ. Monit. Assess. 176: 273-291.
- del Castillo, H. and Clay, R. P. (2004) *Lista comentada de las aves de Paraguay*. Annotated checklist of the birds of Paraguay. Asunción, Paraguay: Guyra Paraguay.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., Phillips T. and Purcell, K. (2012) *The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement*. Front. Ecol. Environ. 10: 291-297.
- Domínguez, M. (2015) *Estructuración poblacional del Cardenal Amarillo (Gubernatrix cristata): implicancias para su conservación*. Disertación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. (In Spanish).
- Domínguez, M., Rebores, J. C. and Mahler, B. (2015) *Impact of Shiny Cowbird and botfly parasitism on the reproductive success of the globally endangered Yellow Cardinal, Gubernatrix cristata*. Bird Conserv. Internatn. 25: 294-305.
- Domínguez, M., Rebores, J. C. and Mahler B. (2016) *Effects of fragmentation and hybridization on geographical patterns of song variation in the endangered Yellow Cardinal Gubernatrix cristata*. Ibis 158: 738-746.
- Domínguez, M., Tiedemann, R., Rebores, J. C., Segura, L., Tittarelli, F. and Mahler, B. (2017) *Genetic structure reveals management units for the yellow cardinal (Gubernatrix cristata), endangered by habitat loss and illegal trapping*. Conserv. Genet. 18: 1131-1140.
- Dudley, N. (2008) *Guidelines for applying protected area management categories*. Gland, Switzerland: IUCN.
- ESRI (2011) ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- Fandiño, B., Leiva, L. A., Pautasso, A. A., Luna, H. and Manassero, M. (2015) *Avifauna de las Reservas Naturales Manejadas "El Fisco" y Privada de Uso Múltiple "Isleta Linda", Santa Fe, Argentina*. Nuestras Aves 60: 39-45.
- Grenyer, R., Orme, C., Jackson, S., Thomas, G. H., Davies, R. G., Davies, T. J., Jones, K. E., Olson, V. A., Ridgely, R. S., Rasmussen, P. C., Ding, T., Bennett, P. M., Blackburn, T. M., Gaston, K. J., Gittleman, J. L. and Owens, I. P. F. (2006) *Global distribution and conservation of rare and threatened vertebrates*. Nature 444: 93-96.
- Guida-Johnson, B. and Zuleta, G. A. (2013) *Land-use land-cover change and ecosystem loss in the Espinal ecoregion, Argentina*. Agric. Ecosyst. Environ. 181: 31-40.
- Haene, E. (2006) *Caracterización y conservación del talar bonaerense*. Pp. 46-70 in E. Mérida and J. Athor, eds. *Talares bonaerenses y su conservación*. Buenos Aires, Argentina: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Hayes, F. E. (1995) *Status, distribution and biogeography of the birds of Paraguay*. Colorado Springs: American Birding Association.
- Irwin, A. (1995) *Citizen science: A study of people, expertise, and sustainable development*. London: Routledge.
- IUCN, UNEP-WCMC (2018) The World Database on Protected Areas (WDPA). Accessed 07/2018. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre. Available at <https://www.protectedplanet.net>
- López-Lanús B., Grilli, P., Di Giacomo, A. S., Coconier, E. E. and Banchs, R. (2008) *Categorización de las aves de la Argentina según su estado de*

conservación. Buenos Aires, Argentina: Informe de Aves Argentinas/ AOP y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

López-Lanús B., Ibáñez, H., Velazco, A. and Bertonatti, C. (2016) *Diagnóstico sobre la situación general del cardenal amarillo (Gubernatrix cristata) en la provincia de Entre Ríos, Argentina*. Nótulas Faunísticas – Segunda Serie 200: 1-16.

Lowry, C. S. and Fienen, M. N. (2013) *Crowd Hydrology: Crowdsourcing hydrologic data and engaging citizen scientists*. Groundwater 51: 151-156.

Marateo, G., Archuby, D., Piantanida, F., Sotelo, M. and Segura, F. (2018) *Distribución y abundancia del cardenal amarillo (Gubernatrix cristata, Passeriformes: Thraupidae) en el sur de la provincia de Buenos Aires*. Acta Zool. Lilloana 62: 31-43.

Martins-Ferreira, C., Bencke, G. A., Fontana, C. S., Dias, R. A., Repenning, M., Damiani, R. V., Mauricio, G. N., Gianuca, A. T., Krügel, M. M., Franz, I., Rovedder, C. E., Rupp, A. E., Pereira, M. S., Vizentin- Bugoni, J., Joenck, C. M., Straube, F. C., Reinert, B. L., Bornschein, M. R., Dias, D., Vieira, B. P. and Serafini, P. P. (2013) *Plano de Ação Nacional para a conservação dos Passeriformes ameaçados dos Campos Sulinos e Espinhaço*. Brasília, Brazil: Instituto Chico Mendes de Conservação da Bio

McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook- Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, F. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin III, S.D., Hewitt, D. A., Preuss, P. W. and Soukup, M. A. (2017) *Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection*. Biol. Conserv. 208: 15-28.

Moritz, C. (1994) *Defining "evolutionarily significant units" for conservation*. Trends Ecol. Evol. 9: 373-375.

Ortiz, D. (2008) *Distribución histórica y actual del Cardenal Amarillo (Gubernatrix cristata) en el Litoral Fluvial Argentino*. Pp. 121-126 in F. G. Aceñolaza, ed. Temas de la biodiversidad del litoral fluvial argentino

III. San Miguel de Tucumán: INSUGEO.

Reales, F., Sarquis, J. A., Daradanelli, S. and Lammertink, M. (2019) *Range contraction and conservation of the endangered Yellow Cardinal*. J. Nat. Conserv.: [https://doi.org/ 10.1016/j.jnc.2019.125708](https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.125708).

Ridgely, R. S. and Tudor, G. (1989) *The birds of the South America. Volume II: The Suboscine Passerines*. Austin, Texas: University of Texas Press.

Ridgely, R. S. and Tudor, G. (1997) *The birds of South America. Volume I: The Oscine Passerines*. Austin, Texas: University of Texas Press.

Scott, J. M., Davis, F., Csuti, B., Noss, R., Butterfield, B., Groves, C., Anderson, H., Caicco, S., D'Erchia, F., Edwards, T. C. Jr., Ulliman, J. and Wright, R. G. (1993) *Gap analysis: A geographic approach to protection of biological diversity*. Wildl. Monogr. 123: 3-41.

SIB (2018) Áreas Protegidas-SIB. <https://sib.gob.ar/#/>

Sosa, H., Martín S. and Zarco, A. (2011) *Nuevos registros de cardenal amarillo (Gubernatrix cristata) en la provincia de Mendoza, Argentina*. BioScriba 4: 21-25.

Szabo, J. K., Fuller, R. A. and Possingham, H. P. (2012) *A comparison of estimates of relative abundance from a weakly structured mass-participation bird atlas survey and a robustly designed monitoring scheme*. Ibis 154: 468-479.

Thornhill, I., Loiselle, S., Lind, K. and Ophof, D. (2019) *The citizen science opportunity for researchers and agencies*. BioScience 66: 720-721.

Tulloch, A. I., Possingham, H. P., Joseph, L. N., Szabo, J. and Martin, T. G. (2013) *Realizing the full potential of citizen science monitoring programs*. Biol. Conserv. 165: 128-138.

Zelaya, D. and Bertonatti, C. (1995) *Nuestro Libro Rojo: Cardenal Amarillo*. Vida Silvestre 43: 21-22.