



Manual del Científico Ciudadano

Biodiversidad: Aves de humedales costeros



CALENDARIO DE MONITOREO DE AVES DE HUMEDALES COSTEROS

Este calendario te ayudará a ordenar tus fechas de monitoreo de aves de humedales costeros. Escribe el o los humedales monitoreados, la fecha de cada monitoreo, su estación del año, hora de inicio y el número de participantes.

AÑO DE MONITOREO: _____

ENERO Verano						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

FEBRERO Verano						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

MARZO Verano						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

ABRIL Otoño						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

MAYO Otoño						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

JUNIO Otoño						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

JULIO Invierno						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

AGOSTO Invierno						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

SEPTIEMBRE Invierno						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

OCTUBRE Primavera						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

NOVIEMBRE Primavera						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

DICIEMBRE Primavera						
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Autores:

Renzo Vargas Rodríguez, Víctor Pastén Marambio y José Cortez Echeverría

Diseño y diagramación:

Janina Guerrero Espinoza

Edición:

Paloma Núñez & Claudia Hernández

Asesores científicos:

Renzo Vargas Rodríguez, Víctor Pastén Marambio, José Cortez Echeverría y Claudia Hernández

Diseño y coordinación de indagación ciudadana:

Jose Cortez Echeverría, Renzo Vargas Rodríguez, Víctor Pastén Marambio y Paloma Núñez

Instituciones asociadas:

Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO)
Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB)
The Cornell Lab of Ornithology
Universidad Católica del Norte
Universidad de La Serena

Proyecto financiado por:

Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) Proyecto PRFVIO008 "Programa de Ciencia Ciudadana para Zonas Áridas: Fortaleciendo la relación entre la ciencia y la ciudadanía". VI Concurso de Fortalecimiento de Centros Regionales de Desarrollo Científico y Tecnológico

Organizaciones y ciudadanos participantes:

ONG REDAVES: Verónica Núñez, Myriam Ramírez, Francisco Guzmán, Diego Valverde, Marcelo Olivares, Rodrigo Condemarin, Rubén Barraza, Pedro Valencia, Carlos Vallejos, Laura Valdivia, Nicolás Mercado, Freddy Olivares y Víctor Pastén Marambio

ONG Ecoterra: María del Pilar Fernández, Diego Arango, Natalia López, Cristian Salgado y Christopher Flores

Comunidad Mapuche: Jorge Ramírez Lemus y Gema Vásquez

Profesoras del colegio Hellen Keller, Coquimbo: Marcela Masías y Johanna Alcayaga
Alumnos del Colegio Hellen Keller, Coquimbo: Johan Pedreros, Johan Vélez, Jordan Cifuentes, Annahiky Cruz, Luis Herrera, Sergio Peralta, Sebastián Rojas, Jonathan Encina, Sebastián Marconi, Bastián Riquelme, Gaspar Zegers Díaz, Diego Ramos, Luis Mayorga y Ivonne Gutiérrez

Consultora Gescal Ltda: Patricio Aros

Metrolab: Marion Frotzbacher y Tamara Egger

Otros científicos ciudadanos: Katherine Pinto Irish y Bastián Riveros

Agradecimientos:

Alejandra Gallegos, Valeria Hidalgo, Paulina Contreras, Pamela Lobos, Marisol Leiva, Camila Cisternas, Patricio Jofré y Karen Purcell

Contacto:

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas Raúl Bitrán #1305, La Serena (51) 2204378 ciencia.ciudadana@ceaza.cl www.ceaza.cl

Foto portada: Huairavillo (*Ixobrychus involucris*) en humedal El Culebrón, Janina Guerrero



ÍNDICE

PROGRAMA CIENCIA CIUDADANA PARA ZONAS ÁRIDAS	3
Aves de los humedales costeros de la Región de Coquimbo	4
¿Qué son los humedales?	5
CICLO DE INDAGACIÓN CIUDADANO	6
PRIMERA ETAPA: LA PREGUNTA	6
Observación	6
Concepto de fondo	6
Inquietud ciudadana	6
Pregunta de trabajo	6
SEGUNDA ETAPA: LA ACCIÓN	7
1. Diseño metodológico	7
¿Qué se comparará?	7
¿Qué se definirá como un caso?.....	7
¿Dónde y cómo se distribuirán nuestros casos?	7
Mapa de los humedales costeros de la Región de Coquimbo	8
¿Cuántos y qué casos se examinarán?	10
Imagen satelital del humedal costero del Elqui	10
Imagen satelital del humedal costero El Culebrón	11
Imagen satelital del humedal costero del Limarí	12
¿Qué se medirá?	13
2. Muestreo	14
¿Qué materiales necesitamos para realizar un muestreo de aves?	14
Recomendaciones especiales al observador de aves	14
¿Qué método de muestreo se utilizará?	15
Recomendaciones básicas	16
¿Cómo se delimitarán los sitios de estudio?	16
Esquema de un sitio de estudio	17

¿Qué cantidad de área se muestreará?	18
¿Cuántas estaciones o puntos de conteo se necesitarán?	19
¿Cómo se distribuirán las estaciones o puntos de conteo?	19
Esquema de la distribución espacial de las estaciones o puntos de conteo	19
¿Por cuánto tiempo debería realizarse un monitoreo de aves	20
¿Cuántos observadores se necesitarán para muestrear cada humedal?	20
¿Cómo se deberán anotar los datos de campo?	21
Planilla de datos para muestreo	22
3. Respaldo y sistematización de datos	24
Tabla resumen de abundancia de individuos y riqueza de especies	26
4. Análisis de datos y obtención de resultados	27
Concepto de diversidad de especies	28
Estimación de la abundancia relativa de especies	29
5. Presentación de resultados	30
Ejercicio práctico: Confección de gráficos de barras	31
Abundancia relativa y composición de un ensamble de especies	32
Transforma tu planilla de datos en una lista eBird	33

TERCERA ETAPA: LA REFLEXIÓN

36

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA INDAGACIÓN CIUDADANA 2015-16

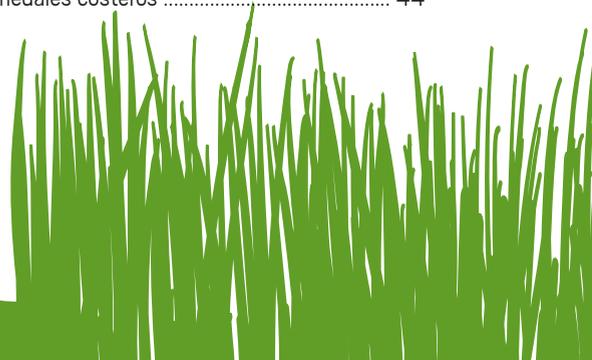
38

a. Abundancia de individuos	38
b. Riqueza de especies	39
c. Diversidad de especies	40
d. Abundancia relativa y composición de los ensambles	41

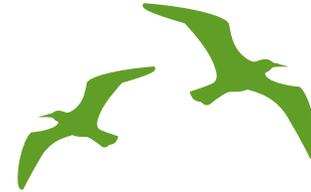
BIBLIOGRAFÍA

42

Científico ciudadanos que participaron en la indagación 2015-2016	43
Aves que puedes encontrar en los humedales costeros	44



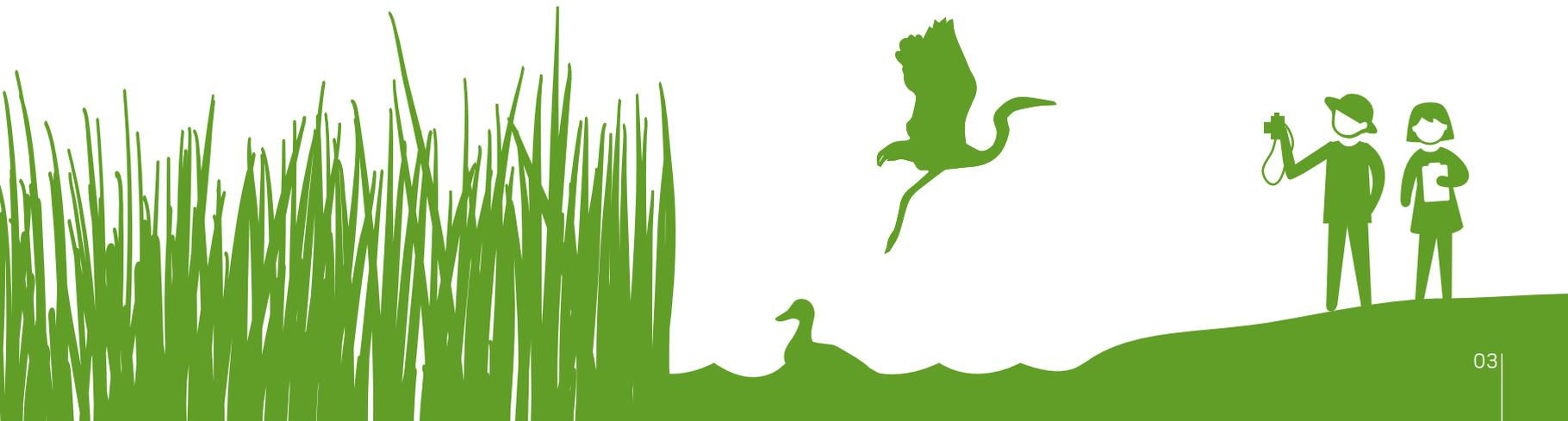
PROGRAMA CIENCIA CIUDADANA PARA ZONAS ÁRIDAS



El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) es una entidad de investigación científica y tecnológica de la Región de Coquimbo fundada el año 2003. Su principal objetivo es comprender los efectos del clima y las variaciones oceanográficas en el ciclo del agua y la productividad de cultivos biológicos en zonas terrestres y marinas del centro norte de Chile.

El Proyecto de Ciencia Ciudadana para Zonas Áridas busca involucrar al público general en la investigación científica y fortalecer la relación entre científicos y ciudadanos de la Región de Coquimbo, con objeto de proponer soluciones a problemas locales y contribuir en la generación de nuevo conocimiento científico.

Mediante esta iniciativa, desarrollada en las provincias de Elqui, Limarí y Choapa desde el segundo semestre de 2015, se busca conocer más sobre la disponibilidad regional del recurso hídrico, resolver problemáticas en torno a la escasez de agua y estudiar la diversidad de aves en humedales costeros. En relación con este último objetivo, el presente manual te ofrece toda la información necesaria para que lleves a cabo tu propio proyecto de ciencia ciudadana. Te invitamos, entonces, a conocer y poner en práctica el modelo de nuestra Indagación Ciudadana 2015-16.



AVES DE LOS HUMEDALES COSTEROS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

Las aves constituyen el elemento faunístico más carismático de los humedales costeros (Blanco, 1999), y reflejo de ello es el gran número de ciudadanos que, de manera creciente, concurren a estos sitios para admirar su belleza, comportamiento y diversidad (Navarro *et al.*, 2014).

Las aves no sólo destacan por su valor estético y asombrosa variedad, sino también por las múltiples funciones ecológicas que desempeñan, tales como el control de plagas, dispersión de semillas y polinización (Willson & Armesto, 2003). Por ello, representan uno de los grupos biológicos más estudiados por los científicos, aunque son muchos los aspectos de su historia natural en espera de ser descubiertos (Dirzo, 1990).

La avifauna que habita los humedales costeros de la Región de Coquimbo está representada por más de 150 especies distintas e incluye elementos tan singulares como el bellísimo sietecolores, el elegante cisne coscoroba y el pidencito, gravemente amenazado por la contaminación y pérdida progresiva de su hábitat (BirdLife International, 2016; eBird, 2016). Mención especial merecen más de 25 especies que, siguiendo extensas rutas, escapan cada año del invierno boreal para visitar nuestra costa, rico oasis de vida enclavado en un entorno semidesértico (Jaramillo, 2005; Luna, 2005).

Pese a la importancia ecológica, económica y social de los humedales, más del 60% de su superficie ha desaparecido en los últimos 100 años (Ramsar, 2016), debido principalmente a la rápida expansión de la frontera urbana, que, merced a un aumento en la construcción de industrias, obras civiles y viviendas, ha provocado una alarmante disminución de la biodiversidad que dichos ambientes sustentan (Luna, 2005).

Aún estamos a tiempo para controlar y, en ciertos casos, revertir la destrucción de los humedales costeros; sin embargo, dicho propósito sería inalcanzable sin la participación activa de los ciudadanos ni el respaldo permanente de la comunidad científica. Por ello, a través de este manual, esperamos despertar el interés de más personas en el estudio y conservación de las aves de humedal y traducir el conocimiento de este fascinante grupo biológico en una herramienta eficaz para el manejo y protección de su hábitat.

Para evaluar el efecto de la perturbación humana en la diversidad de aves de los humedales costeros de la Región de Coquimbo, realizaremos una investigación utilizando el Ciclo de Indagación, metodología que consta de tres etapas: pregunta, acción y reflexión.

¿Qué son los humedales?

“Son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, naturales o artificiales, permanentes o temporales, corriente o estancadas, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Artículo 1.1. Convención Ramsar.



¿QUÉ ACCIONES AMENAZAN SU CONSERVACIÓN?

- ▶ Crecimiento urbano
- ▶ Contaminación urbana e industrial
- ▶ Baja valoración como patrimonio de la naturaleza por la sociedad

12 de febrero, Día Mundial de los Humedales!

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE PROTEGERLOS?

- ▶ Constituyen zonas de alta biodiversidad y productividad.
- ▶ Son áreas de refugio, alimentación y reproducción de numerosas especies.
- ▶ Representan importantes puntos de escala para las aves migratorias.
- ▶ Ofrecen una interesante oportunidad para desarrollar investigación científica.

Figura 1. Características y servicios ecosistémicos de los humedales.

OFRECEN SERVICIOS AMBIENTALES VITALES PARA EL SER HUMANO



Control de inundaciones



Estabilización de costas y protección contra tsunamis



Reposición de napas subterráneas



Depuración de Aguas

CICLO DE INDAGACIÓN CIUDADANO

Primera etapa: La pregunta



I. Observación

Se ha observado que los humedales costeros de la Región de Coquimbo son habitados por diversas especies de aves y, dependiendo de si están o no ubicados en zonas urbanas, muestran diferentes niveles de degradación.

II. Concepto de fondo

Debido a su fragilidad, los humedales costeros son susceptibles de ser fuertemente afectados por la perturbación humana (Luna, 2005). Por otra parte, se sabe que, en general, el nivel de degradación ambiental tiende a aumentar desde las zonas rurales a las urbanas, modificando y disminuyendo la biodiversidad (Chacea & Walsh, 2006).

III. Inquietud ciudadana

¿Será que la diversidad de aves de los humedales costeros de la Región de Coquimbo es afectada por la degradación del medioambiente? Si es así, ¿variará la intensidad de dicho efecto dependiendo de si los humedales se sitúan o no en zonas urbanas?

IV. Pregunta de trabajo

¿Cómo variarán la riqueza de especies y la abundancia de individuos de aves entre humedales costeros urbanos y rurales de la Región de Coquimbo durante dos estaciones del año distintas?

SEGUNDA ETAPA: LA ACCIÓN

Esta etapa del Ciclo de Indagación comprende cuatro pasos: (1) diseño metodológico, (2) muestreo, (3) sistematización de datos, (4) análisis de datos y obtención de resultados y (5) presentación de resultados.

¡Continuemos la aventura de hacer ciencia!

1. DISEÑO METODOLÓGICO

Se denomina diseño metodológico al plan de acción que todo investigador elabora y ejecuta para responder sus preguntas de manera clara y coherente. En él se definen el objeto de estudio, el tipo de investigación y las estrategias de muestreo y análisis de datos.

Antes de iniciar el trabajo de campo o laboratorio, se debe tener en cuenta lo siguiente:

¿Qué se comparará?

En esta investigación se compararán entre sí humedales costeros urbanos y rurales.

Humedal urbano. Es aquel que está inmerso en una zona cuya población es igual o superior a 5000 habitantes y cuenta con todos los elementos distintivos de una ciudad, como calles, edificios y sistemas de alcantarillado y alumbrado públicos.

Humedal rural. Es aquel que está ubicado fuera de la zona urbana, aunque puede incluir pequeños asentamientos humanos, como, por ejemplo, caletas, caseríos, pueblos, etc., cuyos habitantes se dedican por lo general a la pequeña agricultura, la pesca artesanal y la recolección de algas o mariscos.

¿Qué se definirá como un caso?

Se considerará como un caso cada uno de los humedales en estudio.

¿Dónde y cómo se distribuirán nuestros casos?

Los humedales seleccionados se localizarán en la costa de la Región de Coquimbo. En la Indagación Ciudadana 2015-16, los urbanos se situaron en la conurbación La Serena-Coquimbo, Provincia de Elqui, mientras que el humedal rural, en la comuna de Ovalle, provincia de Limarí (Fig. 2).

Guiándote con un mapa de la Región de Coquimbo, te recomendamos seleccionar el mismo número de humedales urbanos que de rurales (Fig.3). Idealmente, los monitoreos deberían tener una duración y frecuencia determinadas, y, dado que las comunidades de organismos experimentan cambios espaciotemporales, te sugerimos realizar al menos un muestreo por mes o estación del año. Por ejemplo, nuestra Indagación Ciudadana 2015-16 se extendió entre los meses de octubre y enero (temporada primavera-estival) y constó de un muestreo mensual.

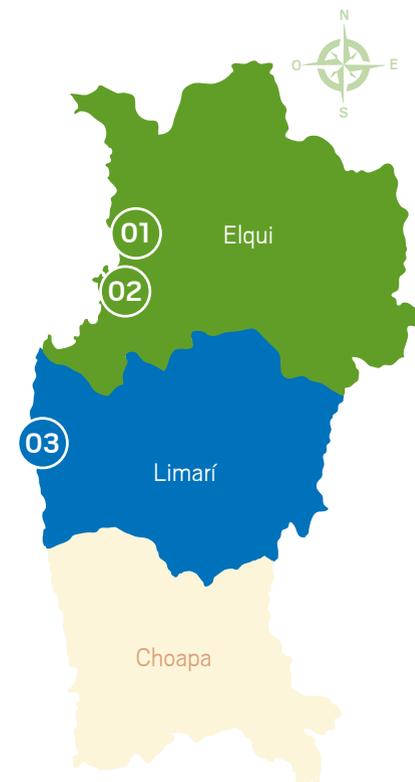


Figura 2. Ubicación geográfica de los sitios de estudio. (1) Humedal costero del río Elqui, (2) humedal El Culebrón y (3) humedal costero del río Limarí.

Mapa de los humedales Costeros de la Región de Coquimbo

01. Los Choros
02. Laguna Saladita
03. Elqui
04. El Culebrón
05. Las Rosas
06. Los Panules
07. Laguna Adelaida o Lagunillas
08. Tongoy
09. Salinas Chica
10. Salinas Grande
11. Pachingo
12. Limarí
13. La Cebada
14. El Teniente
15. Puerto Oscuro
16. Sitio RAMSAR Las Salinas de Huentelauquén
17. Chigualoco
18. Sitio RAMSAR y Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí
19. Quilimarí
20. Pichidanguí



Tipos de humedales

- Lacunar
- Remanente
- Lacunar y ribereño
- Estuarino y ribereño

Lacunar: Sistema asociado a una laguna costera, cuerpo de agua, somero, semiaislado temporal o permanentemente del mar por barreras de arena.

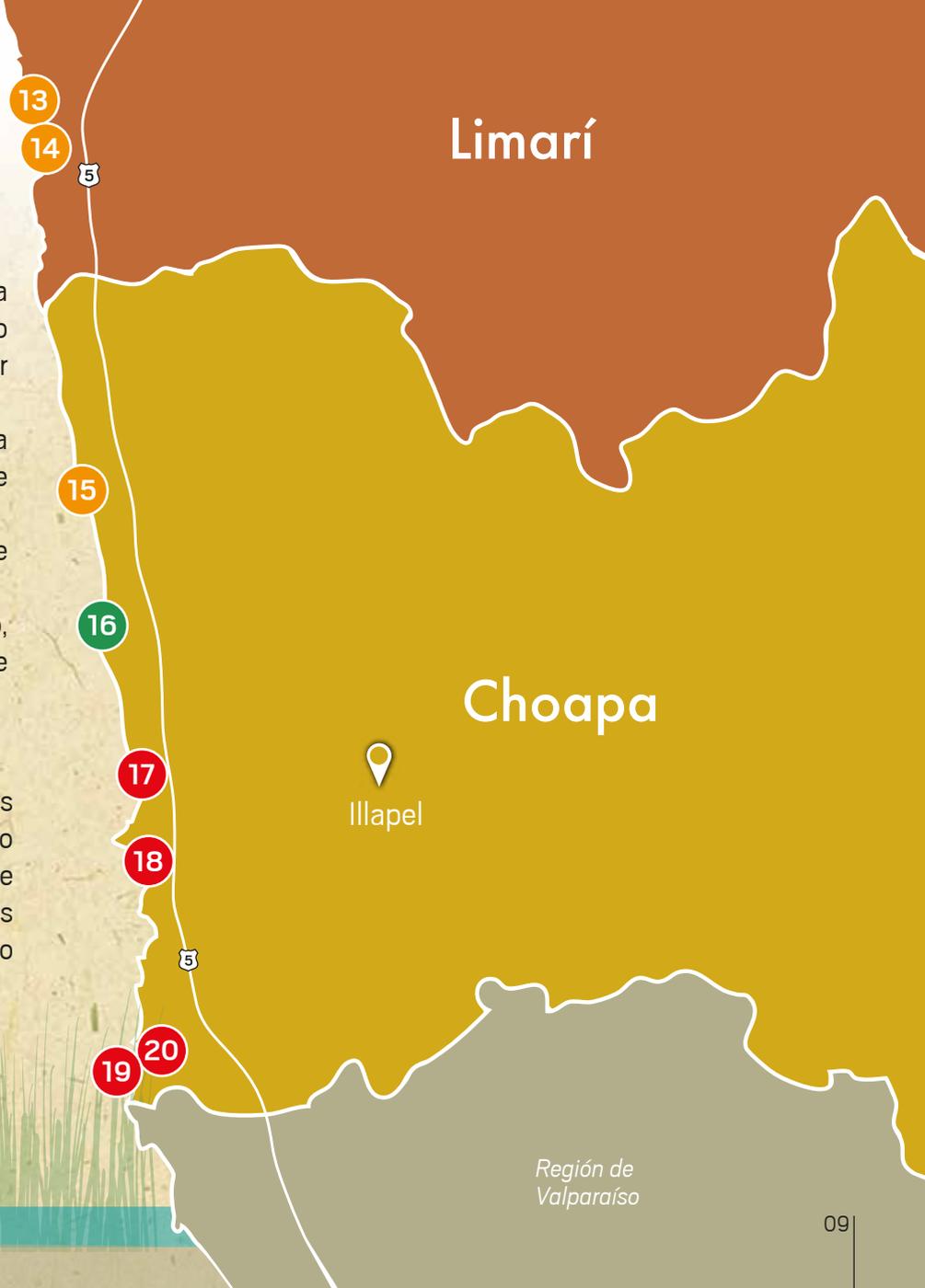
Remanente: Vestigio de un humedal, cuya extensión, estructura y dinámica actuales se deben principalmente a causas antrópicas.

Ribereño: Sistema propio de los márgenes de cursos de agua.

Estuarino: Sistema acuático, semicerrado, donde las aguas fluviales y marinas se mezclan de manera permanente.

¿Qué es la Convención de Ramsar?

La Convención de Ramsar sobre los humedales es un tratado internacional suscrito por 145 países (incluido Chile) con objeto de conservar y hacer un uso racional de los humedales y recursos asociados. Fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el año 1971.



¿Cuántos y qué casos se examinarán?

Se examinarán cuatro humedales, dos urbanos y dos rurales.

A continuación, se mostrarán como ejemplos los sitios de estudio analizados durante la Indagación Ciudadana 2015-16:

Humedales Urbanos: Humedal costero del Elqui (Fig. 4) y El Culebrón (Fig. 5), comunas de La Serena y Coquimbo, respectivamente

Humedales Rurales: Humedal costero del Limarí, comuna de Ovalle (Fig. 6)



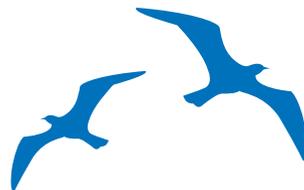
Figura 4. Imagen satelital del humedal costero del Elqui. El perímetro amarillo representa los límites del sitio de estudio (Fuente: Google Earth Pro, 2016)



Figura 5. Imagen satelital del humedal costero El Culebrón. El perímetro amarillo representa los límites del sitio de estudio (Fuente: Google Earth Pro, 2016)



Figura 6. Imagen satelital del humedal costero del Limarí. El perímetro amarillo representa los límites del sitio de estudio (Fuente: Google Earth Pro, 2016)



¿Qué se medirá?

Se medirá de manera directa la cantidad de individuos de las diferentes especies de aves que sean observadas en los humedales.

Abundancia de individuos. Número total de ejemplares de cada una de las especies registradas en un espacio y tiempo determinados.

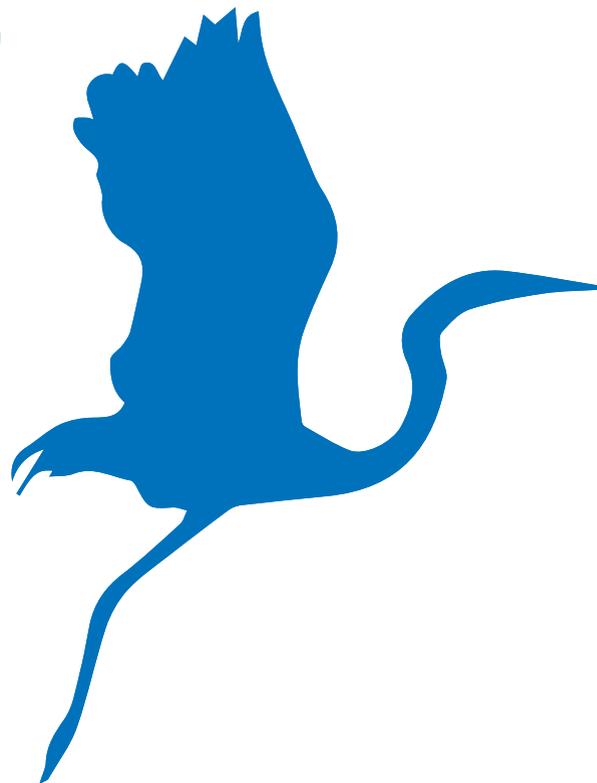
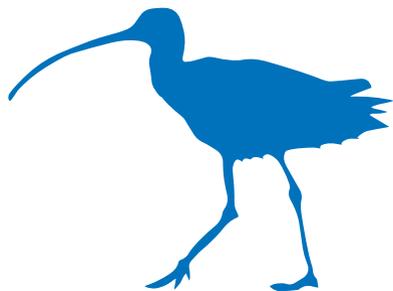
Ejemplo:

Durante un muestreo realizado en un humedal, se registraron 13 cormoranes, 5 garzas, 30 gaviotas, 2 patos y 1 tagua.

Riqueza de especies: Número total de especies distintas registradas en un espacio y tiempo determinados.

Ejemplo:

En el muestreo citado anteriormente, el valor de la riqueza de especies fue 5.





2. MUESTREO

Muestreo es la técnica de seleccionar y medir una parte representativa de un conjunto total de organismos (bacterias, plantas, hongos, animales) o elementos del paisaje (cuerpos de agua, suelos, unidades de vegetación), con objeto de inferir el valor real de aquello que estamos midiendo.

Si, por ejemplo, quisiéramos saber cómo varía la cantidad de aves en un humedal, sería muy difícil contarlas todas. No obstante, disponer de al menos una muestra de ese conjunto de organismos podría indicarnos cómo cambia su abundancia en la realidad.

¿Qué materiales necesitamos para realizar un muestreo de aves?

1. Binoculares
2. Planilla de registro de datos
3. Lápiz
4. Guía de Aves
5. Reloj o celular con cronómetro

Recomendaciones especiales al observador de aves

1. Colación
2. Agua
3. Bloqueador solar
4. Sombrero para el sol



¿Qué método de muestreo se utilizará?

Se utilizará el método de conteo por puntos (Ralph *et al.*, 1996), que consiste en identificar y contar todos los individuos de aves que se registran, visual o acústicamente, durante 10 min en una estación de 25 m de radio, fijo¹. Adicionalmente, se recomienda anotar las aves de paso y aquellas que se observan fuera de la estación (Fig. 7).

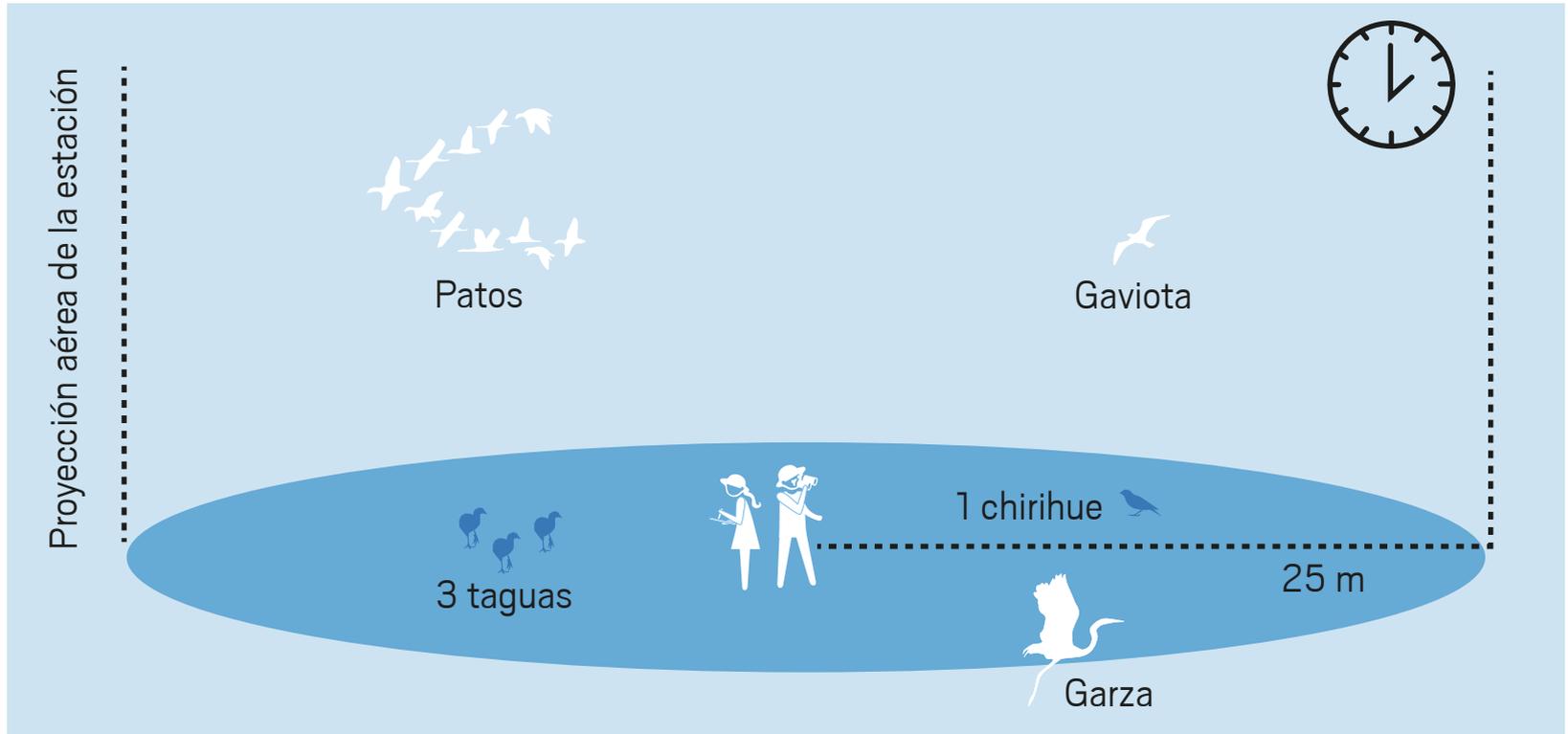


Figura 7. Estación de 25 m de radio para el conteo de aves. Con color azul se indican las aves registradas dentro de la estación; con blanco, las de paso u observadas fuera del área de conteo

1. El radio de la estación de conteo puede variar según los requerimientos del estudio.

RECOMENDACIONES BÁSICAS

- Dado que la mayor actividad de aves ocurre generalmente en la mañana, los muestreos deberían comenzar entre las 7:00 y 8:00 a.m. y no extenderse más allá del mediodía.
- Es preferible evitar los días calurosos, lluviosos o ventosos.
- Los observadores se distribuirán en parejas, a las que se asignará un número equivalente de estaciones. El monitor con mayor experiencia tendrá como función identificar y contar aves, mientras que su compañero se encargará de anotar los datos.
- No deberá utilizarse cebos ni grabaciones vocales (*playbacks*) para atraer las aves, salvo que el estudio lo requiera.
- Los monitores deberán iniciar el conteo apenas lleguen al centro de una estación.
- Tanto los conteos como los desplazamientos entre estaciones deberán ser realizados produciendo la menor perturbación posible.
- Para confeccionar las listas de especies de cada sitio, se tendrán en cuenta todas las aves observadas durante los muestreos.

— Si un ave (ejemplo: golondrina, picaflor, rayador) es observada mientras se alimenta en vuelo dentro de una estación, deberá ser contada.

— Estimar distancias y reconocer hábitats en el campo requiere práctica, por lo cual es aconsejable que los observadores principiantes prospecten al menos un sitio de estudio y realicen simulacros de conteo antes de cada muestreo. Asimismo, se recomienda el uso de mapas, GPS y marcas físicas de posición, como, por ejemplo, banderillas, estacas, árboles y rocas.

¿Cómo se delimitarán los sitios de estudio?

Para delimitar los sitios de estudio, se recomienda tomar como referencia la siguiente definición de humedal:

Humedal: Unidad espacial conformada por los cuerpos de agua, superficiales o subterráneos, permanentes o temporales, y la vegetación azonal cuya presencia depende directamente de éstos.

— La distancia entre los extremos este y oeste de cada sitio de estudio se establecerá arbitrariamente mediante una recta de 1 km de longitud, perpendicular a la línea costera (Fig. 8).

— Tomando como referencia el espejo de agua principal, cada humedal será dividido en tres sectores: afluencia, zona media y desembocadura (Fig. 8). Con ello se facilitará la distribución de los monitores.

Esquema de un sitio de estudio

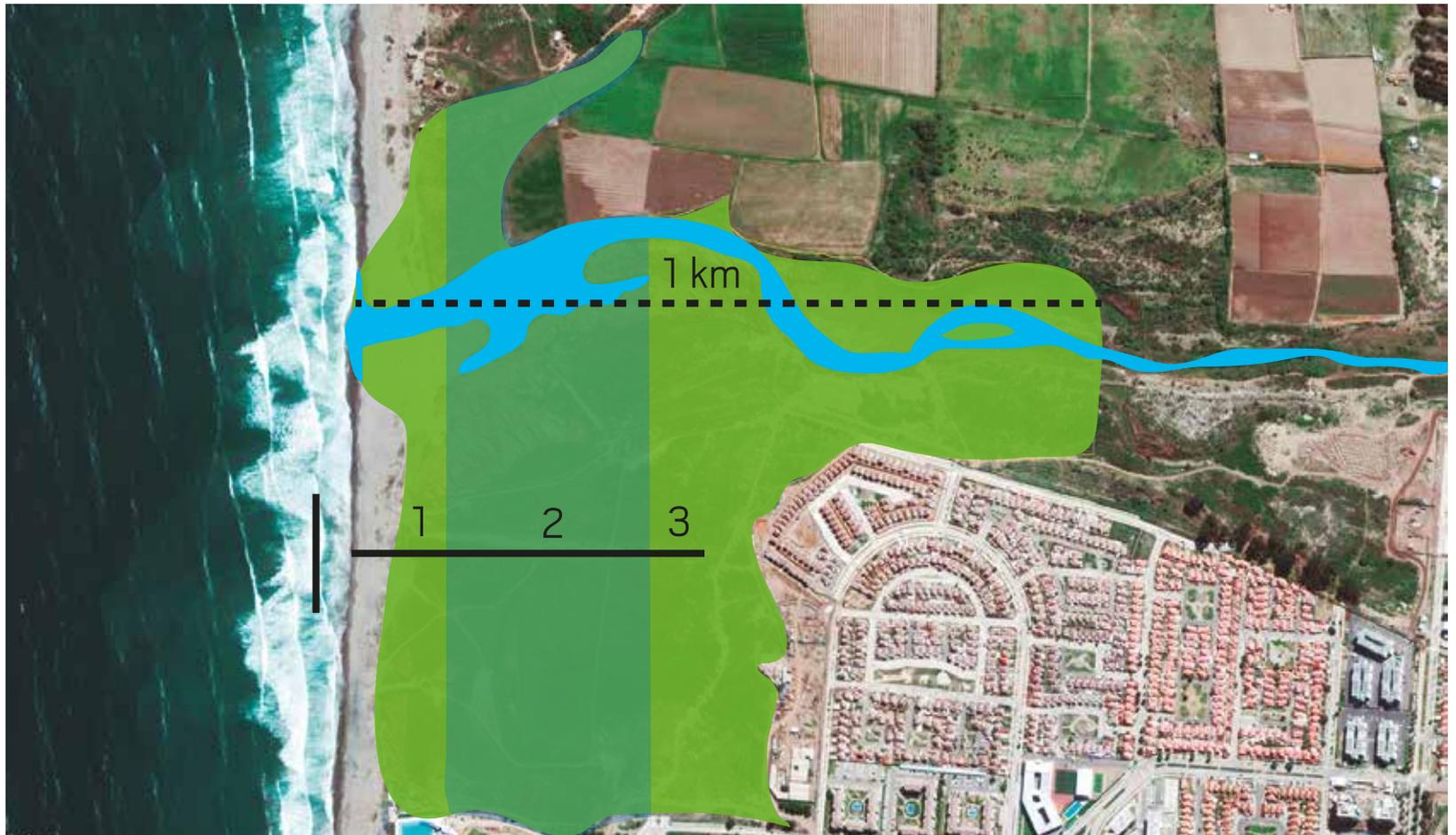


Figura 8. Delimitación y división espacial de un humedal en estudio: (1) desembocadura, (2) zona media, (3) afluencia. La recta segmentada representa la distancia máxima, arbitraria, entre los extremos este y oeste del sitio

¿Qué cantidad de área se muestreará?

Para lograr muestreos convencionalmente representativos, se recomienda evaluar al menos el 10% de cada humedal en estudio.

Según lo anterior, ¿cuántas estaciones o puntos de conteo se necesitarán?

El número requerido de estaciones o puntos de conteo se calculará dividiendo el 10% de la superficie de un humedal por el área total de una estación (en nuestro caso 1962,5 m²).

Ejemplo:

Si el área del humedal El Culebrón es de 450 000 m², en este caso el número de estaciones o puntos de conteo estará dado por:

$$\text{Número de estaciones o puntos de conteo} = \frac{45000 \text{ m}^2}{1962,5 \text{ m}^2} \approx 23$$

Por lo tanto, el número de estaciones o puntos de conteo necesario para cubrir el 10% del humedal El Culebrón es 23.

¿Cómo se distribuirán las estaciones o puntos de conteo?

Las estaciones o puntos de conteo se distribuirán de manera aleatoria, procurando abarcar los diferentes tipos de vegetación o microhábitats (totales, bosques, matorrales ribereños, pastizales, dunas, espejo de agua, fangales, entre otros) (Fig. 9). Para evitar contar una misma ave en más de una ocasión, es recomendable que la distancia mínima entre dos puntos sea siempre igual o mayor a 100 pasos largos, que equivalen aproximadamente a 100 m (Fig. 10).

Esquema de la distribución espacial de las estaciones o puntos de conteo



Figura 9. Ejemplo de distribución aleatoria de estaciones o puntos de conteo

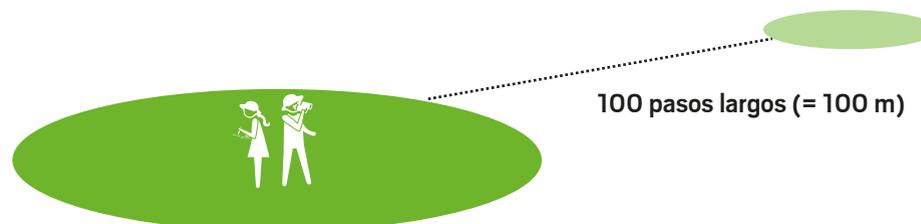


Figura 10. Distancia mínima requerida entre dos estaciones o puntos de conteo

¿Por cuánto tiempo debería realizarse un monitoreo de aves?

Idealmente, todo monitoreo debería abarcar un mínimo de dos estaciones del año distintas, a fin de captar los cambios espaciotemporales (ejemplo relacionados con las migraciones) que podrían experimentar las comunidades de aves estudiadas. En el caso de nuestra Indagación Ciudadana 2015-16, los muestreos se extendieron entre la primavera y el verano.

Como mínimo, ¿cuántos observadores se necesitarán para muestrear cada humedal?

Considerando que 6 es un número apropiado de puntos para cada pareja de observadores, la cantidad mínima de monitores necesaria para muestrear cada humedal estará dada por:

$$\text{Número de observadores} = \frac{\text{Número de estaciones o puntos de conteo}}{\text{Número de parejas}} \times 2$$

Ejemplo:
Si 23 es el número mínimo de puntos requerido para muestrear El Culebrón, en el caso de este humedal será necesario contar con al menos 8 observadores.

¿Cómo se deberán anotar los datos de campo?

Las observaciones recopiladas deberán ser organizadas en la Planilla del Observador de Aves (Tabla 1), con letra clara y asegurándose de llenar todos los campos requeridos. Las observaciones adicionales (ejemplo: tipo de vegetación, condiciones meteorológicas, edad o sexo de las aves, dudas metodológicas, etc.) tendrán que escribirse en una columna independiente, expresamente reservada para dicho fin. Por otra parte, es recomendable que las especies se registren según el orden en que son avistadas. Las aves de paso y las observadas fuera de las estaciones también dispondrán de una columna particular. Para una mejor comprensión de este paso, te invitamos a revisar la siguiente planilla.

Tabla 1. Esquema y modo de llenado de la Planilla del Observador de Aves

Sitio de estudio: <i>Humedal El Culebrón</i>			Fecha: <i>9 de mayo de 2015</i>		
Sector (desembocadura / zona media / afluencia): <i>Desembocadura</i>					
Observadores: <i>Juana Bórquez y Mario Vargas</i>			Institución u organización: <i>Sociedad Ambiental Coquimbo</i>		
Periodo de muestreo: <i>08:00</i>					
		Cantidad de individuos			
Punto	Hora	Especie	Dentro	Fuera o de paso	Observaciones
1	08:00	<i>Gaviota garuma</i>	<input checked="" type="checkbox"/> II	II	<i>Playa arenosa / adultos y jóvenes / día nublado</i>
		<i>Colegial</i>	II	0	<i>Hembra y macho</i>
		<i>Rayador</i>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Aves alimentándose</i>
2	08:15	<i>Chirihue</i>	III	<input checked="" type="checkbox"/> III	<i>Totoral</i>
		<i>Gorrión</i>	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>Cerca de la zona urbana</i>
		<i>Pidencito</i>	0	I	<i>Registro acústico</i>
3	08:26	<i>Zarapito</i>			

Siguiendo el paso anterior, te proponemos realizar el siguiente ejercicio: Visita un área verde próxima a tu casa y lleva a cabo tu propio muestreo de aves. Dado que sólo se tratará de un ensayo, te recomendamos considerar un número

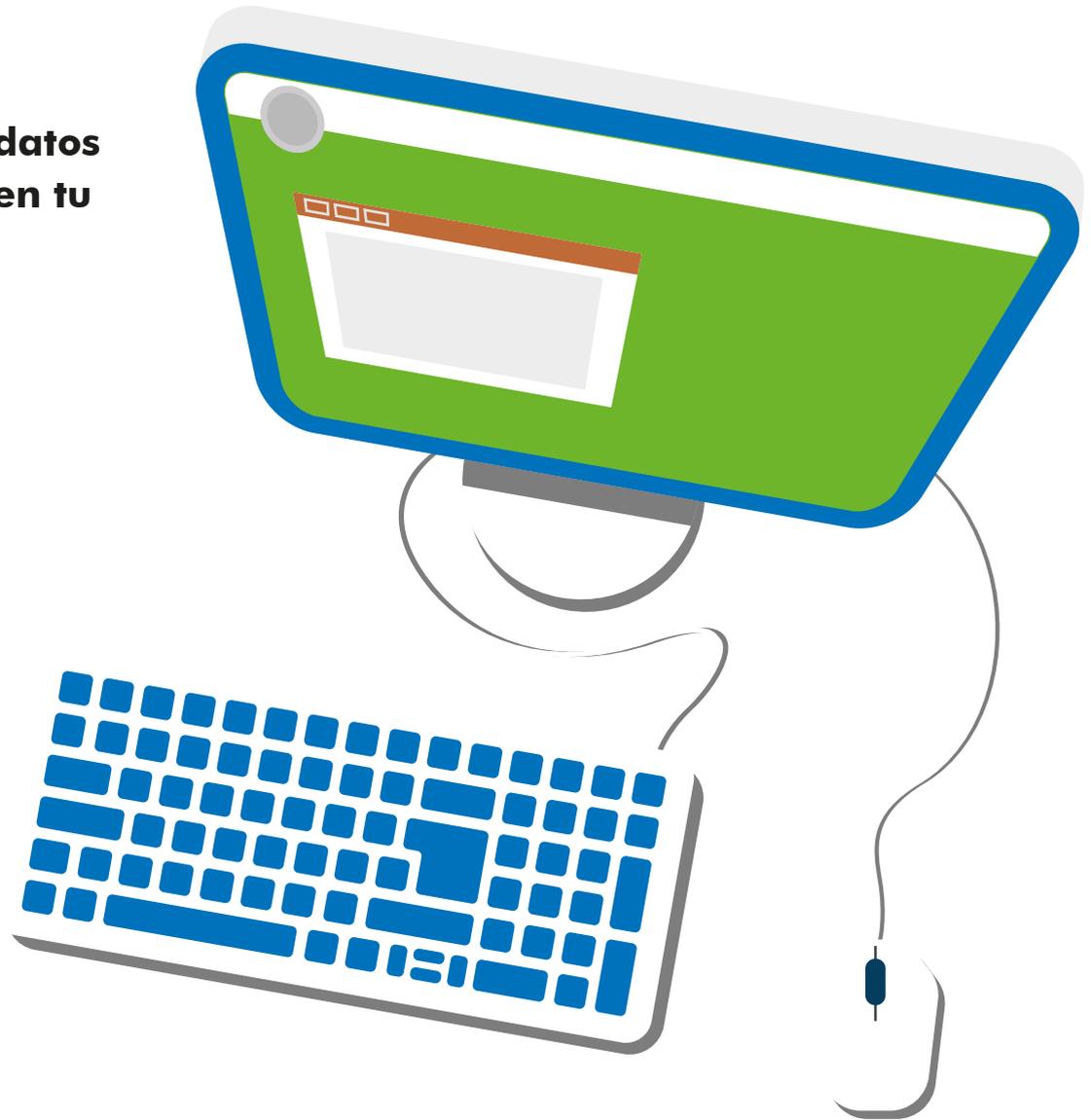
acotado de puntos, ajustar el radio de las estaciones a la extensión del sitio que elijas y reducir el tiempo de conteo a 5 min. Puedes utilizar la planilla en blanco de la siguiente página para anotar tus datos:

Planilla de datos para muestreo

Tabla 2. Planilla de registro de datos del muestreo de aves en los humedales

Sitio de estudio:				Fecha:	
Sector (desembocadura / zona media / afluencia):					
Observadores:			Institución u organización:		
Periodo de muestreo:					
			Cantidad de individuos		
Punto	Hora	Especie	Dentro	Fuera o de paso	Observaciones (tipo de vegetación, clima, conducta, etc.)

¡Respalda y traspasa tus datos de campo a una planilla en tu computador!



3. RESPALDO Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS

Las observaciones recopiladas en cada muestreo deben ser organizadas en una base de datos única, confeccionada mediante una planilla de Excel o Google Docs. Es recomendable que la hoja incluya cada uno de los campos indicados en la Tabla 3 y no contenga cuadrículas vacías. Aunque la siguiente tabla incluye datos de la figura 1, puedes practicar este ejercicio empleando las observaciones de tu muestreo de ensayo (Tabla 2).

Tabla 3a. Planilla electrónica diseñada para sistematizar los datos obtenidos en terreno (primera parte)

Fecha	Humedal	Sector	Observaciones	Hora de inicio	Punto
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Playa arenosa	08:00 h	1
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Playa arenosa	08:00 h	1
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Playa arenosa	08:00 h	1
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Totoral	08:15 h	2
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Totoral	08:15 h	2
9 de mayo	El Culebrón	Desembocadura	Totoral	08:15 h	2

Tabla 3b. Planilla electrónica diseñada para sistematizar los datos obtenidos en terreno (segunda parte)

Nombre común	Nombre científico	Individuos en la estación	Individuos de paso o fuera de la estación	Observadores	Institución u organización	Observaciones
Gaviota garuma	<i>Leucophaeus modestus</i>	7	2	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Adultos y jóvenes
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	2	0	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Hembra y macho
Rayador	<i>Rynchops niger</i>	25	4	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Alimentándose
Chirihue	<i>Sicalis luteola</i>	3	8	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Sin observación
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	1	5	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Cerca de la zona urbana
Pidencito	<i>Laterallus jamaicensis</i>	0	1	Juana Bórquez y Mario Vargas	Sociedad Ambiental Coquimbo	Registro acústico

Una vez terminada la base general de datos, puedes construir una tabla que resuma los valores totales y promedios de riqueza y abundancia. Para realizar este procedimiento de manera rápida y segura, te recomendamos aprender a crear una tabla dinámica en Excel.

Tabla 4. Resumen de la abundancia y riqueza de aves de un humedal urbano y uno rural. Se incluyen los valores acumulados y promedios de abundancia.

Tipos de humedal	Urbano		Rural	
Humedales	El Culebrón		Limarí	
Meses	Mes 1	Mes 2	Mes 1	Mes 2
Especies ²	Cantidad de individuos (n)			
Chercán de las vegas	0	1	0	0
Chirihue	8	8	19	2
Cormorán yeco	6	6	11	7
Cuervo de pantano	0	1	0	0
Garza azul	0	1	0	0
Garza cuca	1	1	0	0
Gaviota dominicana	8	14	7	7
Golondrina chilena	4	9	0	0
Huairavo	3	6	1	2
Jote de cabeza negra	1	1	0	0
Pato jergón chico	0	1	2	0
Perrito	0	2	4	2
Tagua común	2	0	1	0
Trile	3	3	0	0
Zarapito común	3	7	9	7
Abundancia acumulada (N)	100		81	
Promedio de abundancia	50		40,5	
Riqueza de especies (S)	15		8	

2. Se recomienda llenar este campo con los nombres científicos, en vez de los comunes, ya que estos últimos suelen variar de una zona geográfica a otra y, por tanto, inducir a confusión. Por ejemplo, la especie *Vanellus chilensis* es conocida vulgarmente como avefría, queltehue, tero o treile.

4. Análisis de datos y obtención de resultados

Es muy importante saber distinguir un dato de un resultado. Como *dato* definimos cada una de las observaciones que registramos en terreno o laboratorio, mientras que los *resultados* representan un conjunto de valores derivados del procesamiento y análisis —por lo general estadístico— de un grupo de datos.

Los resultados de nuestra investigación hacen referencia a parámetros fundamentales que caracterizan la biodiversidad. Estos son: (1) la abundancia o cantidad de individuos por especie (n), (2) la abundancia acumulada (N), cuyo valor representa la suma de ejemplares de un conjunto de especies; (3) la riqueza o número de especies (S); (4) y la abundancia relativa (p_i), definida como la relación entre el número de individuos de una especie y el de todas las que se registran en un espacio y tiempo determinados.

Los valores de cada uno de estos parámetros pueden ser obtenidos mediante operaciones muy simples (p. ej., cálculo de totales, promedios, proporciones, etc.), cuya realización requiere a lo sumo de una calculadora. En ese sentido, lo importante es depender mínimamente de la tecnología para poder analizar la información.

En cualquier caso, hoy disponemos de programas computacionales que permiten estimar y comparar entre sí una amplia gama de parámetros de biodiversidad. Aunque su uso requiere una instrucción especial, constituyen una herramienta rápida y confiable que vale la pena conocer.



Figura 11. Proceso de obtención de resultados mediante la sistematización y análisis de datos de terreno

Concepto de diversidad de especies

A partir de las variables medidas, ¿cómo se puede estimar la diversidad de especies?

Cada vez que visitamos un bosque, humedal, playa o cualquier otro tipo de ambiente, solemos prestar mucha atención a su flora y fauna, pero, no conformes con ello, también las analizamos e intentamos comprender cuán abundantes o variadas son. Tan espontáneo ejercicio de observación y reflexión nos remite inmediatamente al concepto de diversidad de especies. Este parámetro representa la variedad de especies que habitan un determinado ambiente e indica a la vez cuán equitativa es la distribución de la abundancia acumulada entre éstas.

Por otra parte, es muy importante conocer también el concepto de equidad, que se relaciona estrechamente con el de abundancia relativa (ver pág. 28). Cuanto más similares sean entre sí los valores de abundancia relativa de las especies, más equitativa y diversa será la comunidad que éstas conformen.

A través del ejemplo que se expone a continuación, podrás comprender con mayor claridad los conceptos de abundancia relativa y equidad de especies.

Los siguientes datos provienen de muestreos de aves realizados en dos humedales costeros distintos.

Tabla 5. Cantidad de individuos de las especies de aves registradas en dos humedales costeros

Humedal 1		Humedal 2	
Especies	Cantidad de individuos (n)	Especies	Cantidad de individuos (n)
Águila pescadora	1	Chirihue	30
Becacina	6	Cuervo de pantano	10
Chorlo de collar	3	Gaviota dominicana	21
Garza grande	2	Pato real	15
Gaviota dominicana	45	Zarapito	23
Perrito	12	Vari	6
Abundancia acumulada (N)	69	Abundancia acumulada (N)	105

Estimación de la abundancia relativa de especies

A partir de los datos de la tabla anterior, se han calculado los valores de abundancia relativa de cada una de las especies registradas (Tabla 6). Para realizar este procedimiento, se ha empleado la siguiente fórmula:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

p_i = Abundancia relativa de una de las especies registradas
 n_i = Cantidad de individuos de una de las especies registradas
 N = Abundancia acumulada de individuos

(*) Al multiplicar por 100 el valor de p_i , obtendremos el porcentaje de abundancia relativa. Si, por ejemplo, los valores de p_i de dos especies distintas son 0,50 y 0,15, quiere decir que cada una de ellas concentra, respectivamente, el 50 y 15 % de la abundancia acumulada.

Tabla 6. Abundancia relativa de las especies de aves registradas en dos humedales costeros

Humedal 1		Humedal 2	
Especies	Abundancia relativa (p_i) ³	Especies	Abundancia relativa (p_i)
Águila pescadora	0,014	Chirihue	0,286
Becacina	0,086	Cuervo de pantano	0,095
Chorlo de collar	0,043	Gaviota dominicana	0,200
Garza grande	0,028	Pato real	0,143
Gaviota dominicana	0,652	Zarapito	0,219
Perrito	0,173	Vari	0,057
Abundancia relativa acumulada (N)	0,996	Abundancia relativa acumulada (N)	1,000

3. En este caso, los valores parciales de abundancia relativa han sido aproximados. La suma de éstos (abundancia relativa acumulada) debe ser siempre igual o muy cercana a 1.

5. Presentación de resultados

Los resultados deberán presentarse de la manera más clara y sencilla posible, para lo cual se aconseja el uso de gráficos comparativos. Aunque los hay de varios tipos, uno de los más recomendables para dicho fin es el de barras, pues

permite ver con facilidad si los resultados obtenidos en distintos sitios difieren o no entre sí. A partir de los datos de la Tabla 4 y utilizando los espacios vacíos de las Figuras 13 y 14, construye un gráfico de barras que represente la abundancia acumulada (N) y otro, la riqueza de especies (S).

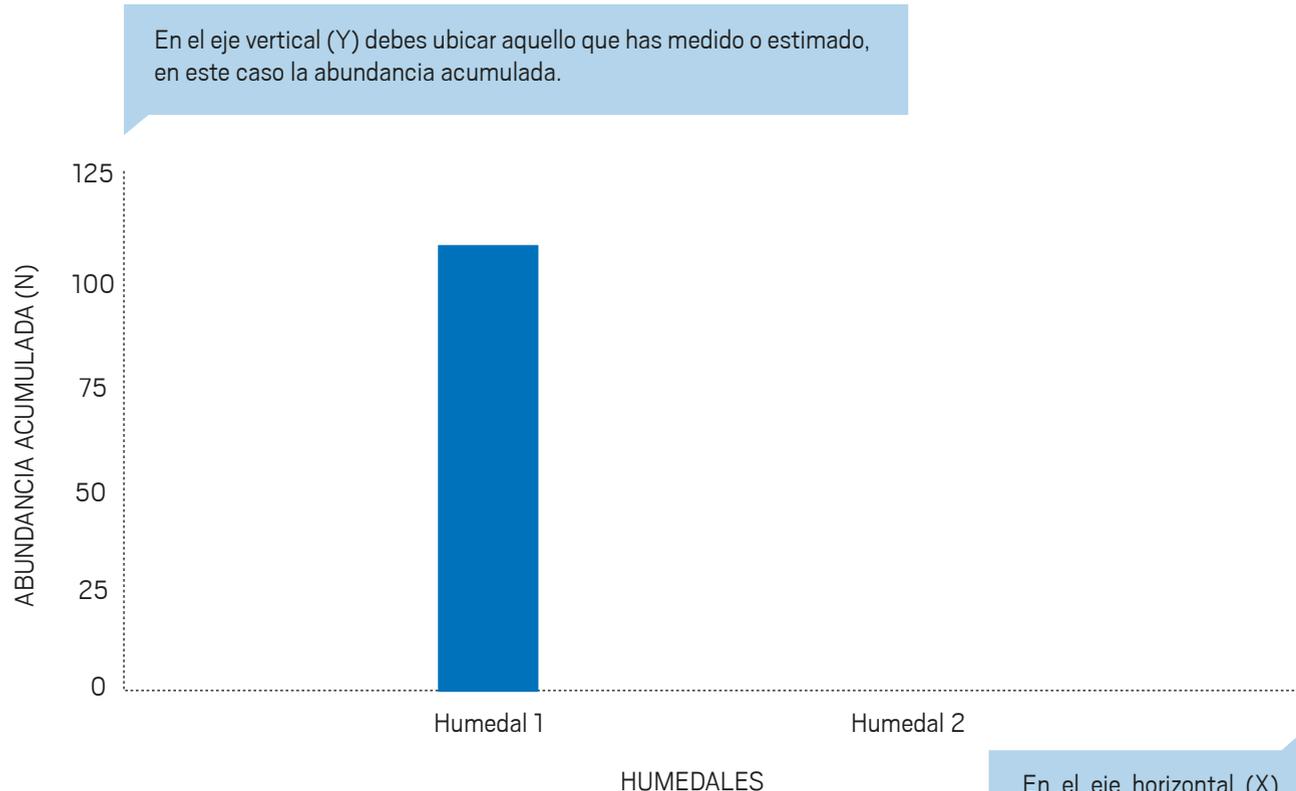


Figura 12. Resultados de abundancia acumulada de aves obtenidos en dos humedales costeros

Ejercicio práctico: Confección de gráficos de barras

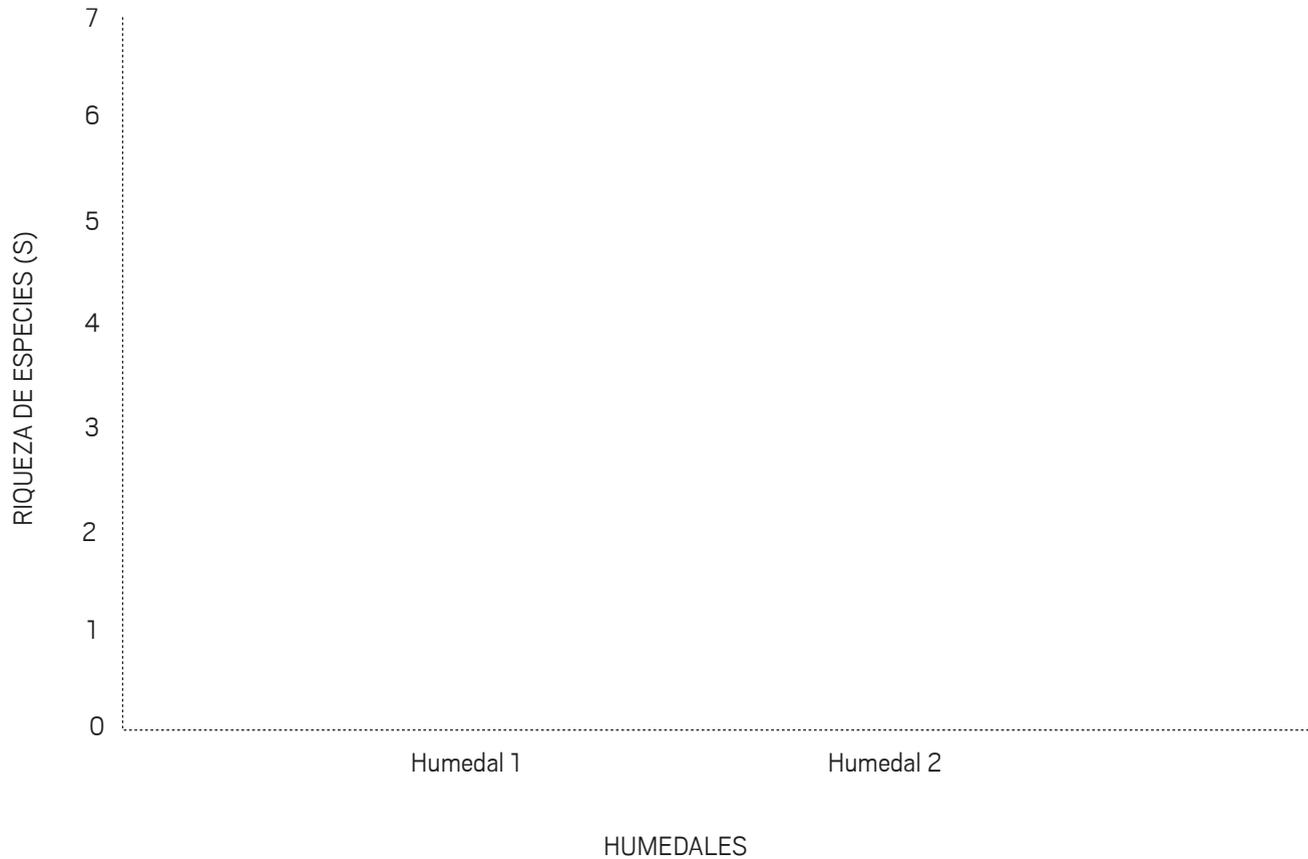
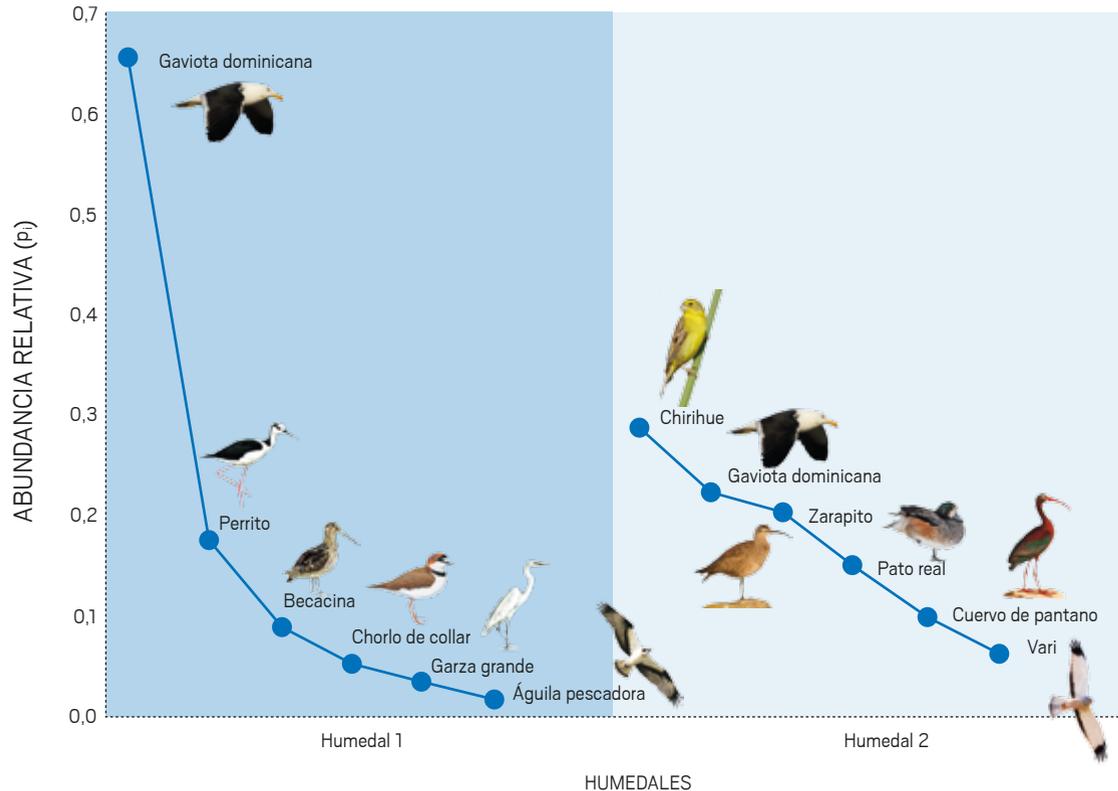


Figura 13. Resultados de riqueza específica de aves obtenidos en dos humedales costeros

Abundancia relativa y composición de los ensambles de especies

Para presentar resultados de abundancia relativa, es muy conveniente usar gráficos de rango-abundancia, en cuyo eje horizontal (X) se ubican las especies y en el vertical (Y), los valores de abundancia relativa ordenados de

mayor a menor. Una ventaja importante de este tipo de diagrama es que, además de indicarnos cómo se distribuye la abundancia acumulada entre las especies, nos muestra la identidad de cada una de éstas (Fig.14).



Algunas conclusiones:

— En ambos humedales se registró el mismo número de especies ($S=6$); sin embargo, la distribución de la abundancia acumulada entre éstas varió de un sitio a otro.

— Dos de las especies registradas en el humedal 1, la gaviota dominicana y el perrito, concentraron más del 80 % de la abundancia acumulada en dicho sitio. En tanto, las dos especies más abundantes del humedal 2, el chirihue y el zarapito, representaron sólo el 50 % de su ensamble.

— La especie dominante en el humedal 1 fue la gaviota dominicana (65 %), mientras que en el humedal 2 fue el chirihue (29 %).

— En conclusión, el ensamble de aves del humedal 2 fue comparativamente más equitativo y diverso que el del humedal 1.

Figura 14. Abundancia relativa de las especies de aves registradas en dos humedales costeros

Transforma tu planilla de datos en una lista eBird
(www.ebird.org)

eBird



¡COMPARTÉ EN LA PLATAFORMA MUNDIAL DE OBSERVADORES DE AVES!

La plataforma eBird te permite subir una lista de especies por cada muestreo o salida de observación de aves. Si realizas una lista individual por cada sector que recorres en un mismo sitio y jornada (ejemplo: desembocadura, zona media, afluencia), te aconsejamos sumar los valores de abundancia por especie que registras en cada unidad y resumirlos en una lista única.

¡Te invitamos a revisar el siguiente ejemplo!



Para muestrear las aves de un humedal, los observadores se distribuyeron en dos zonas distintas de éste, llamadas sectores 1 y 2. Como deseaban subir sus registros a eBird, antes debieron resumir sus datos parciales en una lista de especies única (Fig. 15).

Sector 1			
Especies	Abundancia de individuos		
	Dentro	Fuera o de paso	Total
Chirihue	25	10	35
Chorlo ártico	5	3	8
Gaviota dominicana	87	55	142
Playero blanco	15	24	39
Playero de Baird	2	1	3

Sector 2			
Especies	Abundancia de individuos		
	Dentro	Fuera o de paso	Total
Chirihue	18	33	51
Chorlo nevado	6	3	9
Gaviota dominicana	120	47	167
Playero blanco	9	20	29
Rayador	14	8	22

Lista eBird del muestreo	
Especies	Abundancia de individuos
Chirihue	86
Chorlo ártico	8
Chorlo nevado	9
Gaviota dominicana	309
Playero de Baird	3
Rayador	22

Los datos de las listas parciales deben ser resumidos en una lista única de especies.

Mientras estés ingresando tus datos a eBird, debes considerar que los nombres comunes pueden variar según la zona geográfica. Por ello, la mejor manera de buscar las especies en dicha plataforma es a través de sus nombres científicos, que puedes encontrar en guías de campo o páginas como www.avesdechile.cl.

Figura 15. Confección de una lista de especies eBird a partir de datos parciales obtenidos en un mismo muestreo o salida de observación de aves



TERCERA ETAPA: LA REFLEXIÓN

Ahora, que ya hemos analizado todos los datos de campo y obtenido nuestros resultados, pasaremos a la tercera etapa del Ciclo de Indagación, la reflexión. Ésta es igual de importante que la acción, pues en ella analizamos nuestros resultados, los comparamos entre sí y sacamos conclusiones sobre *lo que es* (hallazgos de primera mano) o *podría ser* en un ámbito más amplio.

Reflexionemos sobre los que es:

1. En cuanto a la riqueza de especies y la abundancia de individuos de aves, ¿existen diferencias notables entre los humedales urbanos y rurales estudiados?

2. ¿Qué especies fueron las más comunes y cuáles las más raras?

3. ¿Existe un efecto de la perturbación humana en la diversidad de aves de los humedales estudiados? Si es así, ¿dicho efecto es positivo o negativo?

Ahora reflexionemos sobre lo que podría ser:

4. ¿Consideras que el diseño aplicado nos proveyó de una lectura fiel acerca de lo que queríamos saber?, ¿fue apropiado para responder la pregunta?, ¿cómo lo mejorarías?

5. ¿Qué podríamos hacer para conservar la diversidad de aves, en especial la de ambientes urbanos?

6. ¿Qué nuevas inquietudes te surgen a partir de esta indagación ciudadana?

Resumen de resultados de la Indagación Ciudadana 2015-16

A continuación, presentamos un resumen de los resultados obtenidos en la Indagación Ciudadana 2015-16, iniciativa desarrollada en conjunto por CEAZA, las ONG REDAVES y Ecoterra, el colegio Hellen Keller de Coquimbo y ciudadanos interesados en la protección de los humedales de nuestra región.

a. Abundancia de individuos

La abundancia de individuos es uno de los atributos que componen la diversidad y, como vimos anteriormente, se refiere al número de individuos de las diferentes especies que conforman una comunidad. A partir de este parámetro, se puede calcular la abundancia acumulada de individuos (N).

Mayor abundancia acumulada de individuos: Humedal del Elqui, con un total de 1599 aves registradas. Alcanzó su valor máximo en noviembre de 2015 y disminuyó moderadamente en enero de 2016.

Menor abundancia acumulada de individuos: Humedal del Limarí, donde se registró un total de 815 aves y el valor más alto tuvo lugar en octubre de 2015.

Abundancia acumulada de individuos intermedia: Humedal El Culebrón, con un registro total de 1511 aves y cuyo valor máximo correspondió a enero de 2016.

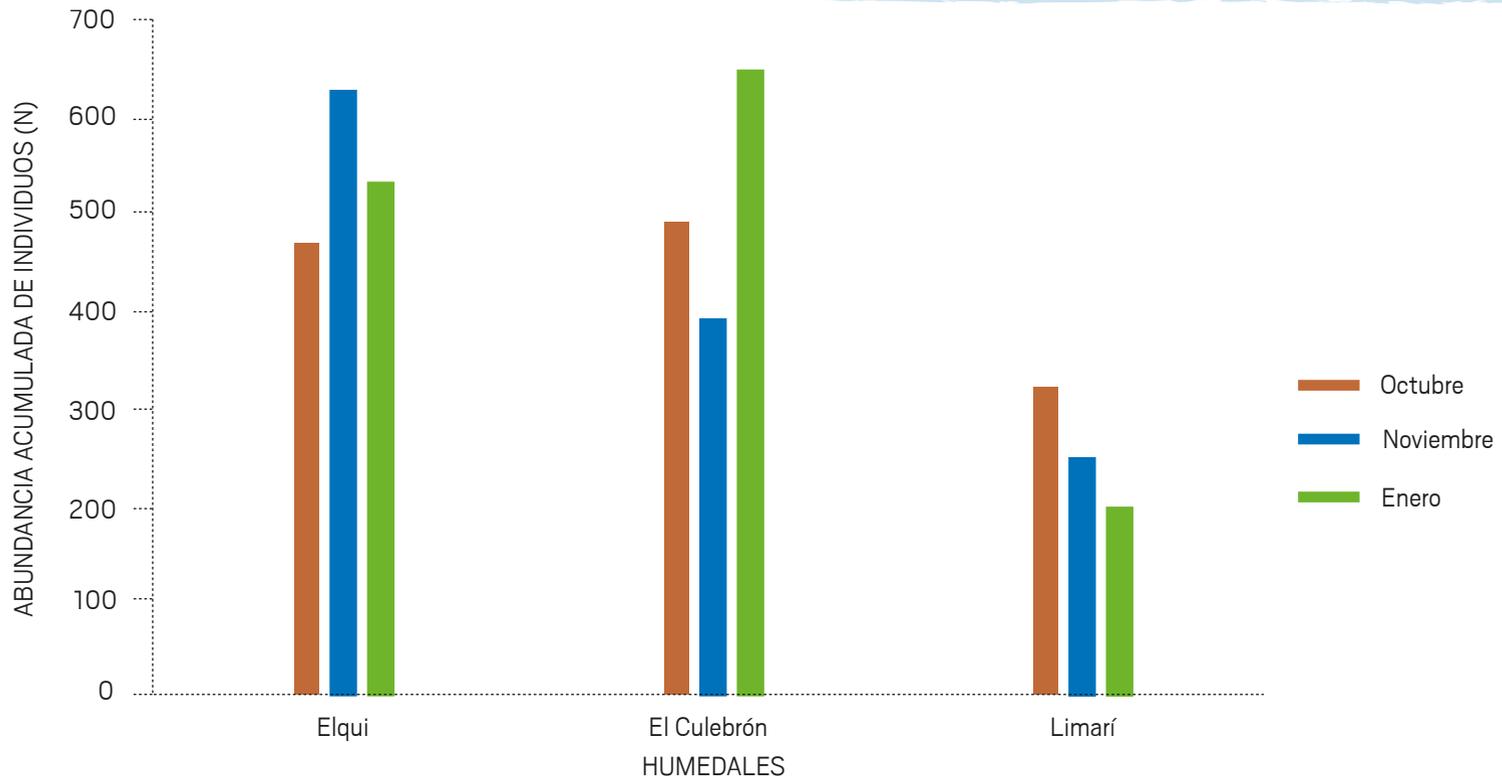


Figura 16. Valores mensuales de abundancia acumulada de aves en los humedales costeros Elqui, El Culebrón y Limarí obtenidos en la Indagación Ciudadana 2015-16

b. Riqueza específica

Como bien sabemos, la riqueza específica es otro de los componentes fundamentales de la diversidad y representa el número de especies que habitan un espacio y tiempo determinados.

Mayor riqueza de especies: Humedal del Elqui, donde se registró un total de 62 especies. El valor máximo se observó en noviembre de 2015, mes a partir del cual la riqueza experimentó un ligero descenso.

Menor riqueza de especies: Humedal del Limarí, donde se registraron 38 diferentes especies y el valor máximo tuvo lugar en octubre de 2015.

Riqueza de especies intermedia: Humedal El Culebrón, con un total de 48 especies. Los valores registrados en octubre y noviembre de 2015 fueron iguales entre sí, mientras que en enero la riqueza experimentó un aumento moderado respecto de dicho período.

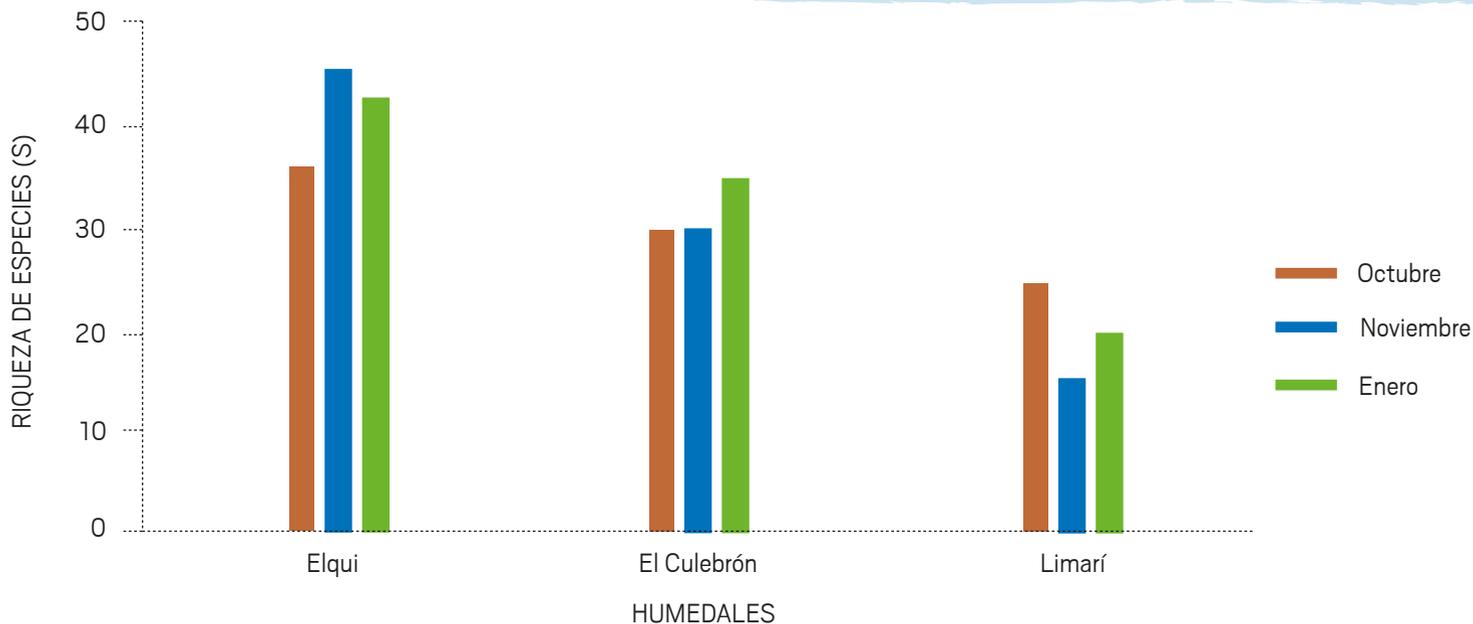


Figura 17. Valores mensuales de riqueza específica de aves en los humedales costeros Elqui, El Culebrón y Limarí obtenidos en la Indagación Ciudadana 2015-16

c. Diversidad de especies

La diversidad específica es una medida que combina la riqueza de especies y la abundancia de individuos en un valor o índice único. Nos permite inferir cuán equitativa es la distribución de la abundancia acumulada entre las distintas especies de una comunidad. Cuanto más alta es la equidad de un sistema, mayor es su diversidad.

Mayor diversidad de especies: Humedal del Elqui, cuyos valores aumentaron continuamente a lo largo del estudio y presentaron una máxima variación entre octubre y noviembre de 2015.

Menor diversidad de especies: Humedal El Culebrón, donde el valor mínimo se registró en enero de 2016.

Diversidad de especies intermedia: Humedal del Limarí, cuyos valores aumentaron de manera continua, aunque leve, durante el estudio.

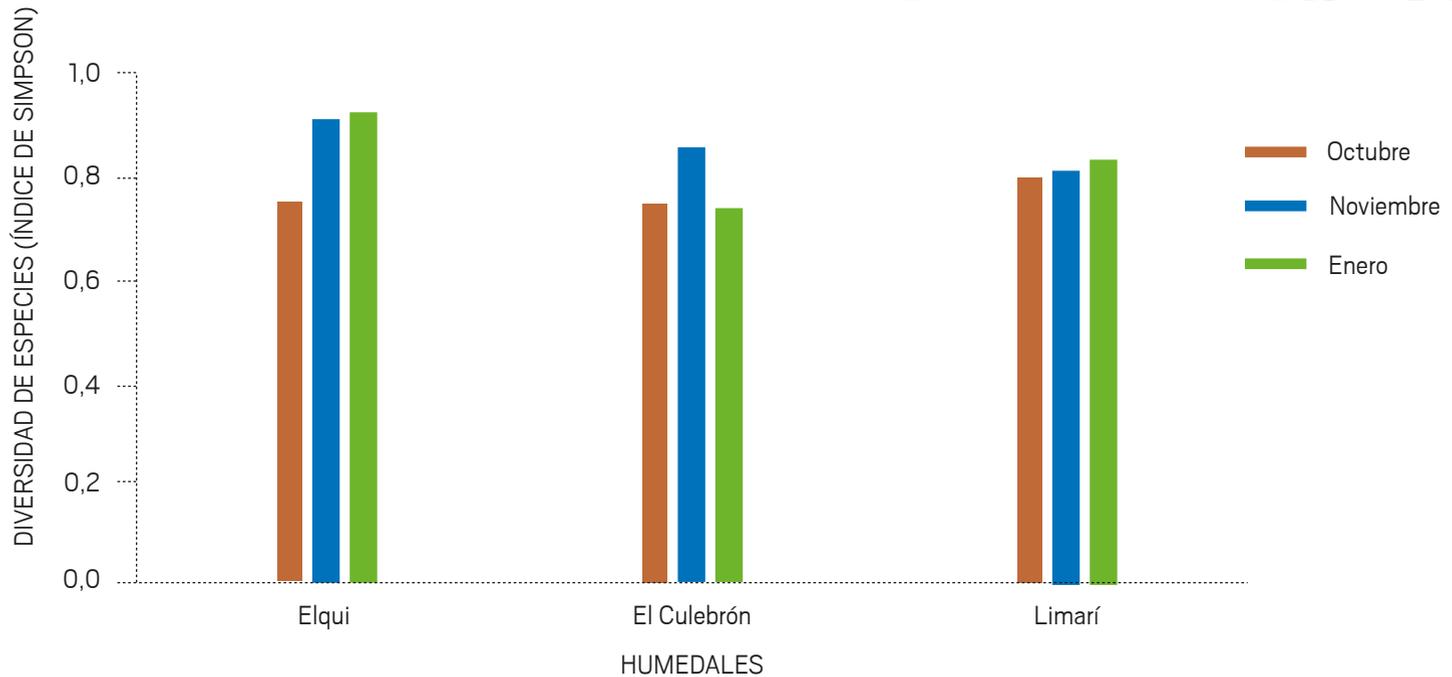


Figura 18. Valores mensuales de diversidad específica de aves en los humedales costeros Elqui, El Culebrón y Limarí obtenidos en la Indagación Ciudadana 2015-16

d. Abundancia relativa y composición de los ensambles

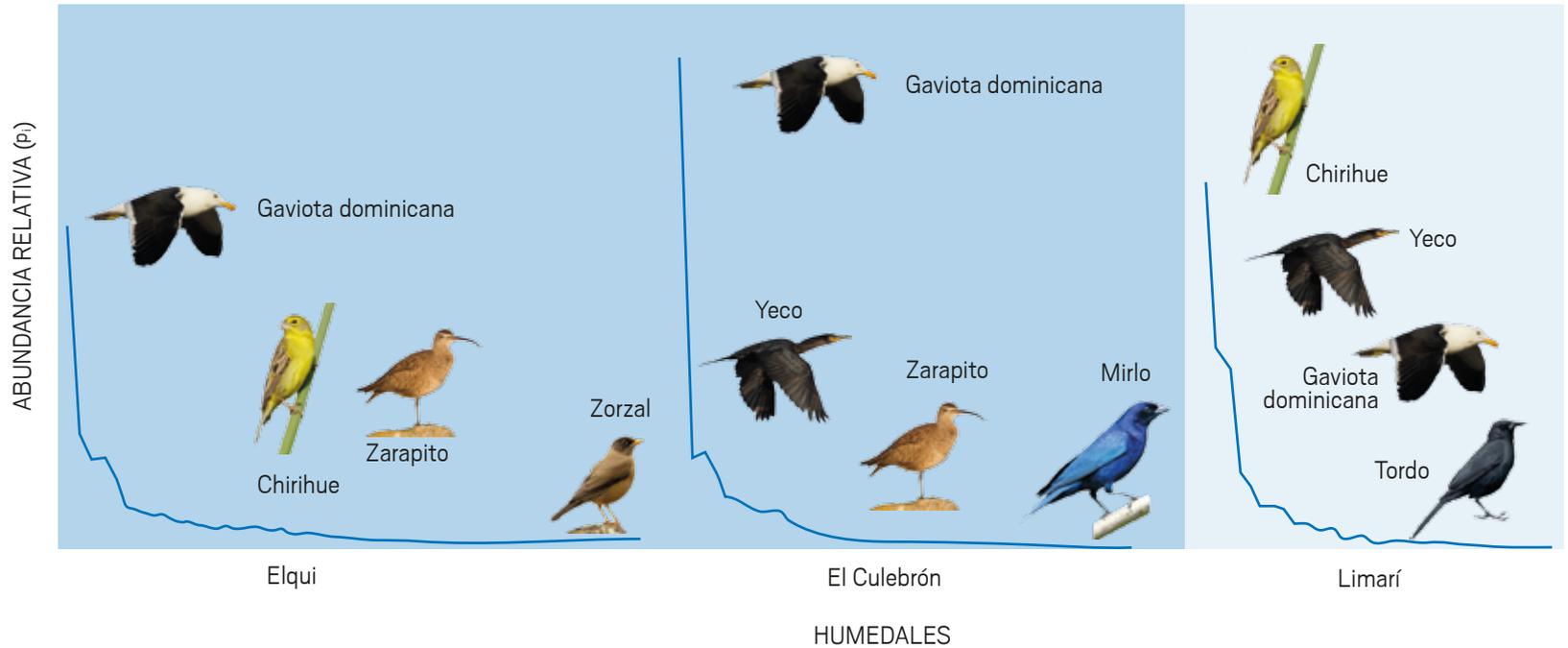


Figura 19. Abundancia relativa de las especies de aves registradas en los humedales costeros Elqui, El Culebrón y Limarí durante la Indagación Ciudadana 2015-16

Algunas conclusiones importantes:

- Las curvas de los tres humedales evaluados se ajustan al modelo de *vara quebrada*, distintivo de comunidades relativamente poco equitativas.
- En ambos humedales urbanos, la especie dominante fue la gaviota dominicana, mientras que en el rural, el chirihue.
- Las especies más raras o escasas en los humedales Elqui, El Culebrón y Limarí fueron, respectivamente, el zorzal, el mirlo y el tordo.

BIBLIOGRAFÍA

DIRZO, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos? Ciencias, 4 (número especial).

RALPH, C. J.; GEUPEL, G. R.; PYLE, P.; MARTIN, T. E. & DESANTE, D. F. 1993. Handbook of field methods for monitoring landbirds. USDA Forest Service/UNL Faculty Publications, 105.

Blanco, D. E. 1999. Los humedales como hábitat de aves acuáticas. Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, 215-223.

WILLSON, M. F. & ARMESTO, J. J. 2003. Efectos de la fragmentación de bosques para las aves de los bosques australes chilenos. Ambiente y Desarrollo (Chile), 19, 54-59.

LUNA, D. 2005. Los humedales no pueden esperar. Manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo. Corporación ambientes acuáticos de Chile (CAACH).

CHACE, J. F. & WALSH, J. J. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. Landscape and urban planning, 74 (1), 46-69.

NAVARRO, V. M.; FERRARI, S. N. & IÑIGUEZ, M. A. 2014. Turismo y recursos naturales: los recursos naturales como base del desarrollo turístico local, importancia de la conservación y la gestión para la sustentabilidad. Repositorio digital del Ministerio de Turismo de Argentina.

RAMSAR. 2016. XII Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención de Ramsar sobre los humedales. ULR: <http://www.ramsar.org/> (accedido el 2 de abril de 2016).

BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2016. ULR: <http://www.birdlife.org/> (accedido el 2 de abril de 2016).

EBIRD. 2016. ULR: <http://ebird.org/content/ebird/> (accedido el 2 de abril de 2016).

Científicos ciudadanos que participaron en la indagación 2015-16



Humedal costero del río Elqui, noviembre de 2015



Humedal El Culebrón, enero de 2016



Humedal costero del río Limarí, octubre de 2015



Humedal costero del río Limarí, octubre de 2015



Humedal costero del río Limarí, noviembre de 2015



Humedal El Culebrón, enero de 2016

Aves que puedes encontrar en los humedales costeros



Fotografía: Jamina Guerrero

Garza Chica (*Egretta thula*)



Fotografía: Pedro Valencia

Garza Cuca (*Ardea cocoi*)



Fotografía: Freddy Olivares

Colegial macho (*Lessonia rufa*)



Fotografía: Rubén Barraza

Perrito (*Himantopus mexicanus*)



Fotografía: Freddy Olivares

Pato Real (*Anas sibilatrix*)



Fotografía: Rubén Barraza

Tagua Común (*Fulica armillata*)

¡Felicitaciones!

Te has convertido en un
científico ciudadano.





Manual del Científico Ciudadano

Biodiversidad: Aves de humedales costeros
www.ceaza.cl

