



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias

CARACTERIZACIÓN TRÓFICA DEL CISNE DE CUELLO NEGRO
CYGNUS MELANCORYPHUS (AVES: ANATIDAE) BAJO
FLUCTUACIONES ESTACIONALES DEL NIVEL DE AGUA EN UN
HUMEDAL RAMSAR DEL SUR DE CHILE

TESIS DE MAGÍSTER (TRABAJO FINAL)

CARLOS F. VELÁSQUEZ G.

VALDIVIA-CHILE

2018

CARACTERIZACIÓN TRÓFICA DEL CISNE DE CUELLO NEGRO
CYGNUS MELANCORYPHUS (AVES: ANATIDAE) BAJO
FLUCTUACIONES ESTACIONALES DEL NIVEL DE AGUA EN UN
HUMEDAL RAMSAR DEL SUR DE CHILE

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Universidad Austral de Chile en
cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Grado de Magíster en
Ciencias, mención Recursos Hídricos

por

CARLOS F. VELÁSQUEZ G.

Valdivia, Chile

2018

AGRADECIMIENTOS

Este estudio cuenta con:

- I) Financiamiento: Programa de Monitoreo Ambiental del Humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios (Convenio: Universidad Austral de Chile & Arauco), dirigido por el Dr. Eduardo Jaramillo (Instituto de Ciencias de la Tierra, UACH).
- II) Patrocinio: i) Dirección de Investigación y Desarrollo (Proyecto DID: I-2015-10) (UACH), ii) Dirección de Postgrado (Beca de Asistente de Investigación 2015-16) (UACH), y iii) Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias (UACH).
- III) La autorización de la captura de los ejemplares de Cisnes de cuello negro de la Corporación Nacional Forestal (CONAF; Región de Los Ríos) (RESOLUCIÓN EXENTA: N° 01/2015 PCM/RAA; N° 1/2016; N° 327840/2016; N° 417735/2016) y Servicio Agrícola Ganadero (SAG; Región de Los Ríos) (RESOLUCIÓN EXENTA: N° 1786/2016; N° 3670/2016; N° 255/2017).
- V) La colaboración en la captura de los ejemplares de Cisnes de cuello negro de los Guardafaunas Luis Miranda, Roberto Rosas y Mario Maturana (CONAF) en el área del humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.- Resumen	1
2.- Abstract	3
3.- Introducción general.....	5
4.- Resultados	13
4.1.- Capítulo I. Catálogo microhistológico de macrófitas acuáticas de dos humedales costeros de Chile: Una herramienta para estudios tróficos en aves acuáticas herbívoras.....	14
4.2.- Capítulo II. Caracterización trófica del Cisne de cuello negro (<i>Cygnus melancoryphus</i>) bajo fluctuaciones estacionales del nivel de agua en un humedal Ramsar del sur de Chile.....	30
4.3.- Capítulo III. Consumo de macrófitas acuáticas por la Tagua Común <i>Fulica armillata</i> (Aves: Rallidae) en un humedal costero del centro norte de Chile.....	58
5.- Discusión y conclusión general	75
6.- Bibliografía	80
ANEXOS	96

1.- RESUMEN

El Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), es un ave acuática herbívora oportunista que forrajea acorde a la dominancia y accesibilidad de los bancos de macrófitas en áreas someras de humedales costeros y límnicos del cono sur de Sudamérica. La obtención de alimento por parte de los cisnes, está fuertemente determinada por la incapacidad de los mismos para bucear y por el alcance de sus cuellos, por lo que fluctuaciones estacionales del nivel de agua podrían repercutir en los hábitos tróficos de los cisnes. Pero esto no sería el caso para los cisnes del humedal del río Cruces (sur de Chile; *ca.* 39°S), ya que su principal alimento, la macrófita sumergida *Egeria densa*, se extiende verticalmente hasta aproximadamente 2 m de profundidad en la columna de agua, por lo tanto, los cisnes pueden forrajar sobre esta macrófita ante eventuales incrementos de los niveles de agua. Consecuentemente, se hipotetiza que el consumo de *E. densa* por parte de los cisnes del humedal del Río Cruces, no es afectado por las fluctuaciones estacionales en el nivel de agua del humedal. Análisis microhistológicos de fecas de cisnes recolectadas en seis fechas de muestreo entre 2012 y 2017, sugieren que los cisnes forrajean primordialmente sobre *E. densa*, lo que permite concluir que la dieta de los cisnes no es afectada por esas fluctuaciones. Los hábitos tróficos oportunistas de los cisnes del humedal del Río Cruces, son similares a los descritos para la Tagua común *Fulica armillata* en el humedal de Punta Teatinos (centro norte de Chile; *ca.* 29°S); análisis microhistológicos de sus fecas, muestran que esta especie de tagua consume

primariamente a *Stuckenia pectinata*, la macrófita sumergida más común de este humedal. Se discute los hábitos tróficos de ambas especies de aves, con respecto a su rol ecológico como consumidores primarios en humedales costeros, y las implicancias tróficas de la variabilidad del nivel de agua sobre estas aves. Los resultados del presente estudio, apuntan a la importancia de preservar las áreas someras en humedales; hábitat mayoritariamente ocupado por las macrófitas acuáticas que constituyen el alimento primario de estas aves herbívoras.

2.- ABSTRACT

The Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) is an opportunistic herbivorous water bird, which feeds on the most abundant and accessible macrophytes in shallow bottoms in freshwater and coastal wetlands along the southern tip of South America. The food obtained by the swans, is strongly determined by their inability to dive and the extent of their necks, so seasonal fluctuations in water level could affect the trophic habits of swans. But this would not be the case for swans of the Río Cruces wetland (*ca.* 39°S, southern Chile), since its main food, the submerged macrophyte *Egeria densa*, extends vertically to approximately 2 m deep in the column of water. Therefore, swans can forage on this macrophyte before possible increases in water levels. Consequently, we test the hypothesis that the deficiency of *E. densa* by swans at the Río Cruces wetland is not significantly affected by seasonal variations in water level. Microhistological analyses of feces collected on six sampling dates between 2012 - 2017, indicate that swans forage primarily on *E. densa*, which allows to conclude that the diet of the swans is not affected by these fluctuations. The opportunistic trophic habits of the swans are similar to those described for the Red-gartered coot *Fulica armillata* in the Punta Teatinos wetland (*ca.* 29°S; north central Chile); microhistological analyses of its feces show that this coot feeds predominantly on *Stuckenia pectinata*, the most abundant submerged macrophyte at this wetland. The trophic habits of both bird species are discussed, with respect to their ecological role as primary consumers in coastal wetlands, and the trophic implications of

water level variability on these birds. The results of the present study point to the importance of preserving shallow areas in wetlands; habitat mostly occupied by aquatic macrophytes which constitute the primary food of these herbivorous birds.

3.- INTRODUCCIÓN GENERAL

Los humedales, son ecosistemas que se encuentran en la zona de transición entre ambientes acuáticos y terrestres, con condiciones de inundación permanente o temporal (Navid, 2014). Estimaciones recientes indican que los humedales representan aproximadamente 30 millones de km² de la superficie terrestre (Hu y col., 2017). En general, estos ecosistemas se caracterizan por estar fuertemente influenciados por el régimen de precipitaciones del lugar, el cual influye directamente sobre la profundidad del nivel de agua y el flujo de los caudales hídricos (Richardson y Vepraskas, 2001; Merot y col., 2003). Debido a esta particularidad, los humedales son vulnerables frente a perturbaciones ambientales extremas, tales como sequías, inundaciones, marejadas y tsunamis, pero también a la intervención antrópica del flujo natural de sus cauces y calidad de sus aguas (Drexler y Ewel, 2001; Erwin, 2009). La magnitud de estas perturbaciones se acentúan aún más con el cambio climático global, el incremento del nivel medio del mar y el aumento progresivo de la población humana y su consecuente expansión a estos ambientes (Erwin, 2009; Kirwan y Megonigal, 2013). Estas amenazas son el causante principal de la pérdida, degradación y fragmentación de hábitat en humedales (Spalding y col., 2013), que repercute directamente sobre la biota de estos ambientes (Findlay y Bourdages, 2000; Gibbs, 2000; Dudgeon y col., 2006). Esta preocupante situación ha llevado a diferentes organizaciones (*e.g.* Convención Internacional de Ramsar) a promover la gestión y la conservación de estos ecosistemas.

Las fluctuaciones hidrológicas *per se* tienen un impacto evolutivo importante en los organismos que habitan en estos ambientes (*e.g.* macrófitas, macroinvertebrados, peces, aves y mamíferos acuáticos), con implicancias en diferentes aspectos de sus hábitos de vida, tales como la alimentación, reproducción, crecimiento, dispersión, migración y resiliencia por mencionar algunos (*e.g.* Bunn y Arthington 2002; Brock y col., 2003; Connor y Gabor, 2006; Canepuccia y col., 2007). Sin embargo la biota misma también ejerce una gran influencia a través de interacciones intra-interespecífica (*cf.* Vila y col., 2006). Un claro ejemplo de lo anterior es la estrecha interacción entre macrófitas acuáticas y aves herbívoras en humedales (*e.g.* Mitchell y Wass, 1995; Søndergaard y col., 1998; Moore y col., 2010); componentes bióticos representativos y de alta ocurrencia en estos ambientes.

Las macrófitas acuáticas en su condición de productores primarios, incorporan materia orgánica a estos ambientes y al mismo tiempo constituyen el hábitat y alimento primordial para diferentes organismos (Engelhardt y Ritchie, 2001; Cronk y Fenesy, 2001). El crecimiento excesivo de estas plantas, puede ocasionar una colmatación en el cuerpo agua en un proceso de sucesión llamado hidrosere (*e.g.* San Martín y col., 1999); este proceso es detenido naturalmente por flujos fuertes de corriente hídrica y/o forrajeo u otros mecanismos de remoción por parte de herbívoros (Chambers y col., 1991; Madsen y col., 2001; Wood y col., 2017). Al respecto, varios estudios han demostrado la importancia que tiene el gremio de aves acuáticas herbívoras sobre la regulación del crecimiento y dispersión de macrófitas acuáticas en humedales, contribuyendo a determinar los

patrones de zonación y sucesión ecológica de las mismas (*e.g.* Stewart y Bally, 1985; Perrow y col., 1997; Bortolus y col., 1998; Corti y Schlatter, 2002; Allin y Husband, 2003; Källander, 2005; Badzinski y col., 2006; Gyimesi y col., 2012).

Según Victoriano y col. (2006), en Chile se ha registrado un total de 132 especies de aves que ocurren en aguas continentales y estuariales, constituyendo aproximadamente el 30% del total de especies del país. Entre los órdenes mejor representados se encuentran los Caradriformes (playeros, becacinas y gaviotas) con 51 especies y los Anseriformes (patos, cisnes y gansos), con 29 especies; este último orden, está bien representado en nuestro país en comparación a la diversidad presente en Sudamérica (Victoriano y col., 2006). Una especie representativa de este grupo es el Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*); ave acuática herbívora de amplia ocurrencia en humedales costeros y límnicos del extremo sur de Sudamérica, específicamente Chile, Argentina, Islas Malvinas, Uruguay, Paraguay y sur-este de Brasil (Couve y col., 2016; González-Cifuentes y Martínez-Piña, 2017). A nivel continental se estima que las poblaciones de *C. melancoryphus* bordean los 100,000 individuos (BirdLife International, 2017). Esta especie ocurre principalmente en lugares con abundantes bancos subacuáticos de macrófitas de las cuales obtiene su alimento y es descrita como un herbívoro oportunista que forrajea acorde a la cobertura y accesibilidad de las mismas (*e.g.* Bortolus y col., 1998; Corti y Schlatter, 2002; Norambuena y Bozinovic, 2009; Cursach y col., 2015).

Al igual que otras especies de cisnes, *C. melancoryphus* presentan una baja eficiencia digestiva y de absorción de nutrientes del material vegetal consumido, debido a la dificultad que tienen para digerir la celulosa y otras estructuras lignificadas (*e.g.* Grant y col., 1994; Mitchell y Wass, 1995; Corti y Schlatter, 2002; Durant, 2003). Esta situación condiciona a estas aves a dedicar cerca del 50% de sus actividades conductuales a la alimentación (McKelvey y Verbeek, 1988; Corti, 1996; Tatu y col., 2007a; Cursach y col., 2015). Por esta razón, los cisnes ejercen una fuerte presión de forrajeo sobre las macrófitas acuáticas en humedales. Esta aserción fue demostrada por Bortolus y col. (1998) y Corti y Schlatter (2002) con las poblaciones de *C. melancoryphus* en los humedales costeros de Mar Chiquita (*ca.* 37°S; Argentina) y Río Cruces (*ca.* 39°S; sur de Chile), respectivamente. Mediante el uso de bloques de exclusión estos autores documentaron que la biomasa de bancos subacuáticos de macrófitas dentro de las exclusiones fue significativamente mayor que la biomasa muestreada en zonas fuera de las exclusiones. Este patrón concuerda con estudios realizados sobre la presión de forrajeo del Cisne mudo *Cygnus olor* y Cisne de la tundra *Cygnus columbianus* sobre los bancos subacuáticos de macrófitas en humedales costeros de Norteamérica (Allin y Husband, 2003; Badzinski y col., 2006; Tatu y col., 2007b) y el Cisne negro *Cygnus atratus* en humedales costeros del este de Australia (Smith y col., 2012).

En este contexto, el territorio chileno cuenta con numerosos humedales costeros frecuentados por *C. melancoryphus* (*e.g.* Schlatter y col., 1991a; Corti, 1996; Vuilleumier, 1997; Schlatter y col., 2002; Vilina y col., 2002; Gibbons y col., 2007;

González y Fariña, 2013; Jaramillo y col., 2018 a), pero solo algunos de ellos presentan las condiciones ambientales requeridas para el establecimiento de poblaciones de esta ave, es decir zonas de aguas someras, abundante vegetación sumergida para la alimentación, totorales para la nidificación y escasa intervención humana (*cf.* Schlatter, 2005). Uno de los humedales costeros más extensos en Chile y que reúne los requerimientos básicos para *C. melanoryphus*, es el humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios (*ca.* 39°S; en adelante HRC). Este humedal incluye el Santuario de la Naturaleza del Río Cruces & Chorocamayo y el sitio Ramsar Santuario Carlos Anwandter (www.conaf.cl). Este Santuario fue aceptado como el primer humedal del Neotrópico de importancia internacional dentro de la convención Ramsar en 1981 (www.ramsar.org), debido a la abundancia y diversidad de macrófitas y aves acuáticas en esta área (Ramírez y col., 1991; Quevedo, 2007).

Hasta antes de mediados del año 2004, este humedal era uno de los principales sitios de reproducción y nidificación de *C. melanoryphus* en Sudamérica (Schlatter y col., 1991 a, b), como consecuencia de la fuerte dominancia de la macrófita *Egeria densa* Planch. (Ramírez y col., 2006), fuente principal de alimento para cisnes (Cortí, 1996) y otras aves acuáticas herbívoras, como las taguas (Ruiz, 1993). Desde 1987 hasta el 2003, la abundancia poblacional de cisnes en el HRC ha sido controlado en gran medida por forzamientos climáticos a gran escala, relacionado con eventos ENOS, mostrando una alta variación interanual, fluctuando entre 2,000 y 12,000 aves (Schlatter y col., 2002; Lagos y col., 2008; González y Fariña, 2013; Jaramillo y col., 2018 a). Sin embargo, después de

alcanzar una abundancia aproximada de 5,400 aves a principios de 2004, la población de cisnes disminuyó a menos de 600 aves durante el 2005 (Jaramillo y col., 2018 a). Se argumentó que la causa putativa de esta disminución poblacional, estuvo relacionada a cambios repentinos en la calidad de agua que condujo a una desaparición de *E. densa* de vasta áreas del HRC; esto fue concomitante con el comienzo de actividades productivas de una industria de celulosa ubicada 25 km aguas arriba del humedal (Jaramillo y col., 2007; Escaida y col., 2014; Jaramillo y col., 2018 b). A partir de 2011, se observó una recuperación gradual de *E. densa* a lo largo del HRC, seguido por una recuperación en la abundancia poblacional de cisnes (Jaramillo y col., 2018 a, b), alcanzando valores de hasta 10,000 aves durante 2017 (www.conaf.cl).

No obstante, la variación en la abundancia de macrófitas acuáticas en humedales costeros como el HRC no es el único factor que afecta las poblaciones de cisnes. Si no también, está asociado a los patrones hidrológicos que presenta el cuerpo de agua (e.g. Schlatter y col., 2002; Earnst y Rothe, 2004; Schmieder y col., 2006; Canepuccia y col., 2007; González-Gajardo y col., 2009; Shimada y col., 2017). El aumento de los caudales hídricos del Río Cruces durante las estaciones de mayor pluviosidad puede elevar significativamente el nivel de agua (UACH, 2018). Lo anterior puede afectar negativamente la alimentación de los cisnes, reduciendo la disponibilidad de macrófitas sumergidas, debido a la incapacidad de buceo de estas aves (Scott, 1972; Owen y Cadbury, 1975). Sin embargo, Corti (1996) describió que *C. melancoryphus* despliega tres posturas corporales para obtener su alimento: i) forrajeo de macrófitas acuáticas en la superficie del agua sin

sumergirse (postura 1), ii) forrajeo de macrófitas sumergidas con inmersión total del cuello (postura 2), y iii) inmersión y verticalización de la parte anterior del cuerpo en el agua dejando la parte posterior fuera de la misma (postura 3). Este particular modo de forrajeo, permite inferir que esta ave presenta los mecanismos necesarios para forrajar sobre macrófitas sumergidas bajo fluctuaciones estacionales del nivel de agua.

Además, a diferencia de otras macrófitas, *E. densa* -el principal alimento de los cisnes en el HRC- presenta una amplia distribución vertical que abarca desde fondos someros (<0,5 m) hasta aproximadamente 2 m de profundidad (Hauenstein, 1981; Ramírez y col., 2006; Yarrow y col., 2009), y por lo tanto los cisnes podrían alimentarse de esta macrófita en áreas someras cuando el nivel de agua incrementa. En este estudio se hipotetiza que el consumo de *E. densa* por los cisnes del HRC no se ve afectado significativamente por las variaciones estacionales en el nivel de agua. Para evaluar esta hipótesis se ha propuesto como objetivo principal identificar y cuantificar las especies de macrófitas acuáticas consumidas por ejemplares adultos de *C. melanocoryphus* en los diferentes períodos estacionales.

Para identificar las macrófitas consumidas por los cisnes, se utilizó la técnica microhistológica de fecas, la cual constituye un método práctico, no invasivo y económico para determinar el espectro trófico que constituye la alimentación de aves acuáticas herbívoras (e.g. Owen, 1975; Krapu y Reinecke, 1992; Gallina,

2011). Esta técnica consiste básicamente en la identificación de las estructuras epidérmicas vegetales que quedan parcialmente intactas en las fecas, ya que la epidermis es resistente al proceso de digestión (Owen, 1975; Johnson y col., 1983 a, b). El contorno y tamaño de dichas estructuras epidérmicas difieren entre especies de macrófitas (Bianco y col., 2005), por lo cual para realizar este análisis, se elaboró un catálogo histológico de referencia de las macrófitas acuáticas del HRC.

Esta técnica fue utilizada en varios estudios sobre la ecología trófica de *C. melanoryphus* en humedales costeros del sur de Chile (Schlatter y col., 1991 a, Corti y Schlatter, 2002; Norambuena y Bozinovic, 2009; Cursach y col., 2015); facilitando de este modo la comparación -a grandes rasgos- de los resultados. Al respecto y de manera adicional, se estudió las macrófitas consumidas por otra especie de ave herbívora común en humedales chilenos y que presenta hábitos similares a los cisnes, la Tagua Común (*Fulica armillata*); esto con la finalidad de contrastar *grossost modo* el consumo de macrófitas de ambas especies de aves acuáticas en humedales costeros chilenos.

4.- RESULTADOS

**4.1.- CAPITULO I. CATÁLOGO MICROHISTOLÓGICO DE
MACRÓFITAS ACUÁTICAS DE DOS HUMEDALES COSTEROS DE
CHILE: UNA HERRAMIENTA PARA ESTUDIOS TRÓFICOS EN
AVES ACUÁTICAS HERBÍVORAS**

1 **CATÁLOGO MICROHISTOLÓGICO DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS**
2 **DE DOS HUMEDALES COSTEROS DE CHILE: UNA**
3 **HERRAMIENTA PARA ESTUDIOS TRÓFICOS EN AVES**
4 **ACUÁTICAS HERBÍVORAS**

5

6 **Microhistological catalog of aquatic macrophytes from two coastal**
7 **wetlands of Chile: a tool for trophic studies on herbivorous water birds**

8

9 CARLOS VELÁSQUEZ¹, CRISTINA SAN MARTÍN², EDUARDO
10 JARAMILLO² & PATRICIO A. CAMUS³

11

12 ¹Programa de Magíster en Ciencias Mención Recursos Hídricos, Escuela de
13 Graduados de la Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567,
14 Valdivia, Chile.

15 ²Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de
16 Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

17 ³ Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, y Centro de Investigación en
18 Biodiversidad y Ambientes Sustentables CIBAS, Universidad Católica de la
19 Santísima Concepción, CP 4090541, Concepción, Chile.

20

21 Correspondencia: Carlos Velásquez, cfvelasque@gmail.com

22

23

24

25

26 **ABSTRACT.**- Based on a micro-histological analysis of fresh feces from two
27 herbivorous water birds (red-gartered coot and black-necked swan), this study
28 compiles a reference catalog of epidermic structures of leaf tissues from 12
29 aquatic macrophytes from two coastal wetlands in Chile, Punta Teatinos ($\sim 29^{\circ}\text{S}$,
30 Coquimbo) and Río Cruces ($\sim 39^{\circ}\text{S}$, Valdivia). These birds feed mainly on the
31 dominant macrophytes in their habitat. Therefore, the catalog provides a useful
32 tool for trophic studies, but also for the potential detection of temporal changes
33 in the richness, composition and distribution of macrophyte species.

34

35 El análisis microhistológico de fecas constituye un método práctico, no
36 invasivo (*i.e.*, no requiere sacrificio del animal) y económico para determinar el
37 espectro trófico que constituye la alimentación de aves acuáticas herbívoras (*e.g.*,
38 Owen 1975, Krapu & Reinecke 1992, Gallina 2011). El análisis consiste
39 básicamente en la identificación de las estructuras epidérmicas vegetales que
40 quedan parcialmente intactas en las fecas (Johnson *et al.* 1983 a), ya que la
41 epidermis vegetal es resistente al proceso de digestión debido a que está
42 conformada por celulosa y otros componentes lignificados (Johnson *et al.* 1983 b,
43 Durant 2003). El contorno y tamaño de dichas estructuras epidérmicas difieren
44 entre especies de macrófitas (Bianco *et al.* 2005), por lo cual para realizar este
45 análisis se requiere de un catálogo histológico de referencia para cada área de
46 estudio (*e.g.*, Carrière 2002, Castellaro *et al.* 2007, Ahmed *et al.* 2015, Metna *et al.*
47 2015).

48 Aunque estos análisis han sido descritos en la metodología de variados
49 estudios en Chile (*e.g.*, López-Calleja & Bozinovic 1999, Corti & Schlatter 2002,
50 Valenzuela 2002, Norambuena & Bozinovic 2009, Cursach *et al.* 2015), los

51 catálogos histológicos no se encuentran documentados en la literatura. Debido a
52 la ausencia de material de referencia, en el catálogo que aquí se presenta, se
53 muestran las estructuras epidérmicas del tejido foliar de 12 macrófitas acuáticas
54 recolectadas en dos humedales costeros de Chile: Punta Teatinos (*ca.*, 29°S) en la
55 Región de Coquimbo, centro-norte de Chile, y Río Cruces (*ca.*, 40°S) en la Región
56 de Los Ríos, centro-sur de Chile. Las macrófitas analizadas fueron: a) *Stuckenia*
57 *pectinata* L. Börner, b) *Cotula coronopifolia* L., c) *Sarcocornia fruticosa* (L.) Scott., d)
58 *Egeria densa* Planch., e) *Potamogeton pusillus* L., f) *Potamogeton lucens* L., g)
59 *Myriophyllum aquaticum* Vell. (Verdc.), h) *Limnobium laevigatum* (Humb. and Bonpl.
60 ex Willd) Heine, i) *Ludwigia peploides* (H.B.K) Raven, j) *Sagittaria montevidensis*
61 (Cham. et Schlecht.) Bogin, k) *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey) Steud., y l)
62 *Juncus balticus* Willd. (Tabla 1 y Fig. 1). Estas especies están distribuidas en nueve
63 familias y cuatro formas de vidas (sumergida, natante flotante libre y emergida)
64 (ver Ramírez & San Martín 2006; Tabla 1).

65 La extracción de muestras de tejido epidérmico fue realizada a través de un
66 macerado de la estructura foliar de cada una de las macrófitas, para simular los
67 efectos mecánicos del proceso de digestión por parte de las aves (Owen 1975,
68 Johnson *et al.* 1983 b). Posteriormente se depositaron los remanentes sobre un
69 portaobjetos para la obtención de fotografías digitales de alta resolución a través
70 de una cámara (ACCU-SCOPE) conectada a un microscopio óptico
71 (magnificación 10x) y procesada por el Software Micrometrics Premium.

72 La elaboración del catálogo fue parte de estudios para conocer el espectro
73 trófico y los hábitos de alimentación de la tagua común (*Fulica armillata* Vielliot)
74 (Velásquez *et al.* 2018 a) y el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus* Molina)
75 (Velásquez *et al.* 2018 b) (Tabla 1). *F. armillata* es el ave más común en el humedal

76 de Punta Teatinos (CV, observaciones no publicadas), a la vez que *C. melancoryphus* es hoy una de las aves acuáticas más comunes en el humedal del Río
77 Cruces (UACH 2017). Las macrófitas estudiadas fueron escogidas en base a dos
78 criterios: i) son las especies más representativas en los humedales respectivos
79 (UACH 2014, 2017, Velásquez *et al.* 2018 a), y ii) la mayoría de ellas son
80 componentes primarios de la dieta de estas aves (Ruiz 1993, Corti & Schlatter
81 2002).

82 En el humedal Punta Teatinos, las fecas de *F. armillata* ($n = 30$) fueron
83 recolectadas en la zona superior de la playa de arena que bordea la periferia de la
84 laguna, que es un lugar de descanso y desplazamientos de las taguas. En el
85 humedal del Río Cruces, las fecas de *C. melancoryphus* ($n = 152$) fueron obtenidas
86 de individuos capturados -y posteriormente liberados- los cuales defecan
87 naturalmente sin aplicar un estímulo externo. Las muestras de fecas de ambas
88 aves fueron almacenadas en bolsas selladas herméticamente y preservadas con
89 alcohol 70%, para su posterior análisis en laboratorio (véase Material y métodos;
90 Velásquez *et al.* 2018 a, b).

91 El presente catálogo incluye cuatro secciones: i) fotografías de las macrófitas
92 (Fig. 1), ii) fotografías microscópicas de las células epidérmicas del tejido foliar de
93 las macrófitas (Fig. 2), iii) diagramas esquemáticos del contorno celular de la
94 epidermis de cada macrófita (Fig. 3), y iv) fotografías microscópicas de las células
95 epidérmicas y fragmentos macroscópicos de macrófitas detectadas en fecas de *F.*
96 *armillata* y *C. melancoryphus* (Fig. 4).

97 La información básica aportada por el catálogo puede contribuir
98 significativamente al análisis de la ecología trófica de las aves acuáticas en
99 humedales de Chile (ver Tabla 1), y ayuda a cuantificar detalladamente la

101 composición de la dieta, la ocurrencia y además la incidencia de cada planta en las
102 heces (*e.g.*, Corti & Schlatter 2002, Oliveira *et al.* 2002, Metna *et al.* 2015), de
103 analizar la amplitud del nicho trófico y la sobreposición trófica entre especies de
104 aves (*e.g.*, López-Calleja & Bozinovic 1999, Gantz *et al.* 2016), la posibilidad de
105 evaluar preferencias dietarias si se dispone de datos de oferta ambiental (*e.g.*,
106 Jacksic 1979, Cursach *et al.* 2015), y además la opción de servir como indicador
107 de cambios vegetacionales (Velásquez *et al.* 2018 b). De esta forma el catálogo
108 puede proveer información relevante para programas de conservación y manejo
109 de vida silvestre.

110

111 **AGRADECIMIENTOS.**- Estudio financiado por el Programa de Monitoreo
112 Ambiental del humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios (Convenio: UACH-
113 ARAUCO). CV agradece el apoyo de la Escuela de Graduados, Facultad de
114 Ciencias (UACH), Vicerrectoría de Investigación y Creación Artística (Proyecto I-
115 2015-10; UACH) y Beca Asistencia Académica, Dirección de Postgrado (2015-
116 2016; UACH).

117

118 LITERATURA CITADA

- 119 AHMED, T., K.H.A.N. FIFULLAH & P. CHANDAN. 2015. Photographic key for the
120 microhistological identification of some plants of Indian Trans-
121 Himalaya. *Notulae Scientia Biologicae* 7: 171-176.
122 CARRIÈRE, S. 2002. Photographic key for the microhistological identification of
123 some Arctic vascular plants. *Arctic* 55: 247-268.

- 124 CASTELLARO, G., F. SQUELLA, T. ULLRICH, F. LEÓN & A. RAGGI. 2007. Algunas
125 técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición
126 botánica de dietas de herbívoros. *Agricultura técnica* 67: 86-93.
- 127 CORTI, P. & R. SCHLATTER. 2002. Feeding ecology of black-necked swan *Cygnus*
128 *melancoryphus* in two wetland of Southern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and*
129 *Environment* 37: 9-14.
- 130 CURSACH, J.A., J.R. RAU, C. TOBAR, J. VILUGRÓN & L.E. DE LA FUENTE. 2015.
131 Alimentación del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Aves: Anatidae)
132 en un humedal marino de Chiloé, sur de Chile. *Gayana* 79: 137-146.
- 133 BIANCO, C.A., T.A. KRAUS & A.C. VEGETTI. 2005. La hoja, morfología externa y
134 anatomía. Universidad Nacional de Río Cuarto y Universidad Nacional del
135 Litoral, Córdoba, Argentina. 196 pp.
- 136 DURANT, D. 2003. The digestion of fibre in herbivorous Anatidae: a review.
137 *Wildfowl* 54: 7-24.
- 138 GALLINA, S. 2011. Técnicas para conocer la dieta. Pp. 235-258 in Gallina, S. & C.
139 López-González (eds.) *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad
140 Autónoma de Querétaro, A.C. Querétaro.
- 141 GANTZ, A., J.R. RAU, S. SADE & M. YAÑEZ, M. 2016. Evaluación de dos métodos
142 de análisis dietarios aplicados en la Bandurria *Theristicus melanopis* (Gmelin
143 1789) y el Queltehue *Vanellus chilensis* (Molina 1782). *Gayana* 80: 61-66.
- 144 JAKSIC, J.M. 1979. Técnicas estadísticas simples para evaluar selectividad dietaria
145 en Strigiformes. *Medio Ambiente* 4: 114-118.
- 146 JOHNSON, M.K., H. WOFFORD & H.A. PEARSON. 1983 a. Microhistological
147 techniques for food habits analyses. Department of Agriculture, Forest
148 Service, New Orleans, USA. 40 pp.

- 149 JOHNSON M.K., H. WOFFORD & H.A. PEARSON. 1983 b. Digestion and
150 fragmentation: influence on herbivore diet analysis. *The Journal of Wildlife
151 Management* 47: 877-879.
- 152 KRAPU, G.L. & K.J. REINECKE. 1992. Foraging Ecology and Nutrition. Pp. 1-29
153 in Batt B.D.J., A.D. Afton, M.G. Anderson, C.D. Ankney, D.H. Johnson,
154 J.A. Kadle & G.L. Krapu (eds.) *Ecology and Management of Breeding Waterfowl*.
155 University of Minnesota Press, Minneapolis.
- 156 LÓPEZ-CALLEJA, M.V. & F. BOZINOVIC. 1999. Feeding behavior and assimilation
157 efficiency of the Rufous-tailed Plantcutter: a small avian herbivore. *Condor*
158 101: 705-710.
- 159 METNA, F., A. LARDJANE-HAMITI, N. BOUKHEMZA-ZEMMOURI, M.
160 BOUKHEMZA, S. MERABET & R. ABBA. 2015. Diet of the Coot *Fulica atra*
161 (Aves, Rallidae) in the nature reserve of Lake Réghaïa (Algiers,
162 Algeria). *Zoology and Ecology* 25: 34-45.
- 163 NORAMBUENA, C.M. & F. BOZINOVIC. 2009. Health and nutritional status of a
164 perturbed Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) population: diet quality.
165 *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 40: 607-616.
- 166 OWEN, M. 1975. An assessment of fecal analysis technique in waterfowl feeding
167 studies. *The Journal of Wildlife Management* 39: 271-279.
- 168 OLIVEIRA, P., P. MARRERO & M. NOGALES. 2002. Diet of the endemic Madeira
169 Laurel Pigeon and fruit resource availability: a study using microhistological
170 analyses. *Condor* 104: 811-822.
- 171 RAMÍREZ, C. & C. SAN MARTÍN. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. Pp. 21–
172 60 in Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (eds.) *Macrófitas y
173 vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago.

- 174 RUÍZ, J.E. 1993. *Estudio ecológico en tres especies de Taguas residentes en el Santuario de la
175 Naturaleza del río Cruces*. Memoria de Título de Medicina Veterinaria,
176 Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 177 UACH (UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE). 2014. Diagnóstico ambiental del
178 humedal del río Cruces basado en la comparación de condiciones
179 ambientales actuales e históricas: bases para su monitoreo y sustentabilidad.
180 Informe Final, SEA – MMA – UACH, 374 pp.
- 181 UACH (UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE). 2017. Programa de monitoreo
182 ambiental actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios 2016-
183 2017. Informe final, UACH – Arauco, 829 pp.
- 184 VALENZUELA, J. 2002. *Conducta territorial y alimentaria de la caranca (Chloephaga
185 hybrida Molina, 1782) en el litoral pacífico de Chiloé insular*. Memoria de Título de
186 Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad Austral de Chile, Valdivia,
187 Chile.
- 188 VELÁSQUEZ, C., E. JARAMILLO, P.A. CAMUS & C. SAN MARTÍN. 2018 a.
189 Consumption of aquatic macrophytes by the Red-gartered Coot *Fulica
190 armillata* (Birds: Rallidae) in a coastal wetland of north central Chile. *Gayana*
191 (in review).
- 192 VELÁSQUEZ, C., E. JARAMILLO, P.A. CAMUS & C. SAN MARTÍN. 2018 b. Trophic
193 characterization of Black-necked swan *Cygnus melancoryphus* under seasonal
194 fluctuations in water level in a Ramsar wetland of southern Chile (submitted
195 to *Limnologica*).
- 196
- 197
- 198

199 **Tabla 1.** Espectro biológico de las macrófitas acuáticas de los humedales de
200 estudio. Para cada especie se indica: nombre común, familia (Po =
201 Potamogetonaceae, As = Asteraceae, Ch = Chenopodiaceae, Hy =
202 Hydrocharitaceae, Ha = Haloragaceae, On = Onagraceae, Al = Alismataceae, Cy
203 = Cyperaceae, Ju = Juncaceae), forma de crecimiento (FC; S = sumergido, N =
204 natante, F = flotante libre, P = palustre) y presencia (X) en las fecas de *Fulica*
205 *armillata* y *Cygnus melancoryphus*. Nótese la dominancia de macrófitas con forma de
206 crecimiento sumergida y de las familias Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae en
207 las fecas de las aves.

208

209 **Figura 1.** Macrófitas acuáticas representativas de los humedales de estudio. (a)
210 *Stuckenia pectinata*, (b) *Cotula coronopifolia*, (c) *Sarcocornia fruticosa*, (d) *Egeria densa*, (e)
211 *Potamogeton pusillus*, (f) *Potamogeton lucens*, (g) *Myriophyllum aquaticum*, (h) *Limnobium*
212 *laevigatum*, (i) *Ludwigia peploides*, (j) *Sagittaria montevidensis*, (k) *Schoenoplectus*
213 *californicus*, y (l) *Juncus balticus*.

214

215 **Figura 2.** Fotografías microscópicas de las células epidérmicas del tejido foliar de
216 las macrófitas de los humedales de estudio (10x magnificación; barra negra = 200
217 μm). (a) *Stuckenia pectinata*, (b) *Cotula coronopifolia*, (c) *Sarcocornia fruticosa*, (d) *Egeria*
218 *densa*, (e) *Potamogeton pusillus*, (f) *Potamogeton lucens*, (g) *Myriophyllum aquaticum*, (h)
219 *Limnobium laevigatum*, (i) *Ludwigia peploides*, (j) *Sagittaria montevidensis*, (k)
220 *Schoenoplectus californicus*, y (l) *Juncus balticus*.

221

222 **Figura 3.** Diagrama comparativo del contorno y tamaño celular de la epidermis
223 de cada macrófita (10x magnificación; barra negra = 200 μm). (a) *Stuckenia*

224 *pectinata*, (b) *Cotula coronopifolia*, (c) *Sarcocornia fruticosa*, (d) *Egeria densa*, (e)
225 *Potamogeton pusillus*, (f) *Potamogeton lucens*, (g) *Myriophyllum aquaticum*, (h) *Limnobium*
226 *laevigatum*, (i) *Ludwigia peploides*, (j) *Sagittaria montevidensis*, (k) *Schoenoplectus*
227 *californicus*, y (l) *Juncus balticus*.

228

229 **Figura 4.** Fotografías microscópicas de las células epidérmicas (10x
230 magnificación; barra negra vertical = 200 μm) y fragmentos macroscópicos (barra
231 negra horizontal = 1,5 cm) de macrófitas detectadas en fecas de *Fulica armillata* y
232 *Cygnus melancoryphus*. (a) *Stuckenia pectinata*, (b) *Egeria densa*, (c) *Potamogeton pusillus*,
233 (d) *Limnobium laevigatum*, (e) *Schoenoplectus californicus*. La flecha negra en *E. densa*
234 (b), indica el rasgo taxonómico distintivo de esta macrófita. Compárese la
235 similitud del contorno y tamaño de la epidermis detectada en fecas con las
236 fotografías de la Figura 2 y diagramas de la Figura 3.

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

Tabla 1.

Especie	Nombre común	Familia	FC	<i>F. armillata</i>	<i>C. melancoryphus</i>
Humedal Punta Teatinos					
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner	Huiro	Po	S	X	
<i>Cotula coronopifolia</i> L.	Botón de oro	As	P	X	
<i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) Scott.	Hierba sosa	Ch	P	X	
Humedal del Río Cruces					
<i>Egeria densa</i> Planch.	Luchecillo	Hy	S		X
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	Huiro	Po	S		X
<i>Potamogeton lucens</i> L.	Huiro	Po	N		X
<i>Myriophyllum aquaticum</i> Vell. (Verdc.)	Pinito de agua	Ha	S		X
<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. and Bonpl. ex Willd) Heine	Hierba guatona	Hy	F		X
<i>Ludwigia peploides</i> (H.B.K) Raven	Clavito de agua	On	N		
<i>Sagittaria montevidensis</i> (Cham. et Schlecht.) Bogin	Flecha de agua	Al	P		
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A. Mey) Steud.	Totora	Cy	P		X
<i>Juncus balticus</i> Willd.	Junquillo	Ju	P		



Fig. 1.

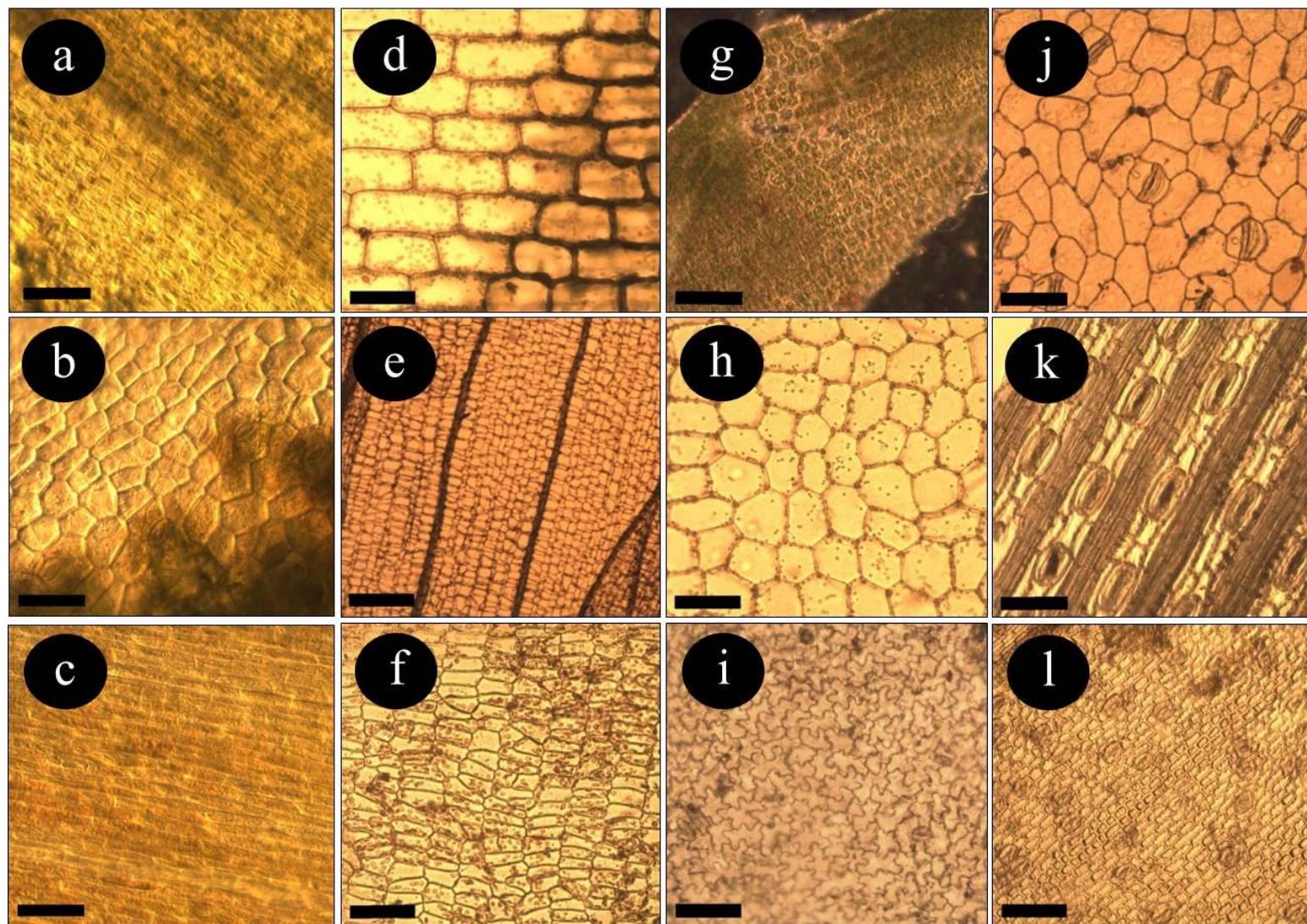


Fig. 2.

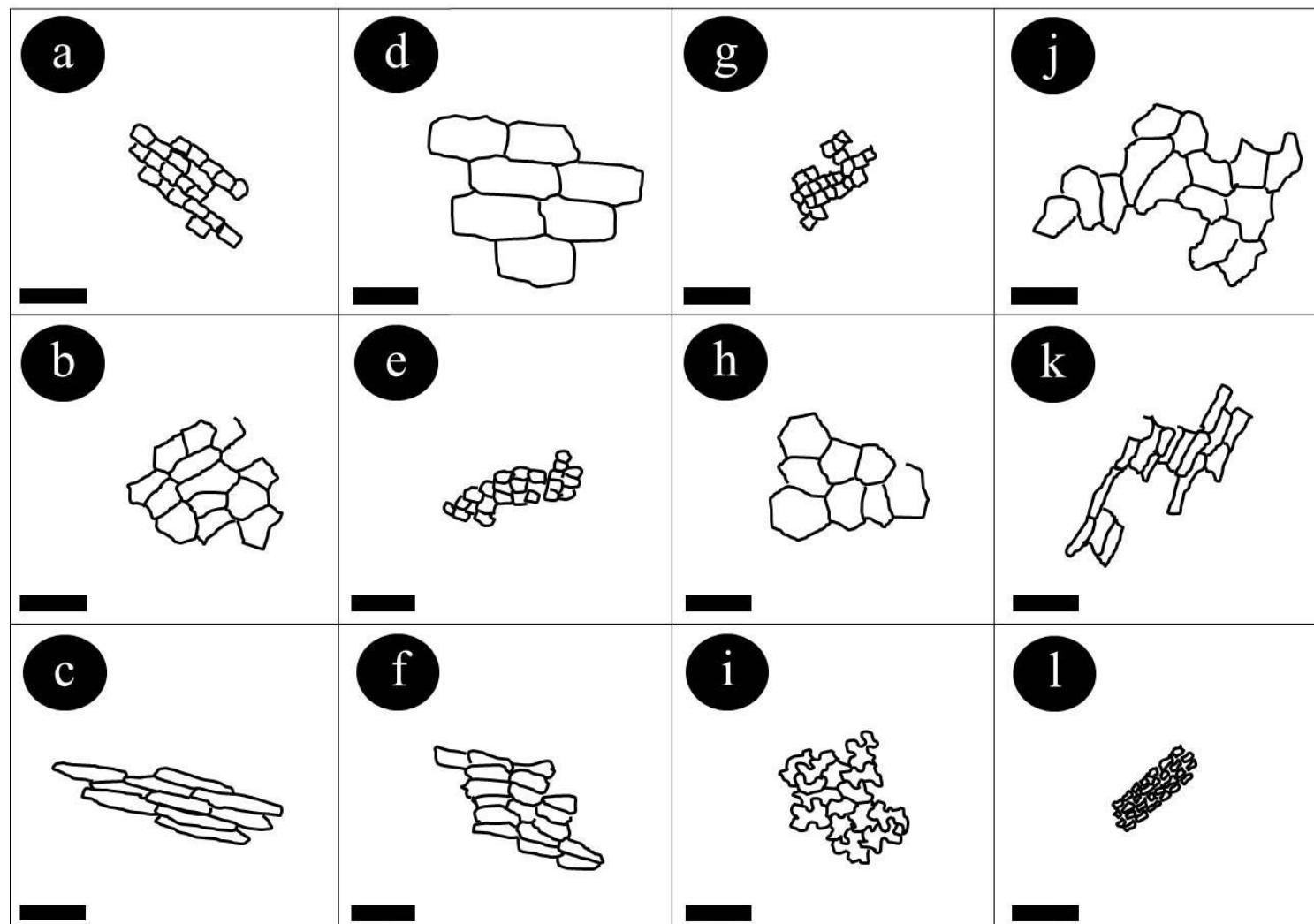


Fig. 3.

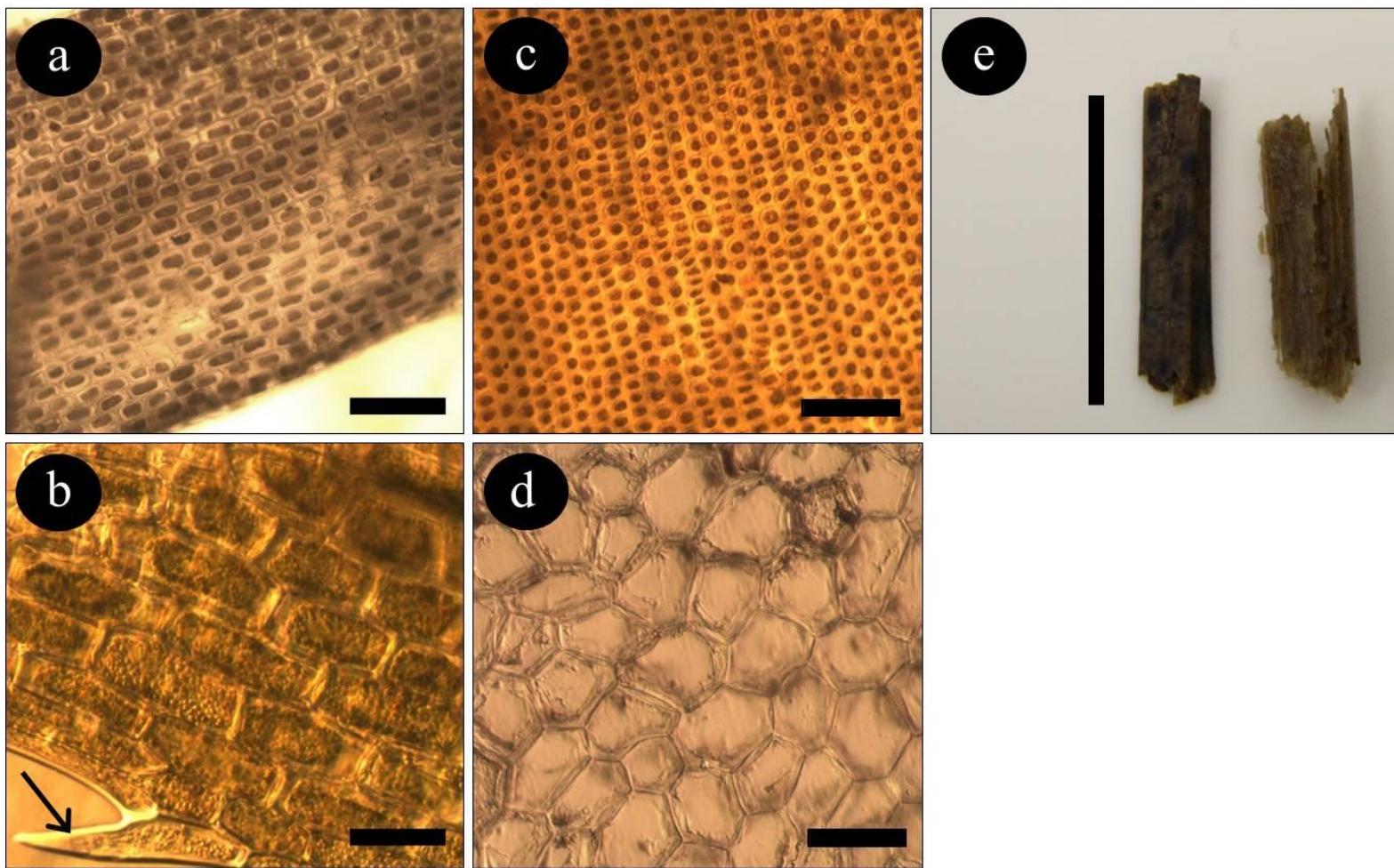


Fig. 4

**4.2.- CAPITULO II. CARACTERIZACIÓN TRÓFICA DEL CISNE DE
CUELLO NEGRO (*CYGNUS MELANCORYPHUS*) BAJO
FLUCTUACIONES ESTACIONALES DEL NIVEL DE AGUA EN UN
HUMEDAL RAMSAR DEL SUR DE CHILE**

1 Caracterización trófica del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus*
2 bajo fluctuaciones estacionales del nivel de agua en un humedal Ramsar
3 del sur de Chile

4

5 Carlos Velásquez^{a,*}, Eduardo Jaramillo^b, Patricio A. Camus^c, Cristina San Martín^b

6

7 ^a *Programa de Magíster en Ciencias mención Recursos Hídricos, Escuela de Graduados,*
8 *Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile*

9 ^b *Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile,*
10 *Casilla 567, Valdivia, Chile*

11 ^c *Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, y Centro de Investigación en Biodiversidad*
12 *y Ambientes Sustentables CIBAS; Universidad Católica de la Santísima Concepción, CP*
13 *4090541, Concepción, Chile*

14

15 * Autor corresponsal

16 E-mail: cfvelasque@gmail.com (C. Velásquez)

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26 RESUMEN

27 El Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) (cisne de aquí en adelante), es un
28 ave acuática herbívora oportunista que forrajea acorde a la dominancia y
29 accesibilidad de los bancos de macrófitas en áreas someras de humedales costeros
30 y límnicos del cono sur de Sudamérica. La obtención de alimento por parte de los
31 cisnes, está fuertemente determinada por la incapacidad de los mismos para
32 bucear y por el alcance de sus cuellos, por lo que fluctuaciones estacionales del
33 nivel de agua podrían repercutir en los hábitos tróficos de los cisnes. Pero esto
34 no sería el caso para los cisnes del humedal del río Cruces (HRC de aquí en
35 adelante), centro sur de Chile (ca. 39°S), ya que su principal alimento, la macrófita
36 *Egeria densa*, se extiende verticalmente hasta ~2 m de profundidad en la columna
37 de agua, por lo tanto, los cisnes pueden forrajear sobre esta macrófita ante
38 eventuales incrementos de los niveles de agua. Consecuentemente, se hipotetiza
39 que el consumo de *E. densa* por parte de los cisnes del HRC, no es afectado por
40 las fluctuaciones estacionales en el nivel del agua del humedal. Análisis
41 microhistológicos de fecas de cisnes recolectadas en seis fechas de muestreo
42 entre 2012 y 2017, indican que los cisnes forrajean primordialmente sobre *E.*
43 *densa*, lo que permite concluir que la dieta de los cisnes no es afectada por esas
44 fluctuaciones. Estos resultados apuntan a la importancia de preservar las áreas
45 someras en humedales; hábitat mayoritariamente ocupado por las macrófitas
46 acuáticas que constituyen el alimento primario de estas aves herbívoras.

47

48 Palabras claves: Cisnes; Macrófitas acuáticas; nivel de agua; Humedal costero

49

50

51 **1. Introducción**

52

53 El Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* Molina (cisne de aquí en
54 adelante), es una ave acuática con amplia distribución en humedales costeros y
55 límnicos del extremo sur de Sudamérica (ca. 33°-52°S) (Couve et al., 2016).
56 Estimaciones recientes indican que ~100,000 cisnes habitan en esta área
57 geográfica (Bird Life International, 2017), ocurriendo primariamente en
58 ambientes con abundantes bancos subacuáticos de macrófitas que constituyen su
59 principal fuente de alimento. Esta especie es descrita como un herbívoro
60 oportunista, que se alimenta de las macrófitas acorde a su abundancia y
61 accesibilidad (e.g. Corti y Schlatter, 2002), y dedica ~50% de sus actividades
62 diarias al forrajeo (Corti, 1996; Cursach et al., 2015) debido a su baja eficiencia
63 digestiva (Durant, 2003). Por esta razón, los cisnes ejercen una fuerte presión de
64 forrajeo sobre los bancos de macrófitas en humedales (Bortolus et al., 1998;
65 Corti y Schlatter, 2002).

66 Uno de los humedales estuariales más importantes a lo largo de la costa
67 chilena es el del Río Cruces (ca. 39°S; Fig. 1), ya que desde 1981 incluye el
68 Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter y el primer sitio Ramsar en Chile
69 (www.ramsar.org), debido a la alta diversidad de macrófitas y aves acuáticas en
70 esta área (Ramírez et al., 1991; Quevedo, 2007). Hasta el 2004, el humedal del Río
71 Cruces (HRC de aquí en adelante) fue la principal área de reproducción y
72 nidificación de cisnes en el Neotrópico (Schlatter et al., 1991 a, b), como
73 consecuencia de la fuerte dominancia de la macrófita *Egeria densa* Planch.
74 (Ramírez et al., 2006), fuente principal de alimento para cisnes y otras aves
75 acuáticas herbívoras, como las taguas (Ruiz, 1993; Corti y Schlatter, 2002).

76 Desde 1987 hasta el 2003, la abundancia poblacional de cisnes en el HRC ha
77 sido controlado en gran medida por forzamientos climáticos a gran escala,
78 relacionado con eventos ENOS, mostrando una alta variación interanual,
79 fluctuando entre 2,000 y 12,000 aves (Schlatter et al., 2002; González y Fariña,
80 2013; Jaramillo et al., 2018 a). Sin embargo, después de alcanzar una abundancia
81 aproximada de 5,400 aves a principios de 2004, la población de cisnes disminuyó
82 a menos de 600 aves durante el 2005 (Jaramillo et al., 2018 a). Se argumentó que
83 la causa putativa de esta disminución poblacional, estuvo relacionada a cambios
84 repentinos en la calidad de agua que condujo a una desaparición de *E. densa* de
85 vasta áreas del HRC; esto fue concomitante con el comienzo de actividades
86 productivas de una industria de celulosa ubicada 25 km aguas arriba del humedal
87 (Jaramillo et al., 2007; Escaida et al., 2014; Jaramillo et al., 2018 b). A partir de
88 2011, se observó una recuperación gradual de *E. densa* a lo largo del HRC,
89 seguido por una recuperación gradual en la abundancia poblacional de cisnes
90 (Jaramillo et al., 2018 a, b), alcanzando valores de hasta 10,000 aves durante 2017
91 (www.conaf.cl).

92 No obstante, la variación en la abundancia de macrófitas acuáticas en
93 humedales costeros como el HRC no es el único factor que afecta las
94 poblaciones de cisnes. El aumento en los caudales hídricos del río durante las
95 estaciones de mayor pluviosidad puede elevar significativamente el nivel de agua
96 en el HRC (UACH, 2018). Lo anterior puede afectar negativamente la
97 alimentación de los cisnes, reduciendo la disponibilidad de macrófitas
98 sumergidas, debido a la incapacidad de buceo de estas aves (Scott, 1972; Owen y
99 Cadbury, 1975). Sin embargo, Corti (1996) describió que *C. melanocoryphus*
100 despliega tres posturas corporales para obtener su alimento: i) forrajeo de

101 macrófitas acuáticas en la superficie del agua sin sumergirse (postura 1), ii)
102 forrajeo de macrófitas sumergidas con inmersión total del cuello (postura 2), y iii)
103 inmersión y verticalización de la parte anterior del cuerpo en el agua dejando la
104 parte posterior fuera de la misma (postura 3). Este particular modo de forrajeo,
105 permite inferir que esta ave presenta los mecanismos necesarios para forrajar
106 sobre macrófitas sumergidas bajo fluctuaciones estacionales del nivel de agua.
107 Además, a diferencia de otras macrófitas, *E. densa* -el principal alimento de los
108 cisnes en el HRC- presenta una amplia distribución vertical que va desde fondos
109 someros (< 0,5 m) hasta cerca de 2 m de profundidad (Hauenstein, 1981;
110 Ramírez et al., 2006; Yarrow et al., 2009), y por lo tanto los cisnes podrían
111 alimentarse de esta macrófita en áreas someras cuando el nivel de agua
112 incrementa. En este estudio se hipotetiza que el consumo de *E. densa* por los
113 cisnes del HRC no se ve afectado significativamente por las variaciones
114 estacionales en el nivel de agua.

115

116 2. Material y métodos

117

118 2.1. Área de estudio

119 El HRC es una extensa zona inundada que se originó por subsidencia
120 continental cosísmica durante el terremoto de Valdivia en Mayo del año 1960, el
121 de mayor magnitud ($Mw = 9,5$) registrado mecánicamente en la historia
122 (Cisternas et al., 2005). Durante ese evento, áreas ribereñas que bordeaban el río
123 Cruces quedaron anegadas por el agua originándose extensas áreas de fondos
124 someros (< 2 m de profundidad) los cuales fueron colonizados por bancos
125 subacuáticos de macrófitas, dominando entre ellas *E. densa* (Ramírez et al., 1981;

126 Ramírez et al., 1991). El eje central del HRC está conformado en su mayor parte
127 por el río Cruces y en su parte media se agrega el río Chorocamayo; a este eje
128 central confluyen siete ríos tributarios que en conjunto equivalen
129 aproximadamente a 6,000 ha (Fig. 1). El HRC y sus ríos tributarios constituyen
130 un sistema estuarial con una variabilidad mareal de 30-40 cm aproximadamente
131 (UACH, 2015).

132 El clima del HRC es templado-lluvioso (e.g. González-Reyes y Muñoz, 2013),
133 con precipitaciones que fluctúan entre 1,300 y 3,500 mm al año y con un ciclo
134 anual caracterizado por un mínimo estival (enero-marzo) y un máximo invernal
135 (mayo-agosto). Estas fluctuaciones influyen directamente en el nivel de agua,
136 resultando en períodos estacionales de bajo caudal (enero-abril) y alto caudal
137 (mayo-agosto) (UACH, 2018).

138

139 *2.2. Obtención de datos hidrológicos*

140 La variabilidad temporal del nivel de agua (m) del HRC se obtuvo de la base
141 de datos de la Dirección General de Aguas de Chile (DGA; www.dga.cl); este
142 nivel es medido con una regla limnimétrica ubicada en la estación fluviométrica
143 de Rucaco, ubicada aproximadamente 5 km aguas arriba del humedal (Fig. 1). Los
144 datos corresponden al promedio del nivel diario de agua registrado en cada una
145 de las fechas de muestreo de los cisnes (febrero y abril 2012, septiembre 2015,
146 mayo y julio 2016, abril 2017).

147

148 *2.3. Captura de cisnes y obtención de fecas*

149 Entre los años 2012 y 2017 se capturó un total de 152 cisnes adultos: 12 en
150 febrero 2012, 20 en abril 2012, y 30 en septiembre 2015, mayo y julio 2016, y

151 abril 2017. Las capturas se realizaron con redes manipuladas desde una lancha y
152 en el área central del HRC (~ 15 km de eje fluvial) (Fig. 1); la zona de captura se
153 escogió en base a dos criterios: accesibilidad para maniobrar la embarcación
154 desde la que se realizó la captura y posterior liberación de cisnes, y mayor
155 ocurrencia de cisnes durante el período 1991-2017 de acuerdo a censos realizados
156 por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (UACH, 2017).

157 Luego de ser capturados, los cisnes se introdujeron cuidadosamente en una
158 bolsa de tela resistente para evitar su escape, pero dejando libre su cabeza y cuello
159 para reducir eventuales situaciones de estrés. Los cisnes fueron introducidos en
160 esas bolsas con el fin de asegurar que las fecas recolectadas al interior fuesen
161 frescas y provenientes de un mismo individuo. Posteriormente las fecas fueron
162 almacenadas en bolsas selladas herméticamente y preservadas con alcohol 70%.

163

164 *2.4. Análisis de las fecas*

165 La composición taxonómica de macrófitas acuáticas en las fecas de los cisnes
166 fue analizada con la técnica microhistológica descrita por Johnson et al. (1983).
167 Para ello se compararon células epidérmicas de plantas encontradas intactas en
168 las fecas con un catálogo histológico de referencia de las especies presentes en el
169 HRC y especialmente diseñado para este estudio. Para realizar este análisis se
170 obtuvieron fotografías digitales de alta resolución a través de una cámara (ACCU-
171 SCOPE) conectada a un microscopio óptico (magnificación 10x) y procesada por
172 el Software Micrometrics Premium.

173 Cada feca fue analizada exhaustivamente para asegurar una determinación
174 consistente de la incidencia de cada especie de planta. Para ello desde cada feca
175 (réplica) se extrajeron al azar dos pseudoréplicas, cada una de las cuales fue

176 extendida uniformemente sobre una cámara de conteo de Neubauer, donde
177 luego se observaron 10 campos visuales (área = 1 mm²) seleccionados
178 aleatoriamente. En total se examinaron 3040 campos visuales (20 por feca),
179 provenientes de 304 pseudoréplicas (2 por feca).

180 Para evaluar la importancia de los ítems dietarios se calculó la frecuencia de
181 ocurrencia porcentual de cada macrófita en el número total de fecas (réplicas)
182 colectado en cada fecha de muestreo, y además su frecuencia de ocurrencia
183 promedio (\pm error estándar) en las seis fechas de muestreo. En cada fecha,
184 además, toda vez que una macrófita apareció en una feca individual sus
185 frecuencias de ocurrencia en las pseudoréplicas respectivas fueron promediadas, y
186 luego se calculó su gran promedio (\pm error estándar) en el conjunto de fecas
187 donde fue registrada (i.e. omitiendo las fecas donde estuvo ausente), el cual fue
188 usado como estimador de su incidencia. Esta incidencia promedio es
189 independiente de la frecuencia de ocurrencia registrada a nivel de réplicas, y
190 refleja la importancia cuantitativa del consumo de una macrófita (i.e. un valor de
191 incidencia alto implicaría una ingesta consistente cada vez que fue consumida).

192

193 2.5. *Análisis estadísticos del consumo de macrófitas*

194 Para analizar la variación estacional de la dieta de cisnes, se aplicó la
195 transformación raíz cuadrada a las frecuencias de ocurrencias de los ítems
196 dietarios y se calculó una matriz de similitud usando el índice de Bray-Curtis
197 (Bray y Curtis, 1957). A partir de esta matriz se efectuó: i) un Análisis de
198 Similitud (ANOSIM; Clarke, 1993) para evaluar las diferencias dietarias entre la
199 seis fechas de muestreo (usando 999 permutaciones) y evaluar eventuales
200 diferencias entre ellas a través de pruebas pareadas de comparación ($\alpha = 0,05$); ii)

201 un Análisis de los Puntos de Quiebre de la Similitud (SIMPER; Clarke, 1993),
202 para identificar las especies de macrófitas con mayor contribución porcentual a la
203 similitud observada en la dieta de los cisnes; y iii) un Análisis de Escalamiento
204 Multidimensional no Métrico (nMDS) para explorar gráficamente la variación de
205 la dieta entre fechas de muestreo. Las fechas de muestreo se usaron como factor
206 clasificatorio debido a que representan períodos contrastantes en el nivel de agua
207 del HRC. Todos los análisis se realizaron usando el programa PRIMER v. 6.0
208 (Clarke y Gorley, 2006).

209

210 **3. Resultados**

211

212 *3.1. Características hidrológicas*

213 En general, la variación mensual del nivel de agua del HRC entre los años
214 2012 y 2017 mostró un claro componente estacional, fluctuando desde valores
215 mínimos de ~0,6 a 1 m en los períodos de verano y principios de otoño, hasta
216 valores máximos de ~ 2 a 2,6 m en los períodos de invierno y primavera (Fig.
217 2). Si bien el muestreo no tuvo una periodicidad regular alternando directamente
218 entre máximos y mínimos, las fechas de captura de los cisnes reflejaron
219 adecuadamente la variación estacional del nivel de agua en el HRC (Fig. 2), con
220 valores promedio del nivel diario de agua que fluctuaron desde un mínimo de 0,7
221 ± 0,08 m en febrero 2012 hasta un máximo de 2,6 ± 0,17 m en septiembre 2015.

222

223 *3.2. Consumo de macrófitas acuáticas por los cisnes*

224 La dieta de los cisnes estuvo compuesta por seis especies de macrófitas
225 acuáticas que desarrollan cuatro hábitos de vida (sumergido, natante, flotante

226 libre y palustre; ver Ramírez y San Martín, 2006) (Fig. 3; Tabla 1). *Egeria densa*,
227 *Potamogeton pusillus* L. y *Potamogeton lucens* L. fueron las únicas especies registradas
228 en las seis fechas de muestreo. *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. y *Schoenoplectus*
229 *californicus* (C.A. Mey) Steud. fueron registradas en cuatro fechas, mientras que
230 *Limnobium laevigatum* (Humb. y Bonpl. ex Willd) Heine ocurrió en tres fechas
231 (véase Tabla 1).

232 *E. densa* fue la especie consumida con mayor intensidad en el período
233 evaluado, ya que fue detectada en el 99,3% de las 152 fecas analizadas; su
234 frecuencia de ocurrencia en las fecas en cada fecha de muestreo fue de 100,0%,
235 exceptuando febrero 2012 con 91,7%, y su frecuencia de ocurrencia promedio en
236 todos los muestreos fue de $98,6 \pm 1,4\%$ (Tabla 1). Además, la incidencia de *E.*
237 *densa* en las muestras de fecas indicó un aumento gradual y consistente en su
238 consumo durante las fechas estudiadas, variando de $61,0 \pm 7,9\%$ a $99,8 \pm 0,2\%$
239 (Tabla 1). A la inversa, *P. pusillus* fue detectada en 46,7% del total de fecas; su
240 frecuencia de ocurrencia fue inicialmente alta (83,3%) pero disminuyó fuerte y
241 progresivamente hacia el final del estudio (20,0%), con una frecuencia de
242 ocurrencia promedio de $52,2 \pm 12,1\%$ (Tabla 1). La incidencia de *P. pusillus* en las
243 fecas también mostró una reducción fuerte y progresiva en el tiempo variando
244 desde 81,1% a 10,0% (Tabla 1). Tanto *E. densa* como *P. pusillus* fueron ítems
245 tróficos importantes en el período de estudio, pero sus respectivas incidencias en
246 la dieta mostraron una correlación negativa y significativa ($r_{Spearman} = -0,61$; $p <$
247 0,05). Por otra parte, *P. lucens* fue detectada en 39,5% de las fecas; su frecuencia
248 de ocurrencia a través del estudio fluctuó entre 30 y 53,3% sin una tendencia
249 clara y su frecuencia de ocurrencia promedio fue de $39,4 \pm 4,2\%$. Similarmente,
250 la incidencia de *P. lucens* fue baja variando entre 10,8% y 27,7% (Tabla 1). *M.*

251 *aquaticum* fue registrada en sólo 20,4% de las fecas, mostrando variaciones
252 importantes en su frecuencia de ocurrencia (13,3% - 75%) y en su incidencia
253 (11,1% - 25,3%) y una tendencia decreciente en el tiempo (promedio total de
254 ocurrencia = $39,6 \pm 11,6\%$) (Tabla 1). Tanto la frecuencia de ocurrencia como la
255 incidencia de *L. laevigatum* y *S. californicus* fueron comparativamente muy bajas (al
256 igual que su frecuencia de ocurrencia promedio) aun cuyo ambas especies sólo
257 fueron registradas a partir del año 2015 (Tabla 1).

258 Los resultados del ANOSIM indicaron que la composición dietaria de los
259 cisnes varió significativamente a través del tiempo ($R_{global} = 0,25$; $p = 0,001$) y
260 las pruebas de comparación pareada entre fechas de muestreo mostraron
261 diferencias significativas en 13 de las 15 comparaciones ($0,001 \leq p \leq 0,035$).
262 Estas diferencias correspondieron a las comparaciones entre febrero y abril 2012
263 vs. septiembre 2015 ($0,001 \leq p \leq 0,035$), que contrastan con la ausencia de
264 diferencias entre mayo y julio 2016 vs. abril 2017 ($0,12 \leq p \leq 0,16$), donde se
265 registró una alta similitud. La ordenación gráfica de estas fechas mediante el
266 análisis de nMDS (estrés ~ 0) reflejó con claridad el patrón descrito
267 anteriormente, así como el carácter distintivo de las últimas fechas de muestreo
268 (2016 - 2017).

269 El análisis SIMPER mostró que las diferencias detectadas se debieron
270 principalmente a la alta dominancia de algunas especies de macrófitas en la dieta
271 de los cisnes. Las especies con mayor contribución individual a la diferenciación
272 entre las distintas fechas de muestreo (en orden decreciente de importancia e
indicando su porcentaje acumulado de contribución), fueron: a) febrero 2012: *E.*
273 *densa* y *P. pusillus* con 91,5%; b) abril 2012: *E. densa*, *P. pusillus* y *M. aquaticum* con
274 95,5%; c) septiembre 2015: *E. densa* y *P. pusillus* con 96,8%; d) mayo 2016: *E.*
275

276 *densa* con 96,8%; e) julio 2016: *E. densa* con 91,8%; f) abril 2017: *E. densa* con
277 97,1%. Estos resultados son concordantes con la similitud observada entre los
278 muestreos de mayo y julio 2016 y abril 2017 en la ordenación nMDS.

279

280 **4. Discusión**

281

282 Aunque los muestreos no incluyen una parte importante del período 2012-
283 2017, los resultados obtenidos sugieren que tanto la composición de la dieta de
284 los cisnes como la importancia relativa de los ítems consumidos (con una
285 dominancia creciente de *E. densa*) permanecieron similares durante todo el
286 período, independientemente de las fluctuaciones estacionales del nivel de agua
287 en el HRC. En este sentido el factor clave sería la recuperación progresiva de los
288 bancos de *E. densa* en las riberas del HRC, que comenzó aproximadamente en el
289 año 2012, ocho años después que su abundancia disminuyera drásticamente a
290 mediados del año 2004 (Escaida et al., 2014; Jaramillo et al., 2018 a, b). Los
291 resultados sugieren además que los cisnes tendrían un comportamiento
292 oportunista, consumiendo principalmente a las macrófitas más abundantes en el
293 humedal, similar a lo observado en otras especies del género *Cygnus* (*C. olor*
294 Gmelin, *C. columbianus bewickii* Yarrel y *C. cygnus* Linnaeus) en humedales costeros
295 del hemisferio norte (Noordhuis et al., 2002; Tatú et al., 2007 a; Bailey et al.,
296 2008; Systen y Klaaseen, 2008).

297 Aunque los resultados de este estudio no permiten evaluar preferencias
298 dietarias (e.g. Cursach et al., 2015), los mismos sugieren que *E. densa* no es
299 consumida selectivamente y que su importancia en la dieta de los cisnes se debe a
300 su dominancia en los fondos someros del HRC (e.g. Schlatter et al., 1991 a;

301 Schlatter y Corti, 2002; Jaramillo et al. 2018 b). Este patrón de alimentación ha
302 sido descrito para *C. melanotos* en otros humedales costeros de Sudamérica,
303 como Laguna de Rocha (ca. 34°S; Uruguay) (Vaz-Ferreira y Rilla, 1991), Mar
304 Chiquita (ca. 37°S; Argentina) (Bortolus et al., 1998) y Lago Budi (ca. 38°S; sur de
305 Chile) (Norambuena y Bozinovic, 2009).

306 Para acceder a los bancos de macrófitas, *C. melanotos* despliega tres
307 posturas corporales de forrajeo, sumergiendo el cuello a diferentes
308 profundidades, lo que facilitaría la obtención del alimento (Corti, 1996). Este tipo
309 de comportamiento también ha sido descrita para otras especies de cisnes como
310 *C. c. bewickii* en un humedal costero de Holanda (Nolet et al., 2006), *C. olor* en
311 Chesapeake Bay, USA (Tatu et al., 2007 b) y *C. cygnus* en Japón (Shimada et al.,
312 2017). Al respecto, un estudio morfométrico realizado por Schlatter y Mathiasson
313 (1990) indica que los adultos de *C. melanotos* pueden alcanzar una
314 profundidad de ~0,6 m con la postura 2, mientras que la postura 3 les permite
315 alcanzar una profundidad cercana a 1 m, situación que permite a los cisnes
316 forrajar sobre macrófitas sumergidas a mayores profundidades durante los
317 meses de invierno, cuando el nivel de agua es más alto. Sin embargo, se ha
318 demostrado en ejemplares de *C. c. bewickii* en humedales de Holanda que la
319 postura 3 implica un mayor gasto energético, por lo cual los cisnes preferirían
320 forrajar en zonas someras evitando aquellas de mayor profundidad (Nolet et al.,
321 2001, 2006). La importancia de las zonas someras como sitios de alimentación,
322 no solo ha sido descrita para los cisnes, sino también, para otras aves acuáticas
323 herbívoras como taguas, patos y gansos (e.g. Schmieder et al., 2006; González-
324 Gajardo et al., 2009; Shaoxia et al., 2016).

325 No obstante lo anterior, se ha documentado que cuando el nivel del agua es
326 muy alto en sistemas estuariales del sur de Chile, *C. melancoryphus* forrajea sobre
327 macrófitas de marismas en la periferia de los humedales (Figueroa-Fábregas et al.,
328 2006; Cursach et al., 2015), situación relacionada a que los fondos someros
329 quedan a mayor profundidad de la superficie del agua, forzando a los cisnes a
330 utilizar la zona ribereña del cuerpo de agua como sitio de forrajeo (McKelvey y
331 Verbeek, 1988; Cursach et al., 2015; Shimada et al., 2017). Estudios realizados por
332 Schlatter et al. (2002), Vilina et al. (2002) y Canepuccia et al. (2007) en humedales
333 costeros de Chile y Argentina, corroboran lo anterior y concluyen que el
334 incremento del nivel de agua y la disponibilidad de hábitats someros se
335 correlacionan respectivamente de modo positivo y negativo con el régimen de
336 precipitaciones, repercutiendo sobre la distribución espacial y conducta de los
337 cisnes y otras aves acuáticas. La reducción del acceso al alimento asociada a un
338 alto nivel de agua podría gatillar migraciones masivas como la documentada en
339 Laguna de Rocha en Uruguay, donde un aumento de ~1 m en los meses cálidos
340 llevó a una disminución de ~90% en la abundancia poblacional de *C.
341 melancoryphus* y *Coscoroba coscoroba* Molina (Vaz-Ferreira y Rilla, 1991). Similar
342 situación ha sido reportada para gansos del género *Anser* en el humedal de
343 Poyang Lake en China (Xia et al., 2016).

344 Los resultados de este estudio tienen dos implicancias relevantes para la
345 conservación integral de humedales costeros habitados por *C. melancoryphus*: i) la
346 importancia de preservar los fondos someros donde habitan mayoritariamente las
347 macrófitas que constituyen su alimento primario; y (ii) en humedales como el
348 HRC, un cambio evidente en la composición de su dieta es un indicador de un
349 cambio en el estado ambiental de dichas macrófitas.

350 **Agradecimientos**

351

352 Estudio financiado por el Programa de Monitoreo Ambiental del humedal
353 del Río Cruces y sus ríos tributarios (Convenio: UACH-ARAUCO). CV agradece
354 el apoyo de la Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias (UACH); Vicerrectoría
355 de Investigación y Creación Artística (Proyecto I-2015-10; UACH) y la Beca
356 Asistencia Académica, Dirección de Postgrado (2015-2016; UACH). Las capturas
357 de cisnes fueron autorizadas por CONAF (Resoluciones N°01/2015 PCM/RAA;
358 N°1/2016; N°327840/2016; N°417735/2016) y el Servicio Agrícola y Ganadero
359 (Resoluciones N°1786/2016; N°3670/2016; N°255/2017), ambas entidades
360 pertenecientes al Ministerio de Agricultura del Estado de Chile.

361

362 **Referencias**

363

- 364 Bailey, M., Petrie., S.A., Badzinski, S.S., 2008. Diet of mute swans in lower Great
365 Lakes coastal marshes. *J. wildl. Manag.* 72, 726–732.
- 366 BirdLife International., 2017. *Cygnus melancoryphus*. In: International Union for
367 Conservation of Nature (IUCN).
368 [http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-necked-swan-Cygnus-](http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/black-necked-swan-Cygnus-melancoryphus)
369 *melancoryphus*, (accessed 20 September 2017).
- 370 Bortolus, A., Iribarne, O.O., Martínez, M.M., 1998. Relationship between
371 waterfowl and the seagrass *Ruppia maritima* in a southwestern Atlantic coastal
372 lagoon. *Estuaries* 21, 170–717.
- 373 Bray, J.R., Curtis, J.T., 1957. An ordination of the upland forest communities of
374 southern Wisconsin. *Ecol. Monograph.* 27, 325–349.

- 375 Canepuccia, A.D., Isacch, J.P., Gagliardini, D.A., Escalante, A.H., Iribarne, O.O.,
376 2007. Waterbird response to changes in habitat area and diversity generated
377 by rainfall in a SW Atlantic coastal lagoon. *Waterbirds* 30, 541–553.
- 378 Cisternas, M., Atwater, B.F., Torrejon, F., Sawai, Y., Machuca, G., Lagos, M.,
379 Eipert, A., et al., 2005. Predecessors of the giant 1960 Chile earthquake.
380 *Nature* 437, 404–407.
- 381 Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in
382 community structure. *Aust. J. Ecol.* 18, 117–143.
- 383 Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. PRIMER v6: User Manual / Tutorial.
384 PRIMER-E, Plymouth.
- 385 Corti, P., 1996. Conducta de alimentación y capacidad de forrajeo del Cisne de
386 cuello negro (*Cygnus melancoryphus* Molina, 1782) en humedales de Valdivia.
387 Tesis de Grado, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de
388 Chile, Valdivia, Chile.
- 389 Corti, P., Schlatter, R., 2002. Feeding ecology of black-necked swan *Cygnus*
390 *melancoryphus* in two wetland of Southern Chile. *Stud. Neotrop. Fauna E.* 37,
391 9–14.
- 392 Couve, E., Vidal, C.F., Ruíz, J., 2016. Aves de Chile, sus Islas Oceánicas y
393 Península Antártica. FS Editorial, Chile.
- 394 Cursach, J.A., Rau, J.R., Tobar, C., Vilugrón, J., De la Fuente, L.E., 2015.
395 Alimentación del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Aves: Anatidae)
396 en un humedal marino de Chiloé, sur de Chile. *Gayana* 79, 137–146.
- 397 Durant, D., 2003. The digestion of fibre in herbivorous Anatidae: a review.
398 *Wildfowl* 54, 7–24.

- 399 Escaida, J., Jaramillo, E., Amtmann, C., Lagos, N., 2014. Crisis socio ambiental:
400 El humedal del río Cruces y el Cisne de cuello negro. Editorial Universidad
401 Austral de Chile, Chile.
- 402 Figueroa-Fábrega, L., Galaz, J., Merino, C., 2006. Conocimiento y conservación
403 del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Molina, 1782) en el humedal
404 del río Cruces, Valdivia, Chile. Gestión Ambiental 12, 77–89.
- 405 González-Gajardo, A., Sepúlveda, P.V., Schlatter, R., 2009. Waterbird
406 assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal
407 variability on species-habitat relationships. Waterbirds 32, 225–233.
- 408 González-Reyes, A., Muñoz, A.A., 2013. Cambios en la precipitación de la ciudad
409 de Valdivia (Chile) durante los últimos 150 años. Bosque 34, 191–200.
- 410 González A.L., Fariña, J.M., 2013. Changes in the abundance and distribution of
411 Black-necked Swans (*Cygnus melancoryphus*) in the Carlos Anwandter Nature
412 Sanctuary and adjacent wetlands, Valdivia, Chile. Waterbirds 36, 507–514.
- 413 Hauenstein, E., 1981. Distribución y ecología de *Egeria densa* Planch. en la cuenca
414 del río Valdivia, Chile. Tesis de Magister, Facultad de Ciencias, Universidad
415 Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 416 Jaramillo, E., Schlatter, R., Contreras, H., Duarte, C., Lagos, N., Paredes, E.,
417 Ulloa, J., Valenzuela, J., Peruzzo, B., Silva, R., 2007. Emigration and mortality
418 of black-necked swans (*Cygnus melancoryphus*) and disappearance of the
419 macrophyte *Egeria densa* in a Ramsar wetland site of southern Chile. AMBIO
420 36, 607–610.
- 421 Jaramillo, E., Lagos, N.A., Labra, F.A., Paredes, E., Acuña, E.O., Melnick, D.,
422 Manzano, M., Velásquez, C., Duarte, C., 2018 a. Recovery of Black-necked
423 Swans, macrophytes and water quality in a Ramsar wetland of southern Chile:

- 424 assessing resilience following sudden anthropogenic disturbances. *Sci. Total
425 Environ.* 628, 291–301.
- 426 Jaramillo, E., Duarte, C., Labra, F.A., Lagos, N.A., Peruzzo, B., Silva, R.,
427 Velásquez, C., Manzano, M., Melnick, D., 2018 b. Resilience of an aquatic
428 macrophyte to an anthropogenically induced environmental stressor in a
429 Ramsar wetland of southern Chile. *AMBIO*
430 (<https://doi.org/10.1007/s13280-018-1071-6>).
- 431 Johnson, M.K., Wofford, H., Pearson, H.A., 1983. Microhistological techniques
432 for food habits analyses. Department of Agriculture, Forest Service, New
433 Orleans, USA.
- 434 McKelvey, R.W., Verbeek, M.A.M., 1988. Habitat use, Behaviour and
435 management of trumpeter swans, *Cygnus buccinator*, wintering at Comox,
436 British Columbia. *Can. Field-Nat.* 102, 434–441.
- 437 Nolet, B.A., Langevoord, O., Bevan, R.M., Engelaar, K.R., Klaassen, M., Mulder,
438 R.J., Van Dijk, S., 2001. Spatial variation in tuber depletion by swans
439 explained by differences in net intake rates. *Ecology* 82, 1655–1667.
- 440 Nolet, B.A., Fuld, V.N., Van Rijswijk, M.E., 2006. Foraging costs and
441 accessibility as determinants of giving-up densities in a swan-pondweed
442 system. *Oikos* 112, 353–362.
- 443 Noordhuis, R., van der Molen, D.T., van den Berg, M.S., 2002. Response of
444 herbivorous waterbirds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer, The
445 Netherlands. *Aquat. Bot.* 72, 349–367.
- 446 Norambuena, C.M., Bozinovic, F., 2009. Health and nutritional status of a
447 perturbed Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) population: diet quality. *J.
448 Zoo. Wildl. Med.* 40, 607–616.

- 449 Owen, M., Cadbury, C.J., 1975. The ecology and mortality of swans at the Ouse
450 Washes, England. *Wildfowl* 26, 31–42.
- 451 Quevedo, P., 2007. Ensamble de avifauna del humedal del río Cruces, 1999 -
452 2006, Provincia de Valdivia, Chile. Tesis de Grado, Escuela de Medicina de
453 Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 454 Ramírez, C., Godoy, R., Hauenstein, E., 1981. Las especies de luchecillos
455 (Hydrocharitaceae) que prosperan en Chile. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*,
456 14, 47–55.
- 457 Ramírez, C., San Martín, C., Medina, R., Contreras, D., 1991. Estudio de la flora
458 hidrófila del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile).
459 *Gayana Bot.* 48, 67–80.
- 460 Ramírez, C., Carrasco, E., Mariani, S., Palacios, N., 2006. La Desaparición del
461 Luchecillo (*Egeria densa*) del Santuario del Río Cruces (Valdivia, Chile): una
462 hipótesis plausible. *Cien. Trab.* 8, 79–86.
- 463 Ramírez, C., San Martín, C., 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En: Vila, I.,
464 Veloso, A., Schlatter, R., Ramírez, C., (Eds.), Macrófitas y vertebrados de los
465 sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 21–60.
- 466 Ruíz, J.E., 1993. Estudio ecológico en tres especies de Taguas residentes en el
467 Santuario de la Naturaleza del río Cruces. Tesis de Grado, Escuela de
468 Medicina de Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 469 Sandsten, H., Klaassen, M., 2008. Swan foraging shapes spatial distribution of
470 two submerged plants: favouring the preferred prey species. *Oecologia* 156,
471 569–576.
- 472 Scott, P., 1972. The Swans. Houghton Mifflin, England.

- 473 Schlatter, R., Mathiasson, M., 1990. Morfometría del Cisne de cuello negro
474 (*Cygnus melancoryphus*) en el Santuario de la Naturaleza del río Cruces. Informe
475 inédito, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- 476 Schlatter, R.P., Salazar, J., Villa, A., Meza, J., 1991a. Reproductive biology of
477 Black-necked swan *Cygnus melancoryphus* at three Chilean wetland areas and
478 feeding ecology at Rio Cruces. In: Sears, J., Bacon, P.J. (Eds.), Proceedings of
479 the Third IWRB International Swan Symposium. Waterfowl, Special
480 Supplement, Oxford, pp. 268–271.
- 481 Schlatter, R.P., Salazar, J., Villa, A., Meza, J., 1991b. Demography of Black-
482 necked swan *Cygnus melancoryphus* at three Chilean wetland areas. In: Sears, J.,
483 Bacon, P.J. (Eds.), Proceedings of the Third IWRB International Swan
484 Symposium. Waterfowl, Special Supplement, Oxford, pp. 88–94.
- 485 Schlatter, R.P., Navarro, R.A., Corti, P., 2002. Effects of El Niño Southern
486 Oscillation on numbers of Black-necked Swans at Rio Cruces Sanctuary,
487 Chile. *Waterbirds* 25, 114–122.
- 488 Schmieder, K., Werner, S., Bauer, H.G., 2006. Submersed macrophytes as a food
489 source for wintering waterbirds at Lake Constance. *Aquat. Bot.* 84, 245–250.
- 490 Shimada, T., Ueda, T., Hoshi, M., Mori, A., 2017. Effect of water level on habitat
491 selection by foraging Whooper swans. *Bird Res.* 13, 5–9.
- 492 Tatu, K.S., Anderson, J.T., Hindman, L.J., Seidel, G., 2007 a. Mute swans' impact
493 on submerged aquatic vegetation in Chesapeake Bay. *J. wildl. Manag.* 71,
494 1431–1439.
- 495 Tatu, K.S., Anderson, J.T., Hindman, L.J., Seidel, G., 2007 b. Diurnal foraging
496 activities of mute swans in Chesapeake Bay, Maryland. *Waterbirds* 30, 121–
497 128.

- 498 Universidad Austral de Chile. 2015. Diagnóstico ambiental del humedal del río
499 Cruces y sus ríos tributarios: 2014-2015. Informe final, Universidad Austral
500 de Chile – Arauco, Valdivia, Chile, p. 1518.
- 501 Universidad Austral de Chile. 2017. Programa de monitoreo ambiental
502 actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios 2016-2017.
503 Informe final, Universidad Austral de Chile – Arauco, Valdivia, Chile, p. 829.
- 504 Universidad Austral de Chile. 2018. Programa de monitoreo ambiental
505 actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios 2017-2018.
506 Informe final, Universidad Austral de Chile – Arauco, Valdivia, Chile, p.
507 1507.
- 508 Vaz-Ferreira, R., Rilla, F., 1991. Black-necked Swan *Cygnus melanocoryphus* and
509 Coscoroba Swan *Coscoroba coscoroba* in a wetland in Uruguay. Wildfowl, 272–
510 277.
- 511 Vilina, Y.A., Cofré, H.L., Silva-García, C., García, M.D., Pérez-Friedenthal, C.,
512 2002. Effects of El Niño on abundance and breeding of Black-necked Swans
513 on El Yali Wetland in Chile. Waterbirds 25, 123–127.
- 514 Xia, S., Liu, Y., Chen, B., Jia, Y., Zhang, H., Liu, G., Yu, X., 2016. Effect of
515 water level fluctuations on wintering goose abundance in Poyang Lake
516 wetlands of China. Chin. Geogra. Sci. 27 248–258.
- 517 Yarrow, M., Marin, V. H., Finlayson, M., Tironi, A., Delgado, L. E., Fischer, F.,
518 2009. The ecology of *Egeria densa* Planch. (Liliopsida: alismatales): A wetland
519 ecosystem engineer?. Rev. Chil. Hist. Nat. 82, 299–313.
- 520
- 521
- 522

523 **Fig. 1.** Localización geográfica del sistema del humedal del Río Cruces y sus ríos
524 tributarios en el sur de Chile; el contorno amarillo corresponde
525 aproximadamente al santuario de la naturaleza y sitio Ramsar, a la vez que el
526 contorno rojo indica el área de captura de cisnes. La estrella negra indica la
527 localización aproximada de la estación hidrológica de la DGA, sitio de obtención
528 de los datos del nivel de agua.

529

530 **Fig. 2.** Representación esquemática de la variabilidad estacional del nivel de agua
531 (m) durante el período enero 2012 - abril 2017; los datos corresponden a la media
532 mensual (fuente de datos: www.dga.cl). Los círculos rojos indican los valores
533 promedios del nivel diario de agua (m) estimado durante las fechas de captura de
534 los cisnes (cf. Material y métodos)

535

536 **Fig. 3.** Fotografías de las macrófitas acuáticas consumidas por los cisnes en el
537 área de estudio. Las especies se encuentran agrupadas según hábito de vida (ver
538 Ramírez y San Martín, 2006). Sumergido: *Egeria densa* (a), *Potamogeton pusillus* (b),
539 *Myriophyllum aquaticum* (c); natante: *Potamogeton lucens* (d); flotante libre: *Limnobium
540 laevigatum* (e) y palustre: *Schoenoplectus californicus* (f). En el extremo inferior derecho
541 de cada una de las fotografías, se muestra el contorno celular de la epidermis
542 (específica para cada macrófita) (10x magnificación). Las barras negras
543 horizontales corresponden a 200 μm .

544

545 **Tabla 1.** Frecuencia de ocurrencia (FO), promedio total de ocurrencia (PFO \pm 1
546 error estándar) e incidencia (I) (promedio \pm 1 error estándar) del ítem dietario en
547 fecas de cisnes del área de estudio, durante las fechas de muestreo (F-12 =

548 febrero 2012, A-12 = abril 2012, S-15 = septiembre 2015, M-16 = mayo 2016, J-
549 16= julio 2016, A-17= abril 2017). Las especies se encuentran agrupadas según
550 hábito de vida (ver Ramírez y San Martín, 2006).* = bajo el nivel de agua; ** =
551 alto nivel de espejo de agua. + = corresponde a un valor.

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

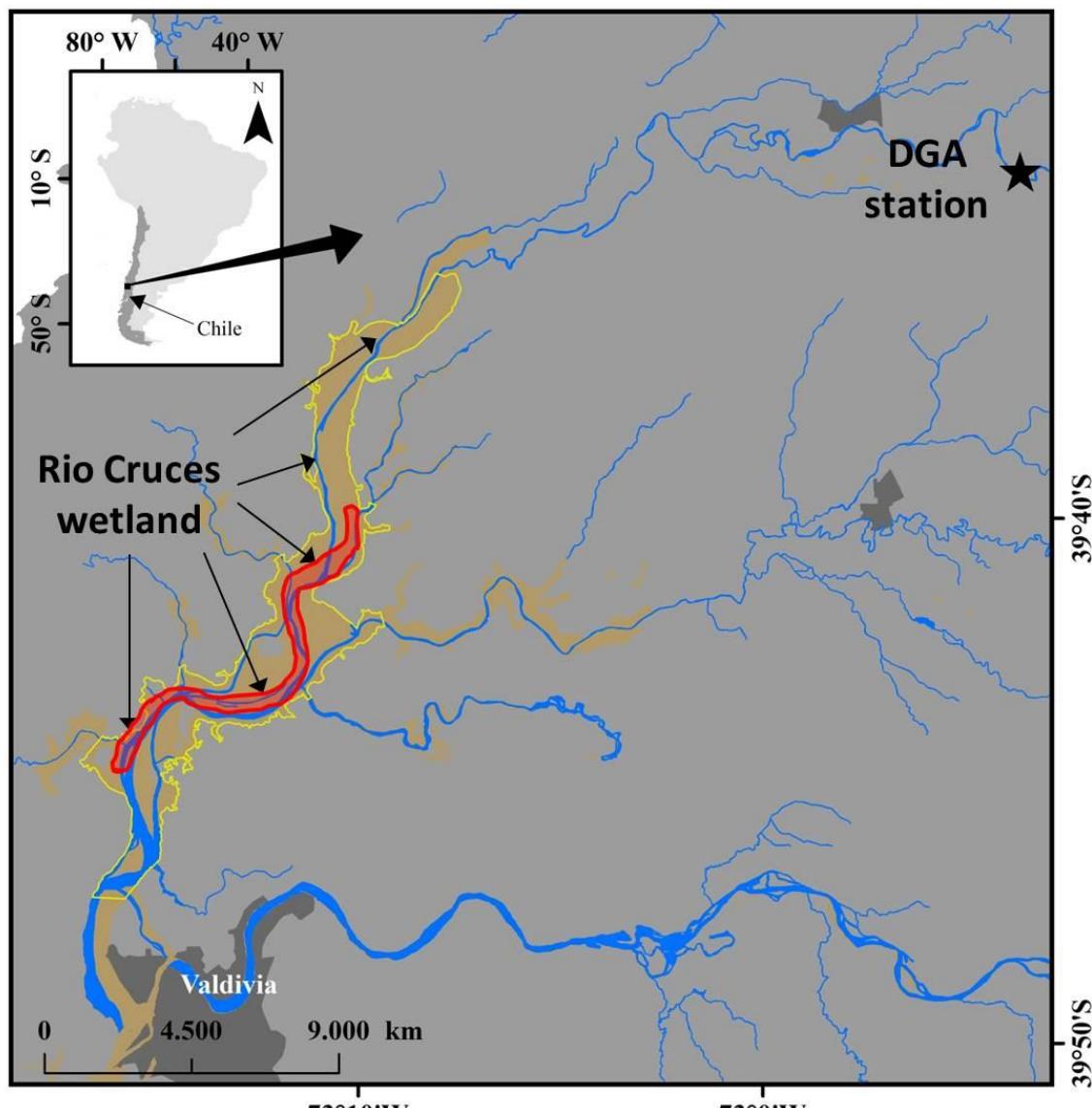
565

566

567

568

569



570

571

572 Fig. 1.

573

574

575

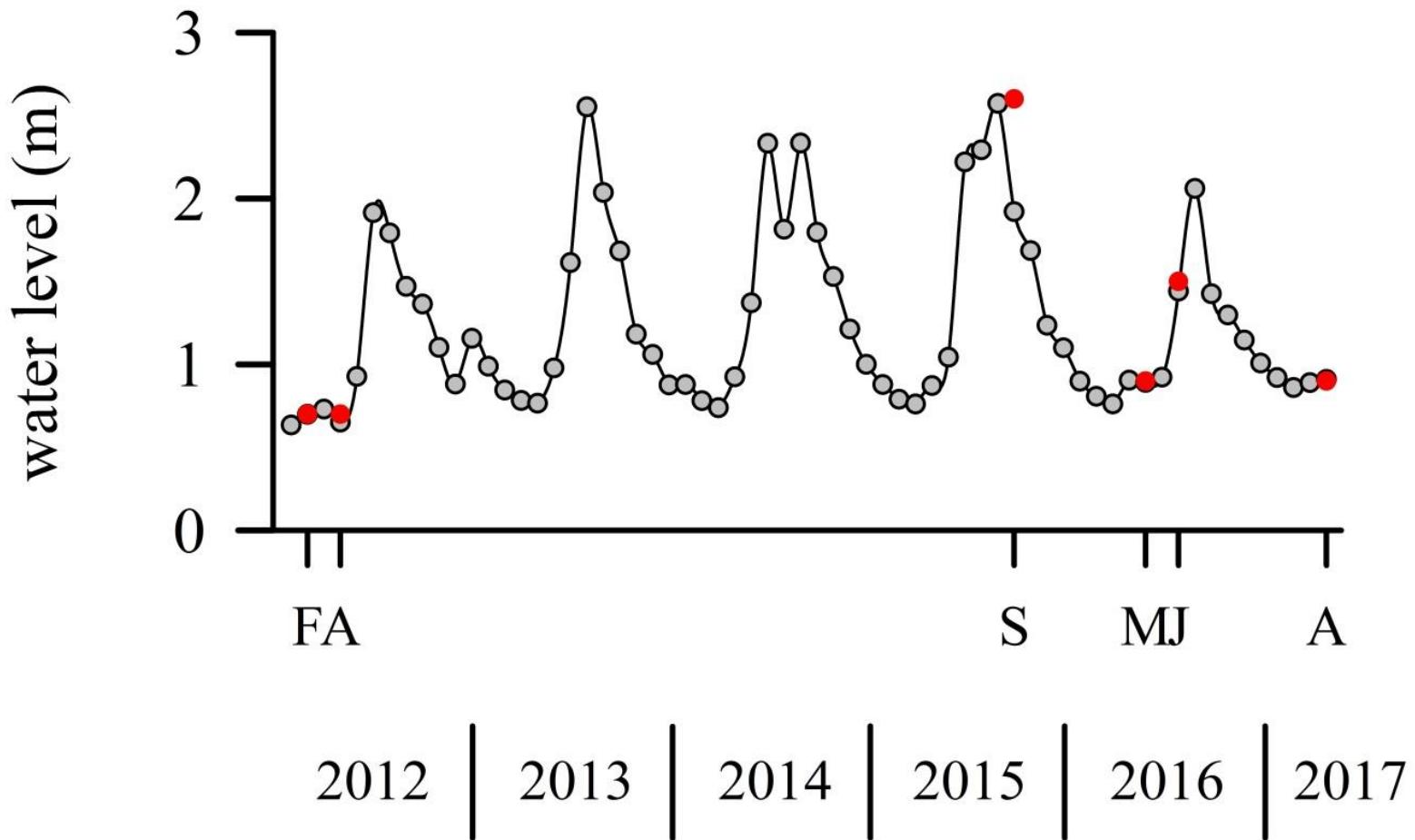


Fig. 2.

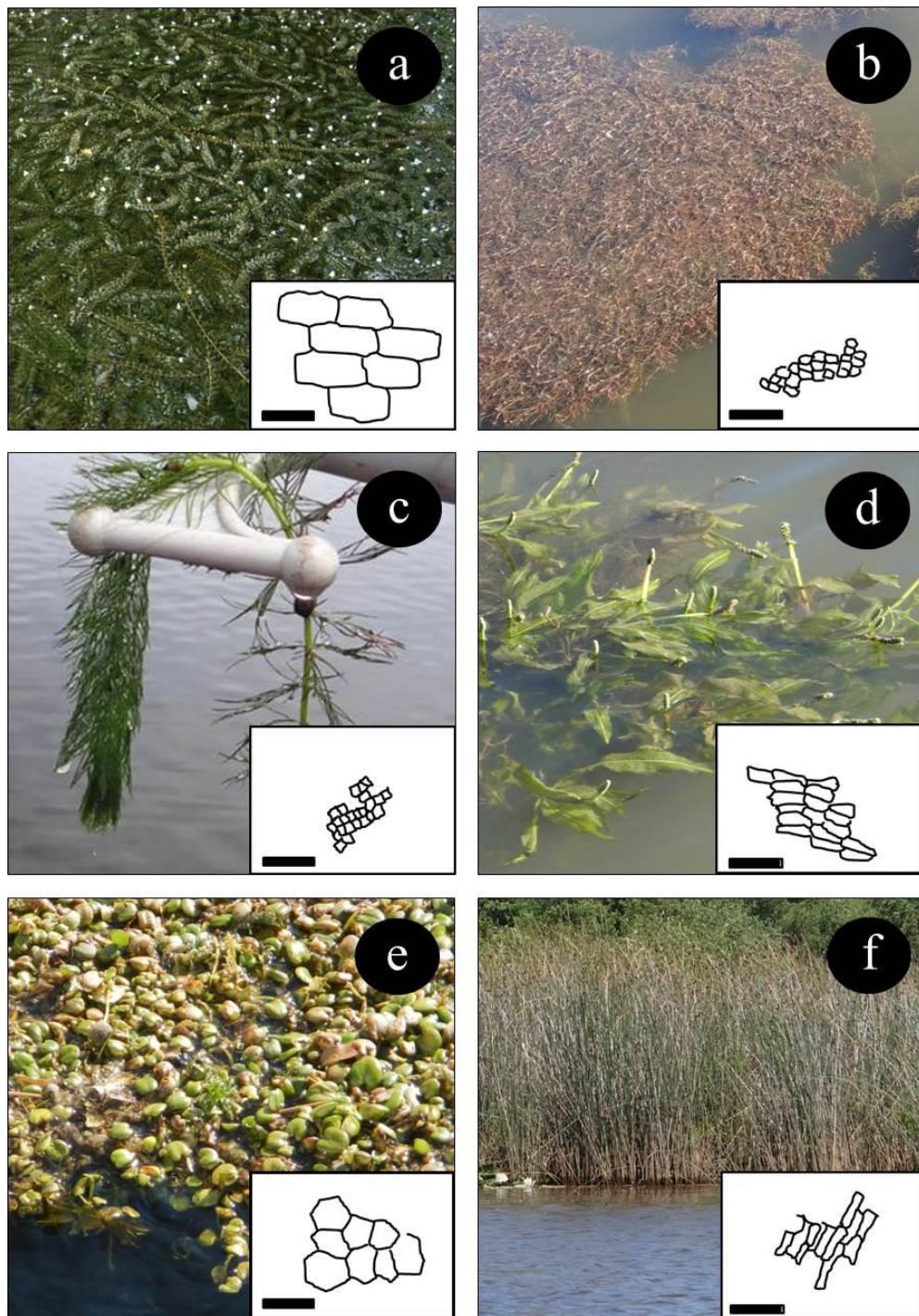


Fig. 3.

Tabla 1.

**4.3.- CAPITULO III. CONSUMO DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS POR
LA TAGUA COMÚN *FULICA ARMILLATA* (AVES: RALLIDAE) EN
UN HUMEDAL COSTERO DEL CENTRO NORTE DE CHILE**

1 **Consumo de macrófitas acuáticas por la Tagua Común *Fulica armillata***
2 **(Aves: Rallidae) en un humedal costero del centro norte de Chile**

3

4 **Consumption of aquatic macrophytes by the Red-gartered Coot *Fulica***
5 ***armillata* (Birds: Rallidae) in a coastal wetland of north central Chile**

6

7 CARLOS VELÁSQUEZ^{1*}, EDUARDO JARAMILLO², PATRICIO A. CAMUS³ & CRISTINA
8 SAN MARTÍN²

9

10 ¹Programa de Magíster en Ciencias mención Recursos Hídricos, Escuela de
11 Graduados, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567,
12 Valdivia, Chile.

13 ²Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de
14 Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

15 ³Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, y Centro de Investigación en
16 Biodiversidad y Ambientes Sustentables CIBAS, Universidad Católica de la
17 Santísima Concepción, CP 4090541, Concepción, Chile.

18

19 *E-mail: cfvelasque@gmail.com

20

21 Encabezado:

22 Herbivoría de taguas en un humedal costero: VELÁSQUEZ ET AL.

23

24

25

26 **RESUMEN**

27

28 La Tagua Común *Fulica armillata*, es un ave acuática herbívora común en los
29 humedales costeros del extremo sur de la región del Neotrópico. Análisis
30 microhistológicos de fecas recolectadas en el humedal de Punta Teatinos (centro
31 norte de Chile; ~29°S), indican que esta tagua consume primariamente a *Stuckenia*
32 *pectinata*, la macrófita sumergida más abundante en esta área. Se discute el
33 comportamiento de forrajeo de *F. armillata* con respecto a su rol ecológico como
34 consumidor primario en humedales costeros.

35

36 **ABSTRACT**

37

38 The Red-gartered Coot *Fulica armillata*, is a common herbivorous water bird in
39 coastal wetlands of the southern Neotropical region. Microhistological analyses
40 of feces collected at the coastal wetland of Punta Teatinos (north central Chile;
41 ~29°S), show that this coot feeds predominantly on *Stuckenia pectinata*, the most
42 abundant submerged macrophyte at this area. The foraging behavior of *F.*
43 *armillata* is discussed in regard with its ecological role as a primary consumer on
44 coastal wetlands.

45

46 La Tagua Común *Fulica armillata* (Vieillot, 1817) (Aves: Rallidae) es una de las seis
47 especies del genero *Fulica* que ocurren en humedales costeros y límnicos del
48 extremo sur de la región del Neotrópico, incluyendo Chile, Argentina, Uruguay y
49 sur este de Brasil (Couve *et al.* 2016). En Chile, esta tagua se distribuye
50 latitudinalmente desde Coquimbo en el norte (~29°S) hasta Isla Grande de Tierra

51 del Fuego e Isla Navarino en el sur ($\sim 54^{\circ}\text{S}$) (Martínez-Piña & González-
52 Cifuentes 2017). Esta especie es descrita como un ave acuática primordialmente
53 herbívora; sin embargo en su dieta también incluye invertebrados, aunque en
54 menor proporción que las plantas (Ruiz 1993; García *et al.* 2008).

55 La abundancia de *F. armillata* en el extremo sur del Neotrópico está estimada
56 en $\sim 1,000,000$ aves (Bird Life International 2017). Debido a esto y sus hábitos
57 alimentarios herbívoros, esta ave potencialmente tiene un rol importante como
58 controlador de la biomasa de macrófitas acuáticas y dispersor de las mismas (Ruiz
59 1993; Bortolus *et al.* 1998; Charalambidou & Santamaría 2005), tal como se ha
60 demostrado con otras especies de taguas, como *Fulica cristata* (Gmelin, 1789)
61 (Stewart & Bally 1985), *Fulica atra* (Linnaeus, 1758) (Perrow *et al.* 1997) y *Fulica*
62 *americana* (Gmelin, 1789) (Esler 1989). A pesar del importante rol ecológico de las
63 taguas, la historia natural de *F. armillata* en Chile es escasamente conocida. Cody
64 (1970) y Riveros *et al.* (1981) estudiaron la distribución espacial de esta ave en
65 humedales de la zona central de Chile ($c.$ $30\text{--}38^{\circ}\text{S}$), Silva *et al.* (2011) describió su
66 biología reproductiva en Laguna Santa Elena (Chile central; $\sim 36^{\circ}\text{S}$), mientras que
67 Kennedy (1977) y Ruiz (1993) estudiaron los aspectos ecológicos y tróficos en el
68 humedal del Río Cruces (sur de Chile; $\sim 39^{\circ}\text{S}$). Sin embargo, no se han realizado
69 estudios de las poblaciones de *F. armillata* a lo largo de la zona costera semiárida
70 del norte de Chile, donde los humedales costeros albergan un conjunto diferente
71 de especies de aves acuáticas en comparación con su contraparte del sur (Sielfeld
72 *et al.* 2012). Un humedal importante en esta zona es Punta Teatinos (PT de aquí
73 en adelante), ubicado al norte de la conurbación de Coquimbo y La Serena en el
74 centro norte de Chile ($\sim 29^{\circ}\text{S}$; Fig. 1a, b), aquí las observaciones de campo
75 realizadas durante 2016–17, muestran que *F. armillata* es una de las aves acuáticas

76 residentes más abundantes (~100 individuos; observación personal). Por lo tanto,
77 este estudio tuvo como objetivo, proporcionar una primera evaluación del uso de
78 las macrófitas como recurso alimentario por parte de *F. armillata* en el humedal
79 PT, basado en el análisis microhistológico de sus fecas y una comparación con
80 resultados publicados en la literatura.

81 El humedal PT es una laguna costera de ~69 ha con afluencias de agua dulce
82 desde la quebrada El Romeral e influencia de agua salada desde la zona de oleaje
83 de la playa aledaña, durante mareas altas extremas (Jorge *et al.* 1998). *Stuckenia*
84 *pectinata* (L.) Börner es la macrófita sumergida más abundante en esta laguna
85 (observación personal). La periferia oeste del humedal PT (ver Fig. 1c) está
86 bordeado por el nivel superior de la playa, que *F. armillata* usa como área de
87 descanso. Por lo tanto, durante mayo de 2016, se recolectaron aleatoriamente
88 fecas frescas de taguas ($n = 30$) a lo largo de los bancos de arenas que rodean esta
89 laguna, y luego se almacenaron en bolsas de plástico selladas herméticamente con
90 alcohol (70%) en su interior para su preservación. Adicionalmente, con el
91 objetivo de maximizar la probabilidad de que las fecas recolectadas pertenezcan a
92 diferentes individuos de taguas, el muestreo se llevó a cabo a través de todo el
93 borde de la laguna, en los lugares utilizados por las taguas como lugares de
94 descanso o desplazamiento.

95 Con el fin de identificar las especies de macrófitas en las fecas de taguas, se
96 utilizó una serie de técnicas microhistológicas (Johnson *et al.* 1983) para analizar
97 los hábitos alimentarios en herbívoros: (i) preparar muestras de células
98 epidérmicas colectada de las macrófitas más representativas del humedal PT, (ii)
99 comparar estas muestras con las células epidérmicas de las plantas encontradas
100 intactas en las fecas, y (iii) cuantificar el material examinado. Posteriormente se

101 depositaron los remanentes sobre un portaobjetos para la obtención de
102 fotografías digitales de alta resolución a través de una cámara (ACCU-SCOPE)
103 conectada a un microscopio óptico (magnificación 10x) y procesada por el
104 Software Micrometrics Premium.

105 Los resultados se expresaron primero como el porcentaje de frecuencia de
106 ocurrencia de cada especie de macrófita en las 30 fecas (réplicas). Sin embargo,
107 esta frecuencia no refleja la intensidad del consumo de alimento, ya que la
108 presencia de diferentes macrófitas en cada feca se registra solo una vez,
109 independientemente de la cantidad de biomasa ingerida de las mismas. Por lo
110 tanto, se realizó un submuestreo exhaustivo para obtener una estimación de la
111 incidencia de cada especie de macrófita dentro de las fecas.

112 Con este propósito, dos porciones de cada feca (aquí en adelante referido
113 como submuestra) fueron seleccionados aleatoriamente, y cada submuestra fue
114 extendida de manera uniforme sobre una cámara de conteo de Neubauer, donde
115 se seleccionaron aleatoriamente 10 campos ópticos de 1 mm² para su
116 observación, examinando un total de 600 campos (*i.e.* 10 campos x 2 cámaras x
117 30 fecas). La presencia de cada especie de macrófita en los 10 campos por
118 cámara, se registró como una frecuencia porcentual, y los dos valores de
119 frecuencia registrados para cada feca se promediaron. Finalmente, la incidencia
120 de cada especie de planta se expresó como el gran promedio (\pm EE) de los 30
121 valores promedio obtenidos de las fecas recolectadas en el humedal PT.

122 El análisis de las fecas mostró que las únicas macrófitas consumidas por *F.*
123 *armillata* fueron *Cotula coronopifolia* L., *Sarcocornia fruticosa* (L.) Scott, y *S. pectinata*
124 que fue el ítem alimentario dominante (Fig. 2). *S. pectinata* no solo estuvo presente
125 en todas las fecas, con una frecuencia de ocurrencia de 100,0%, sino también en

126 cada uno de los 600 campos ópticos examinados, con una incidencia de $100,0 \pm$
127 0,0% (Tabla 1), sugiriendo un fuerte consumo por parte de las taguas. En
128 contraste, la frecuencia de ocurrencia de *C. coronopifolia* y *S. fruticosa* en las 30 fecas
129 fue de 66,7% y 36,7%, respectivamente, pero su incidencia en las fecas fue
130 mucho más bajo, alcanzando solo $13,9 \pm 0,6\%$ y $15,3 \pm 1,0\%$, respectivamente
131 (Tabla 1). Estos resultados fueron consistentes con los diferentes hábitos de vida
132 de las tres macrófitas (ver Ramírez & San Martín 2006), indicando que las taguas
133 se alimentan predominantemente de macrófitas sumergidas (*S. pectinata*) por
134 sobre macrófitas palustres (*C. coronopifolia* y *S. fruticosa*) (Tabla 1).

135 Aunque los resultados anteriores no permiten una evaluación adecuada de las
136 preferencias de alimentación (e.g. Jacksic 1979), los antecedentes previos sugieren
137 que la alta importancia dietaria de *S. pectinata* no se debe a su consumo selectivo
138 por parte de las taguas, sino a su hábito sumergido y su abundancia en el humedal
139 PT. A diferencias de otras taguas chilenas como *Fulica leucoptera* (Vieillot, 1817) y
140 *Fulica rufifrons* (Philippi & Landbeck, 1861), *F. armillata* ejerce sus actividades de
141 alimentación principalmente en la parte central y profunda de lagunas costeras
142 (Cody 1970; Riveros *et al.* 1981). Por otro lado, en humedales someros, que no
143 son laguna costeras, como el humedal de Río Cruces (sur de Chile), *F. armillata* y
144 *F. leucoptera* (ver Tabla 1) se alimentan primariamente (~85%) de las macrófitas
145 sumergidas más abundantes (particularmente *Egeria densa* Planch.; Ramírez *et al.*
146 1991; Ruíz 1993), un patrón mostrado también por otras aves acuáticas comunes
147 como el Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Molina, 1782) (Tabla 1; Corti
148 & Schlatter 2002; Norambuena & Bozinovic 2009). Por lo tanto, *F. armillata* se
149 comportaría como un consumidor oportunista, aunque estudios futuros deberían

150 aclarar si el hábito sumergido en sí mismo es un factor que influye en la
151 preferencia de alimentación de esta especie.

152 En general, la similitud en los patrones de alimentación de las aves herbívoras
153 más comunes en los humedales de Chile y del sur del Neotrópico (Couve *et al.*
154 2016), podrían tener un rol importante en la sucesión de macrófitas. Especies de
155 hábito sumergido como *S. pectinata*, *E. densa* y *Ruppia maritima* L. son dominantes
156 en estos humedales, y la gran cantidad de necromasa vegetal derivada del forrajeo
157 de aves puede determinar los patrones de zonación y sucesión de la vegetación, o
158 incluso retardar el proceso de sucesión de las mismas (Ruiz 1993; Bortolus *et al.*
159 1998; Corti & Schlatter 2002).

160 Más aun, la estrecha conexión entre macrófitas sumergidas y aves acuáticas
161 herbívoras como *F. armillata*, refleja lo sensible que son los humedales frente a
162 cambios y/o perturbaciones ambientales. Por ejemplo, el funcionamiento de
163 actividades industriales desencadenaron cambios ambientales repentinos en el
164 humedal de Río Cruces durante el año 2004, lo que llevó a una disminución
165 radical en la cobertura espacial de *E. densa* y la abundancia poblacional de *F.*
166 *armillata* y otras aves (*e.g.* Jaramillo *et al.* 2007; Lagos *et al.* 2008). Solo ocho años
167 después, las macrófitas comenzaron a recuperarse y se observó un aumento
168 concomitante en la abundancia de taguas (Jaramillo *et al.* 2018 a, b), aunque los
169 mecanismos que subyacen a su declinación y posterior recuperación aún no se
170 entienden.

171 *F. armillata* no se considera una especie en peligro de extinción (Bird Life
172 International 2018), pero un mejor conocimiento de su ecología trófica puede
173 proporcionar información crucial para la gestión y restauración de humedales
174 costeros en el extremo sur del Neotrópico.

175

176 **AGRADECIMIENTOS**

177

178 Agradecemos a Felipe Dreves (www.lluviafilms.com), Wolfgang Stotz
179 (Universidad Católica del Norte, Chile) y Emilio Acuña (Ecosistema Ltda.) por el
180 apoyo en la logística de terreno. CV agradece el apoyo de la Escuela de
181 Graduados, Facultad de Ciencias (UACH), Vicerrectoría de Investigación y
182 Creación Artística (Proyecto: I-2015-10; UACH) y Beca de Asistencia Académica
183 de la Dirección de Postgrado (2015-2016; UACH).

184

185 **REFERENCIAS**

186

- 187 BIRD LIFE INTERNATIONAL. 2017. Species factsheet: *Fulica armillata*. URL:
188 <http://www.birdlife.org>. Accesado: Octubre15, 2016.
- 189 BORTOLUS, A., IRIBARNE, O.O. & MARTÍNEZ, M.M. 1998. Relationship between
190 waterfowl and the seagrass *Ruppia maritima* in a southwestern Atlantic
191 coastal lagoon. *Estuaries* 21: 170-717.
- 192 CHARALAMBIDOU, I. & SANTAMARÍA, L. 2005. Field evidence for the potential of
193 waterbirds as dispersers of aquatic organisms. *Wetlands* 25(2): 252-258.
- 194 CODY, M. 1970. Chilean bird distribution. *Ecology* 59:455-464.
- 195 CORTI, P. & SCHLATTER, R. 2002. Feeding ecology of Black-necked swan *Cygnus*
196 *melancoryphus* in two wetlands of Southern Chile. *Studies on Neotropical*
197 *Fauna and Environment* 37: 9-14.
- 198 COUVE, E., VIDAL, C.F. & RUÍZ, J. 2016. *Aves de Chile, sus Islas Oceánicas y*
199 *Península Antártica*. FS Editorial, Punta Arenas. 551 pp.

- 200 ESLER, D. 1989. An assessment of American coot herbivory of *Hydrilla*. Journal
201 of Wildlife Management 53: 1147-1149.
- 202 GARCÍA, G.O., FAVERO, M. & MARIANO-JELICICH, R. 2008. Red-gartered Coot
203 *Fulica armillata* feeding on the grapsid crab *Cyrtograpsus angulatus*: advantages
204 and disadvantages of an unusual food resource. Ibis 150: 110-114.
- 205 JAKSIC, J.M. 1979. Técnicas estadísticas simples para evaluar selectividad dietaria
206 en Strigiformes. Medio Ambiente 4: 114-118.
- 207 JARAMILLO, E., SCHLATTER, R., CONTRERAS, H., DUARTE, C., LAGOS, N.,
208 PAREDES, E., ULLOA, J., VALENZUELA, G., PERUZZO, B. & SILVA, R. 2007.
209 Emigration and mortality of black-necked swans (*Cygnus melancoryphus*) and
210 disappearance of the macrophyte *Egeria densa* in a Ramsar wetland site of
211 southern Chile. Ambio 36: 607-610.
- 212 JARAMILLO, E., LAGOS, N.A., LABRA, F.A., PAREDES, E., ACUÑA, E.O., MELNICK,
213 D., MANZANO, M., VELÁSQUEZ, C. & DUARTE, C. 2018 a. Recovery of
214 Black-necked Swans, macrophytes and water quality in a Ramsar wetland
215 of southern Chile: assessing resilience following sudden anthropogenic
216 disturbances. Science of the Total Environment 628: 291-301.
- 217 JARAMILLO, E., DUARTE, C., LABRA, F.A., LAGOS, N.A., PERUZZO, B.,
218 VELÁSQUEZ, C., MANZANO, M., MELNICK, D., SILVA, R. 2018 b. Resilience
219 of an aquatic macrophyte to an anthropogenically induced environmental
220 stressor in a Ramsar wetland of southern Chile. AMBIO (DOI:
221 10.1007/s13280-018-1071-6).
- 222 JOHNSON, M.K., WOFFORD, H. & PEARSON, H.A. 1983. Microhistological
223 techniques for food habits analyses. Forest Service, New Orleans. 40 pp.

- 224 JORGE, R., TABILO-VALDIVIESO, E. & MONCADA, V. 1998. Avifauna de la
225 Laguna de Punta Teatinos y ecosistemas adyacentes, Bahía de Coquimbo,
226 Chile. Boletín Chileno de Ornitológia 5: 2-9.
- 227 KENNEDY, M.E. 1977. Requisitos para el hábitat de reproducción de la tagua
228 común (*Fulica armillata*) y recomendaciones técnicas de manejo para
229 aumentar esta especie. Medio Ambiente 2: 107-116.
- 230 LAGOS, N.A., PAOLINI, P., JARAMILLO, E., LOVENGREEN, C., DUARTE, C. &
231 CONTRERAS, H. 2008. Environmental processes, water quality degradation,
232 and decline of waterbird populations in the Río Cruces wetland, Chile.
233 Wetlands 28: 938-950.
- 234 MARTÍNEZ-PIÑA, D. & GONZÁLEZ-CIFUENTES, G. 2017. Las aves de Chile. Guía
235 de campo y breve historia natural. Ediciones del Naturalista, Santiago. 539
236 pp.
- 237 NORAMBUENA, C.M. & BOZINOVIC, F. 2009. Health and nutritional status of a
238 perturbed Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) population: diet
239 quality. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 40: 607-616.
- 240 PERROW, M.R., SCHUTTEN, J.H., HOWES, J.R., HOLZER, T., MADGWICK, F.J. &
241 JOWITT, A.J. 1997. Interactions between coot (*Fulica atra*) and submerged
242 macrophytes: the role of birds in the restoration process. Hydrobiologia
243 342/343: 241-255.
- 244 RAMÍREZ, C., SAN MARTÍN, C., MEDINA, R. & CONTRERAS, D. 1991. Estudio de
245 la flora hidrófila del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia,
246 Chile). Gayana Botanica 48: 67-80.
- 247 RAMÍREZ, C. & SAN MARTÍN, C. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En:
248 Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R. & Ramírez, C. (Eds.). Macrófitas y

- 249 vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria,
250 Santiago, Chile. pp. 21-60.
- 251 RIVEROS G., SEREY, I. & DROUILLY, P. 1981. Estructura y diversidad de la
252 comunidad de aves acuáticas de la laguna El Peral, Chile Central. Anales
253 del Museo de Historia Natural 14: 189-196.
- 254 RUÍZ, J. 1993. Estudio ecológico en tres especies de taguas residentes en el
255 Santuario de la Naturaleza del río Cruces. Tesis. Universidad Austral de
256 Chile. Valdivia, Chile.
- 257 SILVA, C., BARRIENTOS, C., FIGUEROA, R.A., MARTÍN, N., CONTRERAS, A.,
258 ARDILES, K., MORENO, L. & GONZÁLEZ-ACUÑA, D. 2011. Biología
259 reproductiva de la tagua común (*Fulica armillata*) y la tagua de frente roja
260 (*Fulica rufifrons*) en un área agroforestal del centro-sur de Chile. Gayana 75:
261 161-169.
- 262 SIELFELD, W., FUENTES, R., PEREDO, R., MALINARICH, V. & OLIVARES, F. 2012.
263 Humedales costeros del norte de Chile. En: Humedales costeros de Chile.
264 Aportes científicos a su gestión sustentable (Eds. Fariña J.M. & Camaño,
265 A.), pp. 147-213. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- 266 STEWART, B.A. & BALLY, R. 1985. The ecological role of the Red-knobbed Coot
267 *Fulica cristata* Gmelin at the Bot River Estuary South Africa: a preliminary
268 investigation. Transactions of the Royal Society of South Africa 45: 419-
269 426.
- 270
- 271
- 272
- 273

274 FIGURA 1. Localización geográfica del humedal de Punta Teatinos, en el centro
275 norte de Chile (a) y en el costado norte de Bahía de Coquimbo (b). Se incluye una
276 foto general del área de estudio (c); las flechas rojas indican el lado oeste del
277 humedal donde se recolectaron las fecas de las taguas / Geographic location of
278 the wetland of Punta Teatinos, in north central Chile (a) and at the northern side
279 of Bahía de Coquimbo (b). A general picture of the wetland is also included (c);
280 the red arrows indicate the western side of the wetland where the feces of coots
281 were collected.

282

283 FIGURA 2. Fotografías de las macrófitas acuáticas consumidas por *Fulica armillata*
284 en el área de estudio: *Stuckenia pectinata* (a), *Cotula coronopifolia* (b) and *Sarcocornia*
285 *fruticosa* (c). En cada fotografía se indican las referencias microscópicas de las
286 células epidérmicas de las plantas (10x de magnificación; barra negra horizontal =
287 200 µm) / Pictures of the aquatic macrophytes consumed by *Fulica armillata* in
288 the study area: *Stuckenia pectinata* (a), *Cotula coronopifolia* (b) and *Sarcocornia fruticosa*
289 (c). Microscopic references of the epidermic cells are indicated within each
290 picture (10x magnification; black horizontal bar = 200 µm).

291

292 TABLA 1. Frecuencia de ocurrencia del ítem alimentario de aves acuáticas
293 herbívoras en humedales costeros de Chile (*Fulica armillata*, *Fulica leucoptera* y
294 *Cygnus melancoryphus*). Las macrófitas se clasifican según sus hábitos de vida (ver
295 Ramírez & San Martín 2006). Los ítems alimentarios fueron determinados a
296 través del análisis de fecas (*) y análisis de contenido estomacal (**) / Frequency
297 of occurrence of the food items of herbivorous waterbirds in coastal wetlands of
298 Chile (*Fulica armillata*, *Fulica leucoptera* and *Cygnus melancoryphus*). The macrophytes

299 are classified by their life habits (see Ramírez & San Martín 2006). Food items
300 were determined throughout analyses of feces (*) and analyses of stomach
301 contents (**).

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

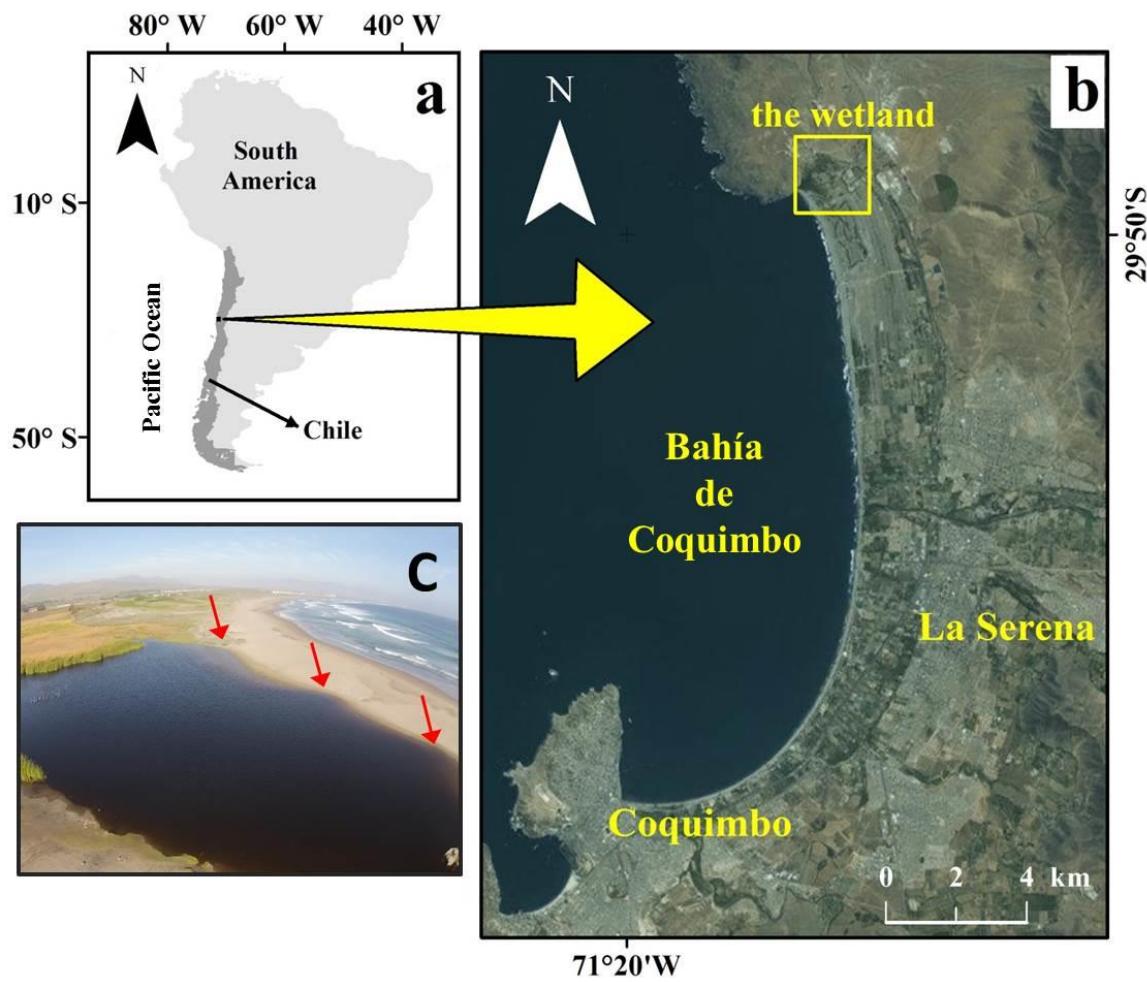


FIGURA 1.

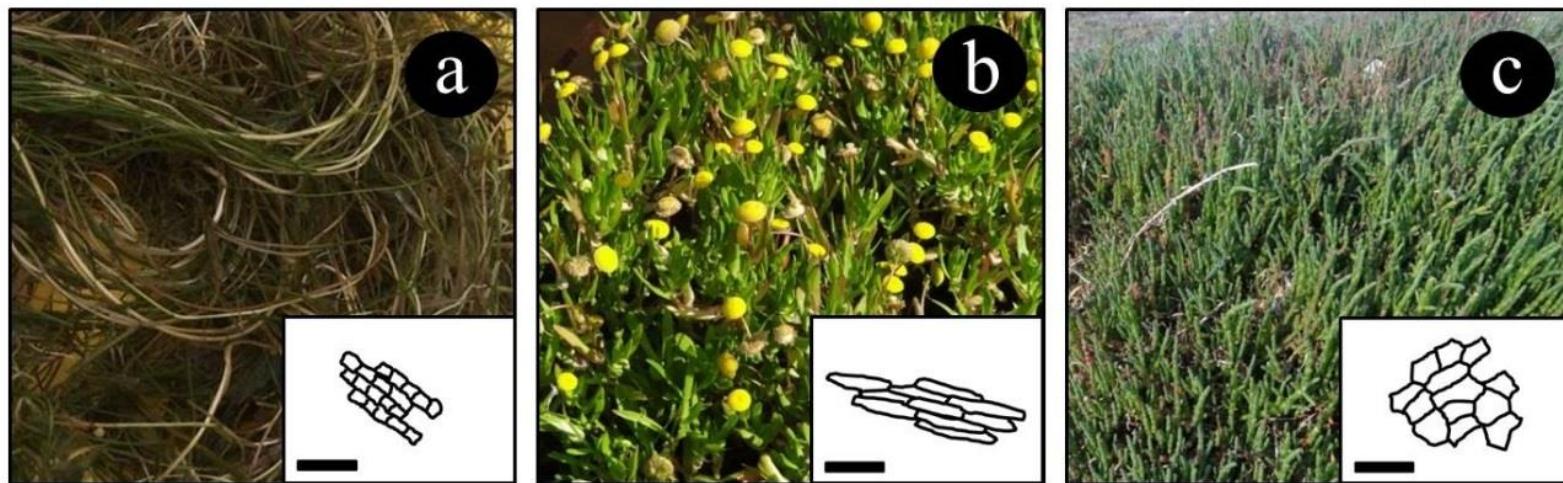


FIGURA 2.

TABLA 1.

Ítem alimentario (%)	Este estudio*		Ruíz (1993)**		Corti & Schlatter (2002)*		Norambuena & Bozinovic (2009)*	
	<i>F. armillata</i>		<i>F. armillata</i>	<i>F. leucoptera</i>	<i>C. melancoryphus</i>		<i>C. melancoryphus</i>	
	P. Teatinos	Río Cruces	Río Cruces	Río Cruces	Chihuao	Lago Budi	n = 10	
	n = 30	n = 18	n = 7	n = 13	n = 8			
Sumergida								
<i>Stuckenia pectinata</i>	100,0							
<i>Stuckenia striata</i>							78,0	
<i>Potamogeton pusillus</i>		2,2	1,0	7,6	1,3			
<i>Egeria densa</i>		85,3	84,8	91,9	71,7			
Flotante libre								
<i>Limnobium laevigatum</i>				< 1,0	24,7			
Natante								
<i>Ludwigia peploides</i>					< 1,0			
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>					2,1			
Palustre								
<i>Puccinellia glaucescens</i>						20,5		
<i>Cotula coronopifolia</i>	66,7					< 1,0		
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	36,7					< 1,0		

5.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos sugieren que tanto la composición de la dieta de *C. melancoryphus* como la importancia relativa de los ítems consumidos (con una dominancia creciente de *E. densa*) permaneció similar durante todo el período de estudio (*cf.* Tabla 1; Capítulo II), independientemente de las fluctuaciones estacionales del nivel de agua en el HRC. Lo anterior se ve reflejado de manera consistente en la variación temporal entre *E. densa* y *Potamogeton pusillus* detectadas en sus fecas; es decir, el consumo de *E. densa* aumentó progresivamente en el tiempo, mientras que el consumo de *P. pusillus* disminuyó (*cf.* Tabla 1; Capítulo II). Esto se debería a la recuperación gradual de los bancos de *E. densa* en las riberas del HRC, que comenzó aproximadamente en el año 2012, ocho años después que su abundancia disminuyera drásticamente a mediados del año 2004 (Jaramillo y col., 2007; Escaida y col., 2014; Jaramillo y col., 2018 b). Los resultados sugieren además que *C. melancoryphus* tendría un comportamiento oportunista, consumiendo principalmente a las macrófitas sumergidas más abundantes en el HRC; similar a lo descrito para otras aves acuáticas comunes de los humedales de Chile, como *F. armillata* y la Tagua chica *F. leucoptera* (*cf.* Tabla 1; Capítulo III), y otras especies de cisnes en humedales costeros del hemisferio norte, como el Cisne mudo (*Cygnus olor*), el Cisne de la tundra (*Cygnus columbianus bewickii*) y el Cisne cantor (*Cygnus cygnus*) (Noordhuis y col., 2002; Tatú y col., 2007 a; Bailey y col., 2008; Sandsten y Klaaseen, 2008).

Aunque los resultados de este estudio no permiten evaluar preferencias dietarias (*e.g.* Cursach y col., 2015), los mismos sugieren que *E. densa* no es consumida selectivamente y que su importancia en la dieta de los cisnes se debe a su dominancia en los fondos someros del HRC (*e.g.* Schlatter y col., 1991 a; Schlatter y Corti, 2002; González y Fariña, 2013; Jaramillo y col., 2018 b). Este patrón de alimentación ha sido descrito para *C. melanoryphus* en otros humedales de Sudamérica, como Laguna de Rocha (*ca.* 34°S; Uruguay) (Vaz-Ferreira y Rilla, 1991), Mar Chiquita (*ca.* 37°S; Argentina) (Bortolus y col., 1998), Lago Lanalhue (*ca.* 37°S; centro sur de Chile) (Hauenstein, 2004), Lago Budi (*ca.* 38°S; centro sur de Chile) (Norambuena y Bozinovic, 2009) y Bahía Caulín (*ca.* 41°S; sur de Chile) (Cursach y col., 2015).

Los hábitos alimentarios descritos para los cisnes en estos humedales, sugieren que la dieta está constituida básicamente por macrófitas acuáticas de hábito de vida sumergido -como *E. densa*- por sobre macrófitas natantes, flotante libre y palustres (*cf.* Tabla 1; Capítulos I, II y III). Una posible explicación a este patrón, tenga relación con la complejidad y la presencia/ausencia de los componentes estructurales que dan sostén a cada tipo de macrófita (*e.g.* esclerénquima, mesófilo, epidermis y cutícula) y la morfología de sus estructuras foliares (*e.g.* filiformes, anchas, delgadas o gruesas) (*cf.* Bianco y col., 2005). En este sentido las macrófitas sumergidas, en general se caracterizan por poseer un esclerénquima y un mesófilo poco desarrollado, epidermis muy delgada -o ausente como en *E. densa*- y hojas filiformes o delgadas; contrarias a las otras macrófitas que se caracterizan por poseer estructuras más resistentes, complejas y gruesas (Steubing

y col., 1980; Bianco y col., 2005); esto indica que mientras mayor es la complejidad de las estructuras vegetales, mayor será la dificultad de digestión por parte de aves herbívoras, como los cisnes (Johnson y col., a, b). Esta aserción, coincide con Corti (1996), cuyos resultados de un índice de digestibilidad (ID) aplicada a dos macrófitos con diferentes hábitos de vida, *E. densa* (sumergido) y *L. laevigatum* (flotante libre), concluye que el valor del ID de *E. densa* es 6 veces mayor que *L. laevigatum* (17,9% y 2,8%, respectivamente). Esto sugiere que *E. densa* es más palatable y fácil de digerir por parte de los cisnes, aunque esta aserción requiere un estudio más detallado.

Para acceder a los bancos de macrófitas, *C. melanoryphus* despliega tres posturas corporales de forrajeo, sumergiendo el cuello a diferentes profundidades, lo que facilitaría la obtención del alimento (*cf.* Introducción general). Este tipo de comportamiento también ha sido descrita para otras especies de cisnes como *C. c. bewickii* en un humedal costero de Holanda (Nolet y col., 2006), *C. olor* en Chesapeake Bay, USA (Tatu y col., 2007 b) y *C. cygnus* en Japón (Shimada y col., 2017). Al respecto, un estudio morfométrico realizado por Schlatter y Mathiasson (1990) indica que los adultos de *C. melanoryphus* pueden alcanzar una profundidad de ~0.6 m con la postura 2, mientras que la postura 3 les permite alcanzar una profundidad cercana a 1 m, situación que permite a los cisnes forrajar sobre macrófitas sumergidas a mayores profundidades durante los meses de invierno cuando el nivel de agua es más alto. Sin embargo, se ha demostrado en ejemplares de *C. c. bewickii* estudiados en humedales de Holanda que la postura 3 implica un mayor gasto energético, por lo cual los cisnes

preferirían forrajear en zonas someras evitando aquellas de mayor profundidad (Nolet y col., 2001, 2006). La importancia de las zonas someras como sitios de alimentación, no solo ha sido descrita para los cisnes, sino también, para otras aves acuáticas herbívoras como taguas, patos y gansos (*e.g.* Perrow y col., 1997; Schmieder y col., 2006; González-Gajardo y col., 2009; Xia y col., 2016).

No obstante lo anterior, se ha documentado que cuando el nivel de agua es muy alto en sistemas estuariales del sur de Chile, *C. melanocoryphus* forrajea sobre macrófitas de marismas (*i.e.* plantas gramíneas y palustres) en la periferia de humedales de Valdivia (Figueroa-Fábregas y col., 2006), Puerto Montt (CV, datos no publicados) y Chiloé (Corti, 1996; Cursach y col., 2015), situación relacionada a que los fondos someros quedan a mayor profundidad de la superficie del agua, forzando a los cisnes a utilizar la zona ribereña del cuerpo de agua como sitio de forrajeo (*e.g.* Owen y Cadbury, 1975; McKelvey y Verbeek, 1988; Cursach y col., 2015; Shimada y col., 2017), el cual los dejaría vulnerable frente a ataques de depredadores terrestres (*e.g.* Peris y col., 2009; Rau y Jiménez, 2002).

Estudios realizados por Schlatter y col., (2002), Vilina y col., (2002) y Canepuccia y col., (2007) en humedales costeros de Chile y Argentina, corroboran lo anterior, concluyendo que el incremento del nivel de agua y la disponibilidad de hábitats someros se correlacionan respectivamente de modo positivo y negativo con el régimen de precipitaciones, repercutiendo sobre la distribución espacial y conducta de los cisnes y otras aves acuáticas. La reducción del acceso al alimento

asociada a un alto nivel de agua podría gatillar migraciones masivas como la documentada en Laguna de Rocha en Uruguay, donde un aumento de ~1 m en los meses cálidos llevó a una disminución de ~90% en la abundancia poblacional de *C. melanotos* and *Coscoroba coscoroba* Molina (Vaz-Ferreira y Rilla, 1991). Similar situación ha sido reportada para otros anátidos, como los gansos del género *Anser* en el humedal de Poyang Lake en China (Xia y col., 2016) y *C. c. bewickii* en el estuario de Ouse Washes en Inglaterra (Cadbury, 1975).

Los resultados de este estudio tienen dos implicancias relevantes para la conservación integral de humedales costeros habitados por *C. melanotos* y otras aves acuáticas, como *F. armillata*: i) la importancia de preservar los fondos someros donde habitan mayoritariamente las macrófitas que constituyen su alimento primario; y (ii) en humedales como el HRC, un cambio evidente en la composición de su dieta es un indicador de un cambio en el estado ambiental de dichas macrófitas (*cf.* Capítulo II).

6.- BIBLIOGRAFÍA

- Allin, C.C., T.P. Husband. 2003. Mute swan (*Cygnus olor*) impact on submerged aquatic vegetation and macroinvertebrates in a Rhode Island coastal pond. Northeastern Naturalist 10: 305-318.
- Badzinski, S.S., C.D. Ankney, S.A. Petrie. 2006. Influence of migrant tundra swans (*Cygnus columbianus*) and Canada geese (*Branta canadensis*) on aquatic vegetation at Long Point, Lake Erie, Ontario. Hydrobiologia 567: 195-211.
- Bailey, M., S.A. Petrie, S.S. Badzinski. 2008. Diet of mute swans in lower Great Lakes coastal marshes. The Journal of Wildlife Management 72: 726-732.
- Bianco, C.A., T.A. Kraus, A.C. Vegetti. 2005. La hoja, morfología externa y anatomía. Universidad Nacional de Río Cuarto y Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
- BirdLife International. 2017. *Cygnus melancoryphus*. In: International Union for Conservation of Nature (IUCN) <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/blacknecked-swan-Cygnus-melancoryphus> (20 Septiembre 2017).

- Bortolus, A., O.O. Iribarne, M.M. Martínez. 1998. Relationship between waterfowl and the seagrass *Ruppia maritima* in a southwestern Atlantic coastal lagoon. *Estuaries* 21: 170-717.
- Brock, M.A., D.L. Nielsen, R.J. Shiel, J.D. Green, J.D. Langley. 2003. Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. *Freshwater Biology* 48: 1207-1218.
- Bunn, S.E, A.H. Arthington. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management* 30: 492-507.
- Cadbury, C.J. 1975. Populations of swans at the Ouse Washes, England. *Wildfowl* 26: 148-159.
- Canepuccia, A.D., J.P. Isacch, D.A. Gagliardini, A.H. Escalante, O.O. Iribarne. 2007. Waterbird response to changes in habitat area and diversity generated by rainfall in a SW Atlantic coastal lagoon. *Waterbirds* 30: 541-553.
- Chambers, P.A., E.E. Prepas, H.R. Hamilton, M.L. Bothwell. 1991. Current velocity and its effect on aquatic macrophytes in flowing waters. *Ecological Applications* 1: 249-257.
- Corti, P. 1996. Conducta de alimentación y capacidad de forrajeo del Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus* Molina, 1782) en humedales de Valdivia. Tesis

de Grado, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Corti, P., R. Schlatter. 2002. Feeding ecology of black-necked swan *Cygnus melancoryphus* in two wetland of Southern Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environment 37: 9-14.

Connor, K. J., S. Gabor. 2006. Breeding waterbird wetland habitat availability and response to water-level management in Saint John River floodplain wetlands, New Brunswick. Hydrobiologia 567: 169-181.

Couve, E., C.F. Vidal, J. Ruíz. 2016. Aves de Chile, sus Islas Oceánicas y Península Antártica. FS Editorial, Chile.

Cronk, J.K., M.S. Fennessy. 2016. Wetland plants: biology and ecology. CRC press, Taylor Francis Ltd., Reino Unido.

Cursach, J.A., J.R. Rau, C. Tobar, J. Vilugrón, L.E. De la Fuente. 2015. Alimentación del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Aves: Anatidae) en un humedal marino de Chiloé, sur de Chile. Gayana 79: 137-146.

Drexler, J.Z., K.C. Ewel. 2001. Effect of the 1997–1998 ENSO-related drought on hydrology and salinity in a Micronesian wetland complex. Estuaries 24: 347-356.

Durant, D. 2003. The digestion of fibre in herbivorous Anatidae: a review. *Wildfowl* 54: 7-24.

Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z.I. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque, R.J. Naiman, A.H. Prieur-Richard, D. Soto, L.J. Melanie, C.A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 8: 163-182.

Earnst, S.L., T.C. Rothe. 2004. Habitat selection by Tundra Swans on northern Alaska breeding grounds. *Waterbirds* 27: 224-233.

Engelhardt, K.A., M.E. Ritchie. 2001. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem functioning and services. *Nature*, 411: 687-689.

Erwin, K.L. 2009. Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management* 17: 71-84.

Escaida, J., E. Jaramillo, C. Amtmann, N. Lagos. 2014. Crisis socio ambiental: El humedal del río Cruces y el Cisne de cuello negro. Editorial Universidad Austral de Chile, Chile.

Figueroa-Fábrega, L., J. Galaz, C. Merino. 2006. Conocimiento y conservación del Cisne de cuello negro *Cygnus melancoryphus* (Molina, 1782) en el humedal del río Cruces, Valdivia, Chile. *Gestión Ambiental* 12: 77-89.

Gallina, S. 2011. Técnicas para conocer la dieta. En: Gallina, S., C. López-González (Eds.), Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro, A.C. Querétaro, pp. 235-258

Gibbs, J.P. 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 14: 314-317.

Gibbons, J., Y.A. Vilina, J. Cárcamo. 2007. Distribución y abundancia del Cisne Coscoroba (*Coscoroba Coscoroba*), Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) y del Flamenco Chileno (*Phoenicopterus chilensis*) en la Región de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 35: 53-58.

González-Gajardo, A., P.V. Sepúlveda, R. Schlatter. 2009. Waterbird assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds* 32: 225-233.

González A.L., J.M. Fariña. 2013. Changes in the abundance and distribution of Black-necked Swans (*Cygnus melancoryphus*) in the Carlos Anwandter Nature Sanctuary and adjacent wetlands, Valdivia, Chile. *Waterbirds* 36: 507-514.

Grant, T.A., P. Henson, J.A. Cooper. 1994. Feeding ecology of trumpeter swans breeding in south central Alaska. *The Journal of Wildlife Management* 58: 774-780.

Gyimesi, A., B.V. Lith, B.A. Nolet. 2012. Commensal foraging with Bewick's Swans *Cygnus bewickii* doubles instantaneous intake rate of Common Pochards *Aythya ferina*. *Ardea* 100: 55-62.

Hauenstein, E. 1981. Distribución y ecología de *Egeria densa* Planch. en la cuenca del río Valdivia, Chile. Tesis de Magister, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Hauenstein, E. 2004. Antecedentes sobre *Egeria densa* (luchecillo), hidrófita importante en la alimentación del Cisne de cuello negro. *Gestión Ambiental* 10: 89-95.

Hu, S., Z. Niu, Y. Chen, L. Li, H. Zhang. 2017. Global wetlands: Potential distribution, wetland loss, and status. *Science of the Total Environment* 586: 319-327.

Jaramillo, E., R. Schlatter, H. Contreras, C. Duarte, N. Lagos, E. Paredes, J. Ulloa, J. Valenzuela, B. Peruzzo, R. Silva. 2007. Emigration and mortality of black-necked swans (*Cygnus melancoryphus*) and disappearance of the macrophyte *Egeria densa* in a Ramsar wetland site of southern Chile. *AMBIO* 36: 607-610.

Jaramillo, E., N.A. Lagos, F.A. Labra, E. Paredes, E.O. Acuña, D. Melnick, M. Manzano, C. Velásquez, C. Duarte. 2018 a. Recovery of Black-necked Swans, macrophytes and water quality in a Ramsar wetland of southern Chile: assessing

resilience following sudden anthropogenic disturbances. *Science of the Total Environment* 628: 291-301.

Jaramillo, E., C. Duarte, F.A. Labra, N.A. Lagos, B. Peruzzo, R. Silva, C. Velásquez, M. Manzano, D. Melnick. 2018 b. Resilience of an aquatic macrophyte to an anthropogenically induced environmental stressor in a Ramsar wetland of southern Chile. *AMBIO* (<https://doi.org/10.1007/s13280-018-1071-6>).

Johnson, M.K., H. Wofford, H.A. Pearson. 1983 a. Microhistological techniques for food habits analyses. Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans, USA.

Johnson M.K., H. Wofford, H.A. Pearson. 1983 b. Digestion and fragmentation: influence on herbivore diet analysis. *The Journal of Wildlife Management* 47: 877-879.

Källander, H. 2005. Commensal association of waterfowl with feeding swans. *Waterbirds* 28: 326-330.

Kirwan, M.L., J.P. Megonigal. 2013. Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. *Nature* 504: 53-60.

Krapu, G.L., K.J. Reinecke. 1992. Foraging Ecology and Nutrition. En: Batt B.D.J., A.D. Afton, M.G. Anderson, C.D. Ankney, D.H. Johnson, J.A. Kadle,

G.L. Krapu (Eds.) Ecology and Management of Breeding Waterfowl. University of Minnesota Press, Minneapolis, pp. 1-29

Lagos, N.A., P. Paolini, E. Jaramillo, C. Lovengreen, C. Duarte, H. Contreras. 2008. Environmental processes, water quality degradation, and decline of waterbird populations in the Río Cruces wetland, Chile. *Wetlands* 28: 938-950.

Madsen, J.D., P.A. Chambers, W.F. James, E.W. Koch, D.F. Westlake. 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submerged macrophytes. *Hydrobiologia* 444: 71-84.

Martínez-Piña, D., G. González-Cifuentes. 2017. Las aves de Chile. Guía de campo y breve historia natural. Ediciones del Naturalista, Chile.

McKelvey, R.W., M.A.M. Verbeek. 1988. Habitat use, Behaviour and management of trumpeter swans, *Cygnus buccinator*, wintering at Comox, British Columbia. *The Canadian Field-Naturalist* 102: 434-441.

Merot, P., H. Squividant, P. Auroousseau, M. Hefting, T. Burt, V. Maitre, V. Viaud. 2003. Testing a climato-topographic index for predicting wetlands distribution along an European climate gradient. *Ecological Modelling* 163: 51-71.

Mitchell, S.F., R.T. Wass. 1995. Food consumptions and faecal deposition of plant nutrients by black swans (*Cygnus atratus* Latham) in a shallow New Zealand lake. *Hidrobiologia* 306: 189-197.

Moore, K.A., E.C. Shields, J.C. Jarvis. 2010. The role of habitat and herbivory on the restoration of tidal freshwater submerged aquatic vegetation populations. *Restoration Ecology* 18: 596-604.

Navid, D. 2014. International law of migratory species: the Ramsar convention. *Doklady Earth Sciences* 455: 296-298.

Nolet, B.A., O. Langevoord, R.M. Bevan, K.R. Engelaar, M. Klaassen, R.J. Mulder, S. Van Dijk. 2001. Spatial variation in tuber depletion by swans explained by differences in net intake rates. *Ecology* 82: 1655-1667.

Nolet, B.A., V.N. Fuld, M.E. Van Rijswijk. 2006. Foraging costs and accessibility as determinants of giving-up densities in a swan-pondweed system. *Oikos* 112: 353-362.

Noordhuis, R., D.T. van der Molen, M.S. van den Berg. 2002. Response of herbivorous waterbirds to the return of *Chara* in Lake Veluwemeer, The Netherlands. *Aquatic Botanic* 72: 349-367.

Norambuena, C.M., F. Bozinovic. 2009. Health and nutritional status of a perturbed Black-necked swan (*Cygnus melancoryphus*) population: diet quality. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 40: 607-616.

Owen, M. 1975. An assessment of fecal analysis technique in waterfowl feeding studies. The Journal of Wildlife Management 39: 271-279.

Owen, M., C.J. Cadbury. 1975. The ecology and mortality of swans at the Ouse Washes, England. Wildfowl 26: 31-42.

Perrow, M.R., J.H. Schutten, J.R. Howes, T. Holzer, F.J. Madgwick, A.J. Jowitt. 1997. Interactions between coot (*Fulica atra*) and submerged macrophytes: the role of birds in the restoration process. Hydrobiologia 342/343: 241-255.

Peris, S.J., J. Sanguinetti, M. Pescador. 2009. Have Patagonian waterfowl been affected by the introduction of the American mink *Mustela vison*? Oryx 43: 648-654.

Quevedo, P. 2007. Ensamble de avifauna del humedal del río Cruces, 1999 - 2006, Provincia de Valdivia, Chile. Tesis de Grado, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Ramírez, C., C. San Martín, R. Medina, D. Contreras. 1991. Estudio de la flora hidrófila del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile). Gayana Botánica 48: 67-80.

Ramírez, C., C. San Martín. 2006. Diversidad de macrófitos chilenos. En: Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter & C. Ramírez (Eds.), Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 21-60.

Rau, J.R., J.E. Jiménez. 2002. Diet of puma (*Puma concolor*, Carnivora: Felidae) in coastal and Andean ranges of southern Chile. Studies on Neotropical Fauna and Environment 37: 201-205.

Richardson J.L., M.J. Vepraskas. 2001. Wetland Soils: Genesis, Hydrology, Landscapes, and Classification. CRC press, Taylor Francis Ltd., Reino Unido.

Ruiz, J.E. 1993. Estudio ecológico en tres especies de Taguas residentes en el Santuario de la Naturaleza del río Cruces. Tesis de grado, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

San Martín, C., C. Ramírez, P. Ojeda. 1999. Distribución de macrófitos y patrones de zonación ribereña en la cuenca del río Valdivia, Chile. Revista Geográfica de Valparaíso 30: 117-126.

Sandsten, H., M. Klaassen. 2008. Swan foraging shapes spatial distribution of two submerged plants: favoring the preferred prey species. Oecologia 156: 569-576.

Scott, P. 1972. The Swans. Michael Joseph Ltd., Inglaterra.

Schlatter, R., M. Mathiasson. 1990. Morfometría del Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) en el Santuario de la Naturaleza del río Cruces. Informe inédito, Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Schlatter, R., J. Salazar, A. Villa, J. Meza. 1991a. Reproductive biology of Black-necked swan *Cygnus melancoryphus* at three Chilean wetland areas and feeding ecology at Rio Cruces. En: Sears, J., P.J. Bacon (Eds.), Proceedings of the Third IWRB International Swan Symposium. Waterfowl, Special Supplement, Oxford, pp. 268–271.

Schlatter, R.P., J. Salazar, A. Villa, J. Meza. 1991b. Demography of Black-necked swan *Cygnus melancoryphus* at three Chilean wetland areas. En: Sears, J., P.J. Bacon (Eds.), Proceedings of the Third IWRB International Swan Symposium. Waterfowl, Special Supplement, Oxford, pp. 88–94.

Schlatter, R., R.A. Navarro, P. Corti. 2002. Effects of El Niño Southern Oscillation on numbers of Black-necked Swans at Rio Cruces Sanctuary, Chile. *Waterbirds* 25: 114-122.

Schlatter, R. 2005. Distribución del Cisne de cuello negro en Chile y su dependencia de hábitats acuáticos de la Cordillera de la Costa. En: Smith-Ramírez, C., J. J. Armesto, & C. Valdovinos (Eds), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 498-504.

Schmieder, K., S. Werner, H.G. Bauer. 2006. Submerged macrophytes as a food source for wintering waterbirds at Lake Constance. *Aquatic Botanic* 84: 245-250.

Shimada, T., T. Ueda, M. Hoshi, A. Mori. 2017. Effect of water level on habitat selection by foraging Whooper swans. *Bird Research* 13: 5-9.

Smith, A.N., K.A. Vernes, H.A. Ford. 2012. Grazing effects of Black Swans *Cygnus atratus* (Latham) on a seasonally flooded coastal wetland of eastern Australia. *Hydrobiologia* 697: 45-57.

Søndergaard, M., T.L. Lauridsen, E. Jeppesen, L. Bruun. 1998. Macrophyte-waterfowl interactions: tracking a variable resource and the impact of herbivory on plant growth. En: Jeppesen, E., M. Søndergaard, M. Søndergaard, K. Christofferson (Eds.), *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer, New York, pp. 298-306.

Spalding, M.D., S. Ruffo, C. Lacambra, I. Meliane, L.Z. Hale, C.C. Shepard, M.W. Beck. 2014. The role of ecosystems in coastal protection: adapting to climate change and coastal hazards. *Ocean and Coastal Management* 90: 50-57.

Steubing, L., C. Ramírez, M. Alberdi. 1980. Energy contents of water and bog-plant associations in the region of Valdivia (Chile). *Vegetatio* 43:153-161.

- Stewart, B.A., R. Bally. 1985. The ecological role of the Red-knobbed Coot *Fulica cristata* Gmelin at the Bot River Estuary South Africa: a preliminary investigation. Transactions of the Royal Society of South Africa 45: 419-426.
- Tatu, K.S., J.T. Anderson, L.J. Hindman, G. Seidel. 2007 a. Mute swans' impact on submerged aquatic vegetation in Chesapeake Bay. The Journal of Wildlife Management 71: 1431-1439.
- Tatu, K.S., J.T. Anderson, L.J. Hindman, G. Seidel. 2007 b. Diurnal foraging activities of mute swans in Chesapeake Bay, Maryland. Waterbirds 30: 121-128.
- Universidad Austral de Chile. 2015. Diagnóstico ambiental del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios: 2014-2015. Informe final, Universidad Austral de Chile – Arauco, Valdivia, Chile.
- Universidad Austral de Chile. 2017. Programa de monitoreo ambiental actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios 2016-2017. Informe final, Universidad Austral de Chile – Arauco, Valdivia, Chile.
- Universidad Austral de Chile. 2018. Programa de monitoreo ambiental actualizado del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios 2017-2018. Informe final, Universidad Austral de Chile – Arauco, Valdivia, Chile.
- Vaz-Ferreira, R., F. Rilla. 1991. Black-necked Swan *Cygnus melancoryphus* and Coscoroba Swan *Coscoroba coscoroba* in a wetland in Uruguay. Wildfowl 1: 272-277.

Vilina, Y.A., H.L. Cofré, C. Silva-García, M.D. García, C. Pérez-Friedenthal. 2002. Effects of El Niño on abundance and breeding of Black-necked Swans on El Yali Wetland in Chile. *Waterbirds* 25: 123-127.

Victoriano, P.F., A.L. González, R. Schlatter. 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana* 70: 140-162.

Vila, I., A. Veloso, R. Schlatter, C. Ramírez. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Chile.

Vuilleumier, E. 1997. A large autumn concentration of swans (*Cygnus melancoryphus* and *Coscoroba coscoroba*) and other waterbirds at Puerto Natales, Magallanes, Chilean Patagonia, and its significance for swan and waterfowl conservation. *Ornitología Neotropical* 8:1-5.

Wood, K.A., M.T. O'hare, C. McDonald, K.R. Searle, F. Daunt, R.A. Stillman. 2017. Herbivore regulation of plant abundance in aquatic ecosystems. *Biological Reviews* 92: 1128-1141.

Xia, S., Y. Liu, B. Chen, Y. Jia, H. Zhang, G. Liu, X. Yu. 2016. Effect of water level fluctuations on wintering goose abundance in Poyang Lake wetlands of China. *Chinese Geographical Science* 27: 248-258.

Yarrow, M., V.H. Marin, M. Finlayson, A. Tironi, L.E. Delgado, F. Fischer. 2009. The ecology of *Egeria densa* Planch. (Liliopsida: alismatales): A wetland ecosystem engineer?. Revista Chilena de Historia Natural 82: 299-313.

ANEXOS



Universidad Austral de Chile

Dirección de Investigación y Desarrollo

Valdivia, 25 de agosto de 2015

C.I. N° 548/2015

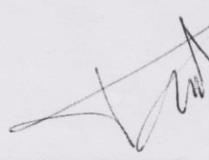
De: Dirección de Investigación y Desarrollo

A: Prof. Eduardo Jaramillo Lopetegui
Instituto de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias

Motivo:

Por intermedio de la presente, informo a usted que su Proyecto “Ecología trófica de las aves acuáticas del humedal del Río Cruces y sus Ríos tributarios bajo distintos períodos de caudal hídrico”, ha sido inscrito en la Dirección de Investigación y Desarrollo con el Código I-2015-10.

Atte.



The stamp contains the text "UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE", "DIRECTOR", "DE", "INVESTIGACIONES", and "DESARROLLO".

Dr. Hans Richter B.
Director de Investigación y Desarrollo

HRB/mcr.
c.c.: Archivo



CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE LOS RÍOS
DEPARTAMENTO DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS
AUTORIZACION Nº 01/2015 PCM/RAA

**AUTORIZACION PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACION EN EL
SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO**

La Corporación Nacional Forestal, CONAF, autoriza a:
Eduardo Jaramillo Lopetegui, rut: 5.626.576-7

Domiciliado en:
Domicilio Laboral: Inst. de Ciencias de la Tierra, Fac.de Ciencias, Edificio Pugín, Campus Isla Teja.
Universidad Austral de Chile.

Domicilio Particular: Campus Isla Teja s/n Edificio Emilio Pugín. Instituto de Ciencias de la Tierra.
Facultad de Ciencias . Universidad Austral de Chile.
Fono: 79378070, Email: ejaramillo@uach.cl

Jefe del proyecto:
**"ECOLOGIA TROFICA DEL CISNE DE CUELLO NEGRO (*Cygnus melancoryphus*) EN EL HUMEDAL
DEL RIO CRUCES Y SUS RIOS TRIBUTARIOS BAJO DISTINTOS PERIODOS DE CAUDAL HIDRICO "**

Patrocinado por:
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Y al investigador asociado, señor:
Carlos Velásquez Gallardo

Para realizar las siguientes actividades individualizadas en la solicitud de investigación presentada a esta Corporación:

Estudiar las relaciones tróficas entre el Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y las macrófitas acuáticas sumergidas más comunes del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios (Lucbecillo, Huiro y Huilo verde)

Se recolectarán fecas frescas de ejemplares adultos de cisnes de cuello negro, dentro de tres sectores ubicados dentro del área del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Los cisnes capturados se liberarán inmediatamente de proceder a la recolección de las fecas.

Las áreas de captura seleccionadas son: sector de Punucapa (entre Península San Ramón y muelle Punucapa), sector Santa Clara (entre sector Plaza de Armas e Isla Rialejo) y sector San Antonio (cercana a confluencia de los ríos Cudico y Nanihue).

Se identificarán las fecas recolectadas y se pesará y medirá (extensión de ambas alas) cada uno de los cisnes de los cuales se recolectan esas fecas.

Para la obtención del material biológico (fecas frescas) se realizarán dos campañas de terreno, una en periodo de alto caudal hidráulico (agosto 2015) y la segunda en periodo de menor caudal (enero de 2016)

El objetivo de la colecta es recolectar fecas frescas de ejemplares de cisne de cuello negro e identificar las especies de macrófitas acuáticas consumidas.

Se recolectarán fecas de 30 ejemplares de cisne de cuello negro. Las fecas se almacenarán en bolsas selladas herméticamente y con alcohol en su interior para la preservación de las mismas.

La colecta se efectuará con apoyo y supervigilancia de guardafaunas de CONAF.



En las siguientes unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado:
Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter

Durante el período comprendido entre:

31/08/2015 y 31/01/2016

Entrega de informe o separata:

Enviar a CONAF copia de Informe final.

Observaciones:

Los investigadores deberán individualizar cada uno de los estudios en la plataforma virtual de CONAF (<https://conaf.chilesinapeleo.cl>), para fines de registro y seguimiento de las actividades.

Los investigadores deberán contactarse previo a su visita a las unidades, con el administrador de la unidad para afinar la coordinación necesaria con el personal de terreno. Los investigadores deberán dictar, si se les solicitará, una charla al personal sobre los objetivos, metodologías o resultados del proyecto de investigación

Si como fruto de esta investigación se detectan genes, moléculas y otros que tengan algún interés comercial de cualquier índole, y éstas o sus derivados se comercializan, el Gobierno de Chile deberá percibir los beneficios que se estipulen en el Convenio sobre la Diversidad Biológica o en los textos legales que lo reglamenten.

Si, como fruto de esta investigación se describen nuevas especies para la ciencia, el material de holotipos deberá ser entregado a la custodia del Museo Nacional de Historia Natural de Chile o a quien este determine. La no entrega, al cabo de tres años de finalizada la investigación, de los holotipos señalados en el párrafo precedente, así como de los informes de terreno o separatas de los trabajos publicados, inhabilitará a todos los investigadores individualizados en la presente solicitud, para realizar nuevas investigaciones en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Los trabajos que se publiquen con los antecedentes obtenidos de este proyecto de investigación deberán consignar las Áreas Silvestres Protegidas donde dichos antecedentes fueron obtenidos y agradecer a la Corporación Nacional Forestal por el permiso otorgado

De acuerdo al compromiso contraído por el investigador en su Solicitud de Investigación, éste declara conocer y se compromete a cumplir las normas del Reglamento sobre Proyectos de Investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado, especialmente aquellas referidas a la entrega de informes de actividades y de eventuales separatas de trabajos publicados.

El investigador desarrollará sus actividades por sus propios medios y a su propio riesgo y declara expresamente que exime de toda responsabilidad a CONAF por toda contingencia, cualquiera fuere su causa y efectos, que comprometan al investigador o a su equipo de trabajo.

El investigador se compromete a obtener cualquier otro permiso requerido por la legislación chilena para el desarrollo de sus actividades.



FIRMA :

NOMBRE : Fredy Ortega Barril

CARGO : Director Regional CONAF, Región de Los Ríos

FECHA : 11 de agosto de 2015

Distribución: Interesado, Unidad, Regional.



GERENCIA DE AREAS PROTEGIDAS Y MEDIO AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE PATRIMONIO SILVESTRE Y DIVERSIDAD BIOLOGICA
AUTORIZACION N° 1 de 2016

**AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EL
SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO**

La Corporación Nacional Forestal, CONAF, autoriza a:
Eduardo Jaramillo Lopetegui

RUT N° de pasaporte: 5.626.576-7

Domiciliado en:
Laboral: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.
Particular: Campus Isla Teja s/n, Edificio Emilio Pugín, Instituto de Ciencias de la Tierra.
Fono: 7 937 80 70 Email: ejaramillo@uach.cl

Jefe del proyecto:
Ecología trófica del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) en el humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios bajo distintos períodos de caudal hídrico.

Patrocinado por:
Universidad Austral de Chile.

Y al (a los) investigador (es) asociado, sr (es):
Carlos Velásquez Gallardo

Para realizar las siguientes actividades individualizadas en la solicitud de investigación presentada a esta Corporación:
Se recolectarán fecas frescas de ejemplares adultos de Cisne de Cuello Negro, dentro de tres sectores ubicados dentro del área del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Los cisnes capturados se liberarán inmediatamente de proceder a la recolección de fecas. Las áreas de captura seleccionada son: sector de Punucapa (entre Península San Ramón y muelle Punucapa), sector Santa Clara (entre sector Plaza de Armas e Isla Rialejo) y sector San Antonio (cercana a confluencia de los ríos Cudico y Nanihue). Se identificarán las fecas recolectadas y se pesará y medirá (extensión de ambas alas) cada uno de los cisnes de los cuales se recolecten esas fecas.

En las siguientes unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado:
Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter

Durante el periodo comprendido entre:
25 marzo 2016 al 31 mayo 2016

Entrega de informe o separata:
Año 2016

Observaciones:
Tomar contacto con administrador y guardaparques al ir a terreno.
Entregar previamente en oficina de Áreas Silvestres Valdivia permiso de SAG a Karin Wegmann, profesional de apoyo de Áreas Silvestres Protegidas.
Se solicita la entrega de informe de actividades en octubre de 2016, detallando trabajo realizado y resultados obtenidos a la fecha.

Se solicita la captura de adultos que no tengan polluelos a su cuidado para evitar perturbar en mayor medida la época reproductiva.

Los investigadores deberán contactarse, previo a su visita a las unidades, con la oficina de Patrimonio Silvestre de las respectivas regiones para afinar detalles referidos al proyecto.

Los investigadores deberán dictar, si se les solicitare, una charla al personal de Conaf de las unidades visitadas sobre los objetivos del proyecto de investigación

Si como fruto de esta investigación se detectan genes, moléculas y otros que tengan algún interés comercial de cualquier índole, y éstas o sus derivados se comercializan, el Gobierno de Chile deberá percibir los beneficios que se estipulen en el Convenio sobre la Diversidad Biológica o en los textos legales que lo reglamenten.

Si, como fruto de esta investigación se describen nuevas especies para la ciencia, el material de holotipos deberá ser entregado a la custodia del Museo Nacional de Historia Natural de Chile o a quien este determine

La no entrega, al cabo de tres años de finalizada la investigación, de los holotipos señalados en el párrafo precedente, así como de los informes de terreno o separatas de los trabajos publicados, inhabilitará a todos los investigadores de la Universidad Austral de Chile para realizar nuevas investigaciones en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Los trabajos que se publiquen con los antecedentes obtenidos de este proyecto de investigación deberán consignar las Áreas Silvestres Protegidas donde dichos antecedentes fueron obtenidos y agradecer a la Corporación Nacional Forestal por el permiso otorgado

De acuerdo al compromiso contraído por el investigador en su Solicitud de Investigación, éste declara conocer y se compromete a cumplir las normas del Reglamento sobre Proyectos de Investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado, especialmente aquellas referidas a la entrega de informes de actividades y de eventuales separatas de trabajos publicados.

El investigador desarrollará sus actividades a su propio riesgo y declara expresamente que exime de toda responsabilidad a CONAF por toda contingencia, cualquiera fuere su causa y efectos, que comprometan al investigador o a su equipo de trabajo.

El investigador se compromete a obtener cualquier otro permiso requerido por la legislación chilena para el desarrollo de sus actividades.

FIRMA :

NOMBRE : Fredy Ortega Barri.

CARGO : Director Región de Los Ríos.

FECHA : 21 marzo 2016

Distribución: Pablo Cunazza, Fredy Ortega, Mario Maturana.





**GERENCIA DE AREAS PROTEGIDAS Y MEDIO AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE PATRIMONIO SILVESTRE Y DIVERSIDAD BIOLOGICA
AUTORIZACION Nº 327840 de 2016**

**AUTORIZACION PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACION EN EL
SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO**

La Corporación Nacional Forestal, CONAF, autoriza a:
Eduardo Jaramillo Lopetegui

RUT: 5.626.576-7

Domiciliado en:
Laboral: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.
Particular: Campus Isla Teja s/n, Edificio Emilio Pugn, Instituto de Ciencias de la Tierra.
Fono: 7 937 80 70 Email: ejaramillo@uach.cl

Jefe del proyecto:
Ecología trófica del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melanocoryphus*) en el humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios bajo distintos períodos de caudal hídrico.

Patrocinado por:
Universidad Austral de Chile.

Y al (a los) investigador (es) asociado, Sr (es):
Carlos Velásquez Gallardo

Para realizar las siguientes actividades individualizadas en la solicitud de investigación presentada a esta Corporación:
Se recolectarán fecas frescas de ejemplares adultos de Cisne de Cuello Negro, dentro de tres sectores ubicados dentro del área del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Los cisnes capturados se liberarán inmediatamente de proceder a la recolección de fecas. Las áreas de captura seleccionada son: sector de Punucapa (entre Península San Ramón y muelle Punucapa), sector Santa Clara (entre sector Plaza de Armas e Isla Rialejo) y sector San Antonio (cerca a confluencia de los ríos Cudico y Nanihue). Se identificarán las fecas recolectadas y se pesará y medirá (extensión de ambas alas) cada uno de los cisnes de los cuales se recolecten esas fecas.

En las siguientes unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado:
Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter

Durante el período comprendido entre:
25 julio 2016 al 15 agosto 2016

Entrega de informe o separata:
Diciembre 2016



Observaciones

Los investigadores deberán contactarse previo a su visita a las unidades, con el administrador de la unidad para afinar la coordinación necesaria con el personal de terreno.

Los investigadores deberán dictar al menos una charla al personal de CONAF atingente a la investigación respecto a los objetivos, metodologías o resultados del proyecto de investigación.

Si como fruto de esta investigación se detectan genes, moléculas y otros que tengan algún interés comercial de cualquier índole, y éstas o sus derivados se comercializan, el Gobierno de Chile deberá percibir los beneficios que se estipulen en el Convenio sobre la Diversidad Biológica o en los textos legales que lo reglamenten.

Si, como fruto de esta investigación se describen nuevas especies para la ciencia, el material de holotipos deberá ser entregado a la custodia del Museo Nacional de Historia Natural de Chile o a quien este determine.

La no entrega, al cabo de tres años de finalizada la investigación, de los holotipos señalados en el párrafo precedente, así como de los informes de terreno o separatas de los trabajos publicados, inhabilitará a todos los investigadores individualizados en la presente solicitud, para realizar nuevas investigaciones en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Los trabajos que se publiquen con los antecedentes obtenidos de este proyecto de investigación deberán consignar las Áreas Silvestres Protegidas donde dichos antecedentes fueron obtenidos y agradecer a la Corporación Nacional Forestal por el permiso otorgado.

De acuerdo al compromiso contraido por el investigador en su Solicitud de Investigación, éste declara conocer y se compromete a cumplir las normas del Reglamento sobre Proyectos de Investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado, especialmente aquellas referidas a la entrega de informes de actividades y de eventuales separatas de trabajos publicados.

El investigador se compromete a obtener cualquier otro permiso requerido por la legislación chilena para el desarrollo de sus actividades. Para ello se exige entregar en oficina de Áreas Silvestres Valdivia permiso de SAG al encargado regional de Investigaciones Científicas en el SNASPE.

Los investigadores deberán individualizar cada uno de los estudios en la plataforma virtual de CONAF (<https://conaf.chilesinapeleo.cl>), para fines de registro y seguimiento de las actividades.

El investigador desarrollará sus actividades a su propio riesgo y declara expresamente que exime de toda responsabilidad a CONAF por toda contingencia, cualquiera fuere su causa y efectos, que comprometen al investigador o a su equipo de trabajo.

En relación a aspectos técnicos del proyecto se indica que:

Se solicita la captura de adultos que no tengan polluelos a su cuidado para evitar perturbar en mayor medida la época reproductiva.



Se solicita el seguimiento de normativas de buena conducta al navegar dentro del Santuario y en su zona de amortiguación, evitando contaminar aguas, provocar ruidos molestos que se relacionen con stress en la fauna del ecosistema humedal, evitar ruptura de flora y vegetación, y extracción de especímenes sin permiso previo, entre otros.

En el caso de uso de embarcación de CONAF, se deberá colaborar con la totalidad del combustible a utilizar.

En el caso de requerir apoyo técnico de personal guardaparque, se deberá solicitar a través de esta vía y coordinar con anticipación.

Las visitas al santuario deberán calendarizarse y avisar previamente al guardaparque administrador encargado del Santuario.

La información recopilada fruto de la investigación en el área protegida deberá ser expuesta al equipo del Santuario y del departamento de Áreas Silvestres Protegidas. Además, el investigador se compromete a realizar al menos 1 charla o taller en una escuela aledaña al santuario, lo que deberá coordinarse con su administrador.

Los ejemplares de aves deberán ser liberados en los mismos sitios de captura debiendo ser mantenidos en condiciones tales que aseguren su adecuado bienestar.

FIRMA :

A handwritten signature 'F.O.' is placed over a circular official stamp. The stamp has text around the border including 'CONAF', 'DIRECCIÓN NACIONAL FORESTAL', 'JEFERÍA', and 'ESTADÍSTICA Y CENSO'.

NOMBRE : Fredy Ortega Baril

CARGO : Director Región de Los Ríos.

FECHA : 14 julio 2016



**GERENCIA DE AREAS PROTEGIDAS Y MEDIO AMBIENTE
DEPARTAMENTO DE PATRIMONIO SILVESTRE Y DIVERSIDAD BIOLOGICA
AUTORIZACION Nº 417735 de 2016**

**AUTORIZACION PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE INVESTIGACION EN EL
SISTEMA NACIONAL DE AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL ESTADO**

La Corporación Nacional Forestal, CONAF, autoriza a:
Eduardo Jaramillo Lopetegui

RUT: 5.626.576-7

Domiciliado en:

Laboral: Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile.

Particular: Campus Isla Teja s/n, Edificio Emilio Pugnín, Instituto de Ciencias de la Tierra.

Fono: 7 937 80 70 Email: ejaramillo@uach.cl

Jefe del proyecto:

Ecología trófica del Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) en el humedal del Río Cruces y sus ríos tributarios bajo distintos períodos de caudal hídrico.

Patrocinado por:

Universidad Austral de Chile.

Y al (a los) investigador (es) asociado, Sr (es):
Carlos Velásquez Gallardo

Para realizar las siguientes actividades individualizadas en la solicitud de investigación presentada a esta Corporación:

Se recolectarán fechas frescas de ejemplares adultos de Cisne de Cuello Negro, dentro de tres sectores ubicados dentro del área del humedal del río Cruces y sus ríos tributarios. Los cisnes capturados se liberarán inmediatamente de proceder a la recolección de fechas. Las áreas de captura seleccionada son: sector de Punucapa (entre Península San Ramón y muelle Punucapa), sector Santa Clara (entre sector Plaza de Armas y Isla Rialejo) y sector San Antonio (cerca a confluencia de los ríos Cudico y Nanihue). Se identificarán las fechas recolectadas y se pesará y medirá (extensión de ambas alas) cada uno de los cisnes de los cuales se recolecten esas fechas.

En las siguientes unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado:
Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter

Durante el período comprendido entre:
23 enero 2017 al 30 Abril 2017

Entrega de informe o separata:
20 diciembre 2017



Observaciones

Los investigadores deberán contactarse previo a su visita a las unidades, con el administrador de la unidad para afinar la coordinación necesaria con el personal de terreno.

Los investigadores deberán dictar al menos una charla al personal de CONAF atingente a la investigación respecto a los objetivos, metodologías o resultados del proyecto de investigación.

Si como fruto de esta investigación se detectan genes, moléculas y otros que tengan algún interés comercial de cualquier índole, y éstas o sus derivados se comercializan, el Gobierno de Chile deberá percibir los beneficios que se estipulen en el Convenio sobre la Diversidad Biológica o en los textos legales que lo reglamenten.

Si, como fruto de esta investigación se describen nuevas especies para la ciencia, el material de holotipos deberá ser entregado a la custodia del Museo Nacional de Historia Natural de Chile o a quien este determine.

La no entrega, al cabo de tres años de finalizada la investigación, de los holotipos señalados en el párrafo precedente, así como de los informes de terreno o separatas de los trabajos publicados, inhabilitará a todos los investigadores individualizados en la presente solicitud, para realizar nuevas investigaciones en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

Los trabajos que se publiquen con los antecedentes obtenidos de este proyecto de investigación deberán consignar las Áreas Silvestres Protegidas donde dichos antecedentes fueron obtenidos y agradecer a la Corporación Nacional Forestal por el permiso otorgado.

De acuerdo al compromiso contraído por el investigador en su Solicitud de Investigación, éste declara conocer y se compromete a cumplir las normas del Reglamento sobre Proyectos de Investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado, especialmente aquellas referidas a la entrega de informes de actividades y de eventuales separatas de trabajos publicados.

El investigador se compromete a obtener cualquier otro permiso requerido por la legislación chilena para el desarrollo de sus actividades. Para ello se exige entregar en oficina de Áreas Silvestres Valdivia permiso de SAG al encargado regional de Investigaciones Científicas en el SNASPE.

Los investigadores deberán individualizar cada uno de los estudios en la plataforma virtual de CONAF (<https://conaf.chilesinpapeleo.cl>), para fines de registro y seguimiento de las actividades.

El investigador desarrollará sus actividades a su propio riesgo y declara expresamente que exime de toda responsabilidad a CONAF por toda contingencia, cualquiera fuere su causa y efectos, que comprometen al investigador o a su equipo de trabajo.

En relación a aspectos técnicos del proyecto se indica que:

Se solicita la captura de adultos que no tengan polluelos a su cuidado para evitar perturbar en mayor medida la época reproductiva.



Se solicita el seguimiento de normativas de buena conducta al navegar dentro del Santuario y en su zona de amortiguación, evitando contaminar aguas, provocar ruidos molestos que se relacionen con stress en la fauna del ecosistema humedal, evitar ruptura de flora y vegetación, y extracción de especímenes sin permiso previo, entre otros.

En el caso de uso de embarcación de CONAF, se deberá colaborar con la totalidad del combustible a utilizar.

En el caso de requerir apoyo técnico de personal guardaparque, se deberá solicitar a través de esta vía y coordinar con anticipación.

Las visitas al santuario deberán calendarizarse y avisar previamente al guardaparque administrador encargado del Santuario.

La información recopilada fruto de la investigación en el área protegida deberá ser expuesta al equipo del Santuario y del departamento de Áreas Silvestres Protegidas. Además, el investigador se compromete a realizar al menos 1 charla o taller en una escuela aledaña al santuario, lo que deberá coordinarse con su administrador.

Los ejemplares de aves deberán ser liberados en los mismos sitios de captura debiendo ser mantenidos en condiciones tales que aseguren su adecuado bienestar.



FECHA : 10 Abril 2017

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=42...>



RESOLUCIÓN EXENTA N°:3670/2016

AUTORIZA AL SR. CARLOS VELÁSQUEZ GALLARDO LA CAPTURA DE AVES CON FINES DE INVESTIGACIÓN.

Santiago, 11/07/2016

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha de 28 de junio del 2016; Ley N° 18.755, Orgánica de este Servicio Agrícola y Ganadero; Ley 4.601, de Caza, modificada por la Ley N° 19.473, de 1996; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura; Resolución N° 2433 del 27 de abril de 2012 del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, modificada por la Resolución Exenta N° 437 del 21 de enero de 2013.

CONSIDERANDO:

1. Que para fines de investigación, el Señor Carlos Velásquez Gallardo, solicita permiso de captura de especies protegidas de la fauna silvestre.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Carlos Velásquez Gallardo, RUT N°16.465.531-8, con domicilio en Villa San Luis, Pasaje Santa Clara N° 160, Comuna de Valdivia, Región de Los Ríos, la captura de Aves, bajo las condiciones de la presente Resolución.

2. Se autoriza la captura de Aves de la especie *Cygnus melanocorypha* (Cisne de cuello negro), por medio de redes, en los sectores de Punucapa, Santa Clara, San Antonio, Comuna de Valdivia, Región de Los Ríos, desde la fecha de esta Resolución hasta el 31 de Agosto de 2016.

3. Se autoriza la captura de un máximo de 30 ejemplares adultos para toma de muestras de fecas, los que serán liberados en el mismo sitio de captura, no pudiendo permanecer en cautiverio por períodos mayores a una hora.

4. Para la Manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y de los investigadores. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región correspondiente al sitio de captura.

5. Para las capturas se autoriza, además, la participación de los Sres. Luis Armando Miranda Herrera, RUT N° 7.007.339-0 y Roberto Hernán Rosas Mena, RUT N° 9.072.203-4, bajo la supervisión del investigador responsable en terreno.

Las capturas y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

6. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios, en caso de realizarse fuera de ellas.

7. En forma previa a la colecta, con al menos 5 días hábiles de anticipación, el investigador deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Los Ríos, al correo del encargado R.N.R., paula.mujica@sag.gob.cl, y al subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos de las capturas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.

8. Una vez concluidas las actividades de terreno, el Sr. Carlos Velásquez Gallardo deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG Central, un informe donde señale la cantidad de ejemplares capturados, indicando las localidades en forma georeferenciada, tanto de la captura, así como detalles del esfuerzo de captura empleado, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas. En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido. En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables.

9. Toda Infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

ANOTESE Y TRANSCRIBASE

<http://ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=42...>



JOSÉ ROBERTO ROJAS CORNEJO
JEFE DIVISIÓN PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Solicitud de captura	Digital			
Correo con antecedentes	Digital			

RAF/AAS

Distribución:

- Marcela Soledad Cespedes Moya - Secretaría Subdepto. de Vida Silvestre - Or.OC
- Daniel Andres Escobar Rojas - Director Regional SAG (S) Dirección Regional de Los Ríos - Or.Lros

División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Paseo Bulnes N° 140



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección url:<http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/A9364B81B68C8F6D7071540ECD0C400154614C22>

6/2/2017

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=49493666**RESOLUCIÓN EXENTA N°:255/2017**

**AUTORIZA AL SR. CARLOS VELÁSQUEZ
GALLARDO LA CAPTURA DE AVES CON
FINES DE INVESTIGACIÓN.**

Santiago, 17/ 01/ 2017

VISTOS:

Lo solicitado por el interesado con fecha de 28 de diciembre del 2016; Ley N° 18.755, Orgánica de este Servicio Agrícola y Ganadero; Ley 4.601, de Caza, modificada por la Ley N° 19.473, de 1996; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura; Resolución N° 2433 del 27 de abril de 2012 del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero, modificada por la Resolución Exenta N° 437 del 21 de enero de 2013.

CONSIDERANDO:

1. Que para fines de investigación, el Señor Carlos Velásquez Gallardo, solicita permiso de captura de especies protegidas de la fauna silvestre.

RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. Carlos Velásquez Gallardo, RUT N°16.465.531-8, con domicilio en Villa San Luis, Pasaje Santa Clara N° 160, Comuna de Valdivia, Región de Los Ríos, la captura de Aves, bajo las condiciones de la presente Resolución.
2. Se autoriza la captura de 30 ejemplares de aves de la especie *Cygnus melanocorypha* (Cisne de cuello negro), por medio de redes, en el Santuario de la Naturaleza Río Cruces y sus río tributarios, comunas de Valdivia y Mariquina, Región de Los Ríos, desde la fecha de esta Resolución hasta el 31 de marzo de 2017.
3. Los ejemplares capturados, una vez tomadas las muestras y las medidas morfológicas, deberán ser liberados en los mismos sitios de captura, lo antes posibles, teniendo en consideración las condiciones de la especie, el estado del individuo y las condiciones de captura. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar, se deberá dar aviso al SAG de la región correspondiente al sitio de captura.
4. Para la manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, que aseguren la protección de la fauna y los investigadores.
5. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del investigador responsable en terreno, a Luis Armando Miranda Herrera, RUT N° 7.007.339-0 y Roberto Hernán Rosas Mena, RUT N° 9.072.203-4.
- Las capturas y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.
6. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios, en caso de realizarse fuera de ellas.
7. En forma previa a la colecta, con al menos 5 días hábiles de anticipación, el investigador deberá informar, por escrito, a la Dirección Regional SAG Región de Los Ríos, al correo del encargado R.N.R., paula.mujica@sag.gob.cl, y al subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail diproren@sag.gob.cl, las fechas y sitios específicos de las capturas, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
8. Una vez concluidas las actividades de terreno, el Sr. Carlos Velásquez Gallardo deberá enviar a la Dirección Regional SAG respectiva y a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG Central, un informe donde señale la cantidad de ejemplares capturados, indicando las localidades

6/2/2017

ceropapel.sag.gob.cl/documentos/documento.php?idDocumento=49493666

en forma georeferenciada, tanto de la captura, así como detalles del esfuerzo de captura empleado, a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas. En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido. En el caso que la captura de individuos no sea efectuada, el interesado deberá de informar el hecho a la División de Protección de Recursos Naturales Renovables.

9. Toda Infracción a las disposiciones contenidas en la Ley de Caza y su Reglamento, y a la autorización que se ha otorgado será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero.

ANOTESE Y TRANSCRIBASE

**JOSÉ ROBERTO ROJAS CORNEJO
JEFE DIVISIÓN PROTECCIÓN DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Solicitud de captura	Digital			

RAF/AAS

Distribución:

- Marcela Soledad Cespedes Moya - Secretaria Subdepto. de Vida Silvestre - Or.OC
- Jorge Octavio Oltra Comte - Director Regional SAG Dirección Regional de Los Ríos - Or.Lros

División Protección de los Recursos Naturales Renovables - Paseo Bulnes N° 140



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799 (Sobre Documentos Electrónicos, Firma Electrónica y Servicios de Certificación de dicha Firma), siendo válido de la misma manera y produciendo los mismos efectos que los expedidos por escrito y en soporte de papel, con firma convencional.

El documento original está disponible en la siguiente dirección
url:<http://firmaelectronica.sag.gob.cl/SignServerEsign/visualizadorXML/9599A94DD0E57F8FD8BEC89B7353D15200A6AAB8>

The screenshot shows an email interface with a header bar containing a search bar, a magnifying glass icon, and a user profile icon with a 'C'.

The main content area displays an email message:

[gn] Acuso recibo de manuscrito

Alfredo Saldaña <admin@gayana.cl>
para mí ▾
21 jun. ⭐ ↻ ▾

Estimado/a Carlos Felipe Velásquez Gallardo,

Gracias por enviar el manuscrito "Inglés" a Gayana. Con nuestro sistema de gestión de manuscritos en línea podrá seguir el progreso a través del proceso editorial, tras iniciar sesión en el sitio web de la revista:

URL del manuscrito: <http://ojs.gayana.cl/index.php/gn/authorDashboard/submission/73>
Nombre de usuario/a: carlos_velasquez_gallardo

Si tiene alguna duda puede ponerte en contacto con nosotros. Gracias por elegir nuestra revista para publicar su trabajo.

Alfredo Saldaña

GAYANA
Sistema Editorial: <http://ojs.gayana.cl/index.php/gn>
Website Oficial: <http://www.gayana.cl>

Haz clic aquí para [Responder](#) o para [Reenviar](#)

Ingreso a proceso de evaluación de por parte de **Gayana** de la Comunicación Breve: **Consumption of aquatic macrophytes by the Red-gartered Coot *Fulica armillata* (Birds: Rallidae) in a coastal wetland of north central Chile.**

6 archivos adjuntos

Aves Chile para mí

Estimado Carlos,

agradezco tu interés en publicar en la Revista Chilena de Ornitología. Procederé en los próximos días a realizar una evaluación previa y luego enviarlo a los correspondientes revisores, de los cuales espero en el corto plazo tener su opinión.

Te saluda muy cordialmente,

Daniel González Acuña
Editor jefe RChO

El 31-07-18 a las 19:31, Carlos Velásquez Gallardo escribió:

Haz clic aquí para [Responder](#) o para [Reenviar](#)

Ingreso a proceso de evaluación por parte de la **Revista Chilena de Ornitología** de la Comunicación Breve: **Catálogo microhistológico de las macrófitas acuáticas de dos humedales costeros de Chile: una herramienta para estudios tróficos en aves acuáticas herbívoras.**

