

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**INSTITUTO DE ZOOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**ENSAMBLE DE AVIFAUNA DEL HUMEDAL DEL RÍO
CRUCES, 1999-2006, PROVINCIA DE VALDIVIA, CHILE.**

Memoria de Título presentada como parte
de los requisitos para optar al **TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO.**

**PALOMA QUEVEDO MONTENEGRO
VALDIVIA-CHILE
2007**

PROFESOR PATROCINANTE:

Dr. Roberto Schlatter

PROFESOR COPATROCINANTE:

Dr. Heraldo Contreras

PROFESORES CALIFICADORES:

Dr. José Antonio de la Vega

Dr. Roberto Schlatter

Dr. Jorge Ulloa

FECHA DE APROBACIÓN:

12 de Julio 2007



*Por la fortuna de vivir.
Gracias por la confianza, el apoyo, y sobre todo, por el amor
entregado...*

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MATERIALES Y MÉTODOS	11
5. RESULTADOS	17
6. DISCUSIÓN	36
7. GLOSARIO	42
8. BIBLIOGRAFÍA	44
9. AGRADECIMIENTOS	51

1. RESUMEN

El Humedal del Río Cruces ha sido catalogado como ecosistema Neotropical de importancia por tratados internacionales. Dado a sus características únicas es, desde 1981, Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica “Carlos Anwandter” y, a la vez, sitio Ramsar con el mismo nombre. Esto debido a que, hasta el año 2003, sustentaba entre otras, una de las poblaciones más grandes de Cisnes de Cuello Negro (CCN; *Cygnus melancorynphus*) y Taguas (*Fulica armillata*) en Latinoamérica. El año 2006, el Humedal fue incluido en el Registro de Montreaux debido a un importante deterioro de sus características ambientales.

Los censos realizados en el área, por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), contemplan más de 20 años de registros sistemáticos. Dichos censos, consideran a las especies más frecuentes, y son dirigidos principalmente al CNN, especie emblemática de la X región. Se realizó una recopilación de información facilitada por CONAF, considerando datos de censos mensuales del periodo 1999-2006, en cuatro sectores del Humedal. Para facilitar el análisis de la avifauna, se incorporó el concepto de gremio trófico. Los datos fueron sometidos a análisis de variabilidad temporal, considerando tres indicadores de diversidad (Riqueza, Abundancia e Índice Simpson inverso), de tal forma de perder la menor cantidad de información posible.

De acuerdo a la metodología aplicada, la Abundancia fue el indicador que presentó los mayores cambios durante el período de estudio. El ensamble analizado presentó una marcada disminución de la Abundancia de las especies dominantes. Además, se observó que las especies Insectívoras y Piscívoras presentaron patrones estacionales.

El análisis efectuado por sector, entregó información respecto a la estructura de los ensambles que se desarrollan en cada uno de ellos, lo cual permitió observar diferencias marcadas en cuanto a las Abundancias y fluctuaciones temporales que dichos ensambles manifiestan. Los sectores que presentaron las mayores Abundancias (uno y dos) son aquellos que se encuentran más abajo en el cauce del río, lo que podría indicar que determinadas características, intrínsecas de estos sectores, favorecen el asentamiento de poblaciones de avifauna acuática. Estos sectores además, mostraron los mayores porcentajes de disminución en sus Abundancias.

Palabras claves: diversidad, humedal, Río Cruces, avifauna acuática, ensamble, gremios

2. SUMMARY

The Río Cruces wetland has been catalogued as an important Neotropical ecosystem by international treaties. It is a unique national Nature Sanctuary and Scientific Research wetland named “Carlos Anwandter”, and also a Ramsar site with the same nomination since 1981. This because, until 2003, it sustained, among others, one of the largest populations of Black-necked swans (CCN; *Cygnus melancoryphus*) and endemic Coots (*Fulica armillata*) in Latin America. Since 2006 it is listed in the Montreaux Record of the Ramsar Convention due to important changes in its ecological character in recent years due to contamination.

Bird census has been conducted by CONAF (Corporación Nacional Forestal) throughout the last two decades. These counts record the most common species of the area while focussing on the Cisne de Cuello Negro (CNN, *Cygnus melancoryphus*), a flagship species for the Río Cruces wetland. Census data for the period between 1999-2006 were made available by CONAF and organized for the purpose of this study. Monthly census data from four principal sectors within the wetland were compared in order to assess possible differences between these. The concept of trophic guild was introduced to facilitate analysis. Data were analysed considering three indicators of diversity (Richness, Abundance and Simpson inverse Index), in such a way to avoid losing the least amount of possible information.

According to the methodology applied, species abundance was the indicator that revealed mayor changes during the observed time period. The studied water bird assemblage showed a pronounced decrease in abundances of the dominant species. We also found seasonal variations in Insectivorous and Piscivorous species.

The analysis of data per sector provided information about the structure of waterfowl assemblages in each of them. Important differences were observed between the sectors concerning abundances and temporal fluctuations of specific species. The two sectors that presented highest abundances are the ones on the most downstream part of the sanctuary. This could indicate that some intrinsic habitat patterns of these sectors favour the establishment of water bird populations. However, these two sectors also showed the mayor percentages of water bird abundance decrease.

Key words: diversity, wetland, Río Cruces, waterbirds, assemblages, guilds

3. INTRODUCCIÓN

3.1. Conservación y biodiversidad.

Los impactos de las culturas humanas desarrolladas son un factor determinante en los procesos naturales de la vida en la tierra. Debido a lo poco sustentable de las prácticas actuales, las poblaciones humanas erosionan fuertemente el capital natural que utilizan para su propio crecimiento, poniendo en peligro su futuro y el de las generaciones venideras. Diversas estimaciones consideran que se utiliza la productividad primaria de la tierra en fracciones substanciales y en permanente aumento (Groom y col 2005), y que en su conjunto, el impacto ecológico de las actividades humanas, se extiende más allá de la capacidad del planeta de proporcionar recursos y de absorber desechos (USEPA 1998). Las tasas de aumento de las poblaciones humanas, y más importante aun, sus niveles de consumo y dispersión, ponen en peligro la existencia de muchas especies y ecosistemas. Mientras los seres humanos se transforman en la especie más numerosa y ampliamente dispersa, sus actividades cambian para siempre los paisajes alterando su biodiversidad. La pérdida de hábitat, incluyendo su conversión, contaminación y fragmentación, constituye una de las principales amenazas para la vida silvestre, al reducir la viabilidad de diversas poblaciones. La sobreexplotación de especies, incluidas la caza, captura, pesca, y los impactos del comercio de especies y piezas de especies constituyen otra amenaza importante. Paralelamente, la llegada o introducción de especies invasoras, en un área o hábitat donde originalmente no estaban presentes, afecta a las comunidades nativas, interactuando directamente a través de predación, parasitismo, transmisión de enfermedades, competencia o hibridamiento, e indirectamente provocando alteraciones graduales en el ambiente y cambios en las dinámicas poblacionales. Otra amenaza importante es la mayor dispersión de enfermedades, reconociéndose cada vez más sus impactos, debido al aumento de su peligrosidad como resultado del estrés provocado por diversos agentes contaminantes. Todo lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático de origen antropogénico, constituye la mayor amenaza que ha enfrentado la biodiversidad de esta era como resultado del desarrollo de una especie (Groom y col 2006).

El término conservación es utilizado para hacer referencia al campo de estudio y acción que se ocupa del manejo del ambiente, a mediano y largo plazo, con el fin de minimizar o reducir tanto como sea posible, el efecto negativo de las actividades humanas en la naturaleza, intentando entregar a otros organismos la mayor cantidad de alternativas para sobrevivir a la breve presencia de nuestra especie en el planeta (Feinsinger 2001). El análisis de la biodiversidad presente en un área determinada ha sido utilizado ampliamente como indicador del estado de conservación de los ecosistemas (Magurran 2004). Componente esencial de la biodiversidad es la variación existente entre los miembros de determinada especie o población (Noss y col 2002). Se entiende por población, un grupo de individuos de una especie en particular, que habitan en un área específica en un momento determinado y con una organización social particular. Poblaciones de diferentes especies que interactúan entre sí sin poseer límites espaciales y temporales exactos constituyen, en términos ecológicos, una Comunidad (Lincoln y col 1982; Galatowitsch y col

1999). Su estructura estará dada por las interacciones que se establecen entre las poblaciones de la misma, condicionando variaciones en el número de especies que la componen, la Abundancia de individuos de cada población, su estabilidad y las relaciones espacio-temporales y tróficas que en ella se desarrollan. Lo anterior permite que se mantenga un equilibrio al interior de la comunidad, que hace posible la supervivencia de la misma. En el estudio de comunidades ecológicas, es necesario establecer límites espaciales y temporales en función de factores determinantes propios de cada investigación (Smith y Smith 2001).

Muchos autores sugieren la utilidad de los análisis de diversidad de especies como variable respuesta en estudios ecosistémicos. Gran parte de los eventos que condicionan cambios en grupos de especies, o alteran la integridad ecológica de determinados ambientes, pueden ser analizados mediante medidas de diversidad aplicadas a un grupo de especies. Actualmente se sabe que para evaluar dicha diversidad existen variados parámetros de utilidad, sobre todo si estos parámetros son considerados en forma conjunta (Feinsinger 2001; Magurran 2004). No existe una única y adecuada forma para estudiar la biodiversidad, el análisis depende del foco que cada investigador desee darle a su trabajo (Begon y col 1990; Magurran 2004).

La Abundancia de una o más especies de aves puede ser por sí solo, un parámetro importante para estimar la calidad ambiental de un área, considerando la sensibilidad de dichas comunidades frente a cambios ambientales y su capacidad para responder rápidamente a tales cambios (Lambeck 1997; Glennon y Porter 2005). Esta declaración evidentemente, no es válida para todas las especies ni para todo tipo de paisaje o ecosistema. De todas formas, la revisión de Bock y Jones (2004) sobre la utilidad de considerar la Abundancia (número de individuos) de aves como medida indirecta de calidad ambiental, confirma la conveniencia del método (Skagen y col 2000; Padoa-Schioppa y col 2006).

El análisis del impacto de las actividades humanas en distintas comunidades de aves, ha permitido detectar efectos profundos en la Riqueza de especies, la Abundancia y la composición de dichas comunidades. Observando que bajos niveles de desarrollo urbano pueden aumentar la Riqueza de especies gracias a la presencia de recursos adicionales, tales como vegetación ornamental, sitios artificiales de nidificación y fuentes de alimento generadas por desechos humanos. Por el contrario, niveles altos de desarrollo tienen como resultado comunidades de aves empobrecidas, dominadas por unas pocas especies que son generalmente las más comunes (Rottenborn 1999).

3.2. Humedales y Convención Ramsar.

Una gran diversidad de aves acuáticas encuentra condiciones óptimas para el desarrollo de sus poblaciones en extensiones de tierra sumergida, gracias a características propias de este tipo de territorios que facilitan los procesos reproductivos y de crianza de muchas de estas especies. Los territorios sumergidos, agrupados bajo el término de *humedal*, presentan marcadas diferencias entre ellos. De hecho existen muchas definiciones de humedal. Ejemplo de esto es la definición amplia y general que planteó Keddy (2000), según la cual:

“Humedal es aquel ecosistema que surge producto de una inundación, temporal o permanente, cuando se generan sustratos caracterizados por procesos anaeróbicos que fuerzan a los componentes bióticos, particularmente plantas, a exhibir adaptaciones que les permitan sobrevivir en condiciones de inundación”.

Debido a esta gran variedad de ambientes con características de humedal, la Convención de Ramsar sobre los Humedales aplica un criterio amplio a la hora de determinar cuáles quedan sujetos a sus disposiciones. Con arreglo al texto de la Convención (Artículo 1.1), se entiende por humedales:

"Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros" (Ramsar 2006).

Las características de cada humedal estarán dadas por la acción conjunta de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en los cuatro componentes que los conforman (*i.e.* agua, biota, sustrato y sólidos suspendidos) (Cole 1998; Lytle y col 1998). Ejemplo de esta interacción es la alteración del régimen de suelo producida por la escasa profundidad del nivel freático, que tiene como resultado la presencia de vegetación exclusivamente adaptada a estas condiciones, que reemplaza a las especies terrestres normales e induce la presencia de fauna endémica y altamente diferenciada en las zonas adyacentes a los humedales (Kracauer y col 1997; Cronk y Fennessy 2001). Estas áreas inundadas son una de las principales características de los paisajes en gran parte del mundo. Debido a esto muchas culturas han vivido e incluso dependido de estos ecosistemas por siglos. Sin embargo, la expansión de las culturas desarrolladas ha cambiado la historia moderna de los humedales, generando la desaparición, de estos valiosos ecosistemas a tasas alarmantes. Hoy su vital importancia está siendo reconocida, y su protección es regulada en muchos lugares del mundo (Micacchion 2004; Crewe y Timmermans 2005).

Los humedales tienen propiedades que no quedan adecuadamente entendidas por la actual ecología terrestre y acuática, sugiriendo la necesidad de crear una ciencia de humedales como disciplina aparte, que abarque variados campos de estudio, como la ecología, terrestre y acuática, la química, la hidrología y la ingeniería. Debido a sus condiciones hidrológicas, y al rol que cumplen como ecotono entre sistemas acuáticos y terrestres, los humedales son ecosistemas únicos, por lo cual su manejo requiere del entendimiento de aspectos científicos, en balance con las realidades legales, institucionales y económicas relacionadas. Por lo anteriormente expuesto, y junto al creciente interés por los humedales, se desarrolla una comunidad de profesionales y un gran número de revistas y literatura asociada a su conocimiento (Fennessy y col 2001; Lane 2003).

A pesar de las grandes extensiones de tierra que presentan características de humedal en el mundo, recién a partir de la década del setenta se han desarrollado algunos programas para comprender y estudiar la función e importancia de los humedales para el medioambiente en general. En este contexto surge la Convención sobre Humedales Ramsar, tratado intergubernamental aprobado el 2 de febrero de 1971 en Ramsar, Irán, en el cual son abordados temas relativos a la conservación y uso racional de los humedales. Este tratado entró en vigor en

1975, y en la actualidad más de cien países han adherido, logrando reconocimiento internacional por la importancia de los humedales, principalmente, como hábitat de aves acuáticas (CONAF 1999). Los estados contratantes, al ratificar la Convención, aceptan cuatro obligaciones principales:

- i) Incluir al menos un humedal de su territorio en la lista Ramsar de Humedales de importancia internacional y mantener las características de los humedales en cuestión;
- ii) Hacer uso racional de todos los humedales de su territorio, estén o no incluidos en la Lista;
- iii) Establecer reservas naturales en humedales y dotarlas de personal adecuadamente capacitado para su custodia y manejo;
- iv) Promover la cooperación internacional, especialmente cuando se refiere a humedales transfronterizos y especies acuáticas migratorias (CONAF 1999).

Chile ratificó esta Convención como Ley de la República, a través del D.L. N° 3.485 del Ministerio de Relaciones Exteriores, el 10 de septiembre de 1980 y, según lo dispuesto en la ley N° 17.288 de Monumentos Nacionales, declara Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica al lecho, islas y zonas de inundación del Río Cruces y Chorocamayo, entre el extremo norte de la Isla Teja por el sur y 2 Km. al norte del Castillo San Luís del Alba por el norte, mediante el D.S. N° 2.734 del Ministerio de Educación, el 3 de junio de 1981 (Schlatter 1992; CONAF 1999). Actualmente existen en Chile nueve sitios Ramsar, que abarcan en total 159.154 hectáreas (*i.e.* Bahía Lomas, 58.946 ha, XII Región; Santuario Carlos Anwandter, 4.877 ha, X Región; Humedal el Yali, 520 ha, V Región; Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa, 62.460 ha, III Región; Salar de Surire, 15.858 ha, I Región; Salar de Tara, 5.443 ha, II Región; Salar del Huayco, 6.000 ha, I Región; Santuario de la Naturaleza Laguna Conchalí, 34 ha, IV Región; Sistema hidrológico de Soncor, 5.016 ha, II Región) (CONAMA 2007).

Dentro de las instituciones encargadas de la implementación de la Convención en Chile destacan el Ministerio de Relaciones Exteriores, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, que ha publicado la Estrategia Nacional de Humedales (CONAMA 2005), y la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Siendo esta última la encargada de implementar el convenio en nuestro país (CONAF 1999).

3.3. Avifauna acuática chilena.

Las aves son el grupo de vertebrados de mayor Riqueza específica en Chile. No hay especies endémicas en el país debido a sus atributos de alta vagilidad (movilidad). De las aproximadamente 462 especies registradas, 133 (29%) habitan ambientes acuáticos continentales siendo, gracias a su Riqueza y singularidad, un grupo importante en la estructuración de los ecosistemas de humedales (Araya y Millie 1996; SAG 2006). Este 29% incluye diez órdenes, el mejor representado de ellos, es el de los Charadriiformes (playeros, becacas y gaviotas) con 51 especies, seguido por los órdenes Anseriformes (patos y gansos) y Ciconiiformes (garzas y bandurrias), con 29 y 18 especies respectivamente (Marín 2004; Victoriano y col 2006; Schlatter y Sielfeld 2006; Vilina y Cofre 2006).

Los primeros estudios científicos referentes a las aves de Chile los realizaron L. Landbeck y RA Philippi, a mediados del siglo XIX. Luego, en 1782, surge el primer texto recopilatorio de la literatura ornitológica chilena, gracias a una revisión crítica de Molina (1782), realizada por Philippi en 1864. Posteriormente, a mediados del siglo XX, Goodall y col (1946 y 1951), y más tarde Johnson (1965 y 1967), incluyen en sus textos la totalidad de la avifauna chilena registrada hasta la fecha. En los años siguientes, el estudio de las aves en Chile, estuvo remitido por largo tiempo a informar sobre la presencia de especies en determinadas áreas geográficas, incorporándose solo en las dos últimas décadas, trabajos más detallados que abarcan temas como la ecología y el comportamiento de las poblaciones (Kennedy 1977; Riveros y col 1981; Schlatter y col 1991 y 2002; Vilina 1995).

El mayor aporte de antecedentes de la avifauna acuática, a nivel nacional, ha sido entregado por aficionados amantes de las aves. Gracias a ellos, actualmente en el país la situación, de la avifauna particularmente, en términos taxonómicos parece haber llegado a una fase estable. Sin embargo, el grado de conocimiento sobre aspectos biológico-evolutivos es aun bastante insuficiente, siendo pocas las especies presentes en Chile que son incluidas en análisis de relaciones filogenéticas y, menos aún, los trabajos basados en estudios moleculares (Victoriano y col 2006).

Schlatter en 1979 realiza un análisis referente a las tendencias de la ornitología chilena. En él concluye que los estudios distribucionales constituían las áreas de mayor desarrollo en la época, seguidos de los estudios de Abundancia mediante censos y de dinámicas poblacionales, siendo los menos numerosos aquellos referentes a status de protección y conservación. De igual forma en 1993, Lazo y Silva determinan que el 28% de los trabajos de investigación ornitológica, publicados entre los años 1970 y 1992, hacían referencia a estudios sobre distribución de especies (Lazo y Silva 1993). Actualmente, para tener una visión general del estado de conocimiento de la avifauna chilena, se puede recurrir a la exhaustiva recopilación de literatura asociada, realizada por Enrique Silva (Científico del Centro de Investigación Avanzada en Ecología y Biodiversidad del Departamento de Ecología de la Pontificia Universidad Católica de Chile, CASEB). Dicha revisión contempla artículos ornitológicos referentes a las aves de Chile publicados entre los años 1847 y 2005 (Victoriano y col 2006).

3.4. Censos de aves.

Las aves son relativamente más fáciles de reconocer, más simples de localizar y de censar, que otros grupos taxonómicos, por lo que son utilizadas como indicadores del estado de un ecosistema, siendo además especies claves para la educación y difusión de temas relacionados con la conservación. Si se cuenta con el conocimiento suficiente para establecer una línea base de distribución y Abundancia de avifauna, la implementación de sistemas de monitoreo, puede identificar cambios en dichas poblaciones y en la distribución de las mismas, permitiendo relacionar tales cambios, con el estado ambiental de un área y con los efectos de determinadas amenazas (O'Connell y col 1998; Chetri y col 2001; Craigie y col 2003; Bock y Jones 2004; Crew y Timmermans 2005).

El número de aves presentes en un lugar, o la densidad de aves en un hábitat en una temporada, tiene un valor preciso, valor real que, frecuentemente, es desconocido por nosotros. Debido a que algunas aves son extremadamente móviles, esquivas o poseen comportamientos migratorios, no siempre es posible contabilizar el número total de individuos presentes en un lugar, por lo tanto desarrollamos experimentos para estimar dicho valor. Estos experimentos son, en muchas ocasiones, muestras que sólo permiten observar una proporción del área que realmente es ocupada por una especie. La diferencia entre una estimación y el valor real es llamada error de estimación. Resultados con la mínima variación posible, proveniente de dichas fuentes de error, son extremadamente precisos y certeros, conceptos de suma importancia que deben ser considerados siempre al momento de diseñar estudios de censos de aves (Gilbert y col 1998; Bibby y col 2000).

La elección de un método de censo adecuado es relativamente sencilla, siempre y cuando los propósitos para efectuarlo estén claros y previamente establecidos. Es un error apresurarse en terreno y comenzar a contar sin primero decidir qué método proveerá aquellos resultados de mayor utilidad. Un proyecto no alcanzará su potencial a menos que sus objetivos sean apropiadamente comprendidos antes de comenzar la colección de datos. Contabilizar el número exacto de individuos es a menudo difícil, pero para muchos propósitos puede no ser realmente necesario. La clave de un buen estudio está en reconocer qué tipo de datos son los que realmente se necesitan, teniendo en cuenta todas las debilidades inherentes de cada método. Consideraciones sobre la exactitud de una técnica de censo, y la precisión de sus resultados son extremadamente importantes, dado que el método perfecto para censar aves realmente no existe. Esta deficiencia no debe impedir la extracción de resultados de utilidad de un estudio adecuadamente preparado. Uno de los objetivos más sencillos, es tratar de descubrir qué especies ocurren en un área, como línea base para facilitar estudios descriptivos más detallados, especialmente en lugares con antecedentes limitados. Una lista de especies, tal vez con aproximaciones del número de individuos o categorías de Abundancia, puede ser sorprendentemente informativa. Métodos más elaborados se pueden desarrollar para contar determinadas especies, o para manejar altas concentraciones de aves en un área determinada. Resulta imposible aplicar un solo método para contar con exactitud todas las especies, esto debido a que algunas aves son mucho más difíciles de encontrar y contar que otras. Establecer exactamente cuántas aves existen en un lugar resulta apropiado en estudios extensivos sobre determinadas especies, lo cual puede ser un tanto tedioso pero de gran valor, especialmente si es factible contar la población completa presente en un área. Tal información a menudo requiere del esfuerzo de gran número de trabajadores en terreno, siendo además sumamente difícil estimar cuán certero es dicho resultado, dado que las debilidades propias de cada método aún no han sido completamente comprendidas. Para especies particularmente visibles, características de Abundancia y ámbito de hogar pueden ser suficientemente claras, permitiendo sobrepassar algunas deficiencias de los métodos actualmente utilizados (Bibby y col 2000).

Las técnicas de censos de aves son hoy día utilizadas frecuentemente en el Estudio de Impactos Ambientales (EIAs) y en la determinación del éxito o fracaso de programas de manejo de áreas protegidas en países europeos. La directiva para aves silvestres de la Unión Europea, dictaminó que áreas que regularmente mantienen al menos el 1% de la población global de una especie o subespecie de aves acuáticas, o concentraciones superiores a 20.000 individuos, son internacionalmente importantes, y áreas que mantienen el 1% de la población de una especie en un país, son consideradas de importancia nacional. Estas áreas, son definidas como “áreas con

protección especial” o “Specially Protected Areas” (SPAs, por su acrónimo en inglés). En el caso de una SPAs, el gobierno está legalmente obligado (según la legislación europea) a asegurar que se aplicarán criterios adecuados de conservación en el área, y que su nivel de importancia para la conservación no se vera deteriorado (Bibby y col 2000).

3.5. Avifauna censada en el Humedal del Río Cruces.

La avifauna censada por CONAF, en el Humedal del Río Cruces, entre los años 1999 y 2006, corresponde a 36 especies, representantes de 16 familias. En este ensamble predominan las especies pertenecientes a las familias Ardeidae y Anatidae, con seis y cinco especies, respectivamente. El 69,6% de especies restantes, lo conforman familias con hasta tres especies representantes en el Humedal (Tabla 1) (Schlatter y Simeone 1995; CONAF 1999).

Estudios realizados a mediados de la década del noventa en el área del Santuario y sus alrededores, identificaron cerca de 110 especies de avifauna, de las cuales el 75% fueron consideradas residentes, 17% visitantes y 8% como especies avistadas ocasional o accidentalmente en el sector. Respecto de la categorización trófica, se estableció que 79 especies se alimentaban principalmente de artrópodos, 45 de vegetales y 35 de granos, observándose poca representatividad de especies piscívoras. Además, se observó que en términos generales la diversidad, la Riqueza y la Abundancia de individuos, presentaban una tendencia al aumento en las temporadas estivales, al contrario de la dominancia de especies que aumentaba en invierno. De la misma forma se determinó que la Tagua (*Fulica armillata*) era la especie dominante, representando el 65% del total, y que el Cisnes de Cuello Negro (CNN, *Cygnus melancoryphus*), una de las especies más características en el Humedal, era la segunda en importancia numérica, representando el 35% del total de individuos censados (Schlatter y Simeone 1995; Schlatter y Simeone 1996). Posteriormente, se observó que hasta el año 2003, el área reunía uno de los centros reproductivos más importantes de esta especie en el Cono Sur, con más de 500 parejas activas (Schlatter y col 2002 y 2003).

Durante el año 2004 se produjo una alteración significativa en la calidad de las aguas del Humedal (cambios en: conductividad, concentración de oxígeno, DBO₅, DQO, cobre, sólidos suspendidos inorgánicos, sólidos disueltos, aluminio, sulfato, clorato, cloruros, sodio y AOX), lo que afectó distintos procesos fisicoquímicos que se desarrollan en su interior, provocando una notable disminución de la cobertura vegetal, en especial de la macrófita *Egeria densa* (*i.e.* lucheillo), lo que a su vez afectó rápidamente a las especies de fauna silvestre que dependen directamente de ella (Crowder y Painter 1991; UACH/CONAMA 2005; Jaramillo y col 2007). En el estudio de la Universidad Austral de Chile (UACH/CONAMA 2005) se analizó la variabilidad de la Abundancia de la



Foto 1. Colonia de CCN, Humedal Río Cruces, previo 2004

avifauna para el periodo 1999-2004, considerando los totales mensuales para cada especie, estableciéndose que la Abundancia de las especies dominantes (*i.e.* CCN y Taguas) en general, presentó una baja variabilidad temporal. A su vez, las especies raras o con baja ocurrencia, presentaron altos valores de variabilidad temporal en el periodo de estudio. Sin embargo, no se evaluaron en profundidad las eventuales diferencias interanuales y espaciales en las Abundancias poblacionales y la diversidad del ensamble de aves del Santuario.

En base a los antecedentes mencionados, esta investigación plantea las siguientes hipótesis:

1.- La estructura del ensamble de aves no presenta diferencias interanuales y espaciales entre el verano de 1999 y veranos siguientes hasta el 2006.

2.- La variabilidad temporal de los distintos grupos tróficos de aves presentes en el Santuario es similar durante el periodo en estudio.

3.6. OBJETIVOS.

OJETIVO GENERAL:

Estudiar la variación espacial y temporal del ensamble de aves del Humedal del Río Cruces, Valdivia, Chile, entre los años 1999-2006.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- i) Determinar la Riqueza de especies de la avifauna censada entre los años 1999-2006.
- ii) Analizar la variación temporal de la diversidad de los grupos funcionales de la avifauna censada durante siete años.
- iii) Caracterizar los sectores censados en términos de dominancia de especies.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron datos de censos mensuales realizados por CONAF, en un periodo de siete años tres meses. El equipo de guardas encargado de los censos es el mismo durante todo el periodo en estudio (*i.e.* 1999-2006). Se considera la superficie que conforma la propuesta de Reserva Nacional Río Cruces, contemplando cuatro sectores de observación, cada uno con subsectores determinados por las torres de observación.

4.1. Área de estudio.

El Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica Carlos Anwandter o Río Cruces (4.877 ha), se ubica dentro del Humedal del Río Cruces, cuya superficie aproximada es de 6.373 hectáreas, abarcando desde los 39° 34' y 39° 49' latitud sur a los 73° 02' y 73° 18' longitud oeste, en la provincia de Valdivia, específicamente en las comunas de Mariquina, Valdivia y Máfil, perteneciendo administrativamente a la Décima Región de los Lagos (Schlatter y Mancilla 1998 a y b; CONAF 1999).

Las condiciones de inundación generadas por el sismo que afectó a la zona sur de Chile en 1960, permitieron que las áreas aledañas al último tramo del cauce mayor de los ríos Cruces, Pichoy y Cayumapu, fueran colonizadas por plantas acuáticas y ribereñas dando origen a uno de los humedales más grandes y ricos del país (Salazar 1988; Schlatter y Simeone 1995). Este Humedal desempeña un papel vital en el control del sedimento y la erosión, gracias a la baja velocidad de su caudal. Adicionalmente, presenta sectores de hualves o pitrantos que disminuyen las inundaciones, ayudan a mantener la calidad y el suministro de agua, y son esenciales en la reducción de los contaminantes presentes en el Río Cruces. Por otra parte, el Humedal ha sido considerado como un área capaz de mantener una de las comunidades de avifauna más grandes del país. Ejemplos de esta gran diversidad son: el Cormorán negro o Pato yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), cuatro especies de garza: la Garza cuca (*Ardea cocoi*), la Garza grande (*Casmerodius albus*), la Garza chica (*Egretta thula*), y la Garza boyera (*Bubulcus ibis*), la Bandurria (*Theristicus melanopis*), el Zarapito (*Numenius phaeopus*), el Pidén (*Rallus sanguinolentus*), el Huairavo (*Nycticorax nycticorax*) y el Pimpollo (*Podiceps rolland*), entre otros. Es por esta gran diversidad de avifauna presente en el Humedal, que CONAF ha realizado censos mensuales de CCN desde 1987 y, a partir de 1999, del total de la avifauna presente en el Humedal, en forma sistemática y con una misma metodología. Tales censos consideran por lo general 36 de las 110 especies identificadas en el área, siendo éstas las que se presentan en mayor frecuencia y Abundancia. Dichas especies, son contabilizadas con una técnica de censo mixta, en cuatro sectores definidos arbitrariamente en el área del Santuario, además de sectores adicionales circundantes (CONAF 1999).

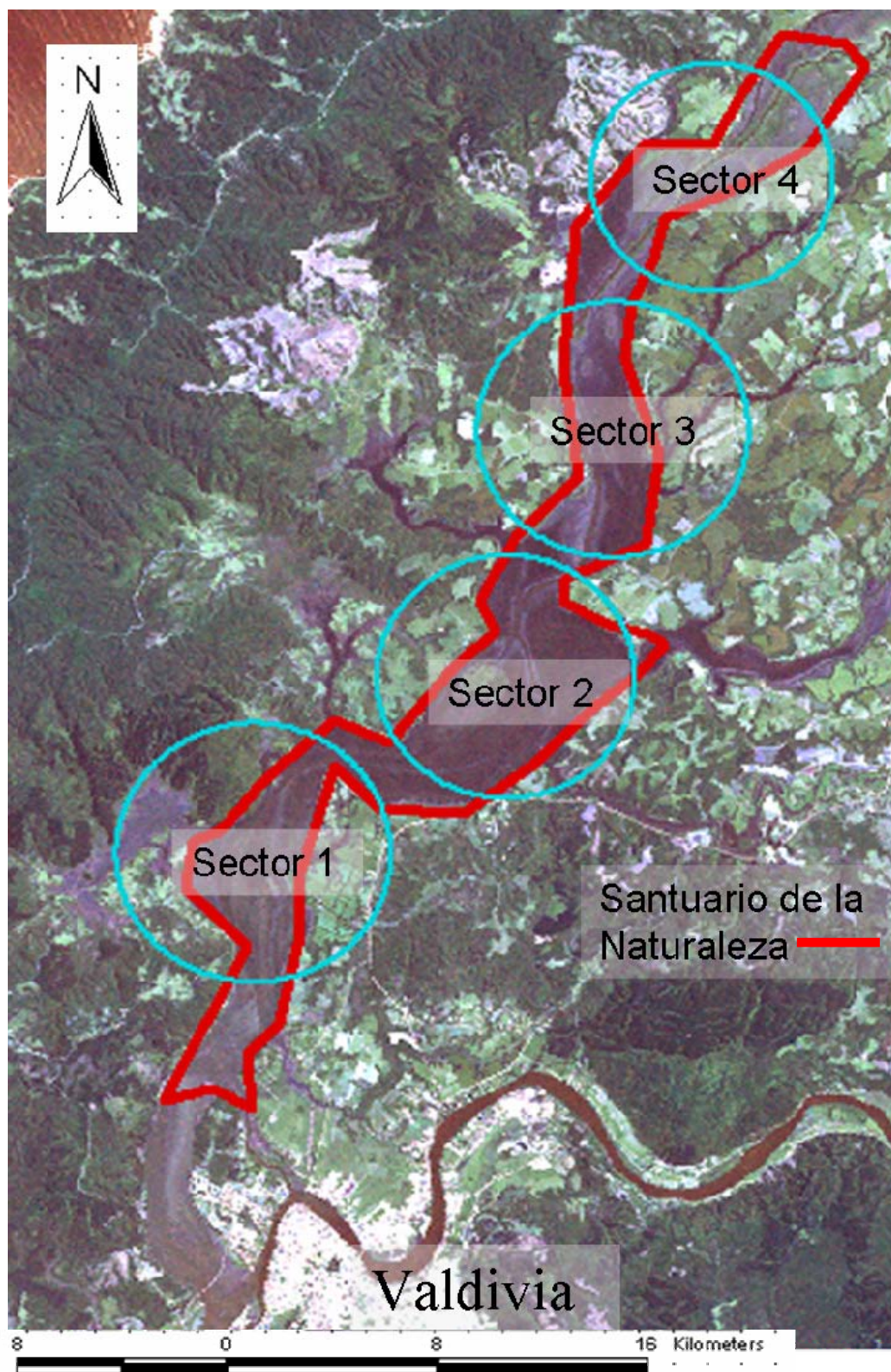


Figura 1. Mapa Humedal del Río Cruces, Provincia de Valdivia, X Región de Los Lagos, Chile. La línea de color rojo indica el límite correspondiente al Santuario de la Naturaleza.

El área del Humedal, sitio Ramsar desde 1981, fue incluido en el Registro de Montreux el año 2006, debido a la importante alteración de la calidad de sus aguas (cambios en: conductividad, concentración de oxígeno, DBO₅, DQO, cobre, entre otros) (UACH/CONAMA 2005, Jaramillo y col 2007).

4.2. Metodología censal.

Los censos comienzan en la mañana y son realizados en dos días de trabajo, por lo general, entre el día 25 y 30 de cada mes, recorriendo el área en dos botes con motor fuera de borda (25 y 30 hp). Un día, es utilizado para censar sólo los CCN, y el otro día se estiman las Abundancias de las especies restantes. Los guardaparques realizan el catastro desde las torres y desde las embarcaciones en movimiento. El equipo utilizado para los censos consiste en binoculares estándar, contadores manuales y libretas de apuntes. La metodología de censo utilizada considera solo los individuos visualizados desde las torres de observación y durante el desplazamiento de las embarcaciones. Las figuras que se analizarán, darán luz de la calidad de las técnicas censales o estimativas, para interpretar en forma adecuada tendencias y dinámica poblacional.

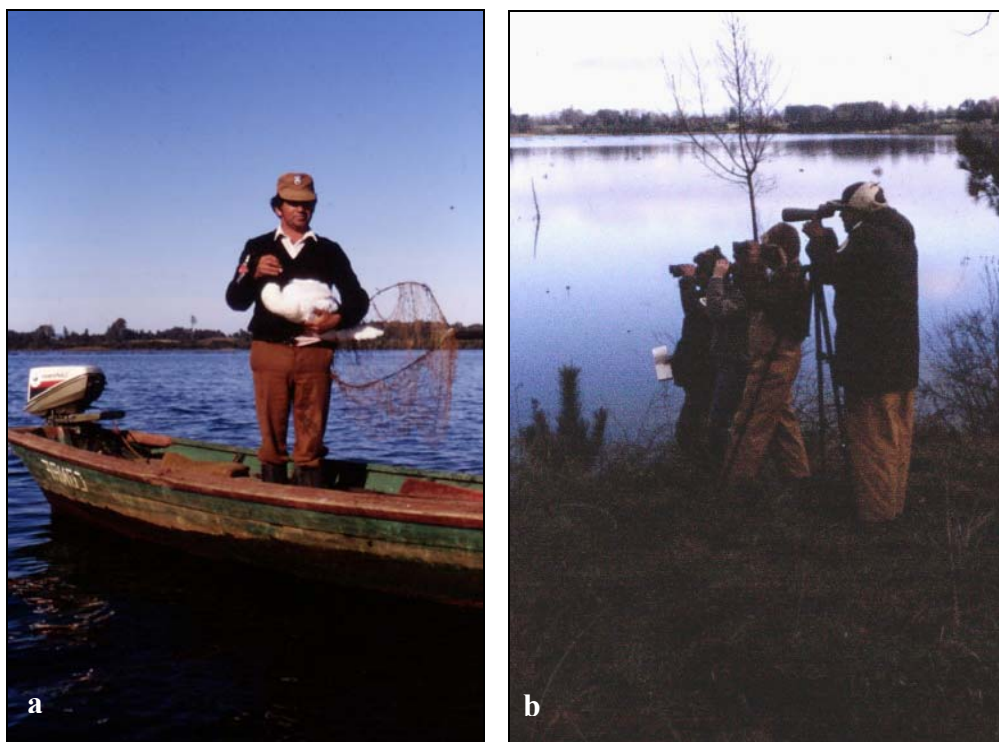


Foto 2. a. Luis Miranda, guardaparque de CONAF después de capturar un ejemplar de CCN en el Santuario de la Naturaleza. **b.** Guardaparques en sesión de censos de aves acuáticas desde un punto de referencia en el Humedal del Río Cruces (1980 aprox.).

4.3. Análisis de resultados.

Los datos entregados por CONAF fueron procesados y analizados en varias etapas, la Figura 2 muestra una síntesis de los pasos seguidos.

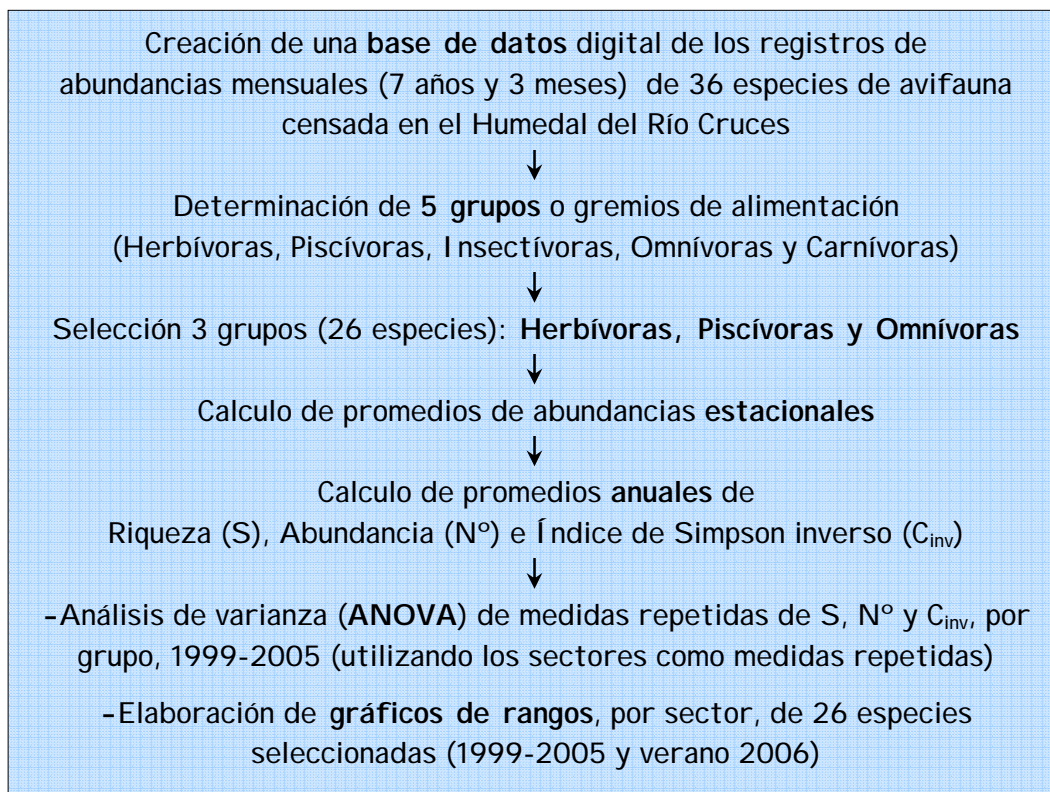


Figura 2. Esquema del proceso de análisis

Debido al gran número de especies de avifauna que habitan en el humedal, y a que el presente estudio apunta al entendimiento de las fluctuaciones de la comunidad de aves, como un ensamble, por sobre las fluctuaciones de cada especie en particular, se decidió agrupar las especies según tipo de alimentación para facilitar el análisis de los datos de Abundancia (*i.e.* grupos o gremios funcionales de alimentación o tróficos). El criterio de inclusión, para la clasificación según alimentación, minimiza el número de grupos funcionales de forma tal de facilitar los análisis posteriores. Por lo cual, especies carroñeras son consideradas en el grupo Carnívoras, y aves poco estrictas en cuanto a su alimentación fueron agrupadas como Omnívoras, quedando en este último grupo especies muy distintas desde el punto de vista taxonómico. La tabla 2, presenta las especies ordenadas según grupo funcional de alimentación, además de cuatro criterios adicionales, de migración, utilización del área, frecuencia y Abundancia (Guadagnin y col 2005), los cuales permiten tener una idea del comportamiento de cada especie dentro del área de estudio.

El Trabajador común (*Phleocryptes melanops*), la Torcaza (*Patagioenas araucana*) y el Cisne coscoroba (*Coscoroba coscoroba*), no aparecen mencionadas en las tablas anteriormente descritas debido a la irregularidad con que estas especies son avistadas en el Humedal. Por otra

parte, el Huairavo (*Nycticorax nycticorax*), el Huairavillo (*Ixobrychus involucris*) habitante de la zona intrapajonal, la Becacina (*Gallinago paraguaiiae*), el Jote (*Coragyps atratus*), el Peuco (*Parabuteo unicinctus*), el Traro (*Polyborus plancus*), el Águila pescadora (*Pandion haliaetus*), que incursionan y sobrevuelan ocasionalmente el Santuario, y el Pidén (*Rallus sanguinolentus*), especie críptica, difícil de observar y cuantificar, no fueron considerados en los análisis debido a que la metodología censal utilizada (*i.e.* durante el día) no permite registrar certeramente aves de hábitos nocturnos, ó porque sólo existían registros para uno o dos años del periodo, o presentaban una frecuencia de observación irregular, que podía afectar la interpretación de los análisis. Por último, para todos los análisis estadísticos, la Gaviota cáhuil (*Larus maculipennis*), que en la Tabla 2 aparece clasificada como Omnívora, fue considerada como Piscívora por motivos funcionales. Por lo antes expuesto, los grupos analizados son tres, Herbívoras, Piscívoras e Insectívoras.

Para establecer las características de migración y de utilización del área para cada especie, se definieron criterios básicos de clasificación según información facilitada por el Dr. Roberto Schlatter, docente de la Universidad Austral de Chile, con gran trayectoria en estudios sobre la avifauna del sector. Para los siguientes dos criterios de clasificación, frecuencia y Abundancia, se utilizó la base de datos construida a partir de la información entregada por CONAF. En el caso de la frecuencia de presentación, se calculó el promedio de meses por año en que cada especie era observada en el Humedal, excluyendo el año 2006. Seguidamente, se dividió en cuatro la frecuencia total posible, lo cual establece los siguientes grupos de clasificación: Raro, Ocasional, Frecuente y Permanente, según el número de meses en el año en que cada especie es visualizada por los guardas. Por otra parte, para el criterio de Abundancia se calculó el número total de individuos por especie para cada año y se dividió por la frecuencia promedio de observación calculada anteriormente. Las cifras obtenidas fueron divididas arbitrariamente para determinar cinco grupos de Abundancias promedio (*i.e.* Escasos individuos, Pocos individuos, Abundante, Muy abundante y Dominante). Estos criterios entregan información suficiente para obtener una imagen del tipo de presentación de cada especie en el área del Santuario.

Con el objetivo de evaluar la variabilidad estacional de la avifauna, los registros mensuales fueron agrupados en verano (enero, febrero y marzo), otoño (abril, mayo y junio), invierno (julio, agosto y septiembre) y primavera (octubre, noviembre y diciembre).

Para evaluar eventuales diferencias entre años, se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas (Zar 1999), considerando los sectores como unidades de medidas repetidas, comparando los promedios anuales de tres estimaciones de diversidad de especies. Estos análisis no consideran el año 2006 debido a que sólo se cuenta con la información de los censos realizados durante el verano de ese año. Los parámetros, o estimadores de diversidad, analizados para cada grupo funcional, son la Riqueza (**S**, número de especies), la Abundancia (**N°**, número de individuos) y el Índice Simpson inverso (**C_{inv}**). Este último integra las dos medidas antes mencionadas en un solo valor que entrega información referente a la importancia numérica de las especies del ensamble en cada grupo. Es más fácil de calcular e interpretar que otros Índices de diversidad (Feinsinger 2001). De igual manera, se evaluaron posibles diferencias estacionales, analizando las estaciones de forma independiente. Las diferencias significativas fueron analizadas con el test de Tukey HSD, tanto para datos anuales como para los estacionales (Zar 1999).

Finalmente, para visualizar los cambios en cuanto a la dominancia de especie en los distintos sectores censados, se construyeron gráficos de rangos para cada sector, considerando nuevamente desde el año 1999 hasta el 2006. En este tipo de análisis la importancia relativa de cada especie, respecto a la Abundancia total para cada año, es presentada en forma de logaritmo (\log_{10}). Los resultados fueron ordenados en rangos de acuerdo a su posición relativa, situando en la parte superior de la curva aquellas especies que presentaron las mayores Abundancias (Feinsinger 2001).

5. RESULTADOS

La Tabla 1 presenta las especies de avifauna con registros constantes para el período de estudio (1999-2006).

Tabla 1. Criterios de protección y estado de conservación de las aves acuáticas reconocidas para el Humedal del Río Cruces de acuerdo al Servicio Agrícola y Ganadero (2006).

Familia (% de representación del total de especies)	Nombre Científico	Nombre Común	Criterio de protección	Estado de conservación (zona sur)
PODICIPEDIDAE (8,33%)	<i>Podiceps major</i>	Huala	E	--
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	S, E	--
	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	E	--
PELECANIDAE (2,77%)	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	B, E	--
PHALACROCORIDAE (2,77%)	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Pato yeco	--	--
ARDEIDAE (16,66%)	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	B	--
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	B	--
	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	B, S	R
	<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	B	--
	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	B, S	R
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	B	--
THERESKIORNITHIDAE (5,55%)	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	B	V
	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo del pantano	B, S	P
ANATIDAE (13,88%)	<i>Cygnus melanorynpha</i>	Cisne cuello negro	E	P
	<i>Specularnas specularis</i>	Pato anteojillo	S	--
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón	--	--
	<i>Netta peposaca</i>	Pato negro	S	--
	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	--	--
CATHARTIDAE (2,77%)	<i>Coragyps atratus</i>	Jote	B	--
ACCIPITRIDAE (5,55%)	<i>Parabuteo unicintus</i>	Peuco	B, E	--
	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	B, E	V
FALCONIDAE (5,55%)	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	B, E	--
	<i>Polyborus plancus</i>	Traro	--	--
RALLIDAE (8,33%)	<i>Rallus sanguinolentus</i>	Pidén	B	--
	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	--	--
	<i>Gallinula melanops</i>	Tagüita	S	--
CHARADRIDAE (2,77%)	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	B, E	--
SCOLOPACIDAE (5,55%)	<i>Gallinago paraguayae</i>	Becacina	B	V
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	B	--
LARIDAE (8,33%)	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cáhuil	B	--
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	E	--
	<i>Sterna trudeaui</i>	Gaviotín piquerito	S	--
ALCEDINIDAE (2,77%)	<i>Ceryle torquata</i>	Martín pescador	S	--
TYRANNIDAE (5,55%)	<i>Hymenops perspicillata</i>	Run-run	B, E	--
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	B, E	--
EMBERIZIDAE (2,77%)	<i>Agelaius thilius</i>	Trile	B	--

Criterio de protección:

B: especie beneficiosa para actividades silvoagropecuarias
 S: especie con densidades poblacionales reducidas
 E: especie benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas
 --: sin información

Fuente: (SAG) 2006

Estado de conservación zona sur:

P: especie en peligro de extinción
 V: especie vulnerable
 R: especie rara
 --: sin información.

La Cartilla de Caza del SAG (2006), clasifica a 26 de las 36 especies presentes en el Humedal como beneficiosas para las actividades silvoagropecuarias, o como especies benéficas para la mantención del equilibrio de los ecosistemas, según el criterio de protección. En la misma cartilla, nueve especies del ensamble son consideradas con densidades poblacionales reducidas y cinco, no presentan información suficiente para su clasificación. Según el criterio de estado de conservación para la zona sur del país, la cartilla sólo considera siete especies que habitan en el Humedal. La Bandurria, el Águila pescadora y la Becacina, son clasificadas como especies vulnerables; la Garza cuca y el Huairavillo, especies representantes de la familia Ardeidae, son clasificadas como raras. Por último, el CCN, especie emblemática, y el Cuervo del pantano, han sido catalogadas como en peligro de extinción. Según este criterio un 80,5% de las especies censadas no posee información suficiente que permita su inclusión dentro de alguno de los criterios antes mencionados (Tabla 1). Adicionalmente, gran parte de las especies censadas en el Humedal, son catalogadas como especies de poca preocupación (LC, por su acrónimo en inglés), por la IUCN (World Conservation Union) en la “*Red list of Threatened Species*”. Solo el Pato anteojillo (*Specularnas specularis*) es catalogado como especie próximamente amenazada (NT, por su acrónimo en inglés) en esta lista ([IUCN 2006](#)).

Durante el periodo en estudio, las especies Piscívoras e Insectívoras, presentaron la mayor Riqueza. Incluyéndose en estos grupos funcionales 13 y 11 especies respectivamente. El grupo de Herbívoras presentó siete especies, el de Carnívoras tres, y por ultimo, el grupo de Omnívoras, solo dos especies (Tabla 2).

Permanencia: Un tercio del total de especies del ensamble, utiliza el área sólo como lugar de paso (especies visita). El 66,6% restante, son especies que residen y nidifican en el Humedal, adquiriendo esta área, por lo tanto, gran importancia en su ciclo de vida. Por otra parte, solo tres de las especies censadas presentan patrones migratorios, 12 especies muestran comportamientos nomádicos en el área de estudio, y para cuatro especies la información no es suficiente para clasificarlas de acuerdo a estos criterios (Tabla 2).

Frecuencia y Abundancia: Un 47,2% de las especies son observadas en forma permanente en el Humedal (se observan casi todos los meses del año). Un tercio de las especies presentan poblaciones con 201 a 500 individuos promedio, siendo clasificadas como especies abundantes en el Humedal. Estos criterios muestran que, hasta el año 2004, las especies avistadas de forma permanente, y con las poblaciones más abundantes en el Humedal, son el CCN y la Tagua, por tanto especies dominantes del ensamble. Lo anterior indica que dichas especies, fueron observadas durante todo el año en el área en estudio, con un gran número de individuos, en cada oportunidad. Por otra parte, se observa que el Cuervo del pantano es una especie visualizada pocos meses cada año, siendo clasificada como especie rara pero muy abundante (>500 individuos), debido al gran número de individuos visualizados en cada oportunidad.

Tabla 2. Rol trófico, movilidad, permanencia, frecuencia y Abundancia de la avifauna acuática dominante en el Humedal del Río Cruces.

Grupo funcional de Alimentación (% de especies del total existentes)	Nombre Común	Movilidad	Permanencia en el área	Frecuencia de observación	Abundancia de individuos
Carnívoras (8,33%)	Jote	Nm	V	R	E
	Peuco	Nm	V	R	E
	Traro	Nm	V	P	Pi
Herbívoras (19,34%)	Cisne cuello negro	Nd	R / N (hasta 2004)	P	D
	Pato anteojillo	Nm?	R / N	F	Pi
	Pato jergón	Nd	R / N	O	A
	Pato real	Nd	R / N	P	Ma
	Tagua	Nm	R / N (hasta 2004)	P	D
	Tagüita	Nm	R / N	F	Pi
	Pato negro	Pm	V	R	A
Insectívoras (30,55%)	Becacina	Sa	V	R	E
	Queltehue	M, Pm	R / N	P	A
	Run-run	M	R / N	R	Pi
	Siete colores	Nm	R / N	P	Pi
	Trile	Nm	R / N	F	Pi
	Zarapito	M y Nd	V	O	A
	Pidén	Nm	R / N	R	E
	Tiuque	Nm	V	P	A
	Bandurria	Pm	R / N	P	Ma
	Cuervo del pantano	Nd	R / N	R	Ma
Garza boyera	Nd	V	O	A	
Omnívoras (5,55%)	Gaviota cáhuil	M y Nd	R / N	P	Ma
	Huairavo	Sa	R / N	O	E
Piscívoras (36,11%)	Águila pescadora	M	V	R	E
	Garza chica	Nd	R / N	P	A
	Garza cuca	Nd	R / N	P	A
	Garza grande	Nm	R / N	P	A
	Gaviota dominicana	Nm	V	F	Pi
	Gaviotín piquerito	Nd	R / N	F	A
	Huairavillo	Sa	R / N	O	E
	Huala	Nd	R / N	P	A
	Martín pescador	Nm	V	P	E
	Pelicano	M	V	O	Pi
	Picurio	Nd	R / N	P	Pi
	Pimpollo	Nd	R / N	P	A
	Pato yeco	Nd	R / N	P	Ma

Movilidad:

M: Migratoria
Nm: No migratoria
Pm: Parcialmente migratoria
Nd: Desplazamientos
Nomádicos
Sa: Sin antecedentes

Uso del área:

R: Reside
N: Nidifica
V: Visita

Rangos de frecuencia:

(meses en el año)
R= Raro 1 a 3 meses
O= Ocasional 4 a 6
F= Frecuente 7 a 9
P= Permanente 10 a 12

Rangos de Abundancia:

(N° de ind.)
E= Escasos individuos 1 a 50
Pi= Pocos individuos 51 a 200
A= Abundante 201-500
Ma= Muy abundante 501-1000
D= Dominante >3000

Fuente: Com. per. Dr. Roberto Schlatter (2006)

Fuente: CONAF (2006)

5.1. Variabilidad temporal.

La Abundancia total promedio mostró gran variabilidad durante el periodo de estudio. Entre los años 1999 y 2000, los valores promedio variaron entre los 16.000 y los 24.000 individuos. Mientras que durante el periodo 2001-2004 la Abundancia no superó los 16.000 individuos promedio. Durante el año 2005 y verano del 2006 la Abundancia total cayó a valores que fluctuaron entre los 300 y los 1.100 individuos promedio. Al analizar las fluctuaciones poblacionales por grupos tróficos (*i.e.* Herbívoras, Insectívoras y Piscívoras), se evidencia que las especies Herbívoras determinaron primariamente, el patrón descrito por la Abundancia total, por ser, durante todo el período, el grupo dominante en términos de Abundancia. Las especies Insectívoras y Piscívoras presentaron patrones de variaciones temporales muy distintos, con mayores cambios numéricos entre estaciones que entre años (Fig.2).

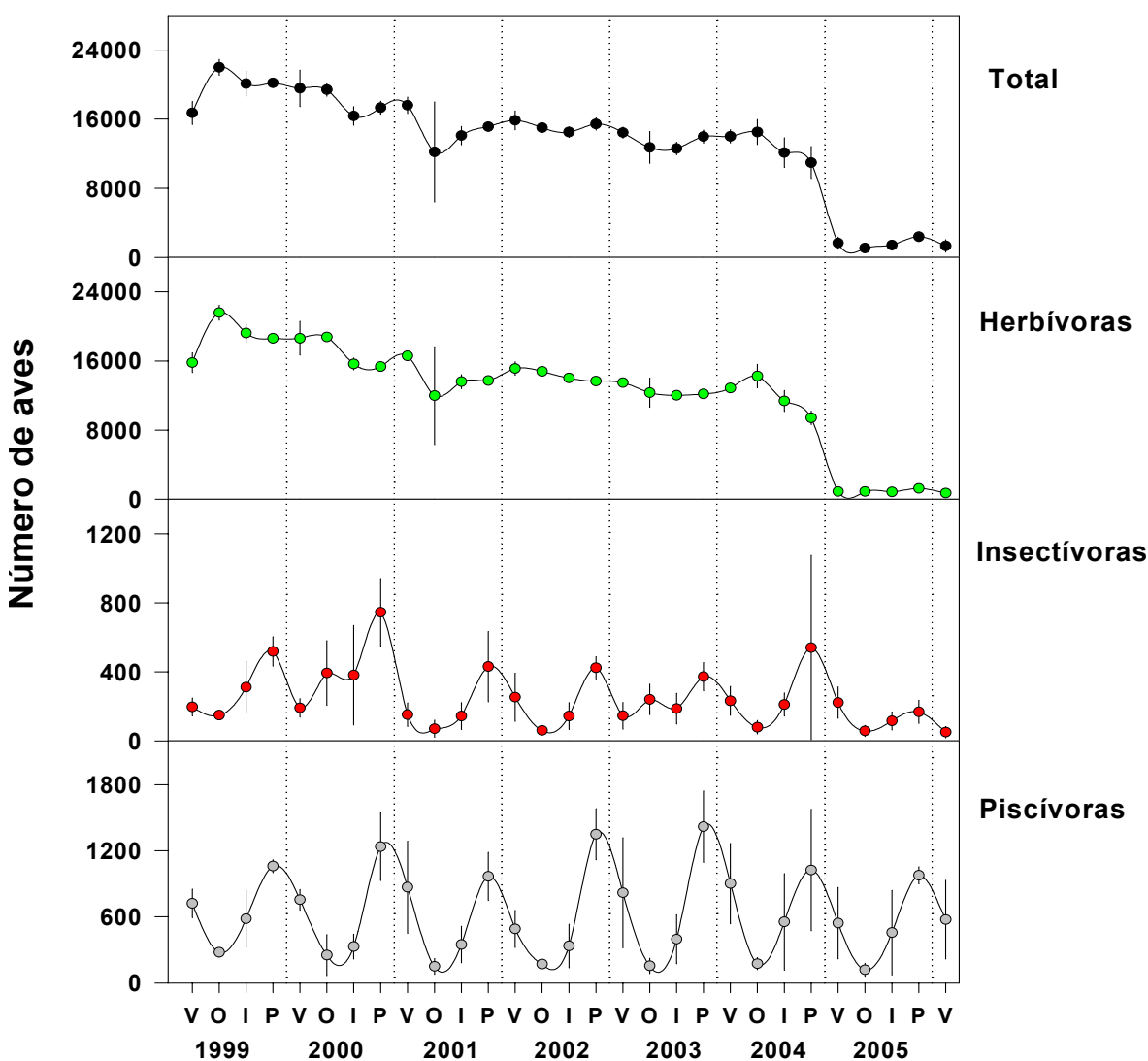


Figura 2. Variabilidad estacional en la Abundancia total y por grupos funcionales de alimentación, desde el verano de 1999 hasta el verano del 2006 en el Humedal del Río Cruces.

La mayor Abundancia total para el grupo Herbívoras, se observó durante el otoño de 1999 (más de 21.500 individuos). Asimismo, durante el verano del 2006 este grupo presentó la menor Abundancia registrada, un promedio estacional de 705 individuos. Durante todo el periodo de estudio las especies dominantes de este grupo funcional fueron la Tagua y el CCN. En general, la Tagua representó entre el 60 y el 80 % de la Abundancia total de Herbívoras, mientras que el CCN representó entre el 20 y el 40 %. Cabe señalar, que entre la primavera del 2004 y el invierno del 2005 el CCN presentó valores porcentuales menores al 17%, mientras que durante el verano del 2006 presentó un valor porcentual del 61,55%. Esto último, fue causado principalmente por el bajo número de Taguas observado durante este periodo (*i.e.* 260 individuos, el más bajo observado durante el período de estudio) (Tabla 3). Las otras especies de este grupo (Pato real, Pato jergón, Pato negro, Pato anteojillo y la Tagüita) en general no superaron el 1 % de representatividad en este grupo.

Tabla 3. Variación estacional de las dos especies más abundantes de aves Herbívoras en el Humedal del Río Cruces. Se presenta N° promedio estacional de individuos y entre paréntesis el aporte en términos porcentuales de dichas especies al N° total de Herbívoras.

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)
1999	Tagua	10300 (65,20)	Tagua	15516 (71,89)	Tagua	15187 (79,01)	Tagua	13253 (71,16)
	Cisne	3965 (25,10)	Cisne	5010 (23,21)	Cisne	4000 (20,81)	Cisne	5233 (28,09)
2000	Tagua	11883 (63,80)	Tagua	12040 (64,16)	Tagua	1153 (73,63)	Tagua	10903 (71,04)
	Cisne	6394 (34,33)	Cisne	6637 (35,37)	Cisne	4095 (26,16)	Cisne	4426 (28,84)
2001	Tagua	11293 (68,10)	Tagua	7957 (66,41)	Tagua	9613 (70,69)	Tagua	9687 (70,58)
	Cisne	5164 (31,14)	Cisne	3911 (32,64)	Cisne	3903 (28,70)	Cisne	3995 (29,11)
2002	Tagua	9526 (63,00)	Tagua	8760 (59,25)	Tagua	8673 (61,86)	Tagua	8967 (65,64)
	Cisne	5483 (36,26)	Cisne	5802 (39,24)	Cisne	5307 (37,85)	Cisne	4655 (34,08)
2003	Tagua	7850 (58,23)	Tagua	6849 (55,57)	Tagua	6873 (57,19)	Tagua	7493 (61,48)
	Cisne	5511 (40,88)	Cisne	5413 (43,92)	Cisne	5120 (42,60)	Cisne	4672 (38,33)
2004	Tagua	7163 (55,65)	Tagua	8193 (57,48)	Tagua	8172 (71,93)	Tagua	7860 (83,54)
	Cisne	5656 (43,95)	Cisne	6021 (42,24)	Cisne	3159 (27,81)	Cisne	1518 (16,13)
2005	Tagua	692 (78,32)	Tagua	726 (81,26)	Tagua	704 (84,25)	Tagua	886 (70,89)
	Cisne	141 (15,99)	Cisne	145 (16,27)	Cisne	103 (12,28)	Cisne	355 (28,42)
2006	Cisne	434 (61,55)						
	Tagua	260 (36,84)						

Durante todo el período de estudio, las especies Insectívoras presentaron Abundancias mucho menores a las observadas en el grupo Herbívoras, con valores cercanos a los 800 individuos como Abundancia máxima observada durante la primavera del año 2000, y a los 50 individuos como mínima observada durante el verano del 2006. Para este grupo funcional, la tendencia no fue tan estable en términos de dominancia de especies. La Bandurria, especie no acuática, dominó numéricamente, gran parte de las estaciones estudiadas. En segundo lugar de dominancia se ubicaron, alternadamente, la Garza boyera, el Zarapito (especie migratoria Neártica y que, por tanto, está en Chile fundamentalmente hibernando durante primavera y verano de cada año), el Cuervo del pantano, el Tiuque y el Queltehue. Salvo el Cuervo del pantano, se puede decir que estas especies no son acuáticas, y se asocian al Humedal, ingresando al sector en forma esporádica, pero aparentemente regular (Tabla 4). Otras especies menos representadas en este gremio son el Siete colores, el Trile y el Run-run (especie migratoria Neotropical). Tales especies permanecen más asociadas a ambientes de pajonal y pantano, que a ambientes de aguas abiertas. Las alzas presentadas por este grupo en los meses de primavera, se deben principalmente al aumento en el avistamiento de Bandurrias y Cuervos del pantano, probablemente bandadas de paso. La gran desviación estándar observada en la primavera del 2004 esta dada por la presencia de esta última especie, que por lo general se presenta en grandes bandadas en la zona del Humedal. Es posible apreciar cierta tendencia a la disminución en este grupo, tendencia que se hace más evidente y parece estabilizarse cerca de los 100 individuos a partir del otoño del 2005 (Fig. 2).

Tabla 4. Variación estacional de las dos especies más abundantes de aves Insectívoras en el Humedal del Río Cruces. Se presenta N° promedio estacional de individuos y entre paréntesis el aporte en términos porcentuales de dichas especies al N° total de Insectívoras.

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)
1999	Bandurria	76 (38,78)	Queltehue	46 (30,94)	Bandurria	168 (54,08)	Bandurria	238 (45,95)
	Queltehue	44 (22,62)	Trile	31 (21,08)	Queltehue	37 (11,80)	Zarapito	143 (27,67)
2000	Bandurria	99 (51,84)	G. Boyera	323 (82,20)	Zarapito	122 (32,05)	C. del pant.	319 (42,84)
	Tiuque	31 (16,11)	Tiuque	27 (6,95)	Bandurria	103 (27,06)	Bandurria	310 (41,67)
2001	Bandurria	91 (60,13)	Tiuque	27 (38,10)	Bandurria	49 (33,95)	Bandurria	163 (37,88)
	Tiuque	22 (14,76)	Bandurria	22 (31,90)	Tiuque	33 (22,79)	Zarapito	119 (27,73)
2002	Zarapito	116 (46,04)	Tiuque	24 (39,78)	Bandurria	64 (44,55)	Bandurria	289 (68,27)
	Bandurria	39 (15,30)	Queltehue	14 (23,20)	Tiuque	26 (18,33)	Zarapito	52 (12,36)
2003	G. Boyera	31 (21,66)	C. del pant.	150 (62,50)	Bandurria	69 (37,21)	Bandurria	168 (45,07)
	Bandurria	29 (19,82)	G. Boyera	35 (14,72)	G. Boyera	45 (23,97)	C. del pant.	67 (17,92)
2004	G. Boyera	88 (37,99)	Tiuque	20 (24,89)	Bandurria	92 (43,90)	C. del pant.	279 (51,64)
	Bandurria	60 (26,04)	G. Boyera	15 (19,41)	G. Boyera	51 (24,25)	Bandurria	141 (26,07)
2005	G. Boyera	118 (53,38)	Bandurria	21 (36,99)	Bandurria	80 (69,16)	Bandurria	108 (64,41)
	Zarapito	37 (16,54)	Zarapito	10 (17,34)	Tiuque	17 (14,70)	Tiuque	18 (10,74)
2006	Queltehue	11 (22,52)						
	Tiuque	11 (22,52)						

El grupo Piscívoras (12 especies) también registró Abundancias muy por debajo de las Herbívoras. La primavera del 2003 presentó la mayor Abundancia de especies Piscívoras en el Humedal, 1400 individuos promedio, siendo el otoño del 2005 la estación con menos individuos de este grupo, 119. Se observa una marcada estacionalidad, con grandes fluctuaciones entre los 100 y los 1200 individuos aproximadamente. Las desviaciones estándar, en este grupo, se observan bastante amplias y parejas para todo el periodo, sin apreciarse una tendencia aparente (Figura 2). Este gremio fue dominado ampliamente por el Pato yeco, prácticamente en todas las estaciones de los más de siete años de censos. Esto ocurre especialmente durante la primavera y el verano, superando el 50% de representatividad, con Abundancias relativamente altas. En segundo lugar de dominancia, en gran parte de las estaciones analizadas, se ubica la Gaviota cáhuil. Los meses de otoño registraron las menores Abundancias para este grupo, debido, principalmente a la disminución de las especies dominantes durante los meses de otoño. En dichos períodos el Pato yeco y la Gaviota cáhuil fueron reemplazados, en términos de dominancia, por la Huala y el Pimpollo (zambullidores) respectivamente, especies que no aumentan sus Abundancias en dicha estación (Tabla 5). El resto de las especies tienen una relativa y equitativa baja representatividad. Se observaron algunas Garzas, el Gaviotín piquerito, el Picurio, el Martín pescador, la Gaviota dominicana y el Pelicano.

Tabla 5. Variación estacional de las dos especies más abundantes de aves Piscívoras en el Humedal del Río Cruces. Se presenta N° promedio estacional de individuos y entre paréntesis el aporte en términos porcentuales de dichas especies al N° total de Piscívoras.

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)	Especie	Número (%)
1999	Yeco	424 (58,72)	Huala	78 (28,09)	Yeco	204 (35,03)	Yeco	721 (67,98)
	Pimpollo	85 (11,72)	Pimpollo	68 (24,49)	G. cáhuil	77 (13,28)	G. cáhuil	72 (6,79)
2000	Yeco	402 (53,18)	Yeco	67 (26,61)	Yeco	63 (19,17)	Yeco	725 (58,59)
	G. cáhuil	108 (14,25)	Pimpollo	48 (18,97)	G. cáhuil	47 (14,33)	G. cáhuil	302 (24,39)
2001	Yeco	490 (56,37)	Pimpollo	31 (20,71)	Yeco	78 (22,35)	Yeco	588 (60,76)
	G. cáhuil	169 (19,42)	Huala	29 (19,60)	G. cáhuil	61 (17,38)	G. cáhuil	136 (14,02)
2002	Yeco	190 (38,82)	Yeco	33 (19,14)	Yeco	83 (24,60)	Yeco	820 (60,74)
	G. cáhuil	70 (14,28)	Huala	32 (18,75)	G. cáhuil	76 (22,62)	G. cáhuil	250 (18,51)
2003	Yeco	392 (47,88)	Huala	29 (18,49)	Yeco	101 (25,38)	Yeco	748 (52,68)
	G. cáhuil	169 (20,59)	Pimpollo	24 (15,27)	G. cáhuil	80 (20,08)	G. cáhuil	403 (28,42)
2004	Yeco	558 (61,80)	Huala	34 (19,24)	G. cáhuil	170 (30,61)	Yeco	479 (46,70)
	G. cáhuil	117 (12,93)	Yeco	25 (14,29)	Yeco	163 (29,46)	G. cáhuil	310 (30,19)
2005	Yeco	312 (57,48)	Huala	28 (23,40)	Yeco	170 (37,15)	Yeco	524 (53,63)
	G. cáhuil	56 (10,25)	Yeco	21 (17,83)	G. cáhuil	92 (20,15)	G. cáhuil	233 (23,80)
2006	Yeco	393 (68,45)						
	G. cáhuil	55 (9,63)						

La variabilidad temporal de la Riqueza de cada grupo funcional, mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tres grupos analizados. Las especies Herbívoras fluctuaron entre 3,96 especies promedio, el año 1999, y 2,73, el año 2005. Sólo dichos años fueron significativamente distintos el uno del otro. Para el grupo de especies Insectívoras, los valores promedio de Riqueza fluctuaron entre 4,88 especies, el año 1999, y 3,17 especies el 2005. Es posible observar que los años que presentaron las mayores Riquezas, sobre las cuatro especies promedio, son 1999, 2003 y 2004. Los años 2000, 2001 y 2002 también aparecen agrupados, presentando promedios cercanos a 3,5 especies. El 2005, presentó la menor Riqueza promedio, Riqueza similar a la observada los años 2001 y 2002. Por último, el grupo Piscívoras presentó la mayor Riqueza relativa, superando las nueve especies promedio entre el 2002 y el 2004. La menor Riqueza de este grupo, 7,94 especies promedio, se presentó en el año 2005. Dicho año, no es significativamente distinto a los años 2000 y 2001. En términos generales, el menor valor para la Riqueza, para los tres grupos estudiados, se presentó el año 2005 (Figura 3; Tabla 6).

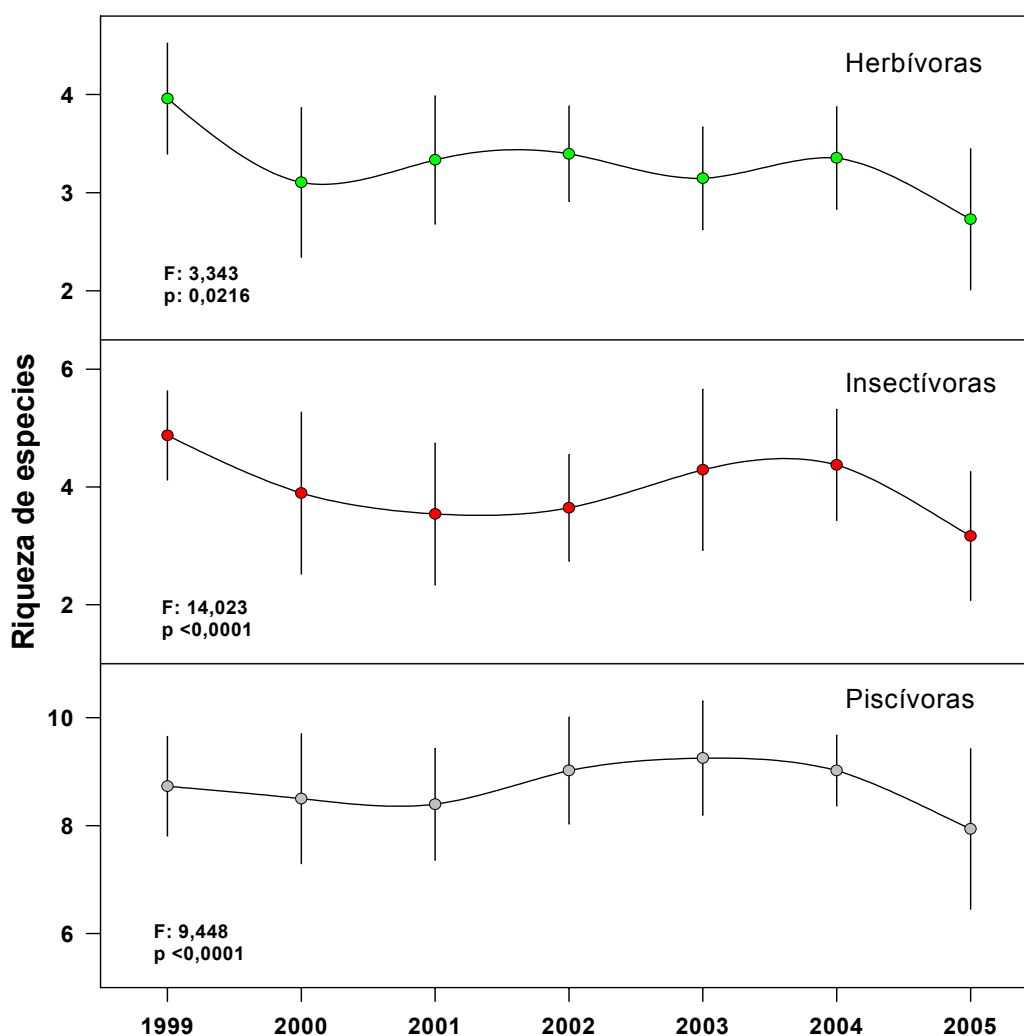


Figura 3. Variabilidad temporal en la Riqueza de especies de los tres grupos funcionales estudiados en el Humedal del Río Cruces. Se entregan además los valores de F y p, resultantes de los análisis de varianza realizados (ver Materiales y Métodos).

Los análisis estadísticos de la variabilidad temporal de la Abundancia de cada grupo, mostraron diferencias significativas en las especies Herbívoras e Insectívoras ($p < 0,05$). El grupo Herbívoras, presentó Abundancias promedio que fluctuaron entre los 4.500 individuos promedio por sector el primer año, hasta los 250 individuos el 2005. Se observa una clara tendencia a la disminución durante todo el periodo, presentando un quiebre brusco el año 2004. El único año que presenta diferencias significativas respecto del resto del período es el año 2005. Las especies Insectívoras, presentaron Abundancias promedio evidentemente inferiores a las observadas en el grupo anterior. Sólo el año 2000 superó los 100 individuos promedio por sector. Los años 2005 y 2001, con 35,17 y < 50 individuos promedio respectivamente, solo presentaron diferencias significativas al año 2000 que, como ya se dijo, fue el año con la mayor Abundancia. Por último, el grupo Piscívoras no presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto a este parámetro ($p = 0,1478$). Presentando durante todo el período Abundancias promedio cercanas a los 150 individuos promedio por sector. En términos generales, la menor Abundancia, para los tres grupos estudiados, se presentó el año 2005 (Figura 4; Tabla 6).

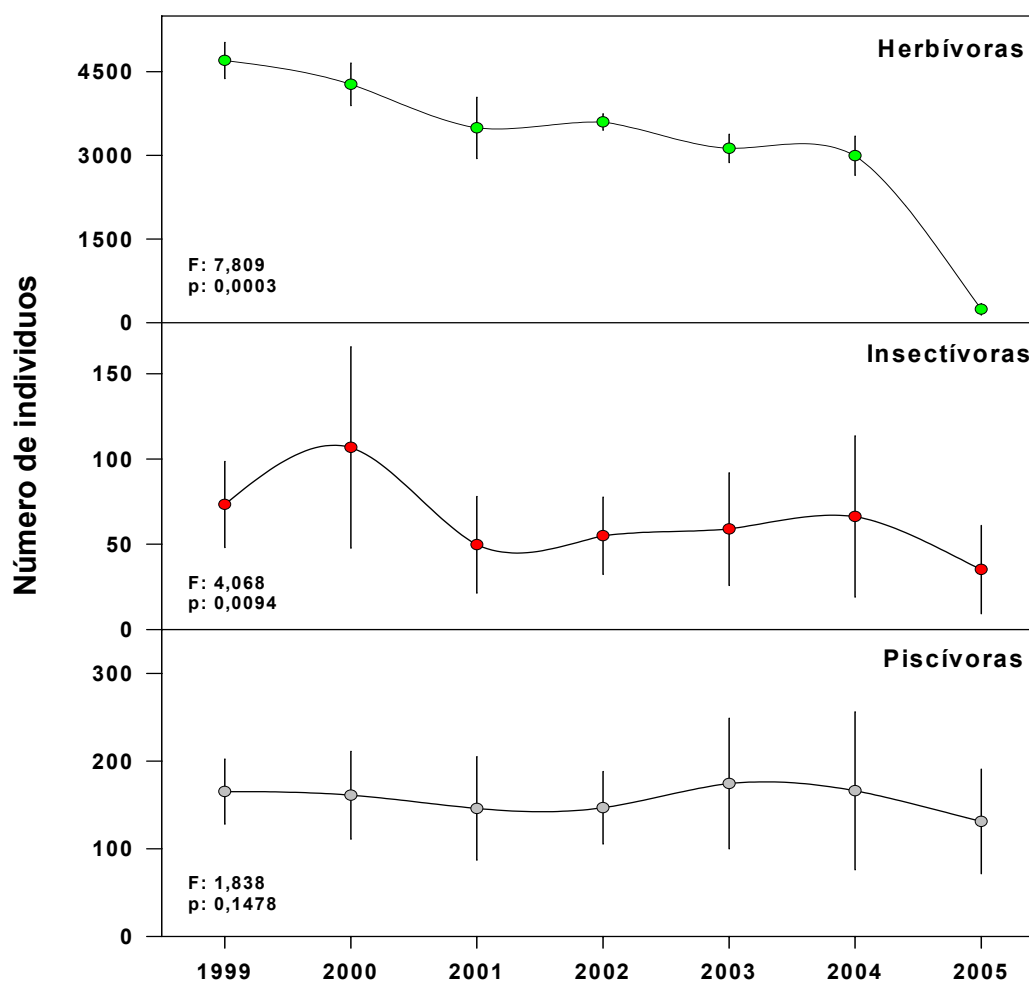


Figura 4. Variabilidad temporal en la Abundancia de los tres grupos funcionales estudiados en el Humedal del Río Cruces. Se entregan además los valores de F y p resultantes de los análisis de varianza realizados (ver Materiales y Métodos).

Respecto a C_{inv} , las diferencias observadas son menos evidentes. Solo las especies Insectívoras presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,006$). Las especies Herbívoras presentaron valores de C_{inv} que fluctúan entre 1,61 y 1,84, para el año 2005 y el 2002 respectivamente. Se observa que el promedio para el año 2005 presenta una desviación estándar bastante más amplia que la observada en el resto de los años en estudio. Las especies Insectívoras presentaron valores de C_{inv} algo mayores al grupo anterior. Desde 2,11 a 2,94, para los años 2005 y 1999 respectivamente. El año 1999 y el 2004, presentaron los mayores valores para este Índice, diferenciándose significativamente del resto de los años analizados. Por último, las especies Piscívoras son las que presentan los valores más altos, alcanzando los 5,56 puntos promedio el año 2003. En términos generales, los tres grupos estudiados, presentaron el menor valor para este Índice el año 2005 (Figura 5, Tabla 6).

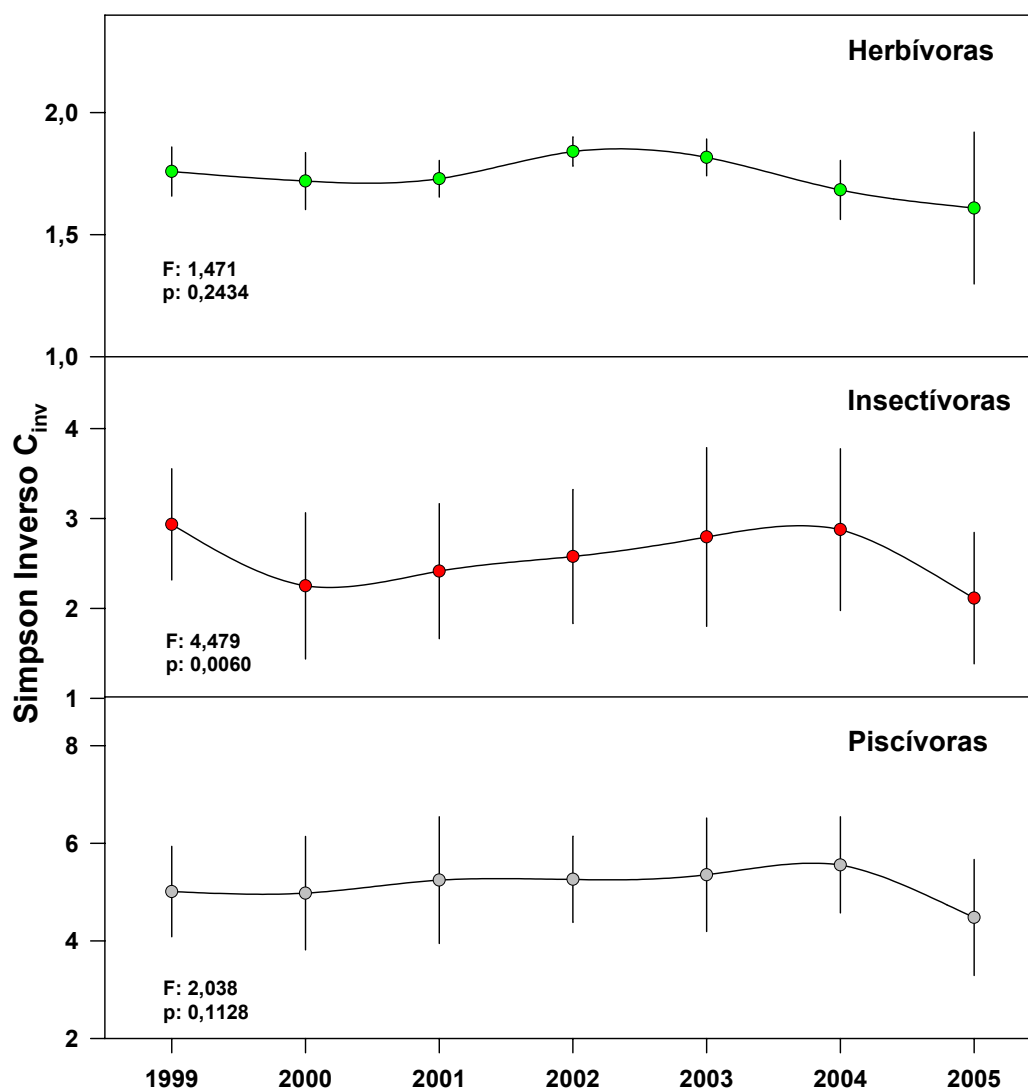


Figura 5. Variabilidad temporal en Índice de Simpson inverso (C_{inv}) de los tres grupos funcionales estudiados en el Humedal del Río Cruces. Se entregan además los valores de F y p resultantes de los análisis de varianza realizados (ver Materiales y Métodos).

Tabla 6. Promedios anuales de la Riqueza, Abundancia e Índice de Simpson inverso para los tres grupos funcionales estudiados en el Humedal del Río Cruces.

Años	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Simpson inverso
Herbívoras			
1999	3,96 a	4701,71 a	1,76 a
2000	3,10 a b	4274,73 a	1,72 a
2001	3,33 a b	3492,98 a	1,73 a
2002	3,40 a b	3599,15 a	1,84 a
2003	3,15 a b	3125,85 a	1,82 a
2004	3,35 a b	2993,38 a	1,68 a
2005	2,73 b	241,46 b	1,61 a
F	3,343	7,809	1,471
p	0,0216	0,0003	0,2434
Insectívoras			
1999	4,88 a	73,33 a b	2,94 a
2000	3,90 b c d	106,81 a	2,25 a b
2001	3,54 d e	49,69 b	2,41 a b
2002	3,65 c d e	55,00 a b	2,58 a b
2003	4,29 a b c	58,94 a b	2,79 a b
2004	4,38 a b	66,29 a b	2,88 a
2005	3,17 e	35,17 b	2,11 b
F	14,023	4,068	4,479
p	<0,0001	0,0094	0,0060
Piscívoras			
1999	8,73 a c	165,21 a	5,01 a
2000	8,50 a b	161,04 a	4,98 a
2001	8,40 a b	145,94 a	5,24 a
2002	9,02 a c	146,73 a	5,26 a
2003	9,25 c	174,40 a	5,35 a
2004	9,02 a c	166,08 a	5,56 a
2005	7,94 b	131,08 a	4,48 a
F	9,448	1,838	2,038
p	<0,0001	0,1478	0,1128

Se entregan además los valores de F y p, resultantes de los análisis de varianza y los resultados del test a posteriori Tukey HSD. Letras iguales (a, b, c, d o e) indican promedios estadísticamente similares ($p > 0,05$).

5.2. Variabilidad estacional.

La Riqueza estacional de las especies Herbívoras presentó diferencias significativas sólo en otoño ($p=0,0057$). Sin embargo, los análisis a posteriori, indican que el verano también presenta diferencias significativas. En ambos casos, sólo el año 1999 y el 2005 son estadísticamente distintos entre ellos. Siendo además, los otoños del 2001 y 2002 significativamente distintos sólo al año 1999. El 2005 mostró la menor Riqueza observada en otoño, con un promedio de 2,67 especies. Por otro lado, la Abundancia de este grupo, presentó diferencias estadísticamente significativas en todas las estaciones ($p<0,0001$). Para todas las estaciones, el año 2005 es responsable de estas diferencias. Ninguna de las estaciones superó los 400 individuos promedio. El Índice C_{inv} , sólo presentó diferencias estadísticamente significativas en el verano. El año 2005, presentó el menor valor promedio, siendo estadísticamente distinto sólo al año 1999, año que presenta el valor más alto (Tabla 7).

Tabla 7. Promedios estacionales de Riqueza (Nº de especies), Abundancia (Nº de individuos) e Índice Simpson inverso para el grupo Herbívoras.

Años	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza				
1999	4,58 a	4,92 a	2,92 a	3,42 a
2000	3,75 a b	3,50 a b	2,67 a	2,50 a
2001	3,42 a b	2,92 b	3,92 a	3,08 a
2002	3,83 a b	3,25 b	3,17 a	3,33 a
2003	3,42 a b	3,42 a b	3,00 a	2,75 a
2004	3,75 a b	3,50 a b	3,25 a	2,92 a
2005	2,75 b	2,67 b	3,08 a	2,42 a
F	2,651	4,534	1,642	2,349
p	0,0506	0,0057	0,1927	0,0748
Abundancia				
1999	3949,58 a	5395,50 a	4805,50 a	4656,25 a
2000	4656,83 a	4691,08 a	3913,92 a	3837,08 a
2001	4146,08 a	2995,25 a	3399,67 a	3430,92 a
2002	3780,00 a	3696,50 a	3505,00 a	3415,08 a
2003	3370,50 a	3081,50 a	3004,58 a	3046,83 a
2004	3217,50 a	3563,67 a	2840,08 a	2352,25 a
2005	221,00 b	223,25 b	209,00 b	312,58 b
F	179,140	76,945	81,223	23,372
p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Simpson inverso				
1999	2,07 a	1,72 a	1,58 a	1,67 a
2000	1,82 a b	1,78 a	1,64 a	1,64 a
2001	1,74 a b	1,78 a	1,69 a	1,70 a
2002	1,84 a b	1,90 a	1,83 a	1,79 a
2003	1,87 a b	1,85 a	1,74 a	1,81 a
2004	1,91 a b	1,72 a	1,61 a	1,50 a
2005	1,47 b	1,59 a	1,57 a	1,81 a
F	2,916	0,839	1,242	2,286
p	0,0362	0,555	0,3312	0,0811

Se entregan además los valores de F y p resultantes de los análisis de varianza y los resultados del test a posteriori Tukey HSD. Letras iguales (a, b, c, d o e) indican promedios estadísticamente similares ($p>0,05$).

Para las especies Insectívoras, la primavera es la única estación que no presentó diferencias significativas en los valores de Riqueza. En general, para el verano, otoño e invierno, el año 2005 presentó la menor Riqueza y las mayores diferencias respecto del resto de los años. Por el contrario, las Abundancias estacionales sólo presentaron diferencias significativas en invierno. Los dos primeros años presentaron Abundancias similares, superiores al resto del período, pero sólo el 2000 presentó diferencias significativas a los años siguientes, mostrando la mayor Abundancia registrada en invierno. El Índice C_{inv} para este grupo muestra diferencias significativas en verano y otoño. En verano los tres primeros años estudiados mostraron valores similares al 2005. Este último año presentó el menor valor en esta estación, siendo significativamente distinto de los años 2001, 2002 y 2003. En el caso del otoño sólo los años 1999 y 2004 son estadísticamente distintos al resto de los años, presentando los valores más altos de la estación (Tabla 8).

Tabla 8. Promedios estacionales de Riqueza (Nº de especies), Abundancia (Nº de individuos) e Índice Simpson inverso para el grupo Insectívoras.

Años	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza				
1999	4,33 a b	4,00 a	4,83 a	6,33 a
2000	3,67 a b	3,42 a b	3,83 a b c d	4,67 a
2001	3,17 b c	2,75 a b	3,50 b c d	4,75 a
2002	4,58 a	2,17 b	3,08 c d	4,75 a
2003	4,08 a b c	3,00 a b	4,42 a b c	5,67 a
2004	4,83 a	3,58 a	4,08 a b	5,00 a
2005	3,08 c	2,17 b	2,83 d	4,58 a
F	7,149	5,426	8,0240	1,508
p	0,0005	0,0023	0,0002	0,0608
Abundancia				
1999	49,00 a	37,17 a	77,67 a b	129,50 a
2000	47,58 a	98,33 a	95,17 a	186,17 a
2001	37,83 a	17,50 a	35,83 b c	107,58 a
2002	63,17 a	15,08 a	35,92 c	105,83 a
2003	36,17 a	60,00 a	46,58 b c	93,00 a
2004	57,92 a	19,75 a	52,58 b c	134,92 a
2005	55,42 a	14,42 a	28,92 c	41,92 a
F	1,085	1,716	7,7430	1,701
p	0,4077	0,1744	0,0003	0,1781
Simpson inverso				
1999	2,96 a b c	3,22 a	2,69 a	2,87 a
2000	2,51 a b c	2,44 a b	2,02 a	2,04 a
2001	2,43 a b	2,25 a b	2,93 a	2,05 a
2002	3,60 c	1,90 b	2,40 a	2,41 a
2003	3,20 b c	1,83 b	2,92 a	3,22 a
2004	3,40 b c	3,16 a	2,54 a	2,41 a
2005	1,92 a	1,78 b	2,17 a	2,59 a
F	5,685	5,354	2,126	1,820
p	0,0018	0,0025	0,1003	0,1515

Se entregan además los valores de F y p resultantes de los análisis de varianza y los resultados del test a posteriori Tukey HSD. Letras iguales (a, b, c, d o e) indican promedios estadísticamente similares ($p > 0,05$).

La Riqueza estacional de las especies Piscívoras, parece bastante inestable. Presentando diferencias significativas en todas las estaciones del año. Para el verano los años 1999 y 2005 son estadísticamente distintos a todo el resto de los años, presentando las menores Riquezas de la estación. En el otoño, el 2005 presentó la menor Riqueza, siendo similar sólo al año 2001. En invierno los años 2000 y 2005, presentaron diferencias estadísticamente significativas solo respecto a 1999, año que presentó la mayor Riqueza registrada para la estación, más de diez especies promedio. En la primavera, las diferencias se observaron entre el 2000, 2004 y 2005 (los menores valores de S para la estación) y los años 2002 y 2003 (>10 especies). Este grupo sólo presentó diferencias significativas en las Abundancias de otoño. Los años 1999 y 2000 presentaron las mayores Abundancias, superando los 60 individuos promedio, a diferencia del resto del periodo en que las Abundancias no superaron los 45 individuos promedio en esta estación. El Índice C_{inv} , al igual que el parámetro anterior, sólo presentó diferencias significativas en otoño. Los tres primeros años y el último presentaron los Índices más bajos, siendo estadísticamente distintos al año 2004, que presentó el mayor valor registrado en otoño (Tabla 9).

Tabla 9. Promedios estacionales de Riqueza (Nº de especies), Abundancia (Nº de individuos) e Índice Simpson inverso para el grupo Piscívoras.

Años	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza				
1999	7,75 a	7,50 a b	10,17 a	9,50 a b
2000	8,92 a b	7,67 b c	8,83 b	8,58 a
2001	8,42 b	6,75 a d	9,08 a b	9,33 a b
2002	9,33 b c	7,58 b c	9,00 a b	10,17 b
2003	9,92 c	7,50 a b	9,42 a b	10,17 b
2004	9,75 c	8,33 c	9,17 a b	8,83 a
2005	8,08 a	6,58 d	8,25 b	8,83 a
F	10,99	11,842	4,616	6,133
p	<0,0001	<0,0001	0,0052	0,0012
Abundancia				
1999	180,67 a	69,42 a	145,58 a	265,17 a
2000	188,83 a	63,25 a	82,58 a	309,50 a
2001	217,17 a	37,42 b c	87,25 a	241,92 a
2002	122,58 a	42,67 c	84,00 a	337,67 a
2003	204,83 a	38,75 b c	99,17 a	354,83 a
2004	225,58 a	43,75 c	138,58 a	256,42 a
2005	135,83 a	29,92 b	114,17 a	244,42 a
F	1,914	18,188	2,58	1,028
p	0,1335	<0,0001	0,0554	0,439
Simpson inverso				
1999	4,10 a	5,16 a	5,56 a	5,22 a
2000	4,35 a	4,93 a	6,28 a	4,35 a
2001	4,47 a	5,34 a	6,52 a	4,65 a
2002	5,18 a	6,03 a b	5,69 a	4,13 a
2003	4,98 a	5,93 a b	5,82 a	4,69 a
2004	4,80 a	6,91 b	5,77 a	4,75 a
2005	4,55 a	4,42 a	4,80 a	4,15 a
F	1,253	7,742	1,606	0,535
p	0,3265	0,0003	0,2026	0,7745

Se entregan además los valores de F y p resultantes de los análisis de varianza y los resultados del test a posteriori Tukey HSD. Letras iguales (a, b, c, d o e) indican promedios estadísticamente similares ($p > 0,05$).

5.3. Dominancia de especies por sector.

Hasta el año 2004, la forma y el ancho de las curvas de Abundancias relativas anuales en el Sector 1, son bastante similares (Figura 6). Esto indica que la diversidad, en términos de Riqueza y dominancia de especies no presentó grandes variaciones. Sin embargo, la Abundancia total promedio para el sector, varió desde los 6232,25 (año 1999) hasta los 3741,08 individuos (año 2004) (Tabla 10). De esta forma, y si bien, el año 2005 presentó una curva con “ancho” similar al resto de los años, indicando que la Riqueza no presentó grandes cambios en el sector, la Abundancia total promedio registrada dicho año, sólo alcanzó los 520 individuos, valor muy inferior al presentado el resto de los años en estudio. Paralelamente, ese año, el sector presentó un aumento en el Índice de diversidad. El 2006 la situación es bastante distinta, presentando un ancho y un largo menor de la curva. La Tagua es la especie dominante, en términos numéricos en el sector, seguida por el CCN. El año 1999 el Pato jergón presentó Abundancias similares a las mostradas por el Cisne. Distinto a lo observado el resto del período por esta especie, con Abundancias mucho menores. El resto de las especies del ensamble presentaron Abundancias mucho menores y más similares gran parte del periodo. El 2006 se observa una mayor equidad en el ensamble presente en este Sector, $C_{inv} = 5,27$. La Abundancia promedio para este último año corresponde a un 4% de la observada el año 1999, con sólo 255 individuos (una disminución de un 96%). Llama la atención que las únicas especies Herbívoras, observadas ese año, son la Tagua y el CCN. El Pato yeco aumentó su importancia relativa dicho año, ubicándose en tercer lugar, con Abundancias cercanas al CCN (Figura 6; Tabla 10).

En el Sector 2 se observó una situación bastante similar a la descrita para el sector anterior. Las Abundancias promedio fluctuaron entre los 8795 individuos el año 1999, y los 606 individuos el 2006 (una disminución del 94% de la Abundancia promedio inicial). Las especies dominantes, la Tagua y el CCN, presentaron Abundancias más similares en este sector. El Pato yeco se ubicó en tercer lugar de importancia numérica, superando al CCN el año 2005 y ubicándose en primer lugar el año 2006 (Figura 7; Tabla 10).

Las Abundancias promedio en el Sector 3, son menores a las observadas en los dos sectores antes mencionados. Fluctuando desde 2915 individuos en 1999, hasta 329 individuos en el 2006 (una disminución de un 89% de la Abundancia inicial). Para este sector la especie dominante es el CCN, seguida por la Tagua con Abundancias bastante cercanas. Hasta el año 2004 se observa gran diferencia entre la importancia numérica de estas dos especies dominantes y el resto del ensamble. Sólo para el año 2005, se observó como especie dominante la Tagua (Figura 8; Tabla 10).

Para el Sector 4 la situación fue bastante similar a lo señalado para el Sector 3. Destacando que las Abundancias registradas en este sector son las menores observadas en el área, fluctuando entre un máximo de 2002 individuos promedio para el año 2000, y un mínimo de 141 individuos promedio el año 2006, lo que representa un 7% de la Abundancia promedio inicial (1818,92 ind.). Otro aspecto distinto al resto de los sectores es la mayor importancia numérica que presentó la Bandurria hasta el año 2005. (Figura 9; Tabla 10).

Tabla 10. Promedios anuales de la Riqueza, Abundancia e Índice de Simpson inverso para los 4 sectores censados en el Humedal del Río Cruces.

Años	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Simpson inverso
Sector 1			
1999	26	6232,25	1,39
2000	26	5698,25	1,29
2001	25	4803,92	1,35
2002	25	5162,58	1,67
2003	26	4262,33	1,80
*2004	25	3741,08	1,96
2005	26	520,50	2,27
2006	19	255,33	5,27
Sector 2			
1999	25	8794,83	1,78
2000	25	7558,83	2,03
2001	24	5941,50	1,90
2002	23	5870,67	2,07
2003	24	4916,67	2,24
*2004	24	4445,17	2,10
2005	24	611,50	3,15
2006	18	605,67	3,43
Sector 3			
1999	25	2915,00	2,25
2000	21	2911,00	2,05
2001	22	2391,58	2,14
2002	24	2462,00	2,10
2003	24	2650,67	1,89
*2004	24	3561,92	2,15
2005	23	261,25	3,80
2006	18	329,00	3,37
Sector 4			
1999	25	1818,92	3,12
2000	25	2002,25	2,64
2001	24	1617,42	2,53
2002	23	1708,25	2,54
2003	25	1607,08	2,42
*2004	24	1154,83	2,54
2005	25	237,58	6,22
2006	19	140,67	5,31

* Año en que ocurre evento contaminante que merma la cobertura de Luchecillo.

Nota: el año 2006 considera sólo el promedio de Abundancia de verano.

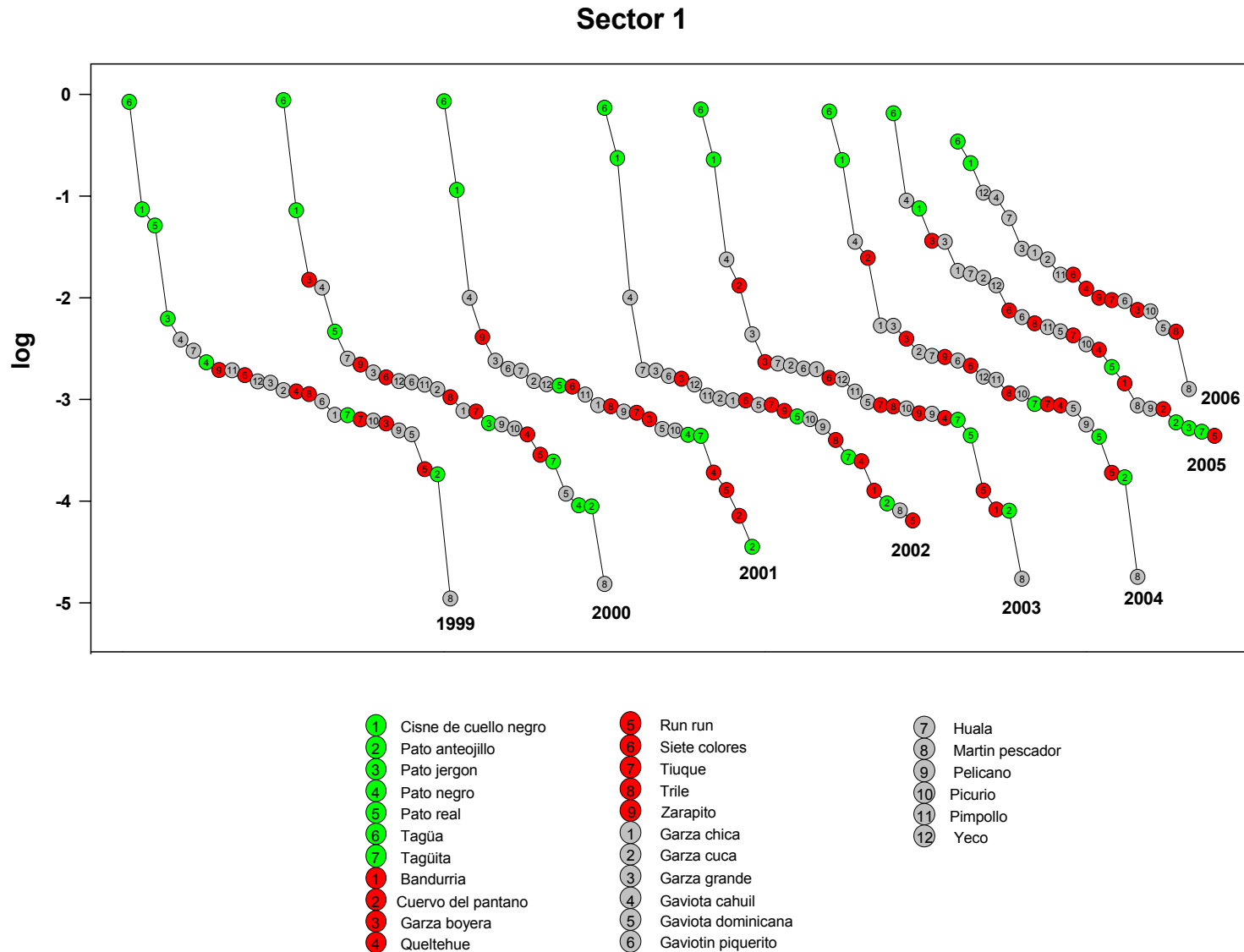


Figura 6. Grafico de rangos, importancia numérica promedio de las especies del ensamble censado para cada año, expresada en \log_{10} , Sector 1, Humedal del Río Cruces (Ver Materiales y Métodos).

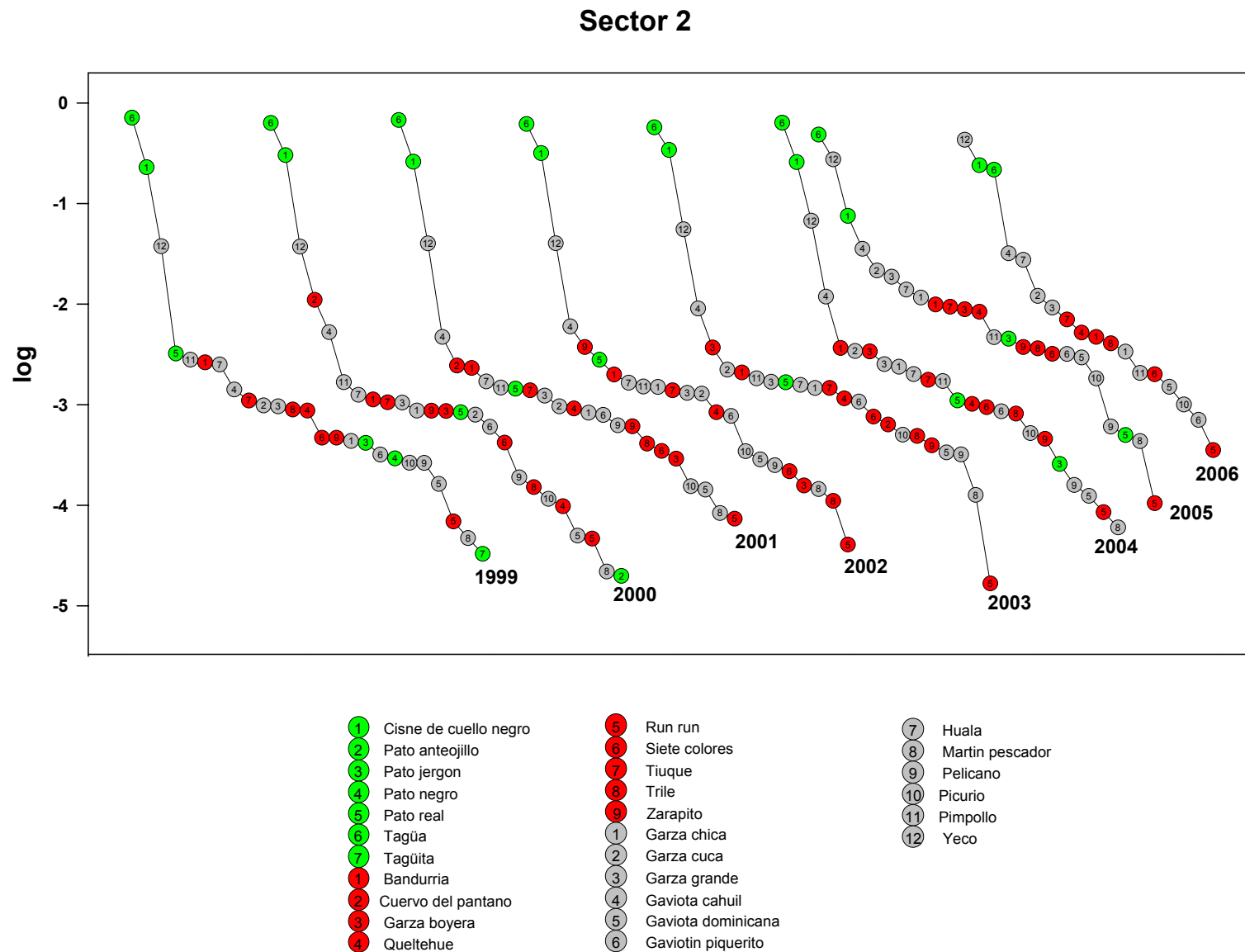


Figura 7. Grafico de rangos, importancia numérica relativa promedio de las especies del ensamble censado para cada año, expresada en \log_{10} , Sector 2, Humedal del Río Cruces (Ver Materiales y Métodos).



Figura 8. Grafico de rangos, importancia numérica relativa promedio de las especies del ensamble censado para cada año, expresada en \log_{10} , Sector 3, Humedal del Río Cruces (Ver Materiales y Métodos).

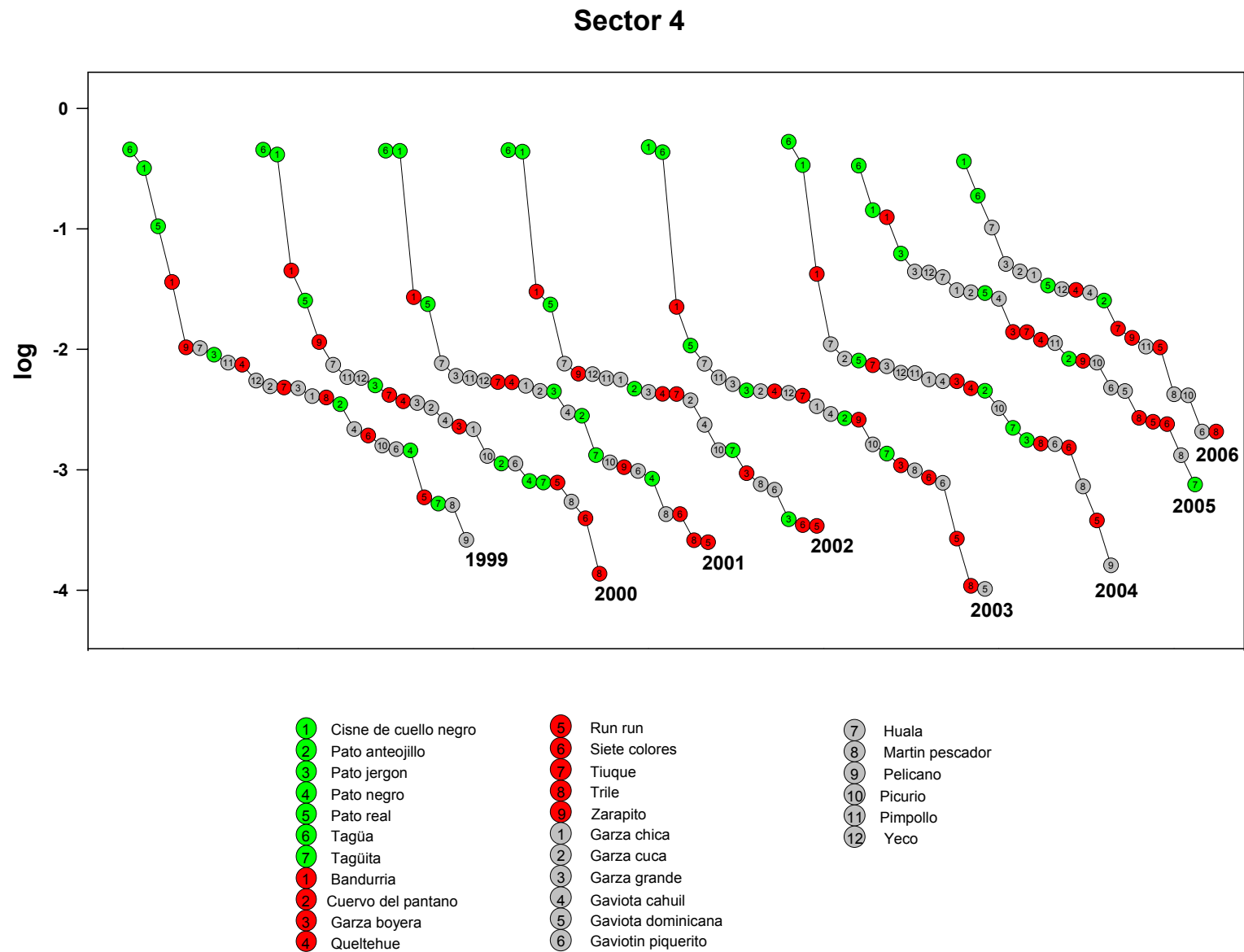


Figura 9. Grafico de rangos, importancia numérica relativa promedio de las especies del ensamble censado para cada año, expresada en \log_{10} , Sector 4, Humedal del Río Cruces (Ver Materiales y Métodos).

6. DISCUSIÓN

En el presente estudio se realizó un análisis de las variaciones temporales de la avifauna acuática del Humedal del Río Cruces, considerando los datos de censos mensuales realizados por la CONAF entre enero de 1999 y marzo del 2006.

Debido principalmente, a su relevancia como lugar de nidificación de gran diversidad de aves acuáticas, el área del Humedal, sitio Ramsar desde 1981, e incluido en el Registro de Montreaux a partir del 2006, ha sido objeto de variados estudios, dentro de los que se cuentan aquellos que han considerado previamente datos proporcionados por los guardas de la CONAF (cf. Schlatter y col 1995 y 1996, UACH/CONAMA 2005, Jaramillo y col 2007). Sin embargo, gran parte de estos análisis, obviaron u omitieron las diferencias entre los sectores censados, considerando sólo los totales mensuales reportados para cada especie en todo el Humedal. Por tanto, en esta tesis se analizaron los totales para cuatro sectores, considerándolos como sectores independientes.

Los datos analizados resultan de gran interés debido a que contemplan una escala temporal considerablemente larga (>7 años) y un esfuerzo de muestreo importante (una vez por mes), factores relevantes en los monitoreos de poblaciones de fauna silvestre (Gilbert y col 1998, Craigie y col 2003, Crewe y Timmermans 2006). Respecto de la robustez de los datos analizados, resalta el hecho de que durante todo el período, los censos fueron realizados por los mismos guardas, quienes mantienen una metodología sistemática en el Humedal. Por tanto, esta continuidad, permite la comparación entre años, ya que estandariza los errores de registros para todo el período.

En términos de la Riqueza de especies observada en el área, este estudio sólo contempló un total de 36 especies reportadas en forma permanente en el Humedal (mayor constancia de registros), a diferencia de lo indicado por Schlatter y Simeone (1995, 1996), quienes reportaron un total aproximado de 110 especies identificadas en el área del Santuario. Esta diferencia se explica porque los guardas de la CONAF desarrollaron una metodología mixta, dirigida básicamente a las especies acuáticas más relevantes, siendo el resto de los registros, avistamientos casuales. Por el contrario, los estudios realizados por Schlatter y Simeone (1995, 1996), como Línea Base (LB), requisito de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la Planta Celco, Valdivia, incluyeron todas aquellas especies que alguna vez fueron reportadas en el Humedal.

Por otra parte, las familias predominantes en el sector, en cuanto a Riqueza de especies, fueron Ardeidae con 6 especies (*i.e.* *Bubulcus ibis*, *Egretta thula*, *Ardea cocoi*, *Casmerodius albus*, *Ixobrychus involucris*, *Nycticorax nycticorax*) y Anatidae con 5 especies (*i.e.* *Cygnus melanorynpha*, *Speculanas specularis*, *Anas georgica*, *Netta peposaca*, *Anas sibilatrix*). Estos resultados, son similares a los reportados por Schlatter y Simeone (1995) y CONAF (1999), situación que no es de extrañar dado que dichas familias incluyen especies acuáticas que son

generalmente más visibles en aguas abiertas por características inherentes de cada especie, como el tamaño corporal promedio, la coloración del plumaje y sus rasgos de comportamiento.

En relación a la permanencia en el hábitat, los análisis realizados mostraron que más del 60 por ciento de las especies identificadas, son especies residentes y nidificantes en el Humedal. Lo anterior, confirma su importancia para este ensamble de avifauna, debido a que la mayoría de las especies identificadas dependen directamente de este hábitat, ya sea por ser especies estrictamente acuáticas o que, sin serlo, encuentran una rica fuente de alimento y resguardo en esta área protegida.

Para los análisis temporales se incorporó el concepto de grupos tróficos; Herbívoras, Piscívoras e Insectívoras. Para cada uno de estos grupos, se analizó la variabilidad en la diversidad de especies, considerándose para esto tres indicadores de diversidad; Riqueza, Abundancia e Índice de Simpson inverso (C_{inv}). Esto debido a que la utilización de cualquiera de ellos por separado, omite información relevante para la correcta interpretación de posibles variaciones. El Índice C_{inv} permitió integrar los valores de Riqueza y Abundancia específica en un solo valor que entrega información rápida respecto a la equidad de las especies dentro de un grupo determinado. Es de utilidad en la comparación de distintos sectores o períodos, pero debe ser interpretado con cautela, ya que omite importante información respecto de las características de las especies en estudio (Feinsinger 2001).

Respecto de las variaciones temporales de Abundancia, Schlatter y col. (2002), indicaron que durante el período comprendido entre los años 1987-2002 (15 años), se observó un marcado incremento de la población de CCN, lo que habría marcado la Abundancia total del ensamble. Sin embargo, el presente análisis, realizado para el período comprendido entre los años 1999-2006 (siete años), evidenció que este ensamble mostró una clara tendencia a la baja. Tendencia marcada principalmente por la disminución de CCN y otras especies Herbívoras. Se debe considerar además, que el período analizado en este estudio no presenta la influencia de El Niño, fenómeno que ha sido indicado anteriormente como el más probable causante de fluctuaciones en las poblaciones de avifauna en la zona, especialmente para los CCN (Schlatter y col 2002).

La disminución anteriormente mencionada, refleja los graves cambios que tuvieron lugar en el Santuario durante los últimos años. Dichos cambios, fueron analizados en profundidad por científicos de la Universidad Austral de Chile, quienes reportaron que: “durante el año 2004 se produjo una alteración significativa en la calidad de las aguas del Humedal, lo que afectó distintos procesos fisicoquímicos que se desarrollan en su interior, provocando una notable disminución de la cobertura vegetal, en especial de la macrófita *Egeria densa* (i.e. lucheillo), lo que a su vez afectó rápidamente a las especies de fauna silvestre herbívora que dependen directamente de ella” (UACH/CONAMA 2005; Jaramillo y col 2007).

Por otro lado, las especies Insectívoras y Piscívoras presentaron, durante todo el período, Abundancias bastante inferiores al grupo Herbívoras, mostrando una leve tendencia a la baja, y a diferencia de este grupo, no evidenciaron quiebres bruscos. Esto probablemente por encontrarse en un eslabón distinto de la cadena trófica, lo cual podría indicar que las causas de la brusca disminución de la abundante cobertura vegetal sumergida del Santuario, no afectaron sus principales fuentes de alimento. Lo anterior, no quiere decir que no se verán afectadas en el

futuro por dichas causas, sólo indica que hasta marzo del 2006, dichos recursos no manifestaron cambios que pudieran ser percibidos en los resultados que entregan los censos en estudio.

Con respecto a la estacionalidad de los grupos tróficos estudiados, las especies Herbívoras no mostraron un patrón estacional claro en el presente análisis, lo cual difiere de lo indicado por Schlatter y col (2002), respecto a que las poblaciones de CCN presentaban un patrón estacional evidente, con mínimas Abundancias en invierno (Junio-Agosto), y máximas en verano (Diciembre-Marzo), lo que debiera haberse reflejado en el grupo Herbívoras, debido a la importancia numérica de la especie. Esta diferencia se debe probablemente a que dichos autores consideraron datos adicionales a los censos de la CONAF, y a que incorporaron áreas aledañas al Santuario.

Por el contrario, las especies Insectívoras y Piscívoras, mostraron un claro patrón estacional, con las máximas Abundancias en los meses de primavera y las mínimas durante el invierno, lo que concuerda a lo indicado por estudios previos (*e.g.* Jiménez 2001), señalando un aumento en la utilización del área por estos grupos en los meses de primavera. Lo anterior, probablemente se deba a un aumento en la oferta trófica en la zona, y a la utilización de ésta como lugar de nidificación gracias a la abundante vegetación emergente típica de este Humedal (Schlatter y Simeone 1995 y 1996). Las mínimas invernales se deben probablemente, a desplazamientos migratorios, de las especies dominantes de estos grupos, el Cuervo del pantano (*Plegadis chihi*) y el Pato yeco (*Phalacrocorax brasilianus*) durante los meses fríos del año (Antas 1994; Antas y col 1996; Schlatter y col 2002; Jiménez 2001).

Se observó además, que la Tagua era la especie dominante, seguida por el CCN, especie característica en el área y considerada emblemática del (Schlatter y Simeone 1995 y 1996). Esta dominancia numérica relativa, debe ser dimensionada considerando las limitaciones propias del tipo de metodología utilizada, recordando que esta presenta un sesgo importante dirigido hacia dichas especies, por lo que pudiera ser, que ésta dominancia si bien existe, no sea tan marcada como muestran los datos. En este punto debe notarse que los guardas sólo registran Taguas y Tagüitas separadamente, sin discriminar entre las distintas especies de Taguas posibles de encontrar en el Humedal (*i.e.* *Fulica leucoptera*, *Fulica armillata* y *Fulica rufifrons*), por lo que esta Abundancia puede ser una subestimación desde el punto de vista de la Riqueza, ya que probablemente se estén sumando Abundancias de especies distintas, registradas bajo la denominación de Tagua común.

Consecuentemente, y si bien en este estudio no se analizaron registros de nidos o juveniles, los datos evidenciaron, como ya se ha mencionado, una disminución brusca en las Abundancias de las especies dominantes del ensamble, las que alcanzaron los valores de Abundancia más bajos reportados en el área, haciendo suponer que dichas especies, hasta el verano del 2006, no se estaban reproduciendo en el Humedal (UACH/CONAMA 2005, Jaramillo y col 2007). Lo que implicaría una gran pérdida para la avifauna silvestre a nivel internacional, sobre todo considerando la importancia de la colonia reproductiva de Cisnes de cuello negro que cada año, aprovechaba la Abundancia de alimento que presentaba el Humedal, para sustentar sus altos requerimientos de hábitat durante las épocas de apareamiento, nidificación y cría (Schlatter y col 2002 y 2003).

Aún cuando no se realizaron análisis estadísticos intra-anales, al comparar los promedios estacionales de Riqueza e Índice C_{inv} , no se evidenciaron mayores diferencias para ninguno de los grupos estudiados, lo que indica que el ensamble no varía marcadamente en términos de Riqueza y dominancia entre las estaciones de un mismo año.

Por otra parte, se observaron diferencias significativas entre años para las Riquezas de los tres grupos, con las menores Riquezas reportadas el año 2005. Sólo las especies Herbívoras presentaron un patrón claro en cuanto a estas diferencias, esto es, 1999 es significativamente diferente del año 2005. Los otros grupos, no presentaron un patrón claro, lo que indica que la Riqueza reportada para estas especies es bastante irregular, probablemente producto de la metodología censal utilizada y de los bajos valores de Abundancia detectados. Las principales diferencias se observaron en las Abundancias interanuales, siendo estas más marcadas, como es de esperar en el grupo Herbívoras.

Por su parte el Índice de diversidad utilizado para este estudio, no mostró mayores diferencias interanuales para ningún grupo, lo cual resalta la utilidad del análisis conjunto de los tres indicadores de diversidad presentados. Si se hubiera considerado sólo uno de ellos, importante información hubiera sido omitida, lo cual se vería traducido en interpretaciones sesgadas y consecuentes conclusiones erradas, como ha sido el caso de diversos estudios de diversidad basados solo en el análisis de Índices de diversidad (Feinsinger 2001).

Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los estudios realizados previamente en el Humedal han considerado las Abundancias de las poblaciones de aves en toda el área, sin discriminar entre los distintos sectores prospectados. En este estudio, se analizaron los cuatro sectores definidos en los censos de la CONAF. Los gráficos de rangos por sector, resumen gran cantidad de información respecto del ensamble de especies que se presenta en cada uno de ellos, entregan una imagen clara de la posición de cada especie dentro del grupo, y permiten comparar, en este caso, la situación del ensamble entre años dentro de un mismo sector. Debido a la metodología utilizada, se pierde la relación de las diferencias de Abundancias de los casi ocho años en estudio. Para resolver esta falencia, se incorporó una tabla complementaria a los gráficos de rangos que presentan la Riqueza, Abundancia e Índice C_{inv} anuales para cada sector. De esta forma, se entrega información relevante, que permite evidenciar diferencias en la estructura de los ensambles presentes en cada sector.

En términos generales, en cuanto a Riqueza y dominancia de especies, las diferencias entre los cuatro sectores no fueron muy marcadas. Las Abundancias específicas y totales, presentaron las diferencias más notorias dentro de cada sector sólo para los dos últimos años, período en que se presentaron las menores Abundancias para los cuatro sectores (posterior al 2004, año del evento contaminante). Por otro lado, las Abundancias promedio entre sectores fueron bastante distintas, siendo los sectores 1 y 2, aquellos que reportan las mayores Abundancias. Esto último indica probablemente, que las diferencias propias de cada sector, en términos de área prospectada, profundidad, cobertura vegetal, oferta de alimento, entre otras, son suficientemente marcadas como para determinar diferencias en las Abundancias de las poblaciones de avifauna que cada uno de ellos es capaz de sustentar.

Lo anterior fue verificado en terreno, observándose que las diferencias propias de cada sector influyen además la metodología censal utilizada por los guardas. Por lo que los patrones

arriba mencionados, deberían ser considerados con cautela al realizar comparaciones entre sectores. Resalta la ausencia de antecedentes sistemáticos referentes a características vegetacionales, de caudal y de condiciones climáticas, además de censos de otros grupos taxonómicos, lo cual facilitaría una interpretación más acabada de las características y procesos propios de cada sector. Esto ha sido indicado por diversos autores quienes destacan la importancia del monitoreo conjunto de especies indicadoras como las aves y los anfibios (Crewe y Timmermans 2005; Munguia y col 2005; Crewe y col 2006).

En cuanto a la dominancia numérica, el sector 3 fue el único donde el CCN dominó durante todo el periodo. Esto dado seguramente, por las condiciones propias de dicho sector (*i.e.* mayor superficie inundada, abundante totora, mayor amplitud relativa, menor profundidad, entre otras), que posibilitan la permanencia de un elevado número de individuos. Las Abundancias de las tres especies dominantes en este sector, se alejan notoriamente del resto del grupo, lo que queda reflejado en el valor de C_{inv} . El Pato yeco se ubicó en la tercera posición de importancia relativa en el sector, lo que debe indicar la presencia de la colonia reproductiva conocida para la especie en el área. Tal Abundancia se va igualando a la de la Tagua y el CCN, especies dominantes en todos los sectores, hasta alcanzar el primer lugar de importancia el verano del 2006. Esto dado, como ha sido comentado previamente, por la disminución de las especies dominantes durante dicho año.

Por otro lado en el sector 1, la Tagua dominó marcadamente, superando notoriamente a todo el resto del ensamble, lo que queda reflejado en el bajo valor del Índice C_{inv} . Por último, un cambio relevante, observado el año 2005, es el aumento del Índice de diversidad. Cambio que se hace más evidente en los sectores 1 y 4 (ubicados en los extremos del área de estudio), indicando que tales sectores presentaron una mayor equidad entre las especies del ensamble el último año en estudio. Lo anterior, determinado principalmente, como ya hemos mencionado, por la disminución en la Abundancia de las dos especies dominantes, el CCN y la Tagua, lo que implica que las Abundancias de todas las especies del ensamble se hacen más similares.

Las diferencias detectadas reflejan la importancia del monitoreo del ensamble de aves del Humedal del Río Cruces, y realzan la necesidad de destinar recursos y esfuerzos tendientes a la implementación de metodologías más dirigidas, que entreguen datos más robustos. Las falencias metodológicas de los censos estudiados son contrarrestadas por la continuidad y prolongación de los muestreos realizados, y si bien las condiciones del Humedal han cambiado notoriamente, no se debe prescindir de los esfuerzos que aportan al entendimiento de las dinámicas que en él se desarrollan.

6.1. Conclusiones.

- Los análisis realizados muestran que el ensamble en estudio presentó diferencias interanuales y espaciales durante los siete años considerados. Por lo tanto se rechaza la primera hipótesis.
- Los tres grupos tróficos estudiados presentaron variaciones estacionales e interanuales distintas. Por lo que se puede concluir que no son afectados de la misma forma por los factores que ocasionarían tales variaciones, rechazando de esta manera la segunda hipótesis planteada.

- La Riqueza detectada por este estudio refleja la importancia del Humedal para las especies de avifauna que en él se desarrollan.
- Los cuatro sectores censados presentan diferencias en cuanto a la estructura del ensamble que en ellos se desarrolla. Esto dado por diferencias intrínsecas de cada sector.
- Si bien, la continuidad de la metodología utilizada estandariza los datos, lo cual permite comparar entre distintos periodos y detectar cambios, cuando estos son marcados, no es lo suficientemente específica y rigurosa para entregar información robusta respecto a todas las especies del ensamble.

7. GLOSARIO

Abundancia (N°): Número de individuos de una determinada especie.

Biodiversidad: Variedad de vida en todas sus formas, niveles y combinaciones (Feinsinger 2001).

Desplazamientos nomádicos: Movimientos extensos de una población sin tener definida un área específica para reproducción. No se presentan, necesariamente, de forma regular y predecible, y son generados posiblemente por cambios en la oferta de alimentos, en los niveles de agua o sequías. Estas especies nomádicas también son usualmente conocidas como vagabundos (Bertold 2001; com. per. Schlatter).

Dominancia: Superioridad en términos de abundancia relativa de una determinada especie sobre el resto del ensamble.

Ecotono: Sector de transición entre dos tipos de hábitat. Presenta características de ambos.

Ensamble: Conjunto de especies que comparten un lugar y un período de tiempo (Giller 1984).

Estructura de un ensamble: Forma en la que se ordenan las especies que componen un ensamble según sus abundancias relativas.

Estudio de Impacto Ambiental (EIA): Evaluación del Impacto Ambiental de un determinado proyecto, con el propósito primordial de proteger el medio ambiente. Debe valorar y proporcionar la información de los probables efectos ambientales a los encargados de tomar decisiones, de forma tal que permita, de ser necesario, aprobar condicionadamente o denegar la ejecución de un proyecto de obra o actividad. Debe comprender, al menos, la estimación de los efectos sobre la vida humana, la [fauna](#), la flora, la vegetación, el [suelo](#), [el agua](#), el [aire](#), el [clima](#), el paisaje y la [estructura](#) y [función](#) de los [ecosistemas](#) presentes en el área previsiblemente afectada. Asimismo, debe comprender la estimación de la incidencia del proyecto, obra o actividad sobre los elementos que componen el [patrimonio](#) histórico del país o área, sobre las relaciones sociales y las condiciones de sosiego público, tales como [ruido](#), vibraciones, olores y emisiones luminosas, y la de cualquier otra incidencia ambiental derivada de su ejecución.

Colonias: Agrupaciones de individuos de una determinada especie, en un lugar y tiempo definidos.

Gremio: Ensamble de aves que utilizan un recurso particular en un momento determinado y de forma similar (Giller 1984).

Herbívora: Especie que se alimenta principalmente de cobertura vegetal.

Índice de Simpson inverso (C_{inv}): Índice de diversidad que conjuga la Riqueza y la Abundancia relativa de las especies de un ensamble (Feinsinger 2001).

Insectívora: Especie que se alimenta principalmente de lombrices-poliquetos, caracoles chicos y otros invertebrados.

Línea base (LB): Estudios que describen [el estado](#) de un ambiente. Abarcan diversas disciplinas, tales como la hidrología, la [biología](#), la [química](#), la hidrogeología y la [ingeniería civil](#), la [estadística](#), la [economía](#) y la [sociología](#). No constituyen una actividad académica que abarca todos los aspectos posibles. El lapso durante el cual se deben adquirir o generar y analizar los datos, normalmente es demasiado breve como para realizar una investigación rigurosa; además, el alcance de los estudios es demasiado amplio. Se basan en [ciencia](#) documentada y, cuando corresponde, recurren a estudios académicos, informes de [empresas](#), documentos del [gobierno](#) y cualquier otra fuente disponible de información al respecto.

Migración: Movimientos estacionales desde áreas de cría hacia áreas de descanso y viceversa (Schüz y col. 1971; Bertold 2001). Estas migraciones abarcan distancias amplias – lejos de su área de nidificación conocida – se presentan en forma regular, estacional y predecible, involucrando prácticamente a toda la población (com. per. Schlatter).

Migración parcial: Migración en la cual una parte de la población de una especie migra y la otra permanece en la zona de cría (Berthold, 2001). Migración que abarca distancias más discretas, con sobreposición parcial con áreas de nidificación, sin la necesaria participación de toda la población. Este tipo de migración también tiende a ser regular y predecible (com. per. Schlatter).

No migratoria acuática: Población de aves acuáticas que no se movilizan de su humedal, mientras este no sufra cambios drásticos. En general son residentes si se reproducen en ese lugar.

Nomádico: Desplazamientos erráticos de una población.

Piscívora: Especie que se alimenta principalmente de peces.

Residente: Especie que se mantienen en un área determinada, reproduciéndose y alimentándose en ella. Dicha población posee una dispersión discreta en torno a esa área.

Riqueza (S): Número de especies (Feinsinger 2001).

Variabilidad temporal: Cambios de ciertos parámetros durante un determinado período de tiempo (meses o años).

Visita: Población que ingresa a una determinada área para alimentarse, descansar o simplemente la utiliza como corredor, sin presentar dependencia respecto a dicha área.

Zona sur: Comprende las regiones VIII, IX y X (SAG 2003).

8. BIBLIOGRAFÍA

- Antas PTZ. 1994. Migration and other movement among the lower Parana River valley wetlands, Argentina, and the south brazil/Pantanal wetlands. *Bird Conservation International* 4: 181-190.
- Antas PTZ, JLX Nascimineto, BS Ataguile, M Koch, SB Scherer. 1996. Monitoring Anatidae populations in Río Grande do Sul State, South Brazil. Pages 513-530 in Procesings of the Anatidae 2000 Conference (M. Birkan, J. van Vessem, P. Havet, J. Madsen, B. Trollet and M. Moser, Eds.). *Gibier faune Sauvage* 13.
- Araya B, G Millie. 1996. Guía de campo de las aves de Chile. 4ta ed. Ed. Universitaria - Santiago. 405p.
- Begon M, JL Harper and CR Townsend. 1990. Ecology: Individuals, Populations and Communities. 2nd edition. Blackwell. Scientific Publications, Boston, MA. 945 pp.
- Berthold P. 2001. Bird Migration, A General Survey. Second Edition. Oxford University Press.
- Bibby CJ, ND Burgess, DA Hill, SH Mustoe. 2000. Bird Census Techniques. Academic Press.
- Bock CE, ZF Jones. 2004. Avian habitat evaluation: should counting birds count? *Front Ecol Environ* 2, 403–410.
- Chettri N, E Sharma, D Deb. 2001. Bird community structure along a trekking corridor of Sikkim Himalaya: a conservation perspective. *Biol. Conserv.* 102: 1-16.
- Cole S. 1998. The emergence of treatment wetlands. *Environ. Sci. Tech.* 32: 218 – 223.
- CONAMA, Comisión nacional del Medio Ambiente. 2005. Estrategia Nacional para la Conservación y uso racional de los humedales en Chile. 53 pp más anexos.
- CONAMA, Comisión nacional del Medio Ambiente. 2007. <www.conama.cl>.

- Corporación Nacional Forestal, CONAF. 1999. Plan de Manejo Reserva Nacional Río Cruces. Programa de Patrimonio Silvestre, Valdivia, X Región de Los Lagos. Documento de Trabajo N° 325. 221 pp.
- Craigie GE, STA Timmermans, JW Ingram. 2003. Interactions between Marsh Bird Population Indices and Great Lakes Water Levels: A Case Study of Lake Ontario Hydrology. Prepared for the International Joint Commission Environmental Technical Working Group by Bird Studies Canada in partnership with Environment Canada – Ontario Region. 40 pp.
- Crewe TL, STA Timmermans. 2005. Assessing Biological Integrity of Great Lakes Coastal Wetlands Using Marsh Bird and Amphibian Communities. Technical report # WETLANDS – EPA-01, prepared for Great Lakes Commission. 88 pp.
- Crewe T, STA Timmermans, K Jones. 2006. [Great Lakes Marsh Monitoring Program 10-Year Report. www.bsc-eoc.org](http://www.bsc-eoc.org).
- Cronk JK, MS Fennessy. 2001. Wetland Plants: Biology and Ecology. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA.
- Crowder A, DS Painter. 1991. Submerged macrophytes in Lake Ontario: current knowledge, importance, threats to stability, and needed studies. *Can. J. Fisheries Aquatic. Sci.* 48, 1539–1545.
- Feinsinger P. 2001. Designing Field Studies for Biodiversity Conservation. Island Press.
- Fennessy S, M Gernes, J Mack, DH Waldrop. 2001. Methods for evaluating wetland condition: using vegetation to assess environmental conditions in wetlands. EPA 822-R-01-007j. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C., USA.
- Galatowitsch SM, DC Whited, JR Tester. 1999. Development of community metrics to evaluate recovery of Minnesota wetlands. *J. Aquatic Ecosyst. Stress Recovery* Vol. 6, 217–234.
- Gilbert G, DW Gibbons, J Evans. 1998. Bird Monitoring Methods, a manual of techniques for key UK species. Mc Corquodale Confidential Print Ltd, Great Britain.
- Giller P. 1984. Community structure and the niche. Chapman and Hall, New York.

- Glennon M, W Porter. 2005. Effects of land use management on biotic integrity: An investigation of bird communities. *Biol. Conserv.* 126: 499-511.
- Goodall J, A Johnson, R Philippi. 1946. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol. 1 Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos S.A. 358pp.
- Goodall J, A Johnson, R Philippi. 1951. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Vol. 2 Buenos Aires: Platt Establecimientos Gráficos S.A. 445pp.
- Groom M, G Meffe, CR Carrol. 2005. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc.
- Guadagnin DL, A Schmitz, LF Carvalho, L Maltchik. 2005. Spatial and Temporal Patterns of Waterbirds Assemblages in Fragmented Wetlands of Southern Brazil. *Waterbirds, Journal of de Waterbirds Society*. Vol.28. N°3.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>.
- Jaramillo E, R Schlatter, H Contreras, C Duarte, N Lagos, E Paredes, J Ulloa, G Valenzuela, B Peruzzo, R Silva. 2007. Emigration and Mortality of Black- Necked Swans (*Cygnus Melancoryphus*) and Disappearance of the Macrophyte *Egeria densa* in Ramsar Wetland Site of Southern Chile. *Ambio* Vol. 36. N°2.
- Jimenez E. 2001. Biología reproductiva y alimentación del Cormorán yeco (*Phalacrocorax brasilianus*, Gmelin) en la colonia del Santuario de la Naturaleza del río Cruces, Valdivia. *Memoria de Titulación*. Esc. de Biología Marina. Facultad de Ciencias.
- Johnson A. 1965. Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina, Bolivia and Perú. Vol. 1. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.
- Johnson A. 1967. Birds of Chile and Adjacent Regions of Argentina, Bolivia and Perú. Vol. 2 Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires.
- Keddy P. 2000. Wetland Ecology Principles and Conservation. Cambridge University Press, UK.
- Kennedy M. 1977. Requisitos para el hábitat de reproducción de la Tagua común y recomendaciones técnicas de manejo para aumentar esta especie. *Medio Ambiente* 2 (2):107-116.

- Kracauer E, O Grozev, C Rosenzweig. 1997. Climate change, agriculture and wetlands in eastern Europe: vulnerability, adaptation and policy. *Clim. Change* 36: 107-127.
- Lambeck RJ. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conserv. Biol.* 11, 849–856. Lambeck R.J., 2002. Focal species and restoration ecology: response to Lindenmayer et al. *Conserv. Biol.* 16, 549–551.
- Lane CR. 2003. Biological indicators of wetland condition for isolated depressional herbaceous wetlands in Florida. Ph.D. Dissertation. University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- Lazo I, E Silva. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 103-118.
- Lincoln R, G Boxshall, P Clark. 1982. A dictionary of ecology, evolution and systematics. Cambridge University Press, UK.
- Lytel C, F Lytel, N Yang, J Qian, D Hansen, A Zayed, N Terry. 1998. Reduction of Cr (VI) to Cr (III) by wetlands plants: potential for in situ heavy metal detoxification. *Environ Sci Tech* 32: 3087 - 3093.
- Magurran A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing Company, UK.
- Marín M. 2004. Lista Comentada de las Aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Mazzeo N, L Rodriguez-Gallego, C Kruk, M Meerhoff, J Gorga, G Lacerot, F Quintans, M Loureiro, D Larrea, F Garcia-Rodriguez. 2003. Effects of *Egeria densa* Planch. Beds on a shallow lake without piscivorous fish. *Hydro.* 506 - 509: 591 - 602.
- Micacchion M. 2004. Integrated Wetland Assessment Program. Part 7: Amphibian Index of Biotic Integrity (AmphIBI) for Ohio Wetlands. Ohio EPA Technical Report WET/2004-7. Ohio Environmental Protection Agency, Wetland Ecology Group, Division of Surface Water, Columbus, Ohio.
- Molina J. 1782. Saggio sulla Storia Naturale et Civile del Chili. Bologna, 367 pp.
- Munguia P, P Lopez, I Fortes. 2005. Seasonal changes in waterbird habitat and occurrence in Laguna de Sayula, Western Mexico. *The Southwestern Naturalist* 50(3): 318-322.

- Noss R F, C Carroll, K Vance-Borland, G Wuerthner. 2002. A multicriteria assessment of the irreplaceability and vulnerability of sites in the Greater Yellowstone ecosystem. *Conserv. Biol.* 16, 895–908.
- O’Connell TJ, LE Jackson, RP Brooks. 1998. A bird community index of biotic integrity for the mid-Atlantic highlands. *Environ. Monitor. Assess.* 51, 145–156.
- Padoa-Schioppa E, M Baietto, R Massa, L Bottoni. 2006. Bird communities as bioindicators: The focal concept in agricultural landscapes. *Ecol. Indic.* 6: 83-93.
- Philippi R. 1864. Catálogo de las aves chilenas con su distribución geográfica. *Investigaciones Zoológicas Chilenas XI*: 1-179.
- Ramsar. 2006. Convención de Ramsar sobre los Humedales. <www.ramsar.org>.
- Riveros G, I Serey, P Drouilly. 1981. Estructura y diversidad de la comunidad de aves acuáticas de la laguna El Peral, Chile Central. *Anales del Museo de Historia Natural* 14: 189-196.
- Rottenborn S. 1999. Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. *Conserv. Biol.* 88: 289-299.
- SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. 2006. Legislación sobre Fauna Silvestre. Edición 2006. Diproren, Subdept. Vida Silvestres. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura.
- Salazar J. 1988. Censo Poblacional del CCN (*Cygnus melancoryphus*) en Valdivia. *Medio Ambiente*, 9:18-87 pp.
- Schlatter R, J Salazar, A Villa, J Meza. 1991. Demography of Black-necked Swans, *Cygnus melancoryphus* in three chilean wetland areas. *Wildfowl Suppl.* 1: 88 -94.
- Schlatter R. 1992. Ficha Informativa sobre Humedales Ramsar. Inst. de Zoología y Oficina de Ramsar, Gland, Suiza. 9 pp mas mapa.
- Schlatter R, A Simeone. 1995. Subproyecto Aves. Proyecto Fauna Terrestre y Acuática. Estudio de Línea Base. Primer Informe de Invierno. Geotécnica Consultores. Planta Celulosa Valdivia, Celulosa Arauco y Constitución.

- Schlatter R, A Simeone. 1996. Subproyecto Aves. Proyecto Fauna Terrestre y Acuática. Estudio de Línea Base. Segundo Informe de Verano. Geotécnica Consultores. Planta Celulosa Valdivia, Celulosa Arauco y Constitución.
- Schlatter R. 1998. El Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) en Chile. en V. Valverde, Ed. La Conservación de la Fauna Nativa de Chile, Logros y Perspectivas. CONAF: 121-131.
- Schlatter R, Y Mansilla. 1998a. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. Formulario ad hoc Convención Ramsar, Gland, Suiza. 20 pp.
- Schlatter R, Y Mansilla. 1998b. Santuario de la Naturaleza e Investigación Científica “Carlos Anwandter” en el río Cruces, Valdivia. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. 2ª edición. Instituto de Zoología, Universidad Austral de Chile. 19 pp.
- Schlatter R, R A Navarro, P Corti. 2002. Effects of El Niño – Southern Oscillation on Numbers of Black-Necked Swans at Río Cruces Sanctuary, Chile. *Waterbirds*. 25 :114 – 122.
- Schlatter R, R Navarro, P Corti. 2003. 25 años de dinámica poblacional del CCN en el primer sitio Ramsar de Chile: como se está recuperando una especie amenazada. 24.04.2003. Taller Técnicas de evaluación y uso de recursos naturales en humedales. VI Congreso Internacional Gestión de Recursos Naturales.
- Schlatter R., W. Sielfeld 2006. Avifauna y mamíferos de humedales en Chile. En Vila, I, A. Veloso, R.P. Schlatter y C. Ramírez. Eds. Macrófitos y Vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Universidad de Chile. Editorial Universitaria, Stgo de Chile. 141-187.
- Skagen S, C Melchor, E Muths. 2000. The interplay of habitat change, human disturbance and species interactions in a waterbird colony. *Am. Midl. Nat.* 145: 18-28.
- Smith R, T Smith. 2001. Ecología. Pearson ed. s. a.
- UACH-CONAMA. 2005. Informe Final “Estudio sobre origen de mortalidad y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia.”, Santiago.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). 1998. Lake and reservoir bioassessment and biocriteria: EPA 841-B-98-007 Technical Guidance Document. Washington, D.C., USA. Available on-line at: <http://www.epa.gov/owow/monitoring/tech/lakes.html>. Accessed 2002–2004.

Victoriano P, A González, R Schlatter. 2006. Estado de conocimiento de las aves de aguas continentales de Chile. *Gayana* 70(1): 140-162.

Vilina Y, V Lopez-calleja. 1996. The Neotropical plovers of estero El Yali in central Chile. Shorebird Ecology and Conservation in the Western Hemisphere. P. Hicklin Eds. *International Wader Studies* 8: 85-92.

Vilina Y, H Cofre. 2006. Aves acuáticas. En Biodiversidad de Chile, patrimonio y desafíos. Saball, P. y otros edts. Ocho libros Edtrs. Santiago Chile.

Zar J. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Inc.

9. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer

A mi madre, gracias mamá por tu fuerza, tus ojos y tus manos, por la ternura, el amor y comprensión con la que has acompañado mis días, gracias por ser mi permanente cable a tierra.

A mi padre, gracias papá por amarme incondicionalmente, por la forma optimista con que enfrentas la vida, por tener el valor de privilegiar siempre el amor.

Gracias a los dos, por luchar juntos para invitarme a disfrutar de este gran carnaval.

A mi profe Schlatter, gracias por adoptarme con todo el cariño del mundo, por darse el tiempo, por tener paciencia, por seguir teniendo alma de niño.

A Heraldo el grande por compartir desinteresadamente tú cariño y algunos de tus conocimientos, gracias por la nobleza que se te arranca por los ojos.

A mi amor Johannes, gracias por llegar a mi vida.

A mi hermana mayor por decidir serlo, por apoyarme constantemente, por creer en mí y por haberme regalado dos morenas bendiciones.

A mi prima América, gracias por el tiempo, el interés y la dedicación, pero principalmente gracias por el cariño.

A mi gran familia por quererse tanto, por ser el mejor de los modelos y un lugar confortable en este loco mundo.

A mis Kiltros queridos por ser las estrellas que iluminan y acompañan mi camino.

A mis amigas M^a José Q, Natalia C, Catalina P, Angélica R, Sofia M, Alejandra L, por estar siempre y por seguir siendo niñas grandes.

A Andrea y Camila, mi Team, mis partners, gracias por las risas, las peleas, los viajes, gracias por crecer juntas y por las diferencias que nos unen.

A mi Rudito querido por regalarme el semestre playero más lindo de mi vida.

Gracias Daf por tu calida voz, tu agradable compañía, tu apoyo y tus sabios consejos.

A Viviana Bustos gracias por enseñarme tanto.

A la Sra. Rosario gracias por compartir su espacio, su vida y su cariño conmigo.

A toda la gente del instituto de Zoología por alegrar mis días de tesista.

A Alejandra Pérez, gracias por tu risa, capaz de iluminar el más frío de los inviernos.

A Luís Figueroa gracias por invitarme a participar en el análisis de estos datos, por el entusiasmo y cariño con que enfrentas la vida.

Gracias a toda la hermosa gente que se ha cruzado en mi camino para acompañarme y enseñarme.

A todos los eternos soñadores, gracias por no perder el entusiasmo y por darme ánimos para seguir.

Seguramente se me queda en el tintero mucha gente que me ayudo en esta complicada e importante etapa de la vida. Nunca una hoja de papel será suficiente para agradecer a tanta gente que con cariño y confianza me ayudo, a veces sin saberlo. Este es solo un modesto intento por plasmar un sincero GRACIAS!!!