RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA DISTRIBUCIÓN DE LA AVIFAUNA DEL HUMEDAL PETREL

RELATIONSHIP BETWEEN THE WATER QUALITY AND THE DISTRIBUTION OF BIRDLIFE IN THE PETREL WETLAND

Joaquín Cornejo • Ignacio Leyton • Laura Rebolledo
Profesores Guía: Carolina Allendes • Marcelo Miranda
Colegio Charly's School • Pichilemu
marcelomica@gmail.com

Resumen

Se da a conocer la relación entre la distribución de avifauna y la calidad del agua del Humedal Petrel (Pichilemu), debido a que dicho lugar fue el foco principal de las descargas de aguas servidas durante las últimas décadas. Se observó que la avifauna no se distribuye de manera uniforme en el sitio de estudio, lo que hipotéticamente se atribuyó a la calidad del agua. Por lo que se buscó determinar la relación entre la distribución de las aves y la calidad del agua, para esto, se realizaron monitoreos quincenales de avifauna simultáneos a muestreos del agua, donde se midieron parámetros físico-químicos para determinar su calidad. Esto se llevó a cabo entre los meses de mayo y agosto del año 2017. Se concluye que, de acuerdo a los parámetros medidos, el agua era de mala calidad, lo que significa que es un agua no apta para la conservación de las comunidades acuáticas y también que, esta no influía en la distribución de avifauna, pero sí en la presencia y ausencia de aves correspondientes a las familias Anatidae y Rallidae. Y a pesar de que el 75% del agua del humedal fue evaluada como de mala calidad, éste presenta altos índices de biodiversidad ecológica alcanzando en promedio entre los meses de estudio 0,92 en Simpson y 2,9 en Shannon - Weaver.

Palabras claves: Aves; Calidad del agua; Parámetros físico-químicos.

Abstract

It's exposed the relationship between the birdlife's distribution and water quality from Petrel Wetland, Pichilemu. Due to the fact that this place used to be the main focus of the sewage waters discharge for the last decades and yet, some studies affirm that it surprisingly hides a tremendous birdlife diversity. It could be appreciated that the bird's species did not present a homogeneous distribution in the place of study, which was hypothetically attributed to the water quality. So it was sought to determine the relation between birdlife's distribution and the water quality. In order to accomplish that, there were carried out biweekly birdlife's monitorings simultaneous to water's sampling, which were analyzed later by its physical-chemical parameters to determine the water quality. This was put into action between the months of May to August 2017. It is concluded that, according to the measured parameters, the water had a low quality, which means that it's not adequated to the conservation of aquatic communities and, moreover, this had no influence on the birdlife's distribution, but it did have an influence in the presence and absence of birds belonging to the Anatidae and Rallidae families. Despite the fact that 75% of the wetland's water was evaluated as low quality, this presents high ecology diversity's index reaching in average between the studied months 0, 92 for Simpson and 2, 9 for Shannon – Weaver.

Keywords: Birds; Water quality; Physical-chemical parameters.

Introducción

La vida se inició en el agua, y a medida que pasaron los años fue evolucionando y diversificándose, expandiéndose fuera de ésta y poblando así el planeta Tierra, formando de esta manera la gran biodiversidad de especies, tanto de flora como de fauna, presentes en la biósfera (Hoffman y Armesto, 2014). Entre todas las especies terrestres que evolucionaron surgió el hombre, siendo la producción de desechos una de las características que lo distinguía de otras especies, sin embargo, la contaminación que producía era solo a escala local y no fue sino hasta finales del siglo XX que la contaminación aumentó a un nivel sin precedentes, afectando a una escala global al medioambiente (Sarlingo, 1998). Entre los ecosistemas afectados por la contaminación se encuentran los cuerpos de agua, que a pesar de ser el compuesto más abundante de la biósfera es uno de los más escasos para el ser humano, ya que requiere de agua dulce y solo el 3% del agua en el mundo corresponde a ella, y de este 3% solo ¼ es accesible para el hombre, siendo esta agua la perteneciente a los cuerpos dulceacuícolas continentales.

Considerando además que la necesita limpia y fresca, se reduce aún más el agua disponible para el hombre, debido a la contaminación de ésta misma (Ramírez y San Martín, 2008). Dentro de estos cuerpos de agua se hallan los humedales, que son zonas de la superficie terrestre que están temporal o permanentemente inundadas, reguladas por factores climáticos y en constante interrelación con los seres vivos que las habitan (Ramsar, 1971). La importancia de estos espacios recae en que son reservas de agua dulce, regulan la temperatura, son fuente de alimento, mitigan el cambio climático y albergan una gran biodiversidad de especies (Ramírez y San Martín, 2008). En la comuna de Pichilemu, ubicada en la VI Región del Libertador General Bernardo O´Higgins, Chile, se encuentran diversos humedales tales como Laguna del Perro, El Bajel, El Ancho, Cahuil y Petrel, situándose este último dentro del radio urbano (PLADECO, 1997), y siendo por mucho tiempo el foco principal de las descargas de aguas servidas de la comuna (Saldías, 2012). A pesar de lo mencionado anteriormente, investigaciones señalan que este humedal alberga una alta biodiversidad de avifauna (Aguirre y Celis, 2016), lo que indica la importancia y el valor que tiene para la comuna. No obstante, se ha podido observar que la comunidad de avifauna presente en el Humedal Petrel no se distribuye uniformemente, concentrándose solo en ciertos sectores. Por lo que, considerando los antecedentes del humedal, se cree que esta distribución heterogénea se debe a la calidad del agua, motivo por el cual esta investigación busca determinar la calidad del agua y su relación con la distribución de avifauna.

Hipótesis

La calidad del agua del humedal Petrel es heterogénea e influye en la distribución de avifauna.

Objetivo General

Determinar la calidad del agua del humedal Petrel y su relación con la distribución de avifauna.

Objetivos específicos

1. Estimar la diversidad de avifauna del Humedal Petrel.
2. Determinar parámetros físico-químicos y evaluar la calidad del agua del Humedal Petrel.

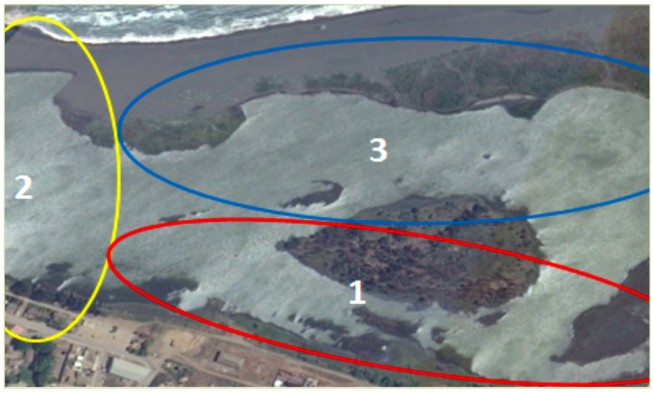


Figura N° 1. Sitio de estudio. Humedal Petrel, Pichilemu (32°14′16″S, 71°31′16″O) Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Chile. Las elipses muestran los sectores de avistamiento. Señalizados con números y diferentes colores. (Vista Google Earth).

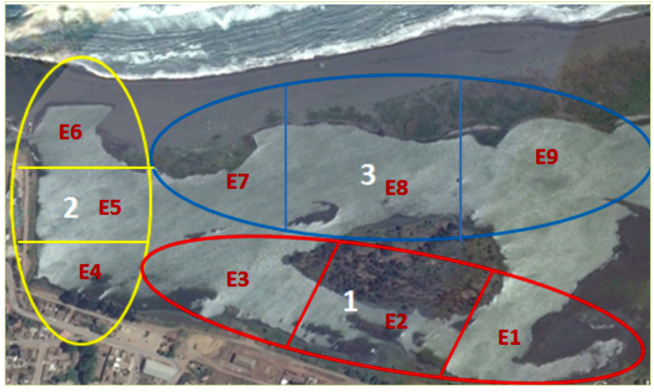


Figura N° 2. Sitio de estudio. Estaciones de monitoreo con sus respectivos subsectores de muestreo. Se muestran las nueve estaciones de muestreo para los parámetros físico-químicos. (Vista Google Earth).

3. Relacionar la distribución de avifauna con los parámetros físico-químicos por medio de cálculos estadísticos.

Metodología

Espacio - Temporal: En la comuna de Pichilemu, se seleccionó el Humedal Laguna Petrel (34°23'01.12''S 71°59'58.73''O), que posee un área de 437.288 m^2 y un perímetro de 3.121m. El trabajo fue llevado a cabo durante la temporada otoño-invierno, entre los meses de mayo y agosto del año 2017.

Estimación de Biodiversidad de avifauna: Se realizó un monitoreo quincenal de las aves que habitan en el humedal. Para esto, se establecieron esfuerzos para homogenizar las condiciones de avistamiento, tales como; tiempo atmosférico (sin lluvia, niebla o vientos fuertes) y una hora de comienzo y término que se respetó durante el desarrollo de la investigación (de 14:00 a 16:30 hrs.). Además, el sitio de estudio fue sectorizado en tres zonas para abarcar de forma ordenada la totalidad del área del humedal, en base a lugares estratégicos que permitieran buena visibilidad para el avistamiento (Figura N° 1), para lo cual se utilizó como guía de reconocimiento el libro "Aves de Chile" (Jaramillo, 2005), binoculares y cámaras fotográficas, herramientas que facilitaron el desarrollo de esta tarea. En la recopilación de datos se determinaron dos variables ecológicas por sesión de monitoreo, riqueza (R) de especies y abundancia (Ab) de individuos. Adicionalmente, se clasificó a las especies de acuerdo a su ambiente, se las distinguió entre residentes y migratorias y también se llevó a cabo una investigación bibliográfica con el objetivo de determinar el estado de conservación de cada especie.

Determinar parámetros físico-químicos: Se tomaron muestras de agua del humedal quincenalmente, de manera simultánea al monitoreo de avifauna y bajo las mismas exigencias planteadas previamente, considerando los siguientes parámetros: temperatura ambiental[1], temperatura del agua, total de sólidos disueltos (de ahora en adelante TSD), acidez (de ahora en adelante pH) y conductividad eléctrica (de ahora en adelante C.E). Para la toma de muestras de agua se subsectorizó en tres partes cada sector definido para el monitoreo de avifauna (Figura N° 2). Para tomar la muestra ingresaron al humedal dos personas, por medio de un kayak doble, y nueve tubos falcon de 50 ml correspondientes a cada sector con sus respectivos subsectores. Una vez en el agua se remó hasta cada subsector establecido en el mapa, tal como lo establece la NCh 411/2 (INN, 1996). Al respecto ver Figura N° 3. Una vez terminado el proceso de toma de muestras, se continuó con el análisis de éstas por medio de una sonda HANNAH HI98130 (Figura N° 4). Además, se calculó la desviación estándar de los sectores respecto al promedio total del humedal, utilizando la fórmula para datos no agrupados, con la finalidad de determinar el grado de homogeneidad o heterogeneidad de los parámetros y, en consecuencia, el del agua también. Siendo la expresión matemática que permite calcular el grado de desviación la siguiente:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma^{n}_{i=1} (X_i - \overline{X})^2}{n - 1}}$$

1 La temperatura ambiental se consideró para calcular la diferencia de temperatura entre el ambiente y el agua.



Figura N° 3. Muestreo de agua siguiendo la metodología propuesta por la NCh 411/2.



Figura N° 4. Medición de parámetros físico-químicos *in situ*.

Donde:
S = Desviación Estándar.
∑ = Sumatoria de.
X_k = dato.
$\bar{X}$ = Media aritmética del conjunto de datos.
n = Número de datos.

Evaluación de calidad del agua

Se utilizó de referencia la "guía de CONAMA para el establecimiento de normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas (2004)". Esta norma establece los valores máximos y mínimos para la protección y conservación de las comunidades acuáticas de acuerdo a los parámetros correspondientes, señalando además cada clase de calidad de agua.

Relacionar parámetros físico-químicos con la distribución de avifauna por medio de cálculos estadísticos

Para relacionar los parámetros físico-químicos con la distribución de la avifauna, se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (Pearson, 1895) entre la distribución de aves y cada parámetro medido considerando 8 jornadas de estudio, mediante la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Donde:
r_{xy} = Coeficiente de correlación de Pearson de x e y.
S_{xy} = Covarianza de x e y.
S_x = Desviación estándar de x.
S_y = Desviación estándar de y.

Los respectivos valores pueden variar entre -1 y 1. Los valores cercanos a -1 indican una relación inversamente proporcional entre las variables. Por otro lado, los valores cercanos a 1 indican que existe una relación directamente proporcional entre las variables y los valores iguales o cercanos a 0 señalan que no existe una relación entre ellas, por lo tanto, la relación es nula.

Resultados

Estimación de diversidad de avifauna

Se identificaron un total de 66 especies, distribuidas en 13 órdenes, de los 22 presentes en Chile, lo que significa que en este espacio se puede encontrar a más de la mitad (59,09%) de los órdenes de Chile. Por otra parte, se identificaron 28 familias de un total de 66, lo que se representa por un 42,42% de las familias presentes en Chile (Tabla N° 1). Otro estudio de censo en el mismo humedal durante la temporada anual comprendida entre 2016 y 2017 registra un total de 92 especies (Cornejo *et al.*, 2017). La diferencia de riqueza total entre ambos estudios radicaría en el tiempo que han abarcado, ya que esta investigación solo considera la temporada otoño-invierno con 4 meses de monitoreos, no considerando los 8 meses restantes del año.

Parámetros físico-químicos

Los valores promedios por sector y promedio total, más la desviación estándar, se muestran en la tabla N° 2. Y respecto a la evaluación del agua de acuerdo a la guía de CONAMA (2004), el pH fue el único de los parámetros que estuvo dentro del rango óptimo, estando los demás en clase 4, la cual indica una mala calidad del agua (Tabla N° 3).

De acuerdo a la relación entre parámetros físico-químicos y la distribución de las aves calculada por medio del coeficiente de correlación de Pearson, se adjuntan los resultados obtenidos en la Tabla N° 4.

En relación a los parámetros calculados se pudo constatar que el pH promedio del humedal (8,2) es ligeramente alcalino, lo que coincide con lo descrito por Abarca (2007) para los humedales costeros. Respecto a la conductividad eléctrica y total de sólidos disueltos, dos parámetros relacionados directamente (Abarca, 2007), se obtuvieron en promedio valores mayores de acuerdo a los límites establecidos por CONAMA (2004). Esto se explicaría por el ingreso de agua marina al humedal, que entra a la laguna cuando se abre la desembocadura artificialmente, aumentando así la salinidad del agua, que se ve reflejada en un incremento sustancial en los valores de C.E y TSD (ver Figuras N° 5 y N° 6), ya que estos parámetros están relacionados directamente con la salinidad (Chapman y Kimstach, 1996). Por otra parte, al analizar la desviación estándar de cada parámetro, se pudo establecer que los 4 indicadores presentaban una desviación mínima entre los sectores del humedal, lo que significa que el agua de éste es homogénea, contrario a lo que se creía antes de realizar la investigación.

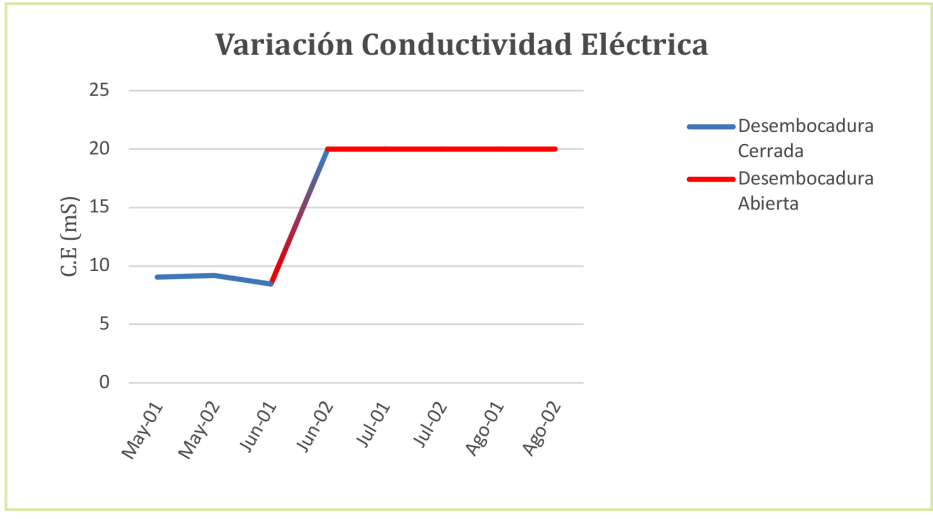


Figura N° 5. Gráfico de línea. Muestra la variación en promedio de la C.E a lo largo del tiempo de estudio, destacando en azul cuando la desembocadura estuvo cerrada y en rojo cuando estuvo abierta.

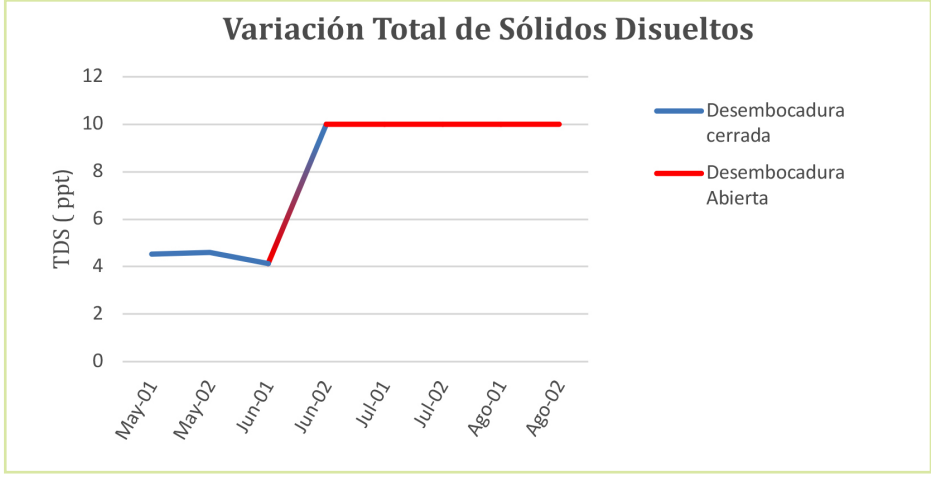


Figura N° 6. Gráfico de línea. Muestra la variación en promedio de TDS a lo largo del tiempo de estudio, destacando en azul cuando la desembocadura estuvo cerrada y en rojo cuando estuvo abierta.

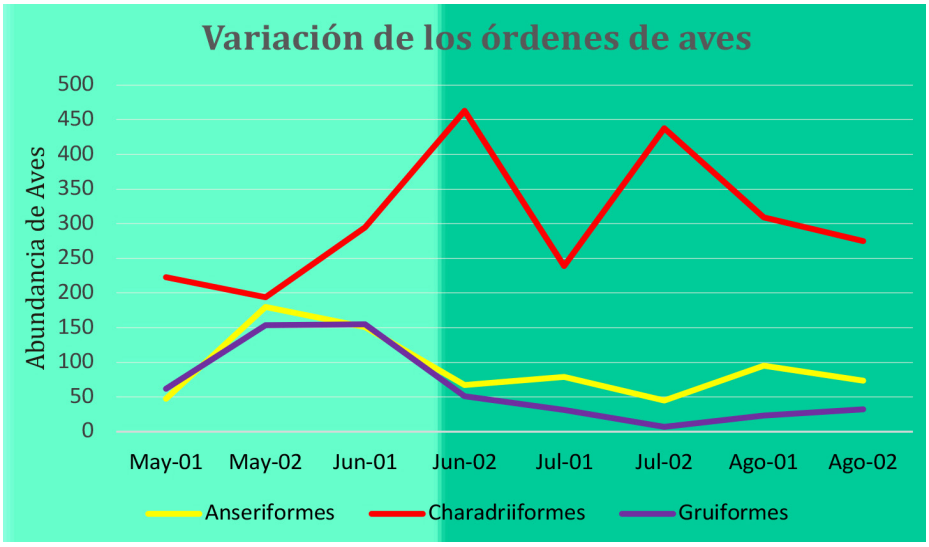


Figura N° 7. Gráfico de líneas. Muestra la variación de los órdenes anseriformes, gruiformes y charadriiformes a lo largo del tiempo de estudio. Destacando en verde claro el gráfico para cuando estuvo cerrada la desembocadura (mayo 01- junio 01) y en verde oscuro para cuando estuvo abierta (junio 02- agosto 02).

Evaluación del agua

Según lo establecido por la guía de CONAMA (2004), se pudo evaluar al 75% de los parámetros como clase 4, es decir, que esta agua en general no es apta para la conservación de las comunidades acuáticas o usos prioritarios sin el tratamiento adecuado (CONAMA, 2004), siendo el único parámetro fuera de esta clase el pH, el cual se encontraba dentro del rango óptimo (6.5-8.5), lo que coincide con el estudio de Vargas (2017). Aun así, cabe mencionar que a pesar de la mala calidad del agua el humedal presenta altos índices de diversidad ecológica, alcanzando en promedio índices de 0,93 Simpson y 2,9 Shannon - Weaver (Cornejo *et al.*, 2017).

Relación entre distribución de avifauna y parámetros físico-químicos

De acuerdo a los valores de correlación de Pearson obtenidos y sus respectivos gráficos, se pudo establecer que al ser todos tan cercanos a 0 y no presentar ninguna tendencia, la influencia de los parámetros físico-químicos estudiados sobre la distribución de avifauna es nula, lo que significa que las variables estudiadas no poseen una relación lineal. Por lo que se refuta la hipótesis planteada, ya que la calidad del agua, para los valores registrados, no influye en la distribución de avifauna, siendo entonces otros los factores determinantes de la distribución. Y cabe mencionar que, a pesar de no haber relación, sí se pudo apreciar que la calidad del agua y también el nivel de ésta, fueron factores determinantes en la presencia de avifauna, ya que cuando se abrió la desembocadura al mar hubo un aumento sustancial de la salinidad del agua, teniendo como consecuencia la disminución de anseriformes (*Coscoroba coscoroba, Cygnus melancoryphus, Anas flavirostris, Anas georgica, Anas bahamensis, Spatula cyanoptera, Spatula platalea, Mareca sibilatrix* y *Oxyura vittata*) y gruiformes (*Fulica armillata, Fulica leucoptera, Fulica rufifrons* y *Gallinula melanops*), más el aumento de charadriiformes (Figura N° 7). Lo primero se explicaría ya que, al ser estas aves estrictamente acuáticas, se ven más afectadas por la calidad del agua, y se infiere que estas no están adaptadas para contrarrestar altos niveles de sal en sus cuerpos, ya que son en general especies de agua dulce y, por lo tanto, no han tenido la necesidad de desarrollar en gran medida su glándula salina, viéndose perjudicadas por aumentos bruscos de salinidad (Soto y Bert, 2010). Por el contrario, el aumento de aves charadriiformes (*Charadrius modestus, Charadrius collaris, Charadrius falklandicus, Charadrius alexandrinus, Vanellus chilensis, Haematopus palliatus, Larus maculipennis, Larus modestus, Larus dominicanus, Sterna trudeaui, Rynchops niger, Himantopus melanurus, Tringa flavipes, Calidris alba, Numenius phaeopus*) se explicaría por el bajo nivel del agua posterior a la apertura del estuario, ya que estas son aves vadeadoras, lo que significa que dependen parcialmente del agua, debido a que su alimento lo encuentran en la ribera de los cuerpos de agua, viéndose favorecidas por la disminución en los niveles de agua (Moreno e Infante, 2010). En base a estos dos hechos, se puede establecer que la apertura del estuario tiene un fuerte impacto sobre el humedal.

Tabla Nº 1. Clasificación de las especies según órdenes, familias, estado de conservación y ambiente: donde el color azul representa el medio acuático y el color naranjo otros ambientes.

Orden	Familia	Especie	Estado de conservación
Anseriformes	Anatidae	Cisne coscoroba	En peligro (EN)
		Cisne de cuello negro	En peligro (EN)
		Pato colorado	Preocupación menor
		Pato cuchara	Insuficientemente conocida
		Pato gargantillo	Preocupación menor
		Pato jergón chico	Preocupación menor
		Pato jergón grande	Preocupación menor
		Pato rana	Preocupación menor
		Pato real	Preocupación menor
Apodiformes	Trochilidae	Picaflor chico	Preocupación menor
		Picaflor gigante	Preocupación menor
Charadriiformes	Charadriidae	Chorlo chileno	Preocupación menor
		Chorlo de collar	Preocupación menor
		Chorlo de doble collar	Preocupación menor
		Chorlo nevado	Preocupación menor
		Queltehue	Preocupación menor
	Haematopodidae	Pilpilén	Preocupación menor
		Gaviota cahuil	Preocupación menor
		Gaviota dominicana	Preocupación menor
		Gaviota garuma	Rara, Vulnerable (VU)
		Gaviotín piquerito	Preocupación menor
		Rayador	Preocupación menor
	Recurvirostridae	Perrito	Preocupación menor
	Scolopacidae	Pitotoy chico	Preocupación menor
		Playero blanco	Preocupación menor
		Zarapito	Preocupación menor
Ciconiiformes	Ardeidae	Garza chica	Preocupación menor
		Garza cuca	Preocupación menor
		Garza grande	Preocupación menor
		Huairavo	Preocupación menor
	Threskiornitidae	Cuervo de pantano	En peligro (EN)
Columbiformes	Columbidae	Paloma	Preocupación menor
		Tortolita cuyana	Preocupación menor
Falconiformes	Accipitridae	Peuco	Preocupación menor
	Falconidae	Cernícalo	Preocupación menor
		Tiuque	Preocupación menor
	Cathartidae	Jote de cabeza colorada	Preocupación menor

Orden	Familia	Especie	Estado de conservación
Gruiformes	Rallidae	Tagua chica	Preocupación menor
		Tagua común	Preocupación menor
		Tagua de frente roja	Preocupación menor
		Tagüita	Preocupación menor
Passeriformes	Emberizidae	Chincol	Preocupación menor
		Chirihue	Preocupación menor
		Loica	Preocupación menor
		Tordo	Preocupación menor
		Trile	Preocupación menor
	Fringillidae	Cometocino de gay	Preocupación menor
		Diuca	Preocupación menor
		Jilguero	Preocupación menor
	Furnariidae	Churrete acanelado	Preocupación menor
		Tijeral	Preocupación menor
	Hirundinidae	Golondrina chilena	Preocupación menor
	Muscicapidae	Zorzal	Preocupación menor
	Passeridae	Gorrión	Preocupación menor
	Phytotomidae	Rara	Preocupación menor
	Troglodytidae	Chercán	Preocupación menor
	Tyrannidae	Cachudito	Preocupación menor
		Colegial	Preocupación menor
		Diucón	Preocupación menor
		Siete colores	Preocupación menor
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	Flamenco chileno	Vulnerable (VU)
Galliformes	Odontophoridae	Codorniz	Preocupación menor
Pelecaniformes	Phalacocoracidae	Yeco	Preocupación menor
Podicipediformes	Podicipedidae	Huala	Preocupación menor
		Pimpollo	Preocupación menor
Strigiformes	Strigidae	Chuncho	Preocupación menor

Tabla N° 2. Resumen parámetros físico-químicos: Muestra los promedios por sector de los parámetros medidos más el promedio final de dichos parámetros, además de la desviación estándar respecto a este último.

Parámetros	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Promedio	Desviación Estándar
pH	8,1825	8,22875	8,19125	8,200833333	0,024569205
TDS (ppt)	7,93625	7,91125	7,9075	7,918333333	0,015629166
C.E (mS)	15,85375	15,845	15,81	15,83625	0,023150324
T° Agua	15,3875	15,2875	14,6375	15,10416667	0,407226391

Tabla Nº 3. Evaluación de calidad del agua. Muestra la evaluación de la calidad del agua en base al promedio de los parámetros medidos.

Parámetros	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Promedio	Calidad del Agua
pH	8,1825	8,22875	8,19125	8,200833333	Óptima
TDS (ppt)	7,93625	7,91125	7,9075	7,918333333	Clase 4
C.E (mS)	15,85375	15,845	15,81	15,83625	Clase 4
Δ T° (C°)	3,5625	3,5625	3,8625	3,6625	Clase 4

Tabla Nº 4. Relación entre dos variables: Muestra los valores del coeficiente de correlación de Pearson para las relaciones entre conductividad eléctrica y aves, pH y aves, total de sólidos disueltos y aves, temperatura y aves.

Variables	Pearson
C.E-Aves	-0,031462335
pH-Aves	-0,04955888
TDS-Aves	-0,028314111
Temperatura-Aves	0,051162728

Conclusiones

En conclusión, se refuta la hipótesis planteada ya que no hay relación entre la calidad del agua y la distribución de avifauna en los parámetros obtenidos y sus valores, sin embargo, la calidad de esta sí influye en la presencia de especies estrictamente acuáticas, como lo son las pertenecientes a las familias Anatidae (cisnes y patos) y Rallidae (taguas). Igualmente, se concluye que la apertura artificial del estuario tiene un impacto importante en el humedal, afectando tanto la calidad de su agua como la avifauna presente en él, por lo que es necesario tomar medidas para regular dicha situación. Por otra parte, se puede establecer a este humedal como un sitio que merece ser rescatado y protegido por la comuna, ya que, a pesar de presentar una mala calidad de agua de acuerdo a los parámetros medidos, registra altos índices de diversidad ecológica.

Bibliografía

Abarca F. 2007. Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de los humedales y otros ecosistemas acuáticos. En IN Ecología, Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México, Ciudad de México, México.

Aguirre J, Celis I. 2016. Monitoreo de la avifauna de la laguna Petrel. Pichilemu, Región de O'Higgins.

Chapman D, Kimstach V. 1996. Selection of water quality variables. En D Chapman, Water quality assesments, Londres, UK.

CONAMA. 2004. Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas. Chile.

Cornejo J, Rebolledo L, Molina C, Miranda M, Allendes C. 2017. Un tesoro escondido que reclama ser descubierto a través de cantos y trinos no escuchados. Colegio Charly's School, Pichilemu. Proyecto Científico, 47° Feria Científica Nacional Juvenil MNHN 2017.

Hoffman A, Armesto J. 2014. Ecología del Agua. Chile: Corporación Instituto de Ecología y Biodversidad.

INN, 1996. Norma chilena 411/2 Of. 96 Calidad de agua – Muestreo. Parte 2. Guía sobre técnicas de muestreo.

Jaramillo Á. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España.

Moreno P, Infante D. 2010. Habitantes de los Humedales. En P Moreno, D Infante, Veracruz. Tierra de Ciénagas y Pantanos, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Pearson K. 1895. Note on regression and inheritance in the case of two parents. Proceedings of the Royal Society of London 58: 240-242.

PLADECO. 1997. Plan de Desarrollo Comunal de Pichilemu 1997-2003. En D. Pichilemu.

Ramírez C, San Martín C. 2008. Ecosistemas Dulceacuícolas. En CONAMA, Biodiversidad de Chile, Patrimonios y Desafíos, Ocho Libros Editores, Santiago, Chile.

Ramsar. 1971. Convention on Wetlands of International Importance specially as Waterfowl Habitat. Ramsar, Irán.

Saldías W. 2012. La Laguna de Petrel y Laguna de Cáhuil "están abiertas": cada una tienen su historia ligada a los políticos. PichilemuNews. Obtenido de http://www.pichilemunews.cl/detalle.php?id=1320

Sarlingo M. 1998. Proyecto Ecología Política, Interdisciplinariedad y Cambio Social. FACSO-UNICEN, Departamento de Antropología Social, Buenos Aires, Argentina.

Soto C, Bert E. 2010. Valoraciones clínica de los problemas renales en aves ornamentales. Revista electrónica de veterinaria 11 (11B). www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111110B/111003B.pdf

Vargas JM. 2017. Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Petrel (Región de O¨Higgins), para la aplicación de cultivos acuáticos como alternativa fitorremediadora para la eliminación de contaminantes a escala laboratorio. Tesis, Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile.