



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

# **Comunidades de aves de los bosques nativos de Isla Mocha: posibles representantes de la avifauna original de los bosques costeros de Chile**

Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero

Trabajo de Titulación presentado como parte  
de los requisitos para optar al Título de  
**Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales**

**HARIET ASTRID SIDLER HILDEBRANDT**

VALDIVIA

2016

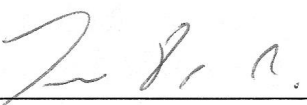
	Índice de Materias	Páginas
i	Calificación del Comité de Titulación	i
ii	Agradecimientos	ii
iv	Dedicatoria	iv
v	RESUMEN	v
1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	3
2.1	La importancia de los bosques como hábitat y su relación con las aves	3
2.1.1	Los bosques proveedores de hábitat	3
2.1.2	Las aves y su relación con el bosque	4
2.2	La situación de los bosques y los efectos sobre la avifauna	5
2.2.1	La acelerada destrucción de los bosques	5
2.2.2	Las aves y la pérdida de hábitat	5
2.3	Los bosques templados de Chile y sus comunidades de aves	6
2.3.1	Los bosques templados de Chile	6
2.3.2	Las aves de los bosques templados de Chile	7
2.4	Los bosques costeros de Chile y las comunidades de aves de los bosques costeros de Isla Mocha	8
2.4.1	Bosques costeros de Chile	8
2.4.2	La Isla Mocha como sitio de estudio de las comunidades de aves de bosques costeros de Chile	9
3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	10
3.1	Área de estudio	10
3.2	Diseño de estudio	11
3.2.1	Composición y abundancia de las aves de Isla Mocha	11
3.2.2	Composición de aves de Isla Mocha como avifauna representativa de los bosques costeros	13
3.3	Análisis de datos	13
4	RESULTADOS	14
4.1	Riqueza y abundancia de aves	14

4.2	Similitud con registros de naturalistas antiguos	15
4.3	Comparación con otros bosques actuales	15
5	DISCUSIÓN	20
5.1	Diversidad de aves en Isla Mocha	20
5.2	Comparación de la composición de la avifauna de los bosques de Isla Mocha en los últimos 90 años	20
5.3	Comparación de la composición de la avifauna de los bosques de Isla Mocha con otros bosques del centro sur de Chile	22
6	CONCLUSIONES	23
	REFERENCIAS	24
	ANEXOS	33

## Calificación del Comité de Titulación

	Nota
Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero	_6,2_
Informante: Sr. Mauricio Soto Gamboa	_6,2_
Informante: Sr. Gabriel Ortega Solís	_6,6_

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

  
\_\_\_\_\_  
Sr. Iván Díaz Romero

## AGRADECIMIENTOS

*Agradezco el apoyo incondicional de mi familia, quienes confiaron en mí desde el primer momento que partí a la universidad, quienes me alentaron desde los inicios, pues siempre me dijeron que yo era capaz. Gracias infinitas a mis padres, ellos fueron los que caminaron a ciegas a mi lado, entregándome todas las herramientas para poder volar y hacer de mi vida la mejor de todas. Dedicarle unas palabras de agradecimiento a mi padre, Walterio Sidler, gracias por la contención, por los valores entregados, por el sacrificio inmenso para lograr educarme, eres lo más importante en mi vida, pues he llegado hasta aquí gracias a tu ejemplo y tu esfuerzo, este también es tu título, este también es tu logro, te amo. A mi mamá, quien me ha apoyado de manera incondicional, por los consejos directos, por su preocupación, y por las comidas ricas cuando me sentía estresada, gracias mamá. Te Amo!!*

*Agradecer a una amiga, hermana y gran mujer, Yosseline, hermana gracias por todos los consejos, por orientarme cuando estaba algo perdida, por escucharme cuando lo necesitaba, por abrazarme y apoyarme en todo momento. Muchas gracias por estar siempre aquí conmigo, echándome barra para lograr todos mis objetivos, te amo mucho.*

*A pesar de estar un tiempo alejados, fuiste y eres parte de este proceso, Pablo, gracias por la contención de siempre, por abrazarme cuando me iba mal en alguna prueba, por aguantarme cuando llegaba con mañas desde la universidad, por quererme y hacerme feliz. Finalmente, hemos estado muchos años juntos, hemos vivido muchas cosas y acontecimientos importantes y una vez más estás aquí, a mi lado, cerrando una de las etapas más importantes de mi vida. Gracias por estar aquí, Te Amo mi Cholito!!*

*Estoy muy agradecida, de las personas quienes fueron parte de mi tesis, gracias profe Iván por aceptarme como su tesista, y ayudarme en el proceso. Muuuchas gracias a Javier, quien desde un principio me ayudó en este trabajo, por apañarme en los muestreos, por darme ideas para el escrito, y darme apoyo moral cuando lo necesitaba, gracias Javier Armando Andrés. Gracias también a mi amiguiiii Daniela Mellado, por todos los consejos y por la contención, me gané una amigui perkan muy chiquiguagui. A Gabriel Ortega, quien me ayudó en el momento*

*en el que estaba más estresada, dándome soluciones y tranquilidad. Muchas gracias a todos!! Los quiero!!*

*No puedo dejar de nombrar a los amigos que gané al pasar por la universidad, Gabriela Acuña, fuiste la primera amiga que tuve en la U, Aracely Soto, mi conviviente y amiga, Gabriela Biscarra, mi compañera en todos los trabajos, pues este trayecto lo hicimos juntas. A mis amikos, Diego Aliste, Emilio Durán, ustedes fueron los que me hicieron reír y disfrutar en las horas de clases y en los terrenos. A todos ustedes os amo, os adoro. A mis compañeros de curso (2011), gracias por estos años de universidad, fueron geniales. Fuimos un grupo increíble, como ninguno. Éxito a todos!!!*

*Finalmente agradecer a Dios, por darme la fortuna de estar en el lugar en el que estoy, por llenarme de buenos momentos y permitirme disfrutar de las maravillas que nos entrega la madre tierra.*

## DEDICATORIA

*Dedicado a mis padres, por todo su esfuerzo y su apoyo incondicional...*

*“No te rindas que la vida es eso, continuar  
el viaje, perseguir tus sueños, destrabar el tiempo,  
correr los escombros, y destapar el cielo”.*

*Mario Benedetti*

## RESUMEN

Las aves son uno de los grupos más sensibles a las transformaciones de hábitats, particularmente las aves endémicas de bosques antiguos. Los bosques de Chile se caracterizan por un alto endemismo en plantas y animales, siendo considerados un hot-spot de biodiversidad a nivel global. Uno de los bosques más degradados son los bosques costeros, y hoy prácticamente no existen bosques costeros sin intervención al norte de los 40°S. Los bosques remanentes corresponden a bosques secundarios, los cuales pueden estar compuestos por comunidades de aves que no corresponden a las comunidades de los bosques originales. Sin embargo, han sido usados como referencias para estudiar los efectos de la antropogenización del paisaje sobre las aves. En el centro sur de Chile, el último bosque costero antiguo y extenso (> 2000 ha) se encuentra en la Isla Mocha (38°S), justo frente a una de las zonas más antropogenizadas y degradadas por el cambio de uso del suelo. Hipotetizamos que esta isla podría albergar una muestra representativa de la composición y abundancia de las aves de los bosques costeros originales del centro-sur de Chile, siendo referencia para comparar los efectos de la degradación del bosque sobre las aves. En este estudio se analizó la composición y abundancia de las aves de los bosques y matriz circundante en la Isla Mocha. Se comparó la composición de estas comunidades con la composición descrita hace 90 años por los primeros naturalistas, y se comparó con la composición de especies de otros bosques del centro-sur de Chile. En Diciembre del 2014 se censaron aves en los bosques, costas y zonas antropogenizadas de la isla, mediante el método de los puntos de escucha. Se muestrearon 18 puntos por ambiente, durante 9 días seguidos. En los bosques de la isla se registraron 18 especies de aves, siendo las más abundantes el Chucao (*Scelorchilus rubecula*), el Rayadito (*Aphrastura spinicauda*), el Picaflor chico (*Sephanoides sephaniodes*) y el Fío fío (*Elaenia albiceps*). La matriz presenta una composición de aves muy diferente a la presente en los bosques. Los bosques de Isla Mocha mantienen la misma riqueza de especies de aves que la descrita hace 90 años, mientras que la riqueza de aves de las zonas antropogenizadas de la isla ha cambiado. La composición de avifauna de los bosques de la isla es similar a la composición de aves de los bosques costeros antiguos del sur del país, y diferente de las comunidades de aves de los bosques andinos y bosques secundarios, plantaciones y matorrales donde se han concentrado la mayoría de los estudios de aves. Nuestros resultados apoyan la hipótesis que estos bosques mantienen una muestra representativa de cómo fueron las comunidades de aves en los bosques costeros del continente, y podrían proveer de una imagen de referencia para la restauración de la avifauna en bosques secundarios y bosques perturbados.

Palabras claves: aves de bosques, bosques costeros, antropogenización, isla, conservación.



## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques albergan alrededor de un 76% del total de las aves del planeta, concentrándose principalmente en las zonas tropicales y subtropicales. La avifauna cumple roles relevantes dentro de este tipo de ambiente, como por ejemplo la dispersión de semillas por las aves frugívoras, fundamental para la propagación de una gran variedad de especies de plantas. Otro ejemplo son las aves carroñeras, las cuales contribuyen con la descomposición y el ciclaje de nutrientes, mediante el consumo de los desechos orgánicos que el medio natural produce.

Los bosques albergan el 80% de las aves endémicas del mundo, concentrándose en las zonas tropicales. Sin embargo, la pérdida de hábitat causada por la alta deforestación de los bosques nativos, y su reemplazo por zonas agrícolas y urbanas ha afectado considerablemente a este tipo de ecosistemas, particularmente en las zonas de mayor endemismo de aves del planeta.

Los bosques templados de Chile son un ejemplo de bosques con alto número de endemismos, tanto en plantas como en animales, y sujeto a fuertes amenazas por deforestación y cambio de uso del suelo. Estos bosques están considerados dentro de los 24 hot-spot de biodiversidad del planeta. Sin embargo, las grandes amenazas provocadas por la actividad forestal, agrícola y urbana del país, ha generado una acelerada pérdida de este tipo de hábitat, poniendo en riesgo la diversidad de especies. Las aves son uno de los grupos sensibles a la transformación del hábitat, particularmente las especies endémicas de los bosques. En Chile se han descrito 44 especies de aves de bosques, de las cuales 29 especies habitan sólo el cono sur de Sudamérica y 14 especies son endémicas de los bosques templados. Por ello, la pérdida de estos ecosistemas afecta la composición y abundancia de la avifauna presente en los bosques templados de Chile. Transformaciones como la fragmentación y la simplificación de la estructura de los bosques ejerce un efecto negativo en la conservación de la biodiversidad y sobre las comunidades de aves.

Los bosques costeros del centro sur de Chile son los bosques más ricos en especies tanto vegetales como animales, y conservan el mayor número de especies endémicas pues durante las glaciaciones del pleistoceno esta zona cumplió un rol de refugio para la diversidad de especies, particularmente durante el último máximo glacial. Estos bosques están dominados principalmente por olivillo (*Aextoxicon punctatum*), una especie endémica y monotípica de la familia Aextoxicaceae, una

familia ancestral dentro de las angiospermas. A pesar de su alta importancia, los bosques de la Cordillera de la Costa han sido los más intervenidos por la acción antrópica, siendo los más amenazados y degradados del país.

Sin embargo, aún quedan unos pocos relictos de bosques costeros, pues el difícil acceso a estos sitios permitió que estos bosques quedaran sin mayor perturbación humana. Los bosques de olivillo de Isla Mocha en la VIII Región, son un ejemplo de los bosques antiguos del Centro-Sur de Chile, pues estos bosques albergan gran diversidad de especies, entre ellas el grupo de las aves. La composición y abundancia de la avifauna de los bosques antiguos de la Cordillera de la Costa del centro sur ha sido poco estudiada, pues estos estudios se han concentrado con mayor énfasis en las aves de bosque de la Cordillera de los Andes, bosques de Chiloé o zonas con bosques perturbados y/o secundarios.

Es por esto que con este trabajo se busca contribuir con estudios sobre las comunidades de avifauna representantes del último bosque costero antiguo del centro sur, ubicado en Isla Mocha. Se plantea como hipótesis que esta isla podría albergar una muestra representativa de la composición y abundancia de las aves de los bosques costeros originales del centro-sur de Chile, siendo referencia para comparar los efectos de la degradación del bosque sobre las aves. Con esta investigación se busca reconstruir la composición de las comunidades de aves que existieron en la zona costera de la región previo a la extensiva colonización del Sur de Chile después de 1850. A través de este estudio se puede discutir sobre la importancia de este conocimiento para futuros planes de conservación y restauración de este tipo de bosques, siendo las aves las principales indicadoras de este tipo de ecosistema, pues estos bosques podrían mostrar cómo fueron las comunidades de aves típicas de los bosques costeros en zonas que hoy se encuentran altamente antropogenizadas.

Así, los objetivos de este trabajo son:

- Documentar la composición y abundancia de la avifauna de los bosques nativos y matriz circundante compuestas por praderas y costas en la Isla Mocha
- Definir si ha habido cambios en la composición de la avifauna de los bosques y matriz en la Isla Mocha en los últimos 90 años de colonización humana
- Analizar cuáles serían las posibles comunidades de aves que podrían caracterizar los bosques costeros de la zona centro sur de Chile

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La importancia de los bosques como hábitat y su relación con las aves**

#### **2.1.1 Los bosques proveedores de hábitat**

Los bosques son los ambientes más diversos del mundo. Los bosques albergan alrededor de un 75% de las especies continentales y constituyen una gran proporción de la biomasa terrestre (Groombridge, 1992; Heywood & Watson, 1995). Los bosques son los reservorios de biodiversidad a nivel global, y proveen importantes servicios ambientales para el bienestar del ser humano, como por ejemplo el mantenimiento de la cantidad y la calidad del agua, el aporte de oxígeno, la fijación de carbono y el aporte de materia prima para diferentes actividades humanas (Celis *et al.* 2011; Balvanera, 2012).

Los bosques se caracterizan por tres atributos generales: la composición, la estructura y la función (Franklin *et al.* 1981). Estos atributos permiten describir de un modo conceptual los vínculos entre los distintos componentes de la biodiversidad, incluyendo los distintos niveles de organización jerárquica de los ecosistemas, desde genes, especies, poblaciones, comunidades y paisajes (Noss, 1990, Rozzi *et al.* 1994). Esta conceptualización va mucho más allá de una simple lista de especies, y permite una mejor comprensión del funcionamiento de los ecosistemas. La composición contempla la identidad de todos los elementos que conforma la biodiversidad. Por ejemplo, a una escala de comunidades, corresponde a la identidad de las especies presentes en la comunidad. La estructura se refiere a la constitución y disposición física de los elementos. Por ejemplo, en un bosque la estructura se refiere a la presencia de grandes árboles emergentes, mientras que la composición se refiere a la identidad de esa especie de árbol, independiente si es una plántula o un ejemplar antiguo. El atributo de la función se enfoca principalmente a los diferentes procesos biológicos y biogeoquímicos que pueden ocurrir en un ecosistema (Rozzi *et al.* 1994). Todas estas características y atributos que constituyen y forman un bosque representan hábitats para albergar gran biodiversidad de especies, donde algunas estructuras y especies proveen de alimentos y refugio a otras especies, y finalmente determinan la composición y abundancia de distintos grupos (Leigh & Windsor 1990, Foster 1990).

La fauna silvestre es uno de los componentes más estudiados de los ecosistemas forestales. Las distintas especies de fauna se asocian a componentes florísticos y/o a las estructuras de los ecosistemas forestales. Por ejemplo, los troncos caídos son el hábitat de un sinnúmero de invertebrados descomponedores, mientras que los árboles muertos en pie son el hábitat de un gran número de especies de aves y mamíferos nidificantes de cavidades (Newton, 1995, Cockle *et al.* 2011). Estas asociaciones entre fauna y elementos del bosque pueden ser muy estrechas, por lo cual cambios en la composición y estructura de los bosques afecta a las especies de fauna, particularmente a las que tienen requerimientos más específicos de hábitat.

### 2.1.2 Las aves y su relación con el bosque

Las aves se encuentran en todo el mundo, en todos los tipos de hábitat. Algunas especies de aves son clasificadas como generalistas, es decir pueden utilizar cualquier tipo de hábitat, mientras que muchas especies son especialistas, lo que significa que presentan una estrecha asociación con un hábitat en particular. Los bosques son el hábitat más importante para la diversidad de aves. Los bosques albergan aproximadamente un 76 % de las aves del mundo, donde los bosques más importantes son los bosques tropicales de tierras bajas, los cuales albergan un total de 51%, mientras que los bosques subtropicales y bosque montano húmedo contienen a un 37% de las especies, y el porcentaje restante de las aves de bosques lo presenta los bosques tropicales secos con un 19% (BirdLife Internacional, 2012a).

Las aves son un componente importante en los bosques, por sus funciones, diversidad y endemismos. Por ejemplo, las aves frugívoras cumplen un rol relevante en la dispersión de semillas de una infinidad de especies plantas, y pueden dispersar las semillas a grandes distancias. Por otra parte las aves carroñeras contribuyen en la descomposición y el ciclaje de nutrientes al consumir los restos de cadáveres presentes en los bosques. Los picaflores están encargados de la polinización de muchas especies de plantas, mientras que las aves insectívoras ayudan a disminuir la herbivoría foliar (Asociación Armonía, 2011).

El endemismo es un factor importante para la conservación de las especies de aves en el mundo, pues se ha identificado un total de 218 áreas en las cuales se encuentran aves endémicas, distribuyéndose principalmente en las zonas tropicales y subtropicales (BirdLife Internacional, 2004). Según estudios de Stattersfield *et al.* (1998) y BirdLife Internacional (2004), los bosques son los sitios

de mayor endemismo de avifauna en el mundo, el cual alcanza alrededor de un 80% de las especies de aves que se consideran endémicas en el mundo. Sin embargo, estos sitios son los más vulnerables, debido a la alta destrucción y al cambio de uso de los bosques, provocada principalmente por la actividad humana (FAO 2011).

## **2.2 La situación de los bosques y los efectos sobre la avifauna**

### **2.2.1 La acelerada destrucción de los bosques**

La pérdida del hábitat provocada por las actividades humanas es la causa principal de la disminución de la biodiversidad a nivel global (Primack *et al.* 2001). Los hábitats más afectados son los bosques, pues cada año se pierde o modifica una superficie estimada en 6 millones de hectáreas de bosque primario (FAO 2007). La mayor parte de la transformación de bosques ocurre en regiones tropicales (FAO 2011), las cuales albergan la mayor riqueza de especies y diversidad de ecosistemas terrestres (FRA 2010). Gran parte de la deforestación es causada por la expansión de las tierras destinadas a la agricultura y urbanización, la cual ocurre a una tasa de 13 millones de ha/año (FAO 2007, 2011). Entre los años 1990 y 2005, el mundo perdió el 3 por ciento de su superficie forestal total, lo que representa una disminución media de alrededor del 0,2 por ciento al año. Del año 2000 al año 2005 la tasa neta de pérdida disminuyó ligeramente (FAO 2007), pero a pesar de estos antecedentes, el cambio neto de área de bosque en el periodo 2000-2010 se estimó en 5,2 millones de hectáreas por año, por lo cual la deforestación y el cambio de uso de suelos son y seguirán siendo el principal componente que afecta la biodiversidad a nivel global (Sala *et al.* 2000).

### **2.2.2 Las aves y la pérdida de hábitat**

Un grupo animal sensible a la transformación y degradación de los hábitats son las aves (Brooks *et al.* 1999, Boulmier *et al.* 2001). De todas las aves con problemas de conservación a nivel mundial, 77% son especies de bosques, donde la principal causa de su declinación es la perturbación provocada por los humanos (BirdLife International, 2012b). Según varios autores, las características estructurales y de composición vegetal permiten que las aves se abastezcan de alimentos y refugio (Leigh & Winsor 1990, Foster 1990). Estas características son factores decisivos para la persistencia y la conservación de

la avifauna y la vida silvestre. Estudios realizados en el Hemisferio Norte muestran una clara declinación de un número importante de especies de aves de bosques por la fragmentación y pérdida de los bosques originales (Robinson *et al.* 1995). En bosques tropicales de Brasil, el número de aves aumenta en fragmentos de bosques con mayor superficie, mientras que en fragmentos más pequeños el número de especies de aves se ve reducida y éstas tienden a ser generalistas de hábitat (Marini 2001). En la provincia de La Pampa, Argentina, la composición y la abundancia de aves está directamente relacionadas con el tamaño del fragmento, sin embargo, la estructura de la vegetación es un factor determinante en la presencia o ausencia de ciertas especies de aves (Sosa, 2008). Por lo tanto, para proteger la vida silvestre y la diversidad biológica se debe preservar el hábitat en su integridad para evitar su disminución y futura extinción (Primack *et al.* 2001).

## **2.3 Los bosques templados de Chile y sus comunidades de aves**

### **2.3.1 Los bosques templados de Chile**

Los bosques templados sudamericanos se ubican en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, específicamente entre los 33° y 55° Sur. Se caracterizan por tener un dosel multiestratificado dominado principalmente por angiospermas. Estos bosques poseen una gran variedad de lianas, epífitas, árboles muertos en pie, claros y grandes árboles. El suelo está cubierto por troncos caídos y sotobosque compuesto principalmente por bambúes (*Chusquea spp.*) habitado por cinco especies de aves del sotobosque (Díaz, 2005). Estos bosques se formaron desde mediados del periodo Terciario y durante todo el Cuaternario, durante los cuales sufrieron la separación y aislamiento de otros bosques, quedando al oeste de la Cordillera de los Andes aislados por el desierto de Atacama, la estepa Patagónica además de la misma Cordillera de los Andes. El efecto de barrera de estos ambientes fue acentuado por las condiciones climáticas del pleistoceno, provocando el aumento del ambiente árido al norte de los 33° Sur y por el descenso de los límites altitudinales de los bosques debido al enfriamiento glacial (Armesto *et al.* 1994). Esto generó que los bosques nativos sudamericanos australes queden totalmente aislados, constituyendo una reserva mundial de biodiversidad ya que presentan una biota particularmente rica en endemismo locales, con gran número de géneros y familias monoespecíficas de plantas y animales (Armesto *et al.* 1996). Es por esto que los bosques templados de Chile son una de las 24 áreas del mundo consideradas como “hot-spots” de biodiversidad dado su alto nivel de endemismo principalmente en plantas y las crecientes amenazas, siendo este territorio

prioritario para la conservación (Armesto *et al.* 1998, Myers *et al.* 2000). Sin embargo, los bosques templados de Chile han sido fuertemente explotados y reemplazados por plantaciones forestales para suplir la creciente demanda de productos derivados de la madera y el papel, así como para la habilitación de áreas para cultivos agrícolas y praderas (Lara *et al.* 2002, Echeverría *et al.* 2006). Las tasas de pérdida anual de bosques varían entre un 2 y 5 %, lo que implica que Chile está dentro del grupo de países con mayor incremento en sus tasas de deforestación entre la década de los 80 y 90 (Jha & Bawa 2006). Debido a esta acción, los bosques quedan fragmentados, provocando múltiples consecuencias para la biodiversidad regional (Armesto *et al.* 2005). La pérdida y fragmentación de hábitats ha afectado a plantas y animales de los bosques. Por ejemplo, cerca de un 30% de los vertebrados que viven en los bosques templados de Chile estén presentes en alguna categoría de amenaza (Celis *et al.* 2011).

### 2.3.2 Las aves de los bosques templados de Chile

Los bosques templados de Chile albergan alrededor de 44 especies de aves, de las cuales 29 habitan sólo en el sur de Sudamérica, y 14 de ellas son endémicas de los bosques templados (Rozzi *et al.* 1996). La mayoría de las aves de bosque se distribuyen entre los 35 y los 42° latitud sur, concentrándose principalmente en las tierras bajas. Las aves utilizan elementos estructurales del bosque como refugio, sitios de alimentación o de nidificación (Díaz *et al.* 2005), los cuales son fundamentales para su sobrevivencia en el largo plazo. En el bosque templado andino de Chile, Altamirano *et al.* (2012) clasifican las aves según como nidifican, explicando con ello las asociaciones entre las aves y los elementos estructurales del bosque. Por ejemplo, el carpintero negro (*Campephilus magellanicus*) y el comesebo (*Pygarrhichas albogularis*) son excavadores que crean sus cavidades en los árboles, siendo considerados como los nidificadores primarios. Estas aves generalmente utilizan sólo una vez estas cavidades para nidificar, dejando libre estos espacios para aves que no son capaces de excavar su propio nido (golondrinas, rayaditos, loros, aves rapaces, entre otras). El gremio de los excavadores débiles, en ciertas ocasiones excava sus propias cavidades en árboles adultos, y en otras, utilizan cavidades preexistentes (Martin & Eadie 1999, Altamirano *et al.* 2012). Las rapaces del bosque como el peuquito (*Accipiter bicolor*) y el concón (*Strix rufipes*), descansan y nidifican en el dosel del bosque (Housse, 1945; Martínez 2005). El pitío (*Colaptes pitius*) y el carpintero negro se alimentan de larvas que consumen la madera de los árboles, y nidifican en troncos muertos en pie o en cavidades de ramas de los grandes árboles (Goodall *et al.* 1946; Díaz *et al.* 2005; Díaz, datos no publicados). Es por esto

que las alteraciones en su hábitat afectan fuertemente su sobrevivencia (Willson *et al.* 2003). Las aves que viven en los bosques templados del sur de Sudamérica, distribuidos en Chile y el margen andino de Argentina, son particularmente vulnerables a la destrucción de su hábitat y una fracción considerable de ellas son endémicas de la región (Willson *et al.* 2003). El área de los fragmentos boscosos remanentes se ha correlacionado positivamente con la diversidad de especies (Rozzi *et al.* 1996; Willson *et al.* 1994), por lo que el crecimiento en extensión de la matriz no forestal en desmedro de las áreas de bosque conduciría en el mediano plazo, a un empobrecimiento faunístico (Armesto *et al.* 2005).

## **2.4 Los bosques costeros de Chile y las comunidades de aves de los bosques costeros de Isla Mocha**

### **2.4.1 Bosques costeros de Chile**

Los bosques costeros de Chile se distribuyen entre los 35 y 43° S, se consideran los bosques más diversos con mayores grados de endemismo en Chile, debido a su papel como refugio durante las glaciaciones del Pleistoceno (Villagrán y Armesto, 2005). Los bosques costeros están dominados por olivillo (*Aextoxicon punctatum*), el único representante viviente de la familia *Aextocicaceae* (Smith-Ramírez, 2005). Este tipo de bosques siempreverdes son característicos de los sectores bajos de la cordillera de la costa, los cuales fluctúan entre el nivel del mar y una altura máxima de 500 metros (Pérez y Villagrán 1994). Su distribución es extensa (30-44° S), pero su límite norte corresponde a relictos de bosques en las colinas de Fray Jorge y Talinay, que quedan inmersas en una región semiárida (Smith-Ramírez 2005). El límite sur de su distribución se encuentra en la Isla Guafo, al sur de Chiloé (Pérez y Villagrán, 1994). También se encuentran bosquetes de olivillo en el grupo de islas de Guapiquilán, en la costa Oeste de la Isla Grande de Chiloé y en la Isla Mocha (Le Quesne *et al.* 1999). El bosque de olivillo costero se encuentra en una estrecha franja costera, pudiendo además encontrarlo mezclado con otras especies del bosque siempreverde hasta una altura de 300 a 400 m.s.n.m. Si bien es posible encontrar esta especie en la Depresión Intermedia y en los Andes, sólo en la Cordillera de la Costa forma bosques en la cual presenta dominancia. Estos bosques se caracterizan por la gran cantidad de epífitas y lianas (Díaz *et al.* 2010), sin embargo, los bosques de olivillo son algunos de los bosques más degradados y amenazados en Chile (Smith-Ramírez 2004) pues la colonización del



sur de Chile ha comenzado por las costas. Los bosques costeros, dentro de los cuales se encuentra el bosque de olivillo, son particularmente importantes para las poblaciones humanas, ya que el agua que abastece los poblados costeros no proviene de los glaciares andinos, sino que proviene de los cerros cubiertos con bosques costeros. Por ello, en el futuro será cada vez más necesario recuperar los bosques costeros, su flora, fauna y funcionalidad, para mantener los servicios ambientales que estos bosques proveen.

#### 2.4.2 La Isla Mocha como sitio de estudio de las comunidades de aves de bosques costeros de Chile

La Región del Bío-bío (36 -38 ° S) se encuentra en la latitud de mayor biodiversidad de la flora chilena, y al mismo tiempo es una de las regiones más explotadas desde el punto de vista forestal (Armesto *et al.* 1998, Lara *et al.*, 2012). Uno de los ecosistemas más degradados por estos cambios de uso del suelo es el bosque costero. En la región del Bío-bío y de la Araucanía, prácticamente no se encuentran bosques costeros remanentes, solo algunos bosques secundarios en quebradas y en las partes altas de la cordillera de Nahuelbuta. El último relicto de bosque antiguo continuo de Olivillo costero se encuentra en la Isla Mocha, ubicada en los 38 ° 22 'S, a 35 km de la costa de la localidad de Tirúa, en el sur de Chile. Estos bosques son los últimos bosques primarios costeros que quedan en el centro-sur de Chile, y albergan prácticamente todas las especies de aves presentes en los bosques templados de Chile (Ortiz e Ibarra-Vidal, 2005). Sin embargo, la gran mayoría de los estudios de avifauna de bosques en Chile se han concentrado en Chiloé (Willson *et al.* 1994) y en bosques andinos (Ibarra *et al.* 2010), o en bosques perturbados y bosques secundarios de la VII a la IX regiones (eg. Estades & Temple 1999). Existen pocos trabajos que documenten la composición y abundancia de aves de los bosques de la cordillera de la costa del centro sur, como los trabajos de Erazo (1984) en bosques del Fundo San Martín en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, o de Valverde *et al.* (1997) en los bosques de la cordillera de Corral sobre los 600 m. Prácticamente no existen estudios que documenten la composición y abundancia de la avifauna de los bosques costeros antiguos del centro sur del país. Conocer la composición original de la avifauna de los bosques antiguos es fundamental para poder evaluar con precisión los cambios en la avifauna producidos por las actividades antrópicas como la agricultura y la expansión de las plantaciones forestales, así como desarrollar medidas para la efectiva conservación de la biodiversidad en los ambientes remanentes.

### 3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Área de estudio

La Isla Mocha se ubica a los 38°-21' S- 73°58' W, en el Océano Pacífico a 35 Km de distancia de la Comuna de Tirúa, en la Provincia de Arauco, Región del Biobío, Chile. La isla abarca una superficie de 5200 ha, con una extensión de 14 kilómetros y un ancho promedio de 6 kilómetros. Su orografía es montañosa, presentando cotas máximas de hasta los 390 m.s.n.m. (Le Quesne *et al*, 1999). El clima es Mediterráneo Húmedo (Nazar *et al*. 1966), debido a que la isla se sitúa en el límite entre la zona mediterránea y templada de Chile (Van Husen, 1967). Sin embargo, la isla recibe fuertes influencias oceánicas, lo que modifica algunos factores climáticos en relación al continente. Según Di Castri & Hajek (1976), en Isla Mocha existen dos estaciones que están situadas respectivamente al oeste y al este. En el lado Oeste de la isla la mayor influencia oceánica se traduce en mayores precipitaciones y menores temperaturas. En el lado Oeste, la precipitación media anual es de 1372,9 mm y la temperatura media anual es de 12,6° C, mientras que en el lado Este la precipitación media anual es de 1260, 2 mm al año y la temperatura media anual es de 12,7° C (Hajek *et al*.1975).

En el centro de la Isla Mocha existe un extenso bosque antiguo en muy buen estado de conservación, que en su mayoría constituye la Reserva Nacional Isla Mocha. La superficie cubierta por bosques es de 2.367 ha, ocupando el 45% de la superficie insular. La Reserva Nacional Isla Mocha fue creada en el año 1988, la cual colinda en todo su perímetro con sectores parcelados (CONAF, 1998). En la Isla se puede distinguir dos formaciones vegetales: una de los sectores bajos, constituida por vegetación litoral, pradera y matorrales; y la otra, por una formación boscosa nativa. La vegetación litoral está constituida por plantas anuales y matorrales bajos, perennes, muy adaptados al viento y condiciones salinas, formando una faja cercana a la playa. La pradera, básicamente constituida por gramíneas y leguminosas que sirven de sustrato para la masa ganadera de la isla fue originada por el desmonte del bosque original desde la colonización de la Isla después de 1850 (CONAF 1998). La formación boscosa nativa está compuesta por bosques remanentes de boldo (*Peumus boldus*) y olivillo algunos sectores bajos al sur de la isla; matorrales de maqui (*Aristotelia chilensis*), chilco (*Fuchsia magellanica*), quebracho (*Cassia estipulacea*), ortiga (*Loasa acanthifolia*), natre (*Solanum berterioanum*), *Baccharis* sp. y otras en los bordes entre la pradera y el bosque, finalmente por un extenso bosque antiguo de Olivillo costero, acompañada por arrayán (*Luma apiculata*), tepa

(*Laureliopsis philippina*), y en un número más escaso lingue (*Persea lingue*) en el centro de la isla. En sectores muy húmedos se observa la presencia de canelo (*Drimys winteri*) y patagua (*Myrceugenia planipes*, CONAF 1998). Estimaciones recientes de la estructura y edad de estos bosques muestra árboles con diámetros superiores a los 180 cm y edades mayores a los 500 años (Díaz et al., datos no publicados). Estos bosques se encuentran aislados desde el fin de la última era glacial, posiblemente desde hace 10 mil años y antes de los deshielos era parte de los extensos bosques de la cordillera de la Costa del continente (LeQuesne et al. 1999).

El origen del poblamiento de la isla aún es incierto, pero existen antecedentes sobre grupos de Mapuches que formaron asentamientos precolombinos, donde las familias compartían la isla en forma comunitaria, dedicándose a la agricultura, ganadería, pesca y recolección. Sin embargo, la Isla Mocha fue despoblada específicamente en marzo del año 1685 por orden del Virrey del Perú, ya que los habitantes de la Isla fueron considerados una amenaza para la corona española por los contactos que mantenían con barcos piratas que se abastecían de víveres en el lugar. La isla se mantuvo despoblada hasta el 27 de octubre de 1852, cuando la tesorería de Concepción tomó posesión de la Isla Mocha, iniciando una repoblación paulatina. En 1862, el teniente de armada, Oscar Vial, levanta un plano de las costas de Isla Mocha, identificando el territorio por una fuerte actividad agrícola, ganadera, caza de ballenas y lobos marinos. En 1931 el presidente general Carlos Ibáñez del Campo ordenó un nuevo desalojo de la Isla y en 1938 la Caja de Colonización Agrícola divide la Isla Mocha en 32 parcelas asignando títulos de dominio a los colonos, situación que se ha mantenido a través de sucesiones hasta hoy (Muñoz 2006).

## **3.2 Diseño de estudio**

### **3.2.1 Composición y abundancia de las aves de Isla Mocha**

Para documentar la composición y abundancia de las aves en la Isla Mocha se realizaron censos de aves en el sector de acceso principal a la Reserva Nacional Isla Mocha, al norte de la isla (Figura 1). En este sector se definieron tres ambientes: Bosque nativo, pradera y borde costero, tanto al lado Este como al lado Oeste de la isla (Figura 1). El ambiente de bosque correspondió a los extensos bosques antiguos de Olivillo que cubren los cerros presentes en la isla, y que se encuentran en su mayoría

dentro de la Reserva Nacional Isla Mocha, con áreas basales de  $160 \pm 11 \text{ m}^2/\text{ha}$ , y edades máximas alrededor de 500 años. La pradera y el sector costero corresponden a la matriz que rodea a los bosques de la Isla, y que podrían influir en la composición de las aves.

En cada ambiente se establecieron 18 puntos de muestreo, 9 puntos por ambiente al lado Este y 9 puntos por ambiente al lado Oeste. Los puntos de muestreo fueron separados por al menos 200 metros entre sí. En cada punto se registró el número de individuos de cada especie de ave vista y/o escuchada durante 8 minutos dentro de tres radios determinados: i) 0-25 m, ii) 25-50 y iii) >50 m (Hutto *et al.* 1986). Los censos se realizaron entre las 7:00 y las 11:00 AM, debido a que la mayor actividad de aves se efectúa durante las 3 a 4 horas después de la salida del sol (Ralph *et al.* 1996). Los censos fueron realizados simultáneamente por 4 censadores experimentados, donde cada censador muestreó alrededor de 10 puntos por día. El orden de los censos y de los censadores fue aleatorizado, de modo que cada punto sea muestreado a distintas horas de la mañana por distintas personas. Cada punto fue muestreado tres veces. Los censos de aves se efectuaron entre el 8 y el 14 de Diciembre del año 2014, en pleno período reproductivo de las aves, al final de la primavera del hemisferio sur.

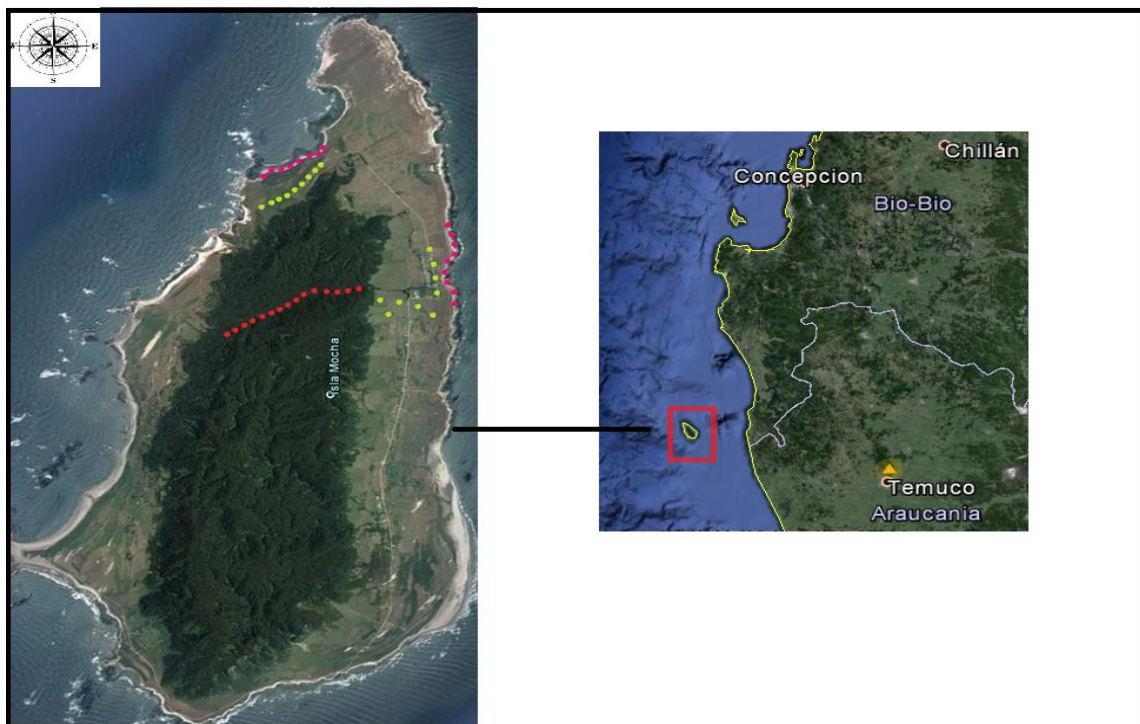


Figura 1. Puntos donde se realizaron los censos de aves. Localización Isla Mocha frente a las costas de la VIII Región.

### 3.2.2 Composición de aves de Isla Mocha como avifauna representativa de los bosques costeros

Para definir si la avifauna de la Isla Mocha corresponde a la fauna característica de los bosques costeros antiguos previos a la colonización chilena de la Araucanía, se usaron tres aproximaciones. Primero, se evaluó los posibles efectos de la matriz de praderas y costas sobre la avifauna de los bosques, pues la cercanía con las praderas podría influenciar la composición de las aves de bosque. Para documentar estos efectos, se comparó la composición de las aves entre ambientes.

Segundo, se compararon los registros de composición y abundancia de avifauna de este trabajo con los registros de todos los trabajos previos en la isla. La Isla Mocha ha sido visitada numerosas veces por naturalistas, donde los trabajos más antiguos registrados corresponden a Housse (1924-25) y Bullock (1935). Esto permite contar con una larga ventana de tiempo para analizar posibles cambios en la composición de la avifauna de la isla en los últimos 90 años. Se recopiló la información de la avifauna registrada en la Isla Mocha de todos los trabajos desde 1924 hasta la fecha. Esta información se ingresó a una base de datos, donde los registros fueron ordenados por fecha de publicación generando una matriz de riqueza de especies por año y por ambiente. No se consideraron en esta base de datos las aves pelágicas que investigadores anteriores registraron en sus estudios, pues estas especies no fueron muestreadas en los registros realizados el año 2014. De este modo se puede definir si la composición de aves en los bosques, praderas y costas han cambiado significativamente en la isla en los últimos 90 años.

Como tercera aproximación, se comparó la composición y abundancia de las aves de los bosques de la Isla Mocha con registros de aves realizados para otros bosques de Chile, incluyendo bosques costeros, bosques en islas, y bosques andinos de distintas localidades. Para ello, se ingresaron los datos de todos los trabajos publicados en aves del bosque chileno, donde las abundancias fueron estandarizadas a porcentaje de abundancia relativa, generando una matriz de datos de riqueza de especies en distintos bosques chilenos.

### 3.3 Análisis de datos

Se determinó si el esfuerzo de muestreo de aves registradas en la Isla Mocha era suficiente como para tener una buena caracterización de la fauna de la isla mediante Análisis de Rarefacción,

usando el software *EstimateSWin* 8.20. Estas curvas permiten determinar si el esfuerzo de muestreo fue el suficiente al comparar el número acumulado de especies en función del número de individuos registrados. Este análisis permite estimar el número total de especies que podrían existir en los bosques de la Isla al proyectar la curva de acumulación de especies hasta que ésta se estabilice. En este análisis se utilizó el estimador CHAO 1, el cual es uno de los más confiables para realizar estimaciones del total de especies con pocos datos (Collwell, 2006).

Para saber si las especies de aves encontradas en los bosques de Isla Mocha han cambiado en los últimos 90 años, se comparó la composición de especies reportadas entre 1924 y 2014 usando el índice de Jaccard Classic. Se comparó la similitud separando entre especies en ambientes de bosque, pradera y borde costero. El índice de Jaccard compara la presencia y ausencia de aves, variando entre cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Finalmente se comparó la composición y abundancia de las aves de Isla Mocha con los registros obtenidos en otros bosques de Chile mediante Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis) a través del software *R Studio*, donde se ha utilizado el método de Ward. De este modo, se determinaron las similitudes entre los bosques de la Isla Mocha con otros bosques antiguos y bosques perturbados de Chile.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Riqueza y abundancia de aves**

En Isla Mocha se registró un total de 54 especies de aves, pertenecientes a 28 familias (Anexo 1). En el bosque de olivillo se encontró un total de 18 especies de aves, mientras que en la pradera se encontró 30 especies y en el borde costero otras 24 especies (Anexo 1). El análisis de Rarefacción muestra que el esfuerzo de muestreo fue apropiado para caracterizar la composición de la comunidad de aves de Isla Mocha (Figura 2). Las aves más abundantes en los bosques de Isla Mocha fueron el Fío fío, el Chucao, el Cometocino, el Picaflor chico y el Rayadito. Estas cinco especies acumulan el 73% de todas las aves observadas, mientras las restantes 13 especies acumulan el 27% de los individuos observados (Tabla 1).

## 4.2 Similitud con registros de naturalistas antiguos

Las aves de bosque registradas en este trabajo presentan entre un 90% de similitud con los registros históricos de aves presentes en los bosques (Tabla 2). Sólo algunas especies específicas presentan notables diferencias. Por ejemplo, el peuquito (*Accipiter bicolor*, Accipitridae) sólo fue registrado por Bullock (1935), mientras que el Cernícalo (*Falco sparverius*, Falconidae) lo registraron Housse (1925) y Riquelme (2011, Tabla 2). Por otra parte, el Choroy (*Enicognathus leptorhynchus*, Psittacidae) fue descrito por Rafael Housse el año 1924, indicando que conformaban grandes bandadas que atravesaban el mar desde el continente (Tabla 2).

La composición de las especies de aves ha cambiado en algunos ambientes respecto de lo descrito por los primeros naturalistas (Tabla 3). La similitud entre las aves de pradera es notablemente menor entre el estudio de Housse (1924) y el presente estudio, mientras que la similitud entre las aves costeras fue más variable, donde se observó mayor similitud entre Bullock (1935) y Riquelme (2011) con un valor de 0.62 (Tabla 3). En la pradera, nuevas especies de aves han ido apareciendo en los últimos 90 años. Por ejemplo, el Gorrión se ha hecho presente y dominante en las zonas pobladas de la isla, mientras que Housse (1924-25) no lo menciona en sus registros. Por otro lado, Housse (1924-25) menciona la presencia de taguas, las cuales en tiempos más recientes se encuentran ausentes.

## 4.3 Comparación con otros bosques actuales.

La composición de aves de los bosques costeros de Isla Mocha muestra similitudes con la composición de otros bosques costeros del sur de Chile, pero diferente de los bosques templados andinos, de los bosques australes y de los bosques con distintos grados de perturbación (Figura 3). El análisis de conglomerados muestra 4 grupos principales: i) bosques antiguos costeros, junto a los cuales se agrupan los bosques de Isla Mocha, ii) bosques antiguos costeros de islas, iii) bosques andinos y iv) bosques secundarios y plantaciones, donde bosques de roble maulino y bosques secundarios de Chiloé quedaron agrupados (Figura 3).

Tabla 1. Riqueza, abundancia promedio (individuo/punto/día) y abundancia relativa de las aves presentes en el bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum*) de Isla Mocha

Familia	Nombre científico	Nombre común	Bosque olivillo
Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	0.56±0.13
Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara*	0.06±0.03
Fringillidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino	1.22±0.11
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	0.31±0.13
	<i>Sylviorthorhynchus</i>		
Furnariidae	<i>desmursii</i>	Colilarga	0.07±0.03
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	1.44±0.16
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	0.11±0.07
Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucazo	1.61±0.17
		Churrín de la	
Rhinocryptidae	<i>Eugralla paradoxa</i>	mocha	0.70±0.14
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	0.17±0.08
Rhinocryptidae	<i>Pteroptochos tarnii</i>	Hued-hued	0.54±0.12
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopsis</i>	Bandurria*	0.04±0.03
Trochilidae	<i>Sephanoides shephaniodes</i>	Picaflor	1.02±0.09
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán*	0.22±0.09
Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	0.15±0.04
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	0.02±0.02
Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	0.04±0.03
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	2.72±0.25
Riqueza de aves: 18			

Rara\*: Presente en los bordes del bosque muy ocasionalmente (P1 y P2).

Bandurria\*: Se observó volando por el bosque.

Chercán\*: Se registró en los bordes del bosque, tanto en el Este y Oeste (P2, P3, P4 y P16, P18).



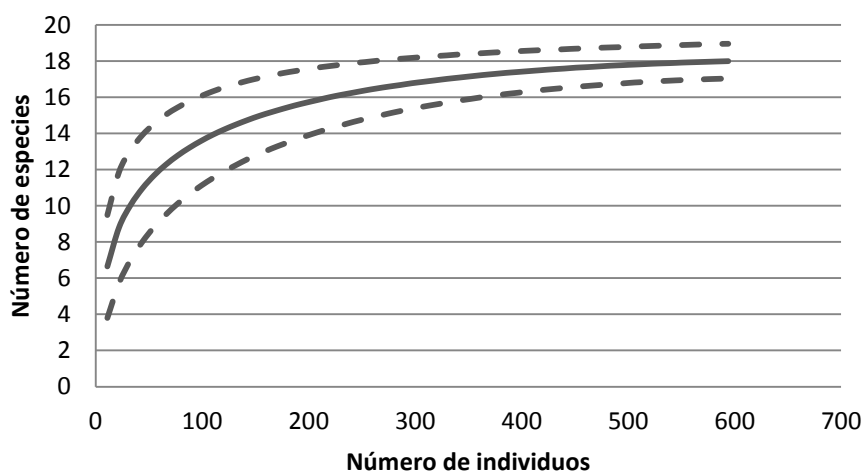


Figura 2. Análisis de rarefacción de las especies de aves presentes en el Bosque de Isla Mocha. La línea punteada indica el intervalo de confianza del 95%.

Tabla 2. Lista de especies de aves registradas en los últimos 90 años en los bosques de Isla Mocha

Familia	Nombre científico	Nombre común	Housse 1924-25	Bullock 1935	Riquelme 2011	Sidler 2014
Accipitridae	<i>Accipiter bicolor</i>	Pequito	0	1	0	0
Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	1	1	1	1
Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	1	1	1	1
Fringillidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino	1	1	1	1
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	1	1	1	1
Furnariidae	<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Colilarga	1	1	1	1
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	1	1	1	1
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	1	1	1	1
Psittacidae	<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy	1	0	0	0
Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucaco	1	1	1	1
Rhinocryptidae	<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la mocha	1	1	1	1
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	1	1	1	1
Rhinocryptidae	<i>Pterotochos tarnii</i>	Hued-hued	1	1	1	1
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopsis</i>	Bandurria	1	1	1	1
Trochilidae	<i>Sephanoides shephaniodes</i>	Picaflor	1	1	1	1
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	1	0	1	1
Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	1	1	1	1
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	1	1	1	1
Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	1	1	1	1
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fio-fio	0	1	1	1

Presencia de aves (1) y Ausencia de aves (0)

Tabla 3. Análisis de similitud de Jaccard para la composición de avifauna durante diferentes periodos de muestreos del bosque, pradera y borde costero en Isla Mocha. Además se compara la avifauna entre los tres ambientes ya mencionados.

Bosque-Pradera-Costa			
	Bosque	Pradera	Costa
Bosque	1	0.23	0.05
Pradera		1	0.21
Costa			1

Tabla 4. Análisis de similitud con el índice de Jaccard para la composición de aves durante diferentes periodos de muestreos en los bosques, praderas y borde costero de Isla mocha.

Bosque				
	Housse 1924-25	Bullock 1935	Riquelme 2011	Sidler 2014
Housse 1924-25	1	0.80	0.90	0.90
Bullock 1935		1	0.90	0.90
Riquelme 2011			1	1
Sidler 2014				1

Pradera				
	Housse 1924-25	Bullock 1935	Riquelme 2011	Sidler 2014
Housse 1924-25	1	0.61	0.57	0.49
Bullock 1935		1	0.55	0.50
Riquelme 2011			1	0.59
Sidler 2014				1

Costa				
	Housse 1924-25	Bullock 1935	Riquelme 2011	Sidler 2014
Housse 1924-25	1	0.48	0.53	0.39
Bullock 1935		1	0.62	0.48
Riquelme 2011			1	0.59
Sidler 2014				1

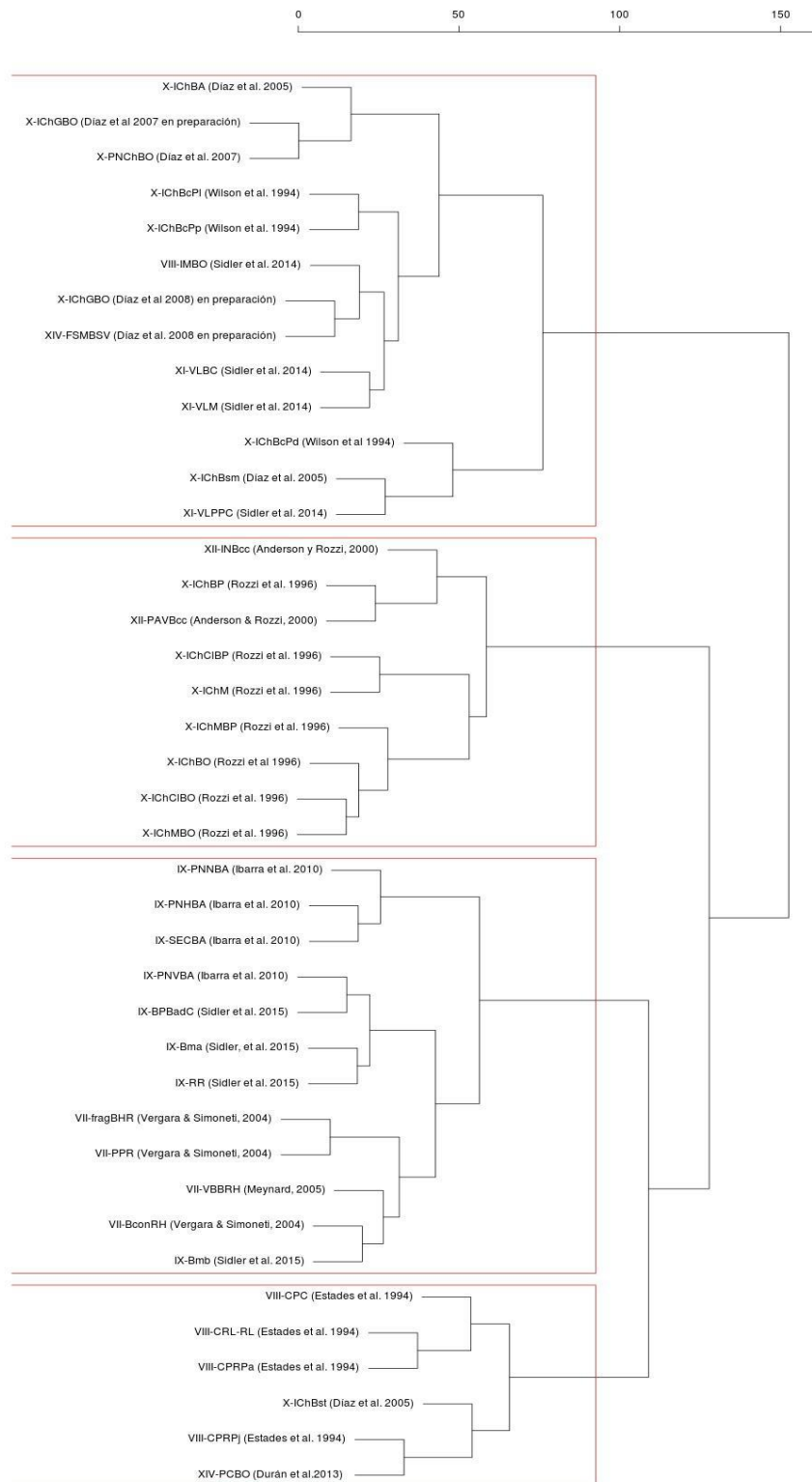


Figura 3. Comparación de la riqueza de aves de diferentes bosques de Chile, a través de un análisis de conglomerados (Anexo 2).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Diversidad de aves en Isla Mocha

Las especies de aves más abundantes de los bosques de la Isla Mocha (Fio-fio, Chucao, Rayadito, Picaflor y Cometocino) son especies características de los bosques nativos, y son también las más abundantes en bosques costeros antiguos de Chiloé. Esta abundancia de aves no ocurre en los bosques andinos, donde la especie dominante es el Rayadito, pero las otras especies no muestran los niveles de abundancia y dominancia mostrados en los bosques costeros (eg. Willson *et al.* 1994, Díaz, 2005). En los bosques costeros siempre se repiten las mismas especies como las aves más abundantes. Esta diversidad de aves es mucho menor que las 44 especies de bosques propuestas por Jaksic & Feinsinger (1991) y Rozzi *et al.* (1996), sin embargo estos autores proponen un set general de especies para todos los bosques incorporando especies propias de cursos de agua, grandes rapaces y especies presentes en bosques perturbados, y no para bosques específicos como los bosques costeros antiguos. Este set de especies está presentes en otros bosques pero no son un set de especies dominantes, presentando dominancia de otras especies, las cuales no son especies especialistas de bosque (por ejemplo el Chercán en bosques perturbados y en bosques australes).

### 5.2 Comparación de la composición de la avifauna de los bosques de Isla Mocha en los últimos 90 años

La alta similitud entre la composición de las aves registradas en los bosques por los trabajos de los naturalistas clásicos y este estudio sugiere fuertemente que las aves y el bosque no han cambiado significativamente en los últimos 90 años (Tabla 2). Sin embargo, las aves de las praderas muestran cambios, los cuales pueden asociarse a los cambios ocurridos en las praderas posiblemente por su expansión, y porque el tiempo ha permitido que nuevas especies de aves como los gorriones hayan llegado a la isla. Estos resultados sugieren que los bosques se han conservado, pero las praderas han cambiado. Los análisis de similitud entre praderas, costas y bosque muestran muy pocas especies compartidas, y muestran que la comunidad de aves del bosque es específica de este ambiente (Tabla 3). Ambas líneas de evidencia sugieren que los cambios en la matriz que rodea al bosque (praderas y borde costero) no presentan mayor influencia en la composición de aves de estos bosques. Las aves de los bosques se han mantenido a lo largo de los años, y la abundancia y composición de especies de aves de

los bosques de Isla Mocha son similares a los resultados obtenidos en otros bosques costeros antiguos del continente (Figura 3).

Una de las aves que no han sido registradas en Isla Mocha es el Carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), especie característica de los bosques templados de Chile y Argentina (Celis *et al.* 2011). Su abundancia es sensible a la disponibilidad de hábitat y de sustrato para forrajear (Winkler y Christie 2002), prefiriendo exclusivamente a los bosques nativos maduros de *Nothofagus* (Willson *et al.* 1996; Celis *et al.* 2011). Posiblemente los bosques costeros carentes de ejemplares adultos de *Nothofagus* no presentan las condiciones para que esta especie se pueda desarrollar. En otros bosques costeros de la Isla de Chiloé (Díaz 2009) tampoco existen individuos de Carpintero negro, mientras que en bosques andinos dominados por varias especies de *Nothofagus* esta especie es frecuente (Altamirano 2015). Cabe destacar además que la Isla Mocha tiene una superficie relativamente pequeña para el ámbito de hogar que esta especie necesita para su sobrevivencia. La posibilidad de que esta especie cruce del continente hacia estos bosques es desconocida, pero probablemente en la actualidad es aún menor debido a la extensa transformación del paisaje en el continente frente a Isla Mocha. Similarmente, Housse (1924) menciona la presencia de bandadas de Choroy provenientes desde el continente. En el continente ya no existen los extensos bosques nativos presentes en el año 1924, lo cual puede explicar la ausencia de esta especie.

Las islas del cono sur del mundo se encuentran relativamente cercanas al continente, haciendo que estas islas sean un poco más accesibles que las islas oceánicas (Pefaur & Humphrey, 1995). Efectos frecuentes del aislamiento geográfico, como la pérdida de especies, la especiación, el cambio en los tamaños corporales no parece ser influyente en la mayoría de las aves de Isla Mocha. El aislamiento de esta isla es relativamente reciente, datando del fin de la última glaciación. Más allá de la ausencia de especies particulares como depredadores como zorros y concón, el resto de la comunidad de aves mostró similar abundancia total, misma composición específica y similar abundancia relativa de aves que los bosques del continente. Además, Isla Mocha se encuentra muy cercana al continente, aproximadamente a 33 Km de distancia lo cual no es una barrera para muchas aves. En efecto, existen aguiluchos, y avistamientos de otras especies que pueden venir del continente. La isla mantiene una superficie aproximada de 2.500 ha de bosques antiguos de olivillo costero, siendo el último bosque costero antiguo de la zona centro sur de Chile (Le Quesne *et al.* 1999). Este fragmento es un extenso bosque, mucho mayor que los tamaños de bosque que afectan a las poblaciones de aves sensibles a la

fragmentación (Willson et al. 1994). De hecho, los resultados de la figura (3) agrupan las comunidades de aves con los bosques continentales y de la Isla Grande de Chiloé. Bosques en otras islas, como las islas Guapikilán al sur de Chiloé documentadas por Rozzi *et al.* (1996), se agrupan con otros bosques y no con los resultados de Isla Mocha, sugiriendo que los efectos asociados a islas no influyen fuertemente la comunidad de aves de Isla Mocha.

La distancia al continente, si bien es escasa, puede haber sido suficiente como para limitar la fuerte influencia de agentes extra territoriales como empresas y gobierno en la deforestación de la zona, los cuales han sido dominantes en el continente. En todo el sur de Chile, la industria forestal basada principalmente en el cultivo de *Pino radiata* ha tenido un enorme auge gracias al decreto supremo 701, que data desde el año 1974. Esta industria ha sido el agente principal de modificación del paisaje del centro-sur de Chile, donde por ejemplo sólo en la Comuna de Tirúa (ubicada frente a la Isla Mocha) las plantaciones alcanzan el 60% del territorio (Instituto Forestal 1992, Reyes & Jara, 2004). Isla Mocha en cambio, ha sido transformada principalmente por sus habitantes, y desde la década de los 80' el área de bosque se encuentra protegida.

### **5.3 Comparación de la composición de la avifauna de los bosques de Isla Mocha con otros bosques del centro sur de Chile**

Las comunidades de aves de los bosques costeros de la Isla de Chiloé y del Fundo San Martín en la Región de los Ríos forman un grupo común con las comunidades de aves de Isla Mocha (Figura 3). Este tipo de bosques comparten ensambles de aves muy similares, formando un grupo específico de aves de bosques costeros (Figura 3). Este grupo está caracterizado por la dominancia de 5 especies de aves, más un total entre 18 y 25 especies. Por otra parte, las comunidades de aves de los bosques andinos y preandinos de la zona centro sur del país y las comunidades de aves de los bosques perturbados tienen diferencias en la composición de la diversidad de aves. Las aves de los bosques con perturbaciones no tienen las especies dominantes de los bosques antiguos, sino que incorporan especies de lugares abiertos, las cuales son las especies que habitan en las plantaciones (Rottmann & López-Calleja, 1992). Las aves de bosque en los bosques costeros no son muchas especies, aunque son especializadas en este tipo de ambiente. Aunque se ha postulado que las plantaciones provocarían la disminución de la biodiversidad (Poore & Fries, 1987) en el caso de las aves podrían aumentarla al incorporar especies de espacios abiertos, en detrimento de las especies de bosque.

## 6. CONCLUSIONES

Las comunidades de aves de los bosques de olivillo de Isla Mocha serían las representantes de las comunidades de aves de los bosques que existieron en la costa de la VIII Región, pues según los análisis de este estudio, las aves de los bosques de la isla no han cambiado mucho en los últimos 90 años y presentan claras similitudes con las comunidades de otros bosques costeros antiguos del continente. Estas comunidades no son las mismas que existen en bosques andinos, y no son las mismas que existen en bosques secundarios perturbados o en plantaciones forestales de las regiones VII y VIII. Por ello, estos resultados cuestionan el valor de las plantaciones pues estas estarían conservando especies de bosques sucesionales tempranos y de ambientes perturbados, y no lo presente en bosques originales.

Los bosques de Isla Mocha podrían representar una imagen de referencia de cómo fue la composición y abundancia la avifauna que alguna vez existió en la zona costera de la Región del Biobío antes de la colonización del centro-sur de Chile después de 1850. Estas especies de aves podrían ser indicadoras para la recuperación de este tipo de ecosistema en el futuro. Sin embargo, con este estudio surgen ciertas dudas de cuáles serían las especies de aves específicas que habitan los bosques templados, replanteando la necesidad de redefinir nuevamente cuales serían las comunidades de aves de este tipo de ecosistema.

Los bosques antiguos entregan hábitats únicos para aves especialistas que generalmente son endémicas de los bosques templados, donde muchas de estas especies dependen de las estructuras y composición de los bosques templados para su supervivencia. Sin embargo, las especies de aves perciben distintos elementos del paisaje como hábitat, y no necesariamente perciben lo que antropocéntricamente se define como bosque. Entender mejor la relación hábitat-vida silvestre en bosques secundarios y plantaciones sería muy importante para manejar estos ecosistemas de modo que permitan la sobrevivencia de varias de las especies de aves de los bosques templados de Chile.

## REFERENCIAS

- Armesto, J.J., C. Villagrán & C. Donoso. 1994. La historia del bosque templado chileno. *Ambiente y Desarrollo*. 10(1), 66-72.
- Armesto, J.J., C. Villagrán & M.K. Arroyo. 1996. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- Armesto JJ, R Rozzi, C Smith-Ramírez, MK Arroyo. 1998. Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271-1272.
- Armesto JJ, M Wilson, I Díaz, S Reid. *Ecología del paisaje rural de la Isla de Chiloé: diversidad de especies de aves en fragmentos de bosque nativo*. En: Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, 99-116.
- Altamirano, T. A., J. T. Ibarra, K. Martin, & C. Bonacic. 2012. Árboles viejos y muertos en pie: un recurso vital para la fauna del bosque templado de Chile. *La Chiricoca* N° 15. 25-30.
- Asociación Armonía. 2011. *Estado de Conservación de las Aves en Bolivia*. Asociación Armonía. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Balvanera, P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- BirdLife International. 2004. Most Endemic Bird Areas are in the tropics and important for other biodiversity too. Presented as part of the BirdLife State of the world's birds website. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/61>. Consultado: 30/11/2015
- BirdLife International. 2012a. Threatened birds occur in all habitats, but the majority are found in forest. Presented as part of the BirdLife State of the world's birds website. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/174>. Consultado: 07/07/2015



- BirdLife International. 2012b. Birds occur in all major habitat types, with forest being particularly important. Presented as part of the BirdLife State of the world's birds website. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/casestudy/172>. Consultado: 30/11/2015
- Brooks T, J Tobias, ABalmford. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. *AnimalConservation* 2, 211–222
- Boulinier T, J Nichols, J Hines, J Sauer, C Flather, K Pollock. 2001. Forest fragmentation and birdcommunity dynamics: Inference at scale regional. *Ecology* 84 (4): 1159-1169
- Bullock, D. 1935. Las aves de la Isla Mocha. *Revista Chilena de Historia Natural* 39:231-253.
- Celis-Diez J.L., S. Ippi, A. Charrier & C. Garín. 2011. Fauna de los bosques templados de Chile. Guía de campo de los vertebrados terrestres. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.
- Cockle, K. L., K. Martin, & T. Wesolowski. 2011. Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(7), 377-382.
- Colwell, R. K., 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species fromsamples. Version 8. Disponible en: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- CONAF. 1998. Plan de Manejo Reserva Nacional Isla Mocha. Unidad de gestión patrimonio silvestre. Ministerio de agricultura. República de Chile.
- Díaz I. Historia natural, diversidad y conservación de las aves en bosques de la Cordillera de la Costa de la región de Los Lagos, Chile. En: Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile, 456-467.

- Díaz, I. A., Armesto, J. J., Reid, S., Sieving, K. E., & Willson, M. F. 2005. Linking forest structure and composition: avian diversity in successional forests of Chiloé Island, Chile. *Biological Conservation*, 123(1), 91-101.
- Díaz I. K. E Sieving, M. E. Peña-Foxon. J. Larraín, J. J. Armesto. 2010. Forest ecology and management. Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. 1490-1502.
- Di Castri F & E Hajek. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Editorial de la Universidad Católica, Santiago, Chile.
- Echeverría C, D Coomes, J Salas, JM Rey-Benayas, A Lara, A Newton. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation* 130:481-494.
- Erazo, S. 1984. Análisis de censos de la avifauna realizados en un rodal boscoso de olivillo, Valdivia, Chile, X Región. *Revista Geográfica de Valparaíso* 15: 49-71.
- Estades, C. & Temple, S. 1999. Deciduous-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological Applications* 9:573-585.
- FAO. 2007. *Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe*. Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO. 2011. *Los Bosques del Mundo en Cifras: América Latina y el Caribe, una Región Rica en Materia Forestal*.
- Foster, R. 1990. Hambruna en la Isla Barro Colorado: 271-283. En: Leigh, E.G.; A.S. Rand; D. Windsor (eds.). *Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo*. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa.
- FRA. 2010. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe Principal*.

- Franklin JF, K Cromack, W Denison, A Mckee, C Maser, J Sedell, F Samson & G Juda y. 1981. Ecological characteristics of old-growth Douglas-fir forests. USDA Forest Service, General Technical Report PNW 118, Portland.
- Goodall J, A Johnson & R Philippi. 1946. Las aves de Chile. Tomo I, Platt Establecimientos Gráficos S.A., Buenos Aires.
- Groombridge, B. 1992. Global biodiversity. Status of the Earth's living resources. WCMC, Cambridge y Chapman & Hall, Londres.
- Hajek e. & F. Di Castri. 1975. Biobioclimatografía de Chile: Manual de consulta. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Heywood, V.H. & R.T. Watson. 1995. Global Biodiversity Assessment. UNEP – Cambridge University Press, Cambridge.
- Housse, R. 1924. Apuntes sobre las aves de la Isla Mocha. Revista Chilena de Historia Natural 28:47-54.
- Housse, R. 2005. Adición a los apuntes sobre las aves de la Isla Mocha. Revista Chilena de Historia Natural. 29, 225-227.
- Housse, R. 1945. Las aves de Chile en su clasificación moderna, su vida y costumbres. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.
- Hutto, R. L., S. M. Pletschet, and P. Hendricks. 1986. A Fixed-Radius Point Count Method for Nonbreeding and Breeding Season Use. The Auk 103: 593-602.
- Ibarra, J.T., T. Altamirano, N. Gálvez, I. Rojas, J. Laker & C. Bonacic. 2010. Avifauna de los bosques templados de Araucaria araucana del sur de Chile. Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral 20:33-45.

- Instituto Forestal. 1992. El sector forestal en Chile. Logros y desafíos. Santiago de Chile.
- Jaksic, F. M. & P. Feinsinger. 1991. Bird assemblages in temperate forests of North and South America: a comparison of diversity, dynamics, guild structure, and resource use. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 64, 491-510.
- Jha, S. & Bawa, K.S. 2006. Population growth, human development, and deforestation in biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 20: 906–912.
- Lara A, C Echeverría, R Reyes. 2002. Bosques Nativos. In Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile eds. Informe País. Estado del Medioambiente en Chile. Santiago, Chile. p. 127-160.
- Lara, A., M. E. Solari, M. D. R. Prieto, & M. P. Peña. 2012. Reconstrucción de la cobertura de la vegetación y uso del suelo hacia 1550 y sus cambios a 2007 en la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos de Chile (35°-43° 30' S). *Bosque (Valdivia)*, 33(1), 13-23.
- Leigh, E.; D. Windsor 1990. Producción del bosque y regulación de consumidores primarios de la isla de Barro Colorado: 179-190. En: Leigh, E.G.; A.S. Rand; D. Windsor. (eds). 1990. *Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos Estacionales y Cambios a Largo Plazo*. Primera edición en español. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panama.
- Le-Quesne, C., C. Villagrán, & R. Villa. 1999. Historia de los bosques relictos de "olivillo" (*Aextoxicon punctatum*) y Mirtáceas de la Isla Mocha, Chile, durante el Holoceno tardío. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72(1).
- Marini M. 2001. Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. *Bird Conservation International*, 11, pp 1325.
- Martin, K. & J.M. Eadie. 1999. Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*, 115, 243-257.

- Martínez, D. 2005. El Concón (*Strixrufipes*) y su hábitat en los bosques templados australes. En: Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile, 477-484.
- Muñoz, D. 2006. Isla Mocha. Corporación Nacional Forestal CONAF, Cañete. 135 pp.
- Myers N, RA Mittermeyer, CG Mittermeyer, GAB da Fonseca, J Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nazar J, E. Hajek, F. Di Castri. 1966. Determinación para Chile de algunas analogías bioclimáticas mundiales. Instituto de Higiene y Fomento de la Producción Animal. Universidad de Chile. P. 27-29
- Newton, I. 1995. The contribution of some recent research on birds to ecological understanding. *Journal of Animal Ecology*, 64(6), 675-695.
- Noss, R. 1990. "Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach", *Conservation Biology* 4: 355-364.
- Ortiz, J. C. & H. Ibarra- Vidal. 2005. Anfibios y reptiles de la cordillera de Nahuelbuta. En: Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile, 427- 428.
- Pefaur, J. & P. Humphrey, 1995. Prediction of species richness of birds on Austral South American Islands. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 2: 23-35.
- Pérez, C., & Villagrán, C. 1994. Influencia del clima en el cambio florístico, vegetal y edáfico de los bosques de "olivillo" (*Aextoxicon punctatum* R. et Pav.) de la Cordillera de la Costa de Chile: implicancias biogeográficas. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67, 77-90.
- Poore, M. E. D. & C. Fries. 1987. Efectos ecológicos de los eucaliptos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

- Primack, R., Rozzi, R., & Feinsinger, P. 2001. VI. Destrucción y degradación del hábitat. Fundamentos de Conservación Biológica Perspectivas Latinoamericanas. México DF: Fondo de Cultura Económica, 153.
- Ralph J, R Geupel, P Pyle, T Martin, D DeSante, B Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Reyes, B., & Jara, D. 2004. Gobernanza ambiental: mensajes desde la periferia. Instituto de Ecología Política. Informe final. Disponible en: <http://www.grupochorlavi.org/gobernanzaambiental/Completo/IEP>.
- Riquelme, C. 2011. Riqueza, abundancia y diversidad estacional de las aves de Isla Mocha, Región del Biobío, Chile, entre los años 2007 y 2008. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Ciencias Pecuarias. Concepción. 4-52 p.
- Robinson S. K., F. R. Thompson III, T. M. Donovan, D. R. Whitehead & J. Faaborg. 1995. Regional forest fragmentation and the nesting success of migratory birds. Science 267: 1987-1990
- Rottmann J. & M. V. López-Calleja. 1992. Estrategia nacional de conservación de aves. UNORCH/SAG. Serie técnica N°1. Dipreoren.
- Rozzi R., D. Martinez, M.F. Wilson, & C. Sabag. 1996. Avifauna de los bosques templados de sudamérica. En Armesto J.J., C Villagrán & M.T.K Arroyo (eds). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
- Rozzi R., J.J. Armesto & J. Figueroa. 1994. Biodiversidad y conservación de los bosques nativos de Chile: una aproximación jerárquica. Laboratorio de sistemática y ecología vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago de Chile. Instituto de Investigaciones Ecológicas Chiloé. Bosque, 15(2), 55-64.

- Sala, O.E., F.S. Chapin, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker, D.H. Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770–4.
- Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile.
- Smith-Ramírez, C. 2004. The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. *Biodiversity & Conservation*, 13(2), 373-393.
- Sosa R. 2008. Efectos de la fragmentación del bosque de caldén sobre las comunidades de aves en el centro-este de La Pampa. Tesis doctoral Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Stattersfield, A., Crosby, M. J., Long, A. J. and Wege, D. C. 1998. Endemic Bird Areas of the world: priorities for biodiversity conservation. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Valverde, V., V. Lagos & I. Díaz. 1997. Catastro de vertebrados terrestres. Plan de ordenación forestal Reserva Nacional Valdivia. Documento técnico, CONAF, Santiago.
- Van Husen. 1967. Klimagliederung in Chile auf der basis von Häufigkeitsverteilungen der Niederschlag. *Freiburger Geographische Hefte* 4: 1-113.
- Villagrán, C. & J. J. Armesto. 2005. Fitogeografía histórica de la Cordillera de la Costa de Chile. En: Smith-Ramírez, C., Armesto, J. J., & Valdovinos, C. 2005. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile, 99-116.
- Willson, M. F., & Armesto, J. J. 2003. Efectos de la fragmentación de bosques para las aves de los bosques australes chilenos. *Ambiente y Desarrollo (Chile)*, 19, 54-59.

- Willson M. F., T. L. De Santo, C. Sabag y J. J. Armesto. 1996. "Avian communities of temperate rainforests in North and South America". En: High latitude rain forest and associated ecosystems of the west coast of the Americas: climate, hydrology, ecology and conservation. R. G. Lawford, P. Alaback y E. R. Fuentes (eds.). Ecological Studies 116. Springer, Berlin. Pp. 228-247.
- Willson M.F, De Santo T.L, Sabag C, Armesto JJ. 1994. Avian communities of fragmented southtemperate rainforests in Chile. Conservation Biology 8, 508–520.
- Winkler H, D Christie. 2002. Family Picidae (woodpeckers). En: Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J (eds.) Handbook of the birds of the world. Lynx, Barcelona, pp. 296-555.



## ANEXOS

### Anexo 1

Familia	Nombre científico	Nombre común	Sitios		
			Bosque	Pradera	Costa
Accipitridae	<i>Buteopolyosoma</i>	Aguilucho común	0.00	0.02±0.02	0.00
Diomedidae	<i>Thalassarchemelanophrys</i>	Albatro ceja negra	0.00	0.00	+
Motacillidae	<i>Anthuscorrendera</i>	Bailarín chico	0.00	0.02±0.02	0.00
Threskiornithidae	<i>Theristicusmelanopis</i>	Bandurria	0.04±0.03	1.15±0.24	0.00
Tyrannidae	<i>Anairetesparulus</i>	Cachudito	0.02±0.02	0.00	0.00
Troglodytidae	<i>Troglodytesaeton</i>	Chercán	0.22±0.09	0.72±0.15	0.00
Troglodytidae	<i>Cistothorusplatensis</i>	Chercán de la vega	0.00	0.46±0.19	0.00
Emberizidae	<i>Zonotrichiacapensis</i>	Chincol	0.00	1.19±0.27	0.00
Emberizidae	<i>Sicalisluteola</i>	Chirihue	0.00	0.17±0.10	0.00
Charadriidae	<i>Charadriusnevosus</i>	Chorlo nevado	0.00	0.00	0.11±0.10
Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	Chorlo doble collar	0.00	0.00	0.02±0.02
Rhinocryptidae	<i>Scelorchilusrubecula</i>	Chuca	1.61±0.17	0.00	0.00
Furnariidae	<i>Cinclodespatagonicus</i>	Churrete	0.00	0.02±0.02	0.00
Rhinocryptidae	<i>Eugrallaparadoxa</i>	Churrín de la mocha	0.70±0.14	0.00	0.00
Rhinocryptidae	<i>Scytalopusmagellanicus</i>	Churrín del sur	0.17±0.08	0.00	0.00
Furnariidae	<i>Sylviorthorhynchusdesmursii</i>	Colilarga	0.07±0.03	0.00	0.00
Fringillidae	<i>Phrygiluspatagonicus</i>	Cometocino	1.22±0.11	0.00	0.00
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocoraxatriceps</i>	Cormoran imperial	0.00	0.00	+
Tyrannidae	<i>Xolmispyrope</i>	Diucón	0.04±0.03	0.06±0.04	0.00
Tyrannidae	<i>Elaeniaalbiceps</i>	Fio-fio	2.72±0.25	0.02±0.02	0.00
Laridae	<i>Chroicocephalusmaculipennis</i>	Gaviota cahuil	0.00	0.06±0.06	0.11±0.06
Laridae	<i>Leucocephaluspipixcan</i>	Gaviota de franklin	0.00	0.00	0.83±0.15
Laridae	<i>Larusdominicanus</i>	Gaviota dominicana	0.00	0.46±0.13	4.67±1.42

Laridae	<i>Larusmodestus</i>	Gaviota garuma	0.00	0.00	0.04±0.04
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	0.11±0.07	1.13±0.36	0.19±0.15
Paseridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	0.00	0.31±0.17	0.00
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero	0.00	0.04±0.03	0.00
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	0.00	0.00	0.04±0.04
Rhinocryptidae	<i>Pterotochostarnii</i>	Hued-hued	0.54±0.12	0.00	0.00
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	0.31±0.13	1.59±0.51	0.00
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	0.00	0.02±0.02	0.00
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja	0.00	1.37±0.24	2.60±1.06
Furnariidae	<i>Geosittacusunicularia</i>	Minero	0.00	0.00	0.11±0.07
Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato doméstico	0.00	0.06±0.06	0.00
Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	0.00	0.44±0.40	0.43±0.38
Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	0.00	0.20±0.12	1.11±0.59
Anatidae	<i>Anas silibatrix</i>	Pato real	0.00	0.19±0.19	0.72±0.55
Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano	0.00	0.00	0.75±0.40
Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	0.00	0.00	0.25±0.14
Trochilidae	<i>Sebanoides shephaniodes</i>	Picaflor	1.02±0.09	0.02±0.02	0.00
Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	0.00	0.09±0.05	0.00
Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	0.00	0.00	0.57±0.15
Haematopodidae	<i>Haematopus ater</i>	Pilpilén negro	0.00	0.00	0.02±0.02
Scolopacidae	<i>Tringamelanoleuca</i>	Pitotoy	0.00	0.00	0.02±0.02
Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	0.00	0.00	0.09±0.07
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	0.00	2.44±0.63	1.06±0.26
Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	0.06±0.03	0.02±0.02	0.00
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	1.44±0.16	0.00	0.00
Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	0.00	0.65±0.13	0.13±0.06
Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	0.56±0.13	2.67±1.26	0.00
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tortola	0.00	0.13±0.07	0.00
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	0.00	0.00	0.07±0.06
Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	0.00	0.00	0.93±0.19
Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	0.15±0.04	0.52±0.15	0.02±0.02

## Anexo 2

Sitios de muestreos de aves	Códigos
Región del Bio bio, Isla Mocha. Bosque olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Sidler <i>et al.</i> 2014).	VIII-IMBO (Sidler et al. 2014)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Bosque de Olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHBO (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Bosque de Peta ( <i>Myrceugenia exsucca</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHBP (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Claro de bosque de Olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHClBP (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Claro de bosque de Peta ( <i>Myrceugenia exsucca</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHClBO (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Margen bosque de Olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHMBO (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Margen bosque de Peta ( <i>Myrceugenia exsucca</i> ), (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHMBP (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Matorral, (Rozzi <i>et al.</i> 1996)	X-ICHM (Rozzi et al. 1996)
Región de los Lago, Isla de Chiloe . Bosques antiguos (Díaz <i>et al.</i> 2005)	X-ICHBA (Díaz et al. 2005)
Región de los Lagos, Isla de Chiloe. Bosques sucesión media. (Díaz <i>et al.</i> 2005)	X-ICHBsm (Díaz et al. 2005)
Región de los Lagos, Isla de Chiloe. Bosques sucesión temprana. (Díaz <i>et al.</i> 2005)	X-ICHbst (Díaz et al. 2005)
Región del Maule, Villa Baviera. Bosque Roble-Hualo, (Meynard, 2005).	VII-VBBRH (Meynard, 2005)
Región de Magallanes, Pen. Antonio Varas. Bosques costeros de coigue ( <i>Nothofagus betuloides</i> ), (Anderson & Rozzi).	XII-PAVBcc (Anderson & Rozzi)
Región de Magallanes, Isla Navarino. Bosques costeros de coigue ( <i>Nothofagus betuloides</i> ), (Anderson & Rozzi).	XII-INBcc (Anderson & Rozzi)
Región del Maule. Bosque Maulino costero, Bosque continuo, Roble-Hualo, (Vergara & Simoneti, 2004).	VII-BCRH (Vergara & Simoneti, 2004)
Región del Maule. Bosque Maulino costero, Fragmento de bosque nativo, Hualo-Roble, (Vergara & Simoneti, 2004).	VII-FBHR (Vergara & Simoneti, 2004)
Región del Maule. Plantación <i>Pinus radiata</i> , (Vergara & Simoneti, 2004).	VII-PPR (Wilson et al. 1994)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Bosque de coigue ( <i>Nothofagus dombeyi</i> ), Parche Largo, (Wilson <i>et al.</i> 1994).	X-ICHBCPl (Wilson et al. 1994)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Bosque de coigue ( <i>Nothofagus dombeyi</i> ), Parche pequeño, (Wilson <i>et al.</i> 1994).	X-ICHBCPp (Wilson et al. 1994)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé. Bosque de coigue ( <i>Nothofagus dombeyi</i> ), Parche diminuto, (Wilson <i>et al.</i> 1994).	X-ICHBCPd (Wilson et al. 1994)
Región del Bio bio, Cañete. Bosque Roble-Lingue y Roble-Laurel (Estades <i>et al.</i> 1994).	VIII-CBRlyRL (Estades et al. 1994)
Región del Bio bio, Cañete. <i>Pinus Radiata</i> , plantación juvenil (Estades <i>et al.</i> 1994).	VIII-CPRPj (Estades et al. 1994)
Región del Bio bio, Cañete. Plantación adulta, <i>Pinus Radiata</i> (Estades <i>et al.</i> 1994).	VIII-CPRPa (Estades et al. 1994)
Región del Bio bio, Cañete. Praderas y cultivos (Estades <i>et al.</i> 1994).	VIII-CPC (Estades et al. 1994)
Región de la Araucanía, PN Huerquehue. Bosque Araucaria ( <i>Araucaria Araucana</i> ), (Ibarra <i>et al.</i> 2010).	IX-PNHBA (Ibarra et al. 2010)
Región de la Araucanía, Santuario El Cañi. Bosque Araucaria ( <i>Araucaria Araucana</i> ), (Ibarra <i>et al.</i> 2010).	IX-SECBA (Ibarra et al. 2010)
Región de la Araucanía, PN Villarrica. Bosque Araucaria ( <i>Araucaria Araucana</i> ), (Ibarra <i>et al.</i> 2010).	IX-PNVBA (Ibarra et al. 2010)
Región de la Araucanía, PN Nahuelbuta. Bosque Araucaria ( <i>Araucaria Araucana</i> ), (Ibarra <i>et al.</i> 2010).	IX-PNNBA (Ibarra et al. 2010)

Región de los Lagos, Isla de Chiloé, Guabun. Bosque costero de olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Díaz <i>et al.</i> 2007 en preparación).	X-ICHGBO (Díaz et al. 2007 en preparación)
Región de los Lagos, PN Chiloé. Bosque costero de olivillo ( <i>Aextoxicon punctatum</i> ), (Díaz <i>et al.</i> 2007 en preparación).	X-PNChBO (Díaz et al. 2007 en preparación)
Región de los Lagos, Isla de Chiloé, Guabun. Bosque de olivillo. (Días <i>et al.</i> 2008 en preparación)	X-ICHGBO (Días et al. 2008 en preparación)
Región de los Ríos, Fundo San Martín. Bosque siempre verde (Díaz <i>et al.</i> 2008 en preparación)	XIV-FSMBSM (Días et al. 2008 en preparación)
Región de Aysén, Valle Leones, APP Pichimahuida. Bosque de coigue ( <i>Nothofagus betuloides</i> ), (Sidler <i>et al.</i> 2014)	XI-VLBC (Sidler et al. 2014)
Región de Aysen, Valle Leones, APP Pichimahuida. Matorral (Sidler <i>et al.</i> 2014)	XI-VLM (Sidler et al. 2014)
Región de Aysen, Valle Leones, APP Pichimahuida. Plantación <i>Pinus contorta</i> (Sidler <i>et al.</i> 2014)	XI-VLPPC (Sidler et al. 2014)
Región de la Araucanía, APP Bosque Pehuén. Bosque adulto coigue-rauli ( <i>Nothofagus dombeyi</i> ), (Sidler <i>et al.</i> 2015).	IX-BPBaCR (Sidler et al. 2015)
Región de la Araucanía. Bosque pehuen. Bosque matorral alto, Araucarias-coigue, Coigue-lenga, matorral coligue(Sidler <i>et al.</i> 2015)	IX-BPBma (Sidler et al. 2015)
Región de la Araucanía. Bosque Pehuen. Bosque matorral bajo, renoval roble-coigue-rauli (Sidler <i>et al.</i> 2015)	IX-BPBmb (Sidler et al. 2015)
Región de la Araucanía. Bosque Pehuen. Renoval de rauli-coigue. (Sidler <i>et al.</i> 2015)	IX-BPRRC (Sidler et al. 2015)
Región de los Ríos, Punta Curiñanco. Bosque de olivillo (Durán <i>et al.</i> 2013)	XIV-CBO (Durán et al. 2013)

---