



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

¿Pueden los bosques secundarios conservar la biodiversidad de aves del sur de Chile?

Profesor Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero.

Trabajo de titulación presentado como parte de los requisitos para optar al Título de **Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales.**

JAVIER ARMANDO GODOY GÜINAO

VALDIVIA

2013

CALIFICACIÓN DEL COMITÉ DE TÍTULACIÓN

Nota

Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero

6,6

El patrocinante acredita que el presente seminario de investigación 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

	Índice de materias	Página
i	Calificación del Comité de titulación	i
ii	Agradecimientos	ii
iii	Dedicatoria	iii
iv	Resumen	iv
1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	2
2.1	Bosques como hábitat	2
2.2	Situación de los bosques en Chile	2
2.3	Aves y pérdida de hábitat	3
2.4	Degradación de hábitat	4
2.5	Bosques secundarios y conservación de la biodiversidad	4
3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	5
3.1	Área de estudio	5
3.2	Diseño del estudio	6
3.3	Muestreo de Aves	6
3.4	Muestreo de vegetación	7
3.5	Análisis de datos	7
4	RESULTADOS	8
5	DISCUSIÓN	14
6	CONCLUSIONES	17
7	REFERENCIAS	17

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero agradecer a mi familia que me ha apoyado en todo momento, que siempre ha estado conmigo, muchas veces quizás no físicamente por la distancia a la que nos encontramos, pero sí con una palabra de aliento y de fuerza para seguir adelante. Papá, mamá y hermanos (Andrea y Fernando), de verdad no saben cuán fundamental son en mi vida y por eso los quiero mucho!!!

Agradecer el apoyo brindado por mi profesor patrocinante, profe Iván, por permitirme trabajar con usted, pertenecer al laboratorio y por apoyarme y guiarme con sus consejos, comentarios, sugerencias y correcciones para la elaboración de este trabajo que me permite cerrar este ciclo, de verdad muchas gracias por todo!!!

También quiero agradecer a una persona muy especial que ha estado conmigo en todo momento, que me ha apoyado y contenido muchas veces... Muchas gracias wata (Valeria) por todo, has sido un pilar fundamental en mi estadía y paso por la Universidad, Te amo!!

Por último, pero no por eso menos importante, quiero agradecer a mis compañeros y amigos que, en especial a todos los conocidos durante estos cinco años de carrera, a la generación 2008, generación de cambios...Al laboratorio de Biodiversidad y Ecología del Dosel. También agradecer a la Ale (Alejandra Portales), por todas tus enseñanzas y por querernos tanto a todos tus críos (como dices tu)...A todas las personas que en uno u otro momento hemos compartido, mis sinceros agradecimientos.

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO VA DEDICADO A MI FAMILIA Y A LA MADRE TIERRA.

*“EL ERROR CONSISTIÓ EN CREER QUE LA TIERRA ERA NUESTRA, CUANDO
LA VERDAD DE LAS COSAS ES QUE NOSOTROS SOMOS DE LA TIERRA”*

NICANOR PARRA

RESUMEN

La pérdida de hábitat provocada por las actividades humanas es la principal causa de la disminución de la biodiversidad y la extinción de las especies. Un grupo animal sensible a la transformación y degradación de los hábitats son las aves. En Chile, Los bosques secundarios cubren una importante superficie y representan fuentes de recursos para las comunidades rurales. En este estudio se analiza la importancia de los bosques secundarios como hábitats para la conservación de las aves y se evalúa la hipótesis que la riqueza de aves de bosque se encuentra positivamente relacionada con la presencia de elementos estructurales remanentes en los bosques secundarios. El estudio se llevó a cabo en dos zonas de renovales, el predio Llancahue, Valdivia y el predio Rucamanque, Temuco. Los muestreos de aves en Llancahue se realizaron entre Octubre y Diciembre de 2011, mientras que en Rucamanque se realizaron en Enero 2012. En los bosques secundarios de ambos sitios de estudio se registraron un total de 28 especies de aves. La regresión entre la riqueza de especies y el área basal de las parcelas mostró ser estadísticamente significativa para el predio Llancahue. Los resultados muestran que un importante porcentaje de especies de aves usan los renovales. Ambos sitios muestran que la presencia de árboles más viejos se asocia con mayor riqueza de especies. Para la mayoría de las aves, la heterogeneidad encontrada en los renovales favorece su presencia, sin embargo, no se conocen los efectos combinados de la fragmentación de hábitat y de la transformación de bosques antiguos en renovales. Los efectos combinados podrían limitar fuertemente la presencia de aves en renovales. Resulta sumamente importante conservar bosques antiguos asociados a bosques secundarios para facilitar la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas forestales de Chile.

1. INTRODUCCIÓN

La pérdida de hábitat provocada por las actividades humanas es la principal causa de la disminución de la biodiversidad y la extinción de las especies. Uno de los ambientes más afectados son los bosques, los cuales son el hábitat de la mayor parte de la biodiversidad terrestre. En Chile, muchos de estos bosques tanto primarios como secundarios han sido destruidos de forma acelerada en los últimos años, y en algunas áreas del país llegan a representar menos de la mitad de la cobertura histórica pre-colonización.

Un grupo animal sensible a la transformación y degradación de los hábitats son las aves. Algunas aves asociadas a los bosques requieren hábitats especializados que presenten elementos estructurales particulares para que puedan vivir. Muchos estudios muestran el efecto negativo de la pérdida del hábitat sobre las comunidades de aves, y lo importante de preservar el hábitat y la heterogeneidad del paisaje para la conservación de la biodiversidad y de las aves en particular.

No solo la pérdida de hábitats, vista como destrucción completa del mismo, afecta la biodiversidad. El daño parcial o degradación, también conduce a extinciones de poblaciones, especies o comunidades. Los bosques secundarios pueden originarse por incendios y tala selectiva, por completa remoción del bosque y posterior colonización o por una combinación de estos factores, lo cual resultaría en diferente abundancia de estructuras que brinden hábitat a las aves nativas lo que podría resultar en una disminución de la riqueza y abundancia de dichas aves.

En Chile, los bosques secundarios cubren una importante superficie y representan fuentes de recursos para las comunidades rurales. Sin embargo, su potencial y contribución a la conservación de la biodiversidad ha sido escasamente abordada, principalmente por ser considerados menos diversos que los bosques antiguos.

Así, los objetivos del presente trabajo son:

- Caracterizar las comunidades de aves de los bosques secundarios en dos localidades del sur de Chile
- Relacionar la riqueza y abundancia de aves con la estructura y composición de la vegetación
- Analizar la importancia de los bosques secundarios como hábitats para la conservación de las aves

Hipótesis:

La riqueza de aves de bosque se encuentra positivamente relacionada con la presencia de elementos estructurales remanentes en los bosques secundarios.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Bosques como hábitat

La pérdida de hábitat provocada por las actividades humanas es la principal causa de la disminución de la biodiversidad y la extinción de las especies (Tilman *et al.* 1994; Primack *et al.* 2001). Uno de los ambientes más afectados son los bosques, los cuales son el hábitat de la mayor parte de la biodiversidad terrestre. Los bosques tropicales por ejemplo, albergan a más de la mitad de las especies de flora y fauna conocida (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Sin embargo, la superficie boscosa a nivel mundial ha ido disminuyendo en el tiempo (WWF 1999; Millennium Ecosystem Assessment 2005), debido principalmente a la deforestación causada por la conversión de tierras forestales a la agricultura y la urbanización (FAO 2011). Según WWF (1999), entre 1970 y 1995 la cubierta forestal del planeta se redujo en un 10%, y para América Latina la situación ha sido aún más drástica, presentado valores de disminución de un 20%. Igualmente, el cambio neto en área de bosque para el periodo 2000-2010 se estima en -5,2 millones de hectáreas anuales a nivel mundial (FAO 2011). Sin embargo, aunque las tasas de deforestación van disminuyendo, las cifras siguen siendo alarmantes y las tendencias indican que se mantendrán constantes hasta el 2020 (FAO 2007, 2011).

2.2. Situación de los bosques en Chile

En Chile, la superficie de bosque alcanza las 15.637.232 ha, que corresponden al 21% de la superficie del país (CONAF *et al.* 1999). De la superficie total de bosque, el 85% corresponde a bosque nativo (CONAF *et al.* 1999) y se concentra principalmente en las regiones australes del país (Armesto *et al.* 1998). Los bosques primarios ocupan el 45% de la superficie, seguido de bosques secundarios

(renovales) que alcanzan un 27% (CONAF *et al.* 1999). Sin embargo muchos de estos bosques tanto primarios como secundarios han sido destruidos de forma acelerada en los últimos años (Echeverría *et al.* 2006) y en algunas áreas del país llegan a representar menos de la mitad de la cobertura histórica pre-colonización (Lara *et al.* 2012). Las áreas que presentan la mayor diversidad de tipos de bosques y riqueza de especies se concentran en la zona centro sur del país, entre el río Maule y el río Valdivia (Villagrán y Armesto 2005). En esta misma zona, se concentra la actividad agrícola y forestal del país, se concentra la población humana, y la cobertura de bosques nativos remanentes corresponde principalmente a renovales (Armesto *et al.* 1998, CONAF-CONAMA-BIRF 1999). Además, las zonas que albergan la mayor riqueza de especies de mamíferos, anfibios y peces de agua dulce, no se encuentran cubiertas dentro del sistema de áreas protegidas nacionales (Armesto *et al.* 1998). Por ello, para tomar medidas en favor de la conservación de la biodiversidad, es importante conocer qué especies están presentes en bosques remanentes en zonas de actividad humana, como son los bosques secundarios, ya que estos son los que dominan el paisaje en extensas zonas del centro sur de Chile.

2.3. Aves y pérdida de hábitats

Un grupo animal sensible a la transformación y degradación de los hábitats son las aves (Brooks *et al.* 1999, Boulinier *et al.* 2001). En bosques tropicales de Brasil, el número de especies de aves aumenta en fragmentos de bosque de mayor superficie, mientras que los fragmentos más pequeños presentan menos especies y éstas tienden a ser generalistas de hábitat (Marini 2001). En la provincia de la Pampa-Argentina los ensambles de aves muestran una relación significativa con la superficie de hábitat, tanto para su abundancia como su riqueza, y áreas que han sido muy degradadas, carecen de recursos para albergar ensambles de aves (Sosa 2008). En el sur de Chile, Willson *et al.* (1994) demostraron que la fragmentación del hábitat afecta negativamente la diversidad y abundancia relativa de especies de aves. Por otra parte, Díaz *et al.* (2005) encontraron que la riqueza y abundancia de especies de aves está fuertemente influenciada por la estructura del bosque, y que esta relación es más notoria en las especies de aves de sotobosque, las cuales requieren hábitats con presencia de bambúes y troncos caídos (Reid *et al.* 2004, Díaz *et al.* 2005). Por lo tanto, preservar el hábitat y la heterogeneidad del paisaje resulta de suma importancia para la conservación de la biodiversidad (Primack *et al.* 2001; Hannigan y Kelly-Quinn 2012).

2.4. Degradación de hábitats

No solo la pérdida de hábitats, vista como destrucción completa del mismo, afecta la biodiversidad. El daño parcial o degradación, también conduce a extinciones de poblaciones, especies o comunidades (Primack *et al.* 2001). Por ejemplo, los bosques antiguos cuentan con una serie de elementos estructurales, tales como árboles emergentes, árboles muertos en pie, material leñoso muerto y denso sotobosque que se desarrolla bajo claros, por lo que ofrecen una gran variedad de microhábitats (Díaz *et al.* 2005). Los bosques secundarios pueden originarse por incendios y tala selectiva, por completa remoción del bosque y posterior colonización o por una combinación de estos factores, lo cual resultaría en diferente abundancia de estructuras que brinden hábitat a las aves nativas (Smith *et al.* 2005). En los bosques secundarios, la ausencia de estos elementos estructurales como árboles antiguos, troncos muertos en pie, troncos caídos o denso sotobosque podría resultar en una disminución de la riqueza y abundancia de aves nativas (Díaz *et al.* 2005).

2.5. Bosques secundarios y conservación de la biodiversidad

En Chile, los bosques secundarios cubren una importante superficie y representan fuentes de recursos para las comunidades rurales. Sin embargo, su potencial y contribución a la conservación de la biodiversidad ha sido escasamente abordada, principalmente por ser considerados menos diversos que los bosques antiguos. Los bosques secundarios no son homogéneos, sino que presentan una alta heterogeneidad en su composición y estructura, en la presencia de legados biológicos, y se desconoce su potencial como hábitat para la conservación de las aves. Estos bosques podrían ser muy importantes en contribuir con la conservación en las zonas rurales, donde las personas desarrollan actividades productivas de mediana intensidad, y puede proveer información útil para el manejo de renovales que busque compatibilizar la producción con la conservación de la biodiversidad.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos zonas de renovales conectados con extensos bosques antiguos, de modo de evitar los efectos de la fragmentación de hábitats, y representar sólo el efecto del estado sucesional sobre el ensamble de aves (Willson *et al.* 1994, Díaz *et al.* 2005). El primer sitio corresponde al predio Llancahue, ubicado a 10 km al sur de la ciudad de Valdivia, Región de los Ríos (39°42'S, 73°15'W). Corresponde a una cuenca de de 1.300 hectáreas, con altitudes que van desde los 230 y los 450 msnm, dominada por bosques del tipo forestal Siempreverde (Eugenin 2004). El clima es templado hiperoceánico hiperhúmedo, con una precipitación media anual 2.540 mm y una temperatura media anual de 11,9° C (Luebert y Pliscoff 2005). Este predio está cubierto por un mosaico de bosques antiguos de Coigue (*Nothofagus dombeyi*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), Tepa (*Laureliopsis philippiana*) junto a extensos renovales dominados por Canelo (*Drimys winteri*) y Mirtáceas como Luma (*Amomyrtus luma*) y Melí (*A. meli*). El segundo sitio corresponde al predio Rucamanque, ubicado a 12 km al noroeste de la ciudad de Temuco, Región de la Araucanía (38°39'S, 72°32'O). Corresponde a una cuenca de de 435 hectáreas, ubicada entre los 230 y los 550 msnm y dominada por bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe que representa el 68% del predio (Salas 2001). El clima es templado hiperoceánico húmedo, con una precipitación media anual de 1.191 mm y una temperatura media anual de 12° C (Luebert y Pliscoff 2005). El centro del predio está cubierto por bosques antiguos dominados por Roble (*Nothofagus obliqua*), Laurel (*Laurelia sempervirens*), Olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y Ulmo, rodeado por extensos renovales monoespecíficos de Roble.

3.2. Diseño del estudio

Para el estudio se establecieron un total de 24 parcelas; 12 parcelas en Llancahue y 12 parcelas en Rucamanque. Cada parcela poseía una superficie mínima de 900 m². Las parcelas de Llancahue estaban ubicadas en línea a lo largo de un sector de renovales de Canelo (*Drimys winteri*, Winteraceae) colindantes con un camino principal, distanciadas entre sí por al menos 20 m, mientras que las parcelas de Rucamanque estaban dominadas por bosques de roble (*Nothofagus obliqua*, Nothofagaceae).

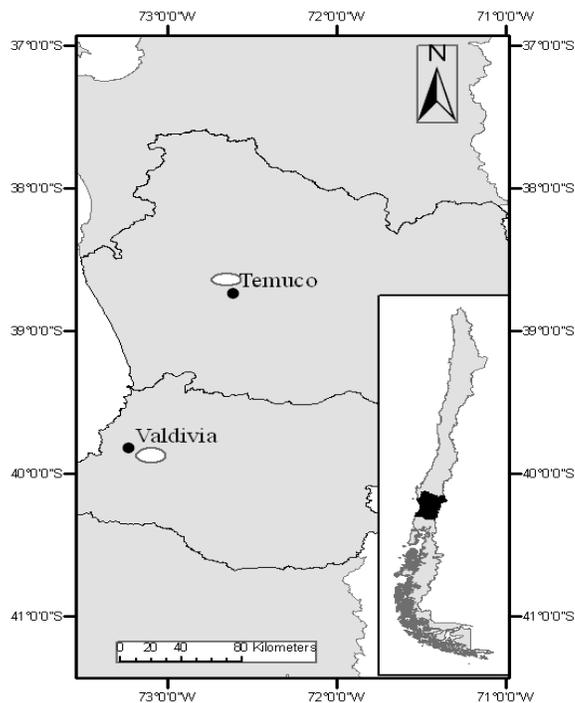


Figura 1. Área de estudio. Polígonos blancos indican los predios Llancahue, Valdivia y Rucamanque, Temuco.

3.3. Muestreos de aves

Los muestreos de aves en Llancahue se realizaron entre Octubre y Diciembre de 2011, mientras que en Rucamanque se realizaron en Enero 2012. En cada parcela se estimó la tasa de visitas de aves para identificar y diferenciar cuales parcelas eran más utilizadas por un mismo ensamble de aves. La distancia entre parcelas era muy pequeña como para usar alguna medida de abundancia relativa, por lo cual las aves presentes en una parcela podían no ser independientes de las presentes en otra parcela. Por ello, en vez de una medida de abundancia relativa, se utilizó tasa de visita para determinar la preferencia del ensamble de aves por cada parcela dentro de los renovales estudiados.

Cada parcela fue muestreada el mismo día, durante 30 minutos registrando todos los individuos de todas las especies presentes, en un radio de 10 m cada tres minutos. Además, se registró el número de individuos de las especies registradas fuera de la parcela en un radio de 50 m, para tener una referencia de todas las especies de aves presentes que podrían acceder a las parcelas estudiadas (Hutto *et al.* 1986). Los muestreos comenzaban a las 7:00 hrs, ya que de acuerdo con Ralph *et al.* (1996), el mejor

espacio para el avistamiento de aves son las 3 a 4 horas posteriores a la salida del sol. El orden de censo de las distintas parcelas fue aleatorizado para que una misma parcela fuera muestreada en diferentes momentos de la mañana durante los diferentes muestreos. Las parcelas de Rucamanque fueron muestreadas cinco veces, mientras que las parcelas de Llancahue fueron muestreadas en total ocho veces.

3.4. Muestreo de vegetación

Para el muestreo de la vegetación, dentro de cada parcela se estimó la densidad de todos los árboles mayores a 5 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho) y se registró el DAP de cada uno de ellos. La densidad y el DAP de árboles se estimaron realizando un conteo dentro de toda la parcela. Finalmente con la información obtenida se calculó el área basal para cada parcela.

3.5. Análisis de datos

Se evaluó el esfuerzo de muestreo de aves en cada parcela realizando un análisis de rarefacción mediante el software *EstimateS Win 8*, relacionando el número de especies con el número de visitas observadas como medida del esfuerzo de muestreo. Si el número de especies se mantiene constante a medida que el número de individuos aumenta, se considera que el esfuerzo de muestreo fue suficiente. Además, se utilizó este análisis para comparar la riqueza de especies entre parcelas y sitios, ya que representa una medida estandarizada para hacer comparaciones de riqueza de especies en muestreos de comunidades biológicas (Colwell 2006).

Posteriormente se comparó la similitud en la composición de especies entre las parcelas de cada sitio de estudio. Esta comparación se realizó con el análisis de *Jaccard raw abundance data* utilizando el software *EstimateS Win 8*. Este índice involucra varios elementos en la comparación de la composición de los sitios, tales como la presencia/ausencia, la frecuencia observada y la frecuencia esperada (Chao *et al.* 2005). Si el valor obtenido se aproxima a 1, se considera que las parcelas son más similares entre sí, mientras que si se aleja de este valor (y se acerca a cero) son más disímiles entre sí. Este mismo análisis se realizó de manera general entre los dos sitios de estudio (Llancahue vs. Rucamanque).

Para analizar la relación entre el área basal de las parcelas estudiadas y: a) la riqueza de especies de aves y; b) la tasa de visitas de aves, se realizó un Análisis de Regresión, previa verificación de la normalidad de la distribución de datos usando el test de bondad de ajuste de Kolmogorow-Smirnov. En este análisis se excluyeron 3 parcelas de Llancahue que poseían una superficie mayor al resto de las parcelas. Estos análisis se realizaron con el software STATGRAPHICS (StatPoint Technologies, Inc ©2012).

4. RESULTADOS

En los bosques secundarios de ambos sitios de estudio se registraron un total de 28 especies de aves pertenecientes a 18 familias (Cuadro 1). Para el caso de las 2 especies de la familia Psittacidae registradas en el muestreo, se consideró como una sola especie debido a la dificultad para determinar a cual especie corresponde. Para el sector de Llancahue, se registraron un total de 28 especies, de las cuales 20 visitaron las parcelas estudiadas, mientras que las restantes 8 se registraron fuera del área de muestreo. Por su parte, el sector de Rucamanque registró un total de 22 especies de aves, de las cuales 18 fueron registradas en alguna de las parcelas, mientras que las otras 4 fueron registradas fuera del área de muestreo (Cuadro 1).

Con respecto al total de especies de aves registradas en ambos sitios, Llancahue presenta 6 especies más que Rucamanque: bandurria, chercán, chincol, codorniz, diucón y tijeral (Cuadro 1). Sin embargo, estas especies en Llancahue sólo se registraron como “presentes”, ya que tampoco ingresaron a las parcelas muestreadas.

Las especies de aves que presentaron el mayor número de visitas en Llancahue fueron el fiofío (*Elaenia albiceps*) y el picaflor chico (*Sephanoides sephaniodes*), mientras que en Rucamanque fueron el rayadito (*Aphrastura spinicauda*), seguido de picaflor chico.

La curva de rarefacción indica que el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente para caracterizar la composición de especies de aves de Rucamanque (Figura 2). Para Llancahue, el análisis indica que podrían seguir apareciendo nuevas especies con un esfuerzo de muestreo mayor. Por su

parte, tanto el número de especies como el número de visitas registradas, fue mayor en Llancahue que en Rucamanque (Figura 2).

Cuadro 1. Total acumulado del número de visitas de las especies de aves para los dos sitios de estudio: predio Llancahue, Región de los Ríos y predio Rucamanque, Región de la Araucanía, Chile. (+) Indica que la especie fue registrada durante los muestreos fuera de la parcela, en un radio de 50 m. El valor 0 indica que la especie nunca fue registrada.

Familia	Nombre científico	Especie	Llancahue	Rucamanque
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	+	+
Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	7	61
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	+	0
Emberizidae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	8	54
Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	76	+
Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Traro	1	+
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	Jilguero	3	17
Furnariidae	<i>Sylviorthorhynchus desmursii</i>	Colilarga	15	45
Furnariidae	<i>Pygarrhynchus albogularis</i>	Comesebo	11	25
Furnariidae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	293	303
Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	+	0
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina	50	37
Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	+	0
Picidae	<i>Picoides lignarius</i>	Carpinterito	7	12
Picidae	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	20	21
Psittacidae	<i>Enicognathus ferrugineus</i> / <i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Cachaña/Choroy	106	81
Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucao	57	167
Rhinocryptidae	<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la mocha	+	62
Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del Sur	2	61
Rhinocryptidae	<i>Pteroptochos tarnii</i>	Huet-Huet	35	101
Thraupidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino	73	+
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	+	0
Trochilidae	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor	301	173
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	+	0
Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	73	17
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	11	4
Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	+	0
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío	623	38

El análisis de *Jaccard raw abundance data* muestra alta similitud en la composición y frecuencia de aves en las parcelas estudiadas en Llancahue, presentado valores sobre 0,8 en varias comparaciones entre parcelas y encontrando en algunos casos valores del orden de 0,9 (Cuadro 2).

El análisis de similitud para el bosque de Rucamanque muestra similitud entre las diferentes parcelas con respecto a la composición de especies de aves. Los valores para este bosque muestran similitud del orden de 0,7, presentado también un rango que va desde 0,49 hasta parcelas con similitud de 0,94 (Cuadro 3).

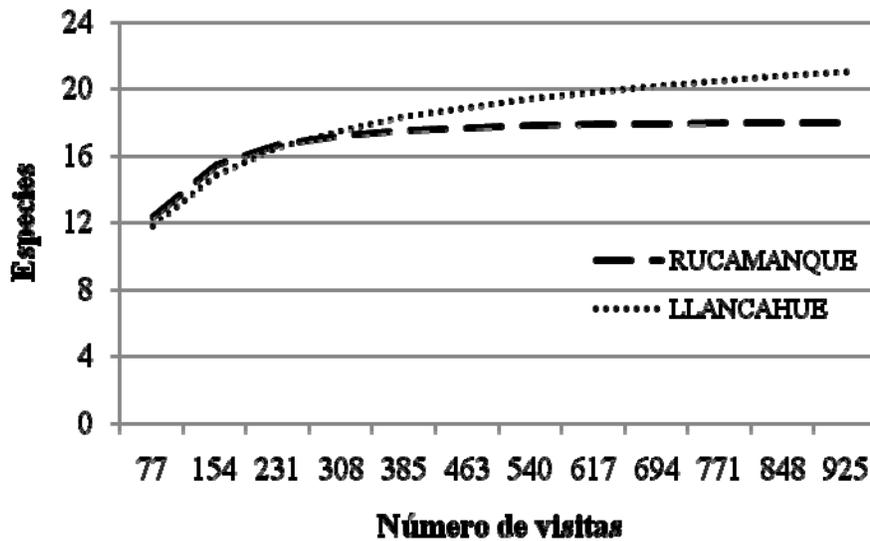


Figura 2. Número acumulado de especies vs. Número acumulado de visitas de aves para el bosque de Llancahue y de Rucamanque, Chile.

Cuadro 2. Análisis de similitud de la composición de especies de aves por parcelas, sector Llancahue.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,8	0,86	0,75	0,93	0,95	0,94	0,88	0,72	0,83	0,92	0,91
2		1	0,81	0,77	0,8	0,94	0,84	0,98	0,9	0,83	0,78	0,9
3			1	0,97	0,86	0,84	0,92	0,71	0,72	0,94	0,68	0,84
4				1	0,7	0,86	0,82	0,69	0,88	0,94	0,7	0,84
5					1	0,89	0,87	0,82	0,69	0,78	0,83	0,84
6						1	0,94	0,95	0,87	0,95	0,88	0,91
7							1	0,94	0,83	0,93	0,82	0,85
8								1	0,93	0,94	0,64	0,82
9									1	0,91	0,67	0,87
10										1	0,75	0,93
11											1	0,85
12												1

El análisis de similitud *Jaccard Raw Abundance data* para ambos bosques en estudio entregó un valor de 0,876, que indica que en cuanto a la composición de especies de aves, las áreas muestreadas de estos bosques son altamente similares entre sí.

Cuadro 3. Análisis de similitud de la composición de especies de aves por parcelas, sector Rucamanque.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	0,89	0,89	0,63	0,81	0,83	0,63	0,65	0,56	0,49	0,87	0,79
2		1	0,94	0,67	0,77	0,96	0,82	0,74	0,82	0,81	0,87	0,88
3			1	0,67	0,72	0,88	0,7	0,68	0,67	0,64	0,79	0,91
4				1	0,69	0,54	0,63	0,83	0,61	0,62	0,76	0,53
5					1	0,75	0,6	0,8	0,67	0,59	0,78	0,67
6						1	0,84	0,66	0,75	0,72	0,77	0,89
7							1	0,55	0,75	0,72	0,67	0,74
8								1	0,75	0,69	0,72	0,59
9									1	0,91	0,64	0,77
10										1	0,7	0,7
11											1	0,79
12												1

El análisis de regresión en Llancahue mostró que la riqueza de especies de aves se correlacionó significativamente con el área basal de las parcelas ($R^2=0,695$, $P=0,0052$; Figura 3). Por su parte, la tasa de visitas de aves no mostró relación con el área basal de las parcelas ($R^2=2,9$, $P=0,656$).

El análisis de regresión entre la riqueza de especies de aves y el área basal de las parcelas en Rucamanque no mostró una relación estadísticamente significativa ($R^2=0,08$, $P=0,359$), presentado valores que explican en muy baja proporción la riqueza de especies (Figura 4). Con respecto a la relación entre la tasa de visita de aves y el área basal, tampoco se observó una relación estadísticamente significativa ($R^2=0,03$, $P=0,572$).

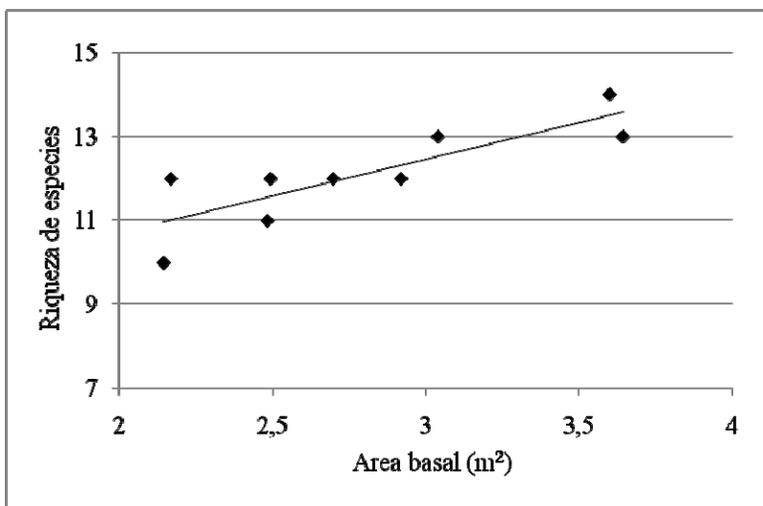


Figura 3. Relación entre la riqueza de especies y el área basal (m²) de las parcelas de Llancahue (Análisis de Regresión R²= 0,695; P= 0,0052)

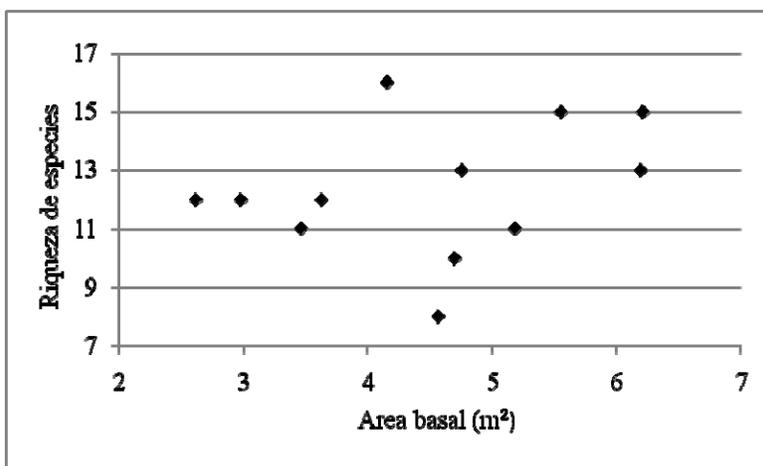


Figura 4. Relación entre la riqueza de especies y el área basal (m²) de las parcelas de Rucamanque

La distribución diamétrica del bosque de Llancahue muestra una mayor frecuencia de individuos concentrados en las tres primeras clases diamétricas (10, 20 y 30 cm), mientras que el número de individuos en las marcas de clases mayores decrece fuertemente (Figura 5).

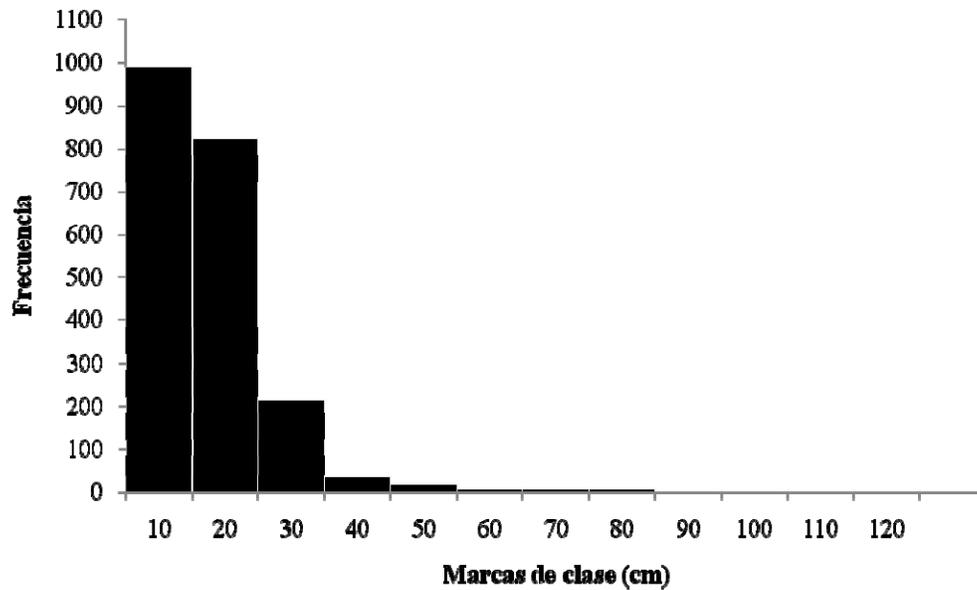


Figura 5. Distribución diamétrica del bosque de Llancahue. Frecuencia= número de árboles en las 12 parcelas de estudio.

La distribución diamétrica del bosque de Rucamanque muestra que la mayoría de los individuos se agrupan entre los 10 y los 70 cm. Sin embargo, también se encuentran individuos que presentan DAP entre 80 y hasta 110 cm (Figura 6).

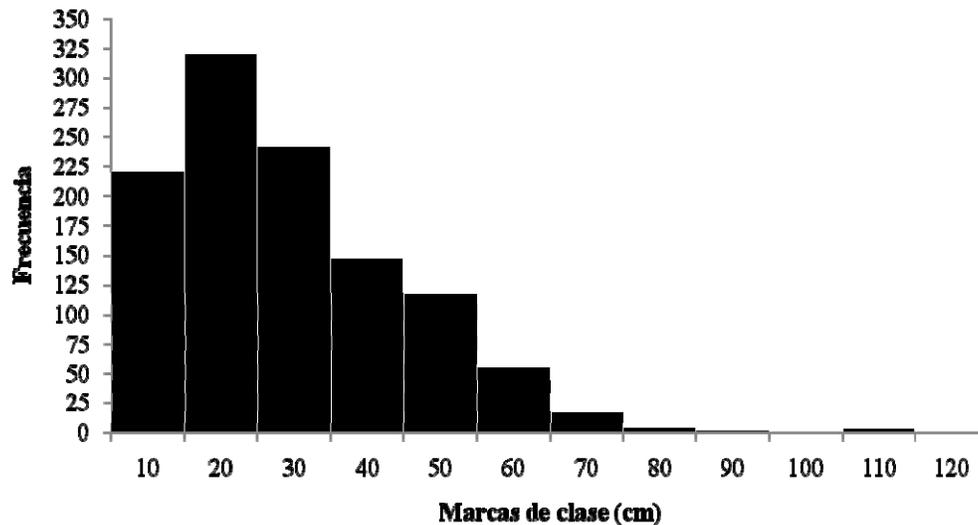


Figura 6. Distribución diamétrica del bosque de Rucamanque. Frecuencia=Número de árboles en las 12 parcelas de estudio.

5. DISCUSIÓN

En la caracterización de las comunidades de aves de ambos sectores, se registraron un total de 29 especies para Llancahue y 22 especies para Rucamanque, pertenecientes a 18 familias. Esta lista de especies se acota a los dos sitios de estudio (para las parcelas muestreadas y áreas cercanas), y no representan el total de especies que se podrían encontrar en los predios de manera general. Por ejemplo, para el sector de Llancahue, se registraron un total de 29 especies. Sin embargo en otros estudios de aves realizados en el predio Llancahue, se han registrado 34 especies de aves, considerando aves de ambientes abiertos o praderas y de hábitos nocturnos (Matamala y Ruiz 2002). Además, para el caso de Llancahue se debe considerar que la ubicación geográfica de estos renovales se encuentra cercana (no más de 250 metros) a bosques antiguos siempreverdes, y que no existe ninguna barrera para que especies de aves que habitan bosques antiguos puedan visitar estos renovales.

La disminución de la tasa de visita de Fío-fío (*Elaenia albiceps*) entre Llancahue y Rucamanque, puede deberse a que fío-fío es una especie frugívora (dentro de las dos más importantes en conjunto con el zorzal; Amico y Aizen 2005), que pudo haber encontrado una mayor disponibilidad de alimento relacionado con la abundante fructificación del Canelo, además de otras especies arbóreas y arbustivas que poseen abundantes frutos carnosos como las Myrtáceas en Llancahue (Donoso 2006). El fío-fío es el principal dispersor de semillas del bosque nativo, y consume abundantes frutos de canelo (Sabag 1993, Amico y Aizen 2005). Por su parte, la presencia de especies leñosas con frutos carnosos en el bosque de Rucamanque era menor, principalmente lingue (*Persea lingue*) y olivillo (*Aextoxicon punctatum*). Ambas especies fructifican en otoño fuera del período de muestreo.

El análisis de rarefacción mostró que podrían seguir apareciendo nuevas especies con un esfuerzo de muestreo mayor para Llancahue. Los análisis de proyección de especies, CHAO 1 y CHAO 2 indicaron que podría aparecer una especie más en el bosque. Para Rucamanque, el análisis de rarefacción indicó que el muestreo fue representativo de la comunidad de aves presentes en este bosque (Figura 2). Las diferencias de una o dos especies, junto con el análisis de similitud indican que ambos renovales comparten básicamente las mismas especies de aves a pesar de tener composición arbórea diferente. Esto indicaría que en renovales nativos, las aves pueden usar un amplio espectro de

especies vegetales, siendo la fisionomía de la vegetación posiblemente más influyente que la composición.

Con respecto a la similitud en la composición de especies de aves entre las parcelas para los distintos bosques, Llancahue presentó un factor de similitud mayor entre sus parcelas con respecto a la similitud entre las parcelas de Rucamanque. Esta alta similitud en la composición de especies de aves en Llancahue se puede explicar a que como muestra Arancibia (2012), en Llancahue la mayor cantidad de especies que visitó estas parcelas pertenecieron al gremio generalista (ver Díaz *et al.* 2005 para la clasificación de gremios) razón por la cual muchos de los resultados de las parcelas analizadas fueron similares en composición de especies.

La regresión realizada entre el área basal de las parcelas y la riqueza de aves mostró ser estadísticamente significativa sólo para Llancahue. Arancibia (2012) señala que la estructura del bosque sería el mejor factor en predecir la presencia de aves. Sin embargo, en Rucamanque, este análisis no mostro resultados significativos. Esto se podría explicar ya que como muestra la figura 6, el bosque de Rucamanque es sucesionalmente más avanzado que el bosque de Llancahue (figura 5y 6). Además de la distribución diamétrica de los datos hay que considerar que los robles (*Nothofagus obliqua*) de Rucamanque son posiblemente mucho más añosos que los canelos de Llancahue, ya que el canelo es una especie de rápido crecimiento (Reyes *et al.* 2009). Así, las aves de bosque no percibirían gran diferencia entre parcelas, es decir los árboles posiblemente ya satisfacen los requerimientos de árboles antiguos de muchas aves en todas las parcelas.

Estos resultados muestran que un importante porcentaje de especies de aves usan los renovales. Ambos sitios muestran que la presencia de árboles más viejos se asocia con mayor riqueza de especies, y los resultados de Rucamanque sugieren que renovales más avanzados en edad podrían ya satisfacer muchos requerimientos de las aves. Estudios de Willson *et al.* (1994), Rozzi *et al.* (1996) y Díaz *et al.* (2005) realizados en bosques antiguos reportan alrededor de 25 especies de aves, numero de especies algo mayor al registrado en este trabajo. Las aves utilizan los renovales, sin embargo algunas especies especialistas como el Carpintero Negro (*Campephilus magellanicus*) no fue avistado en renovales. Posiblemente los requerimientos específicos de hábitat de esta especie no permiten que habite en renovales, y pueda considerarse como una especie de bosque antiguo.

Para la mayoría de las aves, la heterogeneidad encontrada en los renovales favorece su presencia. Sin embargo, no se conocen los efectos combinados de la fragmentación de hábitat y de la transformación de bosques antiguos en renovales. En los sitios de estudio, el bosque antiguo estaba cerca de los renovales por lo cual no había barreras para la dispersión y movilidad de estas especies. Los efectos combinados pueden limitar fuertemente la presencia de aves en renovales (Willson et al. 1994). Por ello, en paisajes con renovales la conservación de aves de bosque podría ocurrir, pero probablemente ocurra mejor si junto a los renovales son conservados los remanentes de bosques antiguos.

6. CONCLUSIONES

La riqueza de especies se relaciona positivamente con la presencia de grandes árboles en el bosque (indicado a través del aumento del área basal). Sin embargo, sobre una cierta edad del bosque estas diferencias no serían significativas, pues posiblemente el bosque sobre una cierta edad puede ofrecer los hábitats que las aves requieren.

Los bosques secundarios son un hábitat importante para la avifauna del sur de Chile. Estos bosques son capaces de albergar un gran número de especies de aves, poseen una gran disponibilidad de alimento y refugio por lo que es importante conservar estos ambientes y de esta manera aportar en la conservación de las aves del sur de Chile cuando se encuentran asociados a bosques antiguos. Los efectos combinados del aislamiento por fragmentación junto a la transformación de bosques antiguos en secundarios podrían cambiar las interpretaciones de estos resultados.

Es importante conservar bosques antiguos asociados a bosques secundarios para facilitar la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas forestales de Chile.

7. REFERENCIAS

- Amico G y M Aizen. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién? *Ecología Austral* 15:89-100.
- Arancibia F. 2012. Comunidades de aves en bosques secundarios manejados en la cuenca Llancahue, Valdivia, Chile. Tesis Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 27 p.
- Armesto JJ, R Rozzi, C Smith-Ramírez, MK Arroyo. 1998. Conservation targets in South American temperate forests. *Science* 282: 1271-1272
- Brooks T, J Tobias, A Balmford. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. *Animal Conservation* 2, 211–222
- Boulinier T, J Nichols, J Hines, J Sauer, C Flather, K Pollock. 2001. Forest fragmentation and bird community dynamics: Inference at scale regional. *Ecology* 84 (4): 1159-1169
- Chao A, Chazdon R, Colwell R, Tsung-Jen S. 2005. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. En: Halffer G, Soberón J, Koleff P, Melic A, editores. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. Zaragoza, España: Grupo Diversitas-México - Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). p 85-96.

CONAF, CONAMA, BIRF, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Católica de Temuco. 1999. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con variables ambientales. Santiago, Chile.

Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL <<http://purl.oclc.org/estimates>>.

Díaz I, Armesto JJ, Reid S, Sieving KE, Willson MF. 2005. Linking forest structure and composition: avian diversity in successional forests of Chiloe Island, Chile. *Biological Conservation* 123:91–101

Di Castri F y E Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.

Donoso, C. (Ed.). 2006. Las Especies arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile. 678 p

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.

Erickson W, G Johnson, D Young. 2005. A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191

- Eugenin C. 2004. Propuesta de ordenación para la subcuenca del estero Llancahue, Comuna de Valdivia, X Región de los Lagos. Tesis de Ingeniería Forestal. Temuco, Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. 176 p
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 34: 487-515
- 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.
- 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.
- Lara A, M Solari, M Prieto y M 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), 03-04.
- Luebert F y P Pliscoff. 2005. Bioclimas de la Cordillera de la Costa del Centro-Sur de Chile. En: Smith-Ramirez C, J Armesto y C Valdovinos. 2005. Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile. Editorial Universitaria S. A. 707 pp

Matamala S y Ruiz J. 2002. Diagnóstico y Propuesta de Desarrollo Ecoturístico para la creación del Parque Provincial Llancahue, Provincia de Valdivia, Chile. Tesis, Turismo. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Escuela de Turismo, Facultad de Cs. Económicas y Administrativas. 105 p. En: Eugenin C. 2004. Propuesta de ordenación para la subcuenca del estero Llancahue, Comuna de Valdivia, X Región de los Lagos. Tesis de Ingeniería Forestal. Temuco, Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. 176 p

Marini M. 2001. Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. *Bird Conservation International*, 11, pp 1325

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Biodiversity; Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. World Resources Institute. Washington, D.C

Primack R, R Rozzi, P Feinsinger, R Dirzo, y F Massardo. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas Latinoamericanas. FCE, Ciudad de México, 797 pp.

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.

Reid S, Díaz IA, Armesto JJ, Willson MF. 2004. Importance of native bamboo for understory birds in Chilean temperate forests. *The Auk* 121, 515–525.

- Rozzi R, JJ Armesto, A Correa, J Torres-Murúa, M Salaberry. 1996. Avifauna de bosques primarios templados en Islas deshabitadas del Archipiélago de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69, 125-139
- Reyes R, P Donoso, C Donoso y C Navarro. 2009. Crecimiento de renovales de *Drimys winteri* después de 16 años de aplicados distintos tratamientos de raleo en las cordilleras de Los Andes y de la Costa en Chile. *Bosque* 30(3): 117-126.
- Salas C. 2001. Caracterización básica del relicto de biodiversidad Rucamanque. *Bosque Nativo* 29: 3-9
- Smith-Ramirez C, J Armesto y C Valdovinos. 2005. *Historia, Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile*. Editorial Universitaria S. A. 707 pp
- 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.
- Tilman D, R May, C Lehman, M Nowak. 1994. Habitat destruction and the extinction debt. *Nature*. Vol 371
- Villagrán C y JJ Armesto. 2005. Fitogeografía histórica de la Cordillera de la Costa de Chile. En: Smith-Ramírez C, J Armesto y C Valdovinos (eds). *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*: 99-116. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Willson M.F, De Santo T.L, Sabag C, Armesto JJ. 1994. Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology* 8, 508–520.

WWF. 1999. *Perspectivas de un planeta vivo. Un reporte conciso y actualizado acerca del estado de las amenazas de los principales ecosistemas* Fondo mundial para la conservación, Suiza