

## Avifauna de los bosques templados de *Araucaria araucana* del sur de Chile

JOSÉ TOMÁS IBARRA✉, TOMÁS ALTAMIRANO, NICOLÁS GÁLVEZ,  
ISABEL ROJAS, JERRY LAKER & CRISTIÁN BONACIC

Laboratorio Fauna Australis, Programa de Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal,  
Pontificia Universidad Católica de Chile

**RESUMEN.** Los estudios sobre el ensamble de aves de los bosques templados de *Araucaria araucana* son escasos. Como resultado, no se conocen ni los cambios estacionales del ensamble, ni el efecto de la profundidad de la nieve invernal sobre la diversidad, ni los elementos estructurales del bosque que serían relevantes para las aves. Entre 2008 y 2009 se estudió estacionalmente el ensamble de aves de estos bosques en la región de la Araucanía, sur de Chile. Mediante puntos de conteo y señuelos acústicos, fueron registradas un total de 29 especies. El ensamble mostró una estacionalidad marcada: la riqueza y la abundancia relativa de aves fueron máximas en verano y mínimas en invierno. La profundidad de nieve se relacionó de forma negativa con la riqueza y con la abundancia relativa de aves durante el invierno. Cuando se presentó una profundidad de nieve mayor a 1 m, no se registraron aves que usan el sotobosque (e.g., *Scelorchilus rubecula*, *Scytalopus magellanicus*), pero se registraron aves que usan árboles grandes del dosel (e.g., *Colaptes pitius*, *Campephilus magellanicus*). El diámetro a altura del pecho, la variable del hábitat que mejor predijo los cambios de riqueza, mostró una relación positiva con ella. Los bosques de *A. araucana* ofrecen un hábitat con una complejidad estructural que sirve a una importante diversidad de aves y son relevantes para su conservación. Esta complejidad estructural sería especialmente relevante para gremios con requerimientos específicos de hábitat (aves del sotobosque y aves que usan árboles grandes), que serían las aves más afectadas por siglos de explotación de los bosques templados en el sur de Sudamérica.

[Palabras clave: diversidad, estructura del bosque, gremios de uso de hábitat, profundidad de nieve, variaciones estacionales]

**ABSTRACT.** Avifauna of *Araucaria araucana* temperate forests of southern Chile: Studies on the avian assemblage that inhabits the *Araucaria araucana* forests are scarce. As a result, the seasonal changes of the assemblage, the effects of snow cover on bird diversity during winter, and the importance of forest structural components for birds are barely known. Between 2008 and 2009, we undertook studies of the bird assemblage in these forests in the Araucanía District, southern Chile. By means of point counts and call surveys, we registered a total of 29 species. We found marked seasonal changes in the assemblage. Both bird richness and relative abundance were maximum in summer and minimum in winter. Snow depth was negatively related with species richness and bird relative abundance during winter. Understory birds (e.g., *Scelorchilus rubecula*, *Scytalopus magellanicus*) were absent when snow was deeper than 1 m. Large-tree users (e.g., *Colaptes pitius*, *Campephilus magellanicus*) were not affected by snow depth. Bird richness was best predicted by the diameter at breast height of trees through a positive relationship. *A. araucana* forests provide habitat with a structural complexity that benefits avian diversity and they are important for bird conservation. This is particularly relevant for bird guilds with specific habitat requirements

✉ Laboratorio Fauna Australis, Programa de Recursos Naturales, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Vicuña Mackenna 4860, Código Postal 306-22, Macul, Santiago, Chile.  
jtibarra@uc.cl

Recibido: 25 de junio de 2009; Fin de arbitraje: 22 de julio de 2009; Revisión recibida: 10 de noviembre de 2009; Aceptado: 12 de marzo de 2010

(understory users and large-tree users), which have been the most affected birds by centuries of exploitation of the temperate forests in southern South-America.

[Keywords: diversity, forest structure, habitat use guilds, snow depth, seasonal variations]

## INTRODUCCIÓN

Los bosques dominados por *Araucaria araucana* se distinguen muy bien de otros bosques en Sudamérica, aunque son similares a los dominados por otras especies del género en Australia e islas de Oceanía, y en el sur de Brasil y el noreste de Argentina (Donoso 1993). *A. araucana* es una especie endémica de los bosques templados de América del Sur y, en Chile, ocupa dos áreas discontinuas: una en la cordillera de los Andes y la otra en la cordillera de la Costa (Rodríguez et al. 1983). Los bosques de la cordillera Andina se desarrollan bajo condiciones ambientales marginales dadas por un invierno riguroso con nieve permanente.

La avifauna de los bosques de *Araucaria angustifolia* del sur de Brasil y del norte de Argentina ha sido estudiada con cierto detalle (e.g., Anjos 1990; Anjos 1992; Anjos & Boçon 1999; Soares & Anjos 1999; Harris & Pimm 2004; Krauczuk & Baldo 2004; Antunes et al. 2007; Barbosa & Almeida 2008; Vasconcelos & D'Angelo Neto 2009). Por el contrario, el conocimiento actual sobre la ecología de aves en bosques de *A. araucana* es escaso. A la fecha, los antecedentes existentes han sido revelados por Jiménez & Finckh (2003), y por González & Contreras (en prensa). En ambos estudios se consideró el ensamble avifaunístico que utiliza distintos tipos de hábitat tanto en el Parque Nacional Nahuelbuta (37° S), como en el Parque Nacional Conguillío (38° S), respectivamente. De este modo, ellos abarcaron los bosques de *A. araucana*, entre otros hábitats, aunque mediante muestreos puntuales y sin considerar temporalidad. Por su parte, Figueroa et al. (2006) realizaron un estudio, aunque especie-específico, sobre hábitos dietarios de concón o lechuza bataraz (*Strix rufipes*) en bosques de *A. araucana*, en el Parque Nacional Tolhuaca (38° S). De esta manera, aún no se conocen muchos aspectos sobre composición, riqueza, abundancia,

diversidad y estacionalidad de aves en bosques de *A. araucana*.

La estructura comunitaria de aves presenta un gran dinamismo entre estaciones del año en los biomas de latitudes altas (Sabag 1993; Ippi et al. 2009). A pesar de esto, todavía se desconocen patrones estacionales básicos sobre la diversidad de aves en el bioma de los bosques templados. Los cambios estacionales de la diversidad de aves estarían dados por causas bióticas y abióticas (Rozzi et al. 1996). La disponibilidad de recursos es un factor que determina la densidad de poblaciones de aves (Loiselle & Blake 1991; Becerra Serial & Gricera 2005) y, por lo general, los cambios en disponibilidad de alimento se han asociado a las variaciones estacionales de la estructura comunitaria (Brooks 1997; Cueto & López de Casenave 2000; Becerra Serial & Gricera 2005). Por ejemplo, en la isla de Chiloé, en el sur de Chile (41° S), el aumento de la riqueza y la abundancia de aves durante el período estival coincide con la mayor disponibilidad estacional de flores y frutos en el bosque austral (Smith-Ramírez & Armesto 1994). Sin embargo, otras causas como la profundidad de nieve invernal podrían tener un rol fundamental en la estacionalidad de aves en ecosistemas montañosos, tales como los bosques de *A. araucana*. Esto afecta la disponibilidad de recursos alimentarios y de refugio (Malone et al. 2000).

Por otra parte, ciertos elementos estructurales del bosque son relevantes para las aves en el bosque templado, en especial para aquellas especies que tienen requerimientos específicos de hábitat, como las aves que usan el sotobosque y las que usan los árboles grandes del dosel (e.g., Willson et al. 1994; Vergara & Schlatter 2004; Díaz et al. 2005; Díaz et al. 2006; Amico et al. 2008). No obstante, la relación entre los elementos estructurales del hábitat y la diversidad de aves aún no se ha estudiado en bosques de *A. araucana*.

En la actualidad, *A. araucana* se clasifica como una especie "vulnerable" debido a la tala indiscriminada que afectó a esta especie desde la última mitad del siglo XIX (Lara et al. 1996). Como consecuencia, su tala está prohibida en Chile (Marticorena & Rodríguez 1995). De una superficie de 253715 ha cubiertas por bosques de esta especie en Chile, un 48.4% se encuentra en áreas protegidas (Universidad Austral de Chile et al. 1997). A pesar de ello, estos bosques enfrentan tanto amenazas locales [e.g., ganadería, incendios, fragmentación y degradación estructural del bosque (Lara et al. 1996; CONAF 2002)] como globales [e.g., proceso de aridización de su hábitat (Cozzo 1980)]. Todos estos eventos podrían afectar a la avifauna, pero resultaría difícil evaluar sus cambios en el tiempo sin conocer el ensamble actual que utiliza estos bosques.

El objetivo de este estudio fue determinar: (i) la composición, riqueza y abundancia relativa de aves en bosques de *A. araucana*, (ii) sus variaciones estacionales, (iii) la relación entre la profundidad de nieve y la riqueza y abundancia relativa de aves durante el

invierno, y (iv) la relación entre elementos estructurales del hábitat y las aves.

## MÉTODOS

### Área de estudio

Entre enero de 2008 y febrero de 2009 se estudió el ensamble de aves en bosques de *A. araucana*, en áreas protegidas públicas y privadas de la región de la Araucanía (37-39°S), sur de Chile. Fueron estudiadas dos áreas de distribución natural de la especie. El área principal se ubicó en la cordillera de Los Andes, desde los 1100 hasta los 1350 m.s.n.m, en el Parque Nacional Huerquehue, el Santuario Privado El Cañi y el Parque Nacional Villarrica (Tabla 1). Estos sitios presentan precipitaciones que oscilan entre 2000 y 4500 mm/año, con condiciones marginales en invierno y nieve que permanece durante meses (Maíz 1987). Las temperaturas mínimas invernales fluctúan entre -5 y -10

**Tabla 1.** Ubicación geográfica y valores promedio ( $\pm$  DS) de la estructura de hábitat disponible para la avifauna en bosques de *A. araucana* en el Parque Nacional Huerquehue (PNH), en el Santuario El Cañi (SPC), en el Parque Nacional Villarrica (PNV) y en el Parque Nacional Nahuelbuta (PNN), en la región de la Araucanía, sur de Chile.

**Table 1.** Geographic position and mean habitat structural values available for the avifauna in *A. araucana* forests in the National Park Huerquehue (PNH), Santuario El Cañi (SPC), National Park Villarrica (PNV) and National Park Nahuelbuta (PNN), in the Araucanía District, southern Chile.

VARIABLE	PNH	SPC	PNV	PNN
Coordenadas	39°8' S 71°42' W	39°15' S 71°41' W	39°48' S 71°85' W	37°82' S 72°99' W
Árboles/ha	207	616	343	653
DAP (cm)	52.4 $\pm$ 33.48	48.8 $\pm$ 36.57	73.9 $\pm$ 39.20	33.8 $\pm$ 31.99
Profundidad hojarasca (cm)	10.53 $\pm$ 7.86	3.3 $\pm$ 3.08	5.725 $\pm$ 3.24	4.95 $\pm$ 1.879
Troncos caídos	14	8	17	13
Árboles muertos en pie/ha	46	14	89.3	171.4
Cob. herbácea (0-50cm)	3.3 $\pm$ 6.9	41.8 $\pm$ 29.6	25.6 $\pm$ 22.5	61.25 $\pm$ 36.0
Cob. sotobosque (50 cm-3 m)	96.8 $\pm$ 8.8	100 $\pm$ 0	55.6 $\pm$ 33.7	51.88 $\pm$ 23.5
Cob. dosel int. (3-5 m)	0.6 $\pm$ 1.0	21.8 $\pm$ 19.6	33.7 $\pm$ 17.6	46.25 $\pm$ 26.0
Cob. dosel sup. (>5 m)	54.6 $\pm$ 40.6	81.2 $\pm$ 21.6	71.2 $\pm$ 11.2	6 $\pm$ 31.0
Dens. sotobosque (NC)	5.8 $\pm$ 2.8	6.2 $\pm$ 3.9	5.2 $\pm$ 4.4	4.33 $\pm$ 2.6
Número de fecas	0.00	0.00	0.00	11.00
Número de tocones	0.00	1.00	0.00	1.00
Signo incendio	0.00	0.00	0.00	1.00
Índice de degradación	0.00	1	0.00	3

°C, mientras que la máxima en verano puede alcanzar los 30 °C (Donoso 1981, 1993). En los tres sitios, *A. araucana* se asocia principalmente a *Nothofagus pumilio* y *N. antarctica* (Veblen 1982). La segunda área correspondió al Parque Nacional Nahuelbuta, cordillera de la Costa, entre 1100 y 1300 m.s.n.m (Tabla 1). Presenta un clima templado-cálido y las precipitaciones oscilan entre 1500 y 3000 mm/año. Las temperaturas medias fluctúan entre -1 °C en invierno y 9 °C en verano (Donoso 1981). En este sitio, *A. araucana* se asocia a *N. dombeyi* y *N. obliqua* (Veblen 1982).

#### Muestreo de hábitat

En cada sitio se realizó una transecta de 140 m, donde se registró información sobre estructura vegetal e intervención antrópica reciente. Se evaluó la densidad de árboles utilizando el método de los cuartos (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), con puntos de muestreo cada 20 m (ocho puntos/transecta). En cada punto se establecieron parcelas de 25 m<sup>2</sup>, donde se evaluaron de forma visual los porcentajes de cobertura herbáceo (0-50 cm), arbustivo (50 cm-3 m), dosel intermedio (3-5 m) y dosel superior (>5 m). En cada parcela se registró la profundidad de la hojarasca en un punto mediante una regla graduada. Se determinó la densidad de sotobosque a través del método del número de contactos (Díaz et al. 2006) cada 10 m en la transecta. Para esto se contó el número de veces que cada especie del sotobosque interceptaba una vara graduada entre 0 y 3 m. Además, se evaluó la densidad de árboles caídos, incluyendo los troncos (diámetro >10 cm) que cruzaron la transecta (Reid et al. 2004). La densidad de árboles muertos en pie se calculó en un ancho de 20 m a lo largo de la transecta, extrapolando su número a 1 ha (Díaz et al. 2006).

Para determinar la intervención antrópica reciente, en cada parcela se contaron tocones (producto de extracción de madera), excrementos de animal doméstico y signos de incendio (Rojas 2008), los cuales se estandarizaron entre 0 y 1, y se construyó un índice de degradación interna con la suma de los valores de estas tres variables.

Tal índice puede variar entre 0 y 3, donde 0 indica ausencia de degradación y 3 indica máxima degradación respecto a las variables evaluadas (Rojas 2008). Durante el invierno de 2008, en el Parque Nacional Huerquehue y en el Santuario El Cañi se midió la profundidad de nieve utilizando una vara graduada. Esta medición se realizó en 10 puntos (distanciados a no menos de 120 m), los que coincidieron con los puntos de conteo de aves.

#### Muestreo de aves

Para cuantificar la riqueza y abundancia relativa de aves diurnas, se realizaron conteos en puntos fijos, en cada sitio. El muestreo se desarrolló entre las 6:00 y las 10:00 h. Las aves fueron registradas por su vocalización y/o utilizando binoculares (10 x 42 y 10 x 50). Se utilizaron estaciones de escucha con radio fijo de 25 m (Bibby et al. 1992; Díaz et al. 2005). Se registraron las aves observadas y/o escuchadas desde el centro de la estación, por un período de 7 min (Ralph et al. 1995) en un total de 700 min de muestreo. En cada sitio se dispusieron 10 puntos de conteo ordenados de manera sistemática y distanciados al menos 120 m entre sí para evitar registros de los mismos individuos en estaciones vecinas (Bibby et al. 1992; Rozzi et al. 1996).

El muestreo de aves rapaces nocturnas se orientó hacia la presencia y abundancias relativas de chuncho o caburé grande (*Glaucidium nanum*) y concón o lechuza bataraz (*Strix rufipes*), sólo para el Parque Nacional Huerquehue y el Santuario El Cañi. Entre las 19 y 23 h se usaron señuelos acústicos de ambas especies. Se realizaron llamados en tres oportunidades para cada especie durante 15 s, y con 30-60 s de intervalo de escucha de respuestas entre llamados, luego de los cuales la secuencia se repetía (Forsman et al. 1984; Kochert 1986). Se utilizaron las vocalizaciones disponibles en Egli (2002). Los llamados se realizaron aproximadamente 30 min después del ocaso (Martínez & Jaksic 1996).

En el Parque Nacional Huerquehue y el Santuario El Cañi los muestreos de aves (incluyendo diurnas y nocturnas) se realizaron en las cuatro estaciones del año 2008: enero (verano), abril (otoño), fines de agosto

(invierno), y fines de noviembre (primavera). Durante el invierno de 2008, las complejas condiciones de nieve sólo permitieron realizar cinco estaciones de escucha por sitio. En los parques Villarrica y Nahuelbuta se muestrearon las aves durante febrero (verano) de 2009.

#### Análisis de datos

Se determinó la composición específica, riqueza promedio (número de especies/punto de conteo) y abundancia relativa de aves, respecto al total de individuos registrados en los bosques estudiados. Las aves fueron clasificadas en gremios de uso de hábitat de acuerdo a la clasificación propuesta por Díaz et al. (2005), con algunas modificaciones. De esta manera, se clasificaron en: aves que usan árboles grandes del dosel (AAG), aves del sotobosque (AS), aves generalistas del perfil vertical (AGV), aves generalistas de sitios húmedos (AGH) y aves que usan vegetación arbustiva (AA).

Los datos de riqueza y abundancia relativa de aves se distribuyeron normalmente (prueba Kolmogorov-Smirnov,  $P < 0.05$ ), por lo que estas variables se utilizaron sin ser transformadas en los análisis posteriores. Para determinar diferencias entre los sitios estudiados, se realizó un Análisis de Varianza de una vía para la riqueza promedio y abundancia relativa de aves por punto de muestreo como variables dependientes y sitios como factor, complementado con una prueba de Tukey (Koenen & Gale 2000). El análisis se basó sobre el período reproductivo debido a que en este período se realizaron conteos en los cuatro sitios, y a que la mayor parte de las aves registradas en el período reproductivo estuvieron presentes también durante el período no-reproductivo. Las únicas excepciones fueron las migratorias que dejan el área en invierno (*Elaenia albiceps* y *Sephanoides sephanioides*). Cabe señalar que los individuos del género *Enicognathus* fueron considerados en su totalidad como *Enicognathus ferrugineus*, debido a que en el 100% de las ocasiones en las que fue posible identificar la especie de *Enicognathus*, correspondió a *Enicognathus ferrugineus*.

Las variaciones estacionales de riqueza específica y abundancia relativa de aves de los sitios se compararon mediante análisis de varianza de muestras repetidas en el tiempo con contraste simple (Scheiner & Gurevitch 1993; Ibarra et al. 2009). Con los datos de riqueza promedio y abundancia relativa de aves en invierno, se realizaron análisis de regresión simple ( $n=10$ ) para determinar si los cambios de riqueza de especies y abundancia relativa de aves se relacionan con la profundidad de la nieve. A su vez, para los sitios muestreados en verano, se realizó un análisis de regresión múltiple ( $n=40$ ), con procedimiento "Stepwise mixed", para determinar si los elementos estructurales de los hábitats son buenos predictores de la riqueza promedio y abundancia relativa de aves. Por otra parte, la abundancia relativa de rapaces nocturnas se presenta como el número de respuestas por especie/sitio/estación del año (Kochert 1986).

## RESULTADOS

Los sitios presentaron características de bosque antiguo: alto DAP promedio ( $>48.86$  cm), numerosos árboles muertos en pie ( $>14$  individuos/ha) y alta cobertura del dosel superior ( $>54.69\%$ ) (según Donoso 1993) (Tabla 1). También presentaron bajos o nulos índices de perturbación antrópica reciente. El Parque Nacional Nahuelbuta mostró un índice de degradación interna relativamente mayor a los otros sitios (Tabla 1).

Se registró un total de 29 especies de aves pertenecientes a 17 familias (Tabla 2). El orden de los Passeriformes fue el más representado, con 17 especies, seguido por el de los Piciformes, con tres especies. En relación a los cuatro sitios estudiados durante el verano de 2009, las especies más abundantes fueron *Carduelis barbata* ( $n=146$  individuos), *Elaenia albiceps* ( $n=121$ ), *Aphrastura spinicauda* ( $n=96$ ) y *Sephanoides sephanioides* ( $n=65$ ) (Tabla 2). Un 35% de las especies correspondieron a aves generalistas del perfil vertical, un 29% a aves que usan árboles grandes del dosel, un 25% a aves que usan arbustos, un 11% a aves del sotobosque y un 0.5% a aves generalistas de sitios húmedos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Composición, número y abundancias relativas (entre paréntesis) de especies asociadas a bosques de *A. araucana* en el Parque Nacional Huerquehue (PNH), Santuario El Cañi (SPC), Parque Nacional Villarrica (PNV) y Parque Nacional Nahuelbuta (PNN), durante los años 2008-2009. Se muestra el gremio de uso de hábitat al que pertenecen las especies.

**Table 2.** Composition, number and relative abundances (in brackets) of species associated to *A. araucana* forests in National Park Huerquehue (PNH), Santuario El Cañi (SPC), National Park Villarrica (PNV) and National Park Nahuelbuta (PNN), during the years 2008-2009. Species guild is shown on the right column.

Familia	Nombre científico	PNH	SPC	PNV	PNN	Gremio <sup>1</sup>
Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	2 (0.01)				AGV
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>		+			AGV
Accipitridae	<i>Accipiter chilensis</i>	+	+			AAG
	<i>Buteo ventralis</i>	+	+			AAG
Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	+	+			AGV
Psittacidae	<i>Enicognathus ferrugineus</i>	6 (0.03)	+	8 (0.05)	3 (0.02)	AAG
Strigidae	<i>Strix rufipes</i>	*	*			
	<i>Glaucidium nanum</i>	+	*		*	AGV
Trochilidae	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	24 (0.14)	11 (0.06)	9 (0.06)	21 (0.12)	
Picidae	<i>Veniliornis lignarius</i>	+	2 (0.01)			AAG
	<i>Colaptes pitius</i>		7 (0.04)			
	<i>Campephilus magellanicus</i>	+	2 (0.01)		2 (0.01)	
Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>			3 (0.02)		AGH
	<i>Cinclodes patagonicus</i>	+				
	<i>Aphrastura spinicauda</i>	24 (0.14)	19 (0.11)	37 (0.24)	16 (0.09)	AAG
	<i>Sylvioorthorhynchus desmursii</i>	+	+			AS
	<i>Pygarrhichas albogularis</i>	4 (0.02)	6 (0.03)	7 (0.04)	4 (0.02)	AAG
Rhinocryptidae	<i>Pteroptochos tarnii</i>	4 (0.02)	10 (0.06)	4 (0.03)	3 (0.02)	AS
	<i>Scelorchilus rubecola</i>	16 (0.09)	1 (0.006)	10 (0.06)	8 (0.05)	
	<i>Scytalopus magellanicus</i>	3 (0.02)	+	6 (0.04)	7 (0.04)	
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	32 (0.18)	25 (0.14)	29 (0.19)	35 (0.21)	AGV
	<i>Xolmis pyrope</i>	2 (0.01)				
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	+	+	3 (0.02)	2 (0.01)	
Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeni</i>	18 (0.1)	27 (0.16)	2 (0.01)	1 (0.01)	AAG
Troglodytidae	<i>Troglodytes musculus</i>	2 (0.01)	14 (0.08)	2 (0.01)	1 (0.01)	AA
Turdidae	<i>Turdus falckandii</i>	+	5 (0.03)	1 (0.01)	7 (0.04)	AGV
Emberizidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	9 (0.05)	4 (0.02)	12 (0.08)		
Icteridae	<i>Curaeus curaeus</i>	1 (0.01)	1 (0.01)			
Fringillidae	<i>Carduelis barbata</i>	27 (0.16)	40 (0.23)	20 (0.13)	59 (0.35)	AA
Número especies en puntos de conteo		15	15	15	14	
Número total de individuos		174	174	153	169	

\*: especies registradas mediante señuelos acústicos.

+: especies registradas en otoño, invierno y primavera.

<sup>1</sup>: AAG: aves que usan árboles grandes, AGV: aves generalistas del perfil vertical, AGH: aves generalistas de sitios húmedos, AA: aves que usan arbustos, AS: aves del sotobosque.

<sup>1</sup>: Clasificación sigue lo propuesto por Díaz et al. (2005).

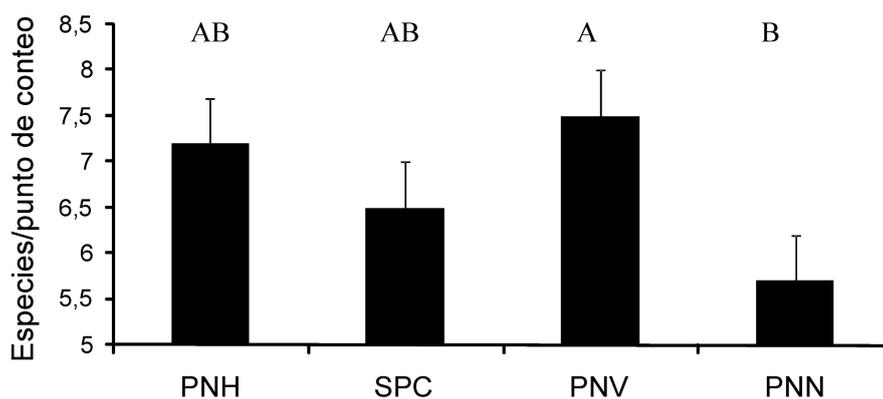
**Tabla 3.** Composición, número y abundancias relativas (entre paréntesis) de aves asociadas a bosques de *A. araucana* en el Parque Nacional Huerquehue (PNH) y Santuario El Cañi (SPC), durante el invierno de 2008.

**Table 3.** Composition, number and relative abundances (in brackets) of birds associated to *A. araucana* forests in National Park Huerquehue (PNH) and Santuario El Cañi (SPC), during the winter of 2008.

Nombre científico	PN Huerquehue	SP El Cañi
<i>Theristicus melanopis</i>	+	
<i>Accipiter chilensis</i>		+
<i>Enicognathus ferrugineus</i>	+	
<i>Glaucidium nanum</i>		*
<i>Veniliornis lignarius</i>	1 (0.028)	
<i>Colaptes pitius</i>		2 (0.143)
<i>Campephilus magellanicus</i>		2 (0.143)
<i>Cinclodes patagonicus</i>	2 (0.056)	
<i>Aphrastura spinicauda</i>	15 (0.417)	5 (0.357)
<i>Pygarrhichas albogularis</i>	11 (0.306)	3 (0.214)
<i>Scelorchilus rubecula</i>	2 (0.056)	
<i>Scytalopus magellanicus</i>	3 (0.083)	
<i>Colorhamphus parvirostris</i>	2 (0.056)	
<i>Tachycineta meyeri</i>		2 (0.143)
<i>Turdus falckandii</i>	+	
Promedio Prof. Nieve $\pm$ DS	0.721 $\pm$ 0.190	1.616 $\pm$ 0.227
Número especies en puntos de conteo	7	5
Número total de individuos	36	14

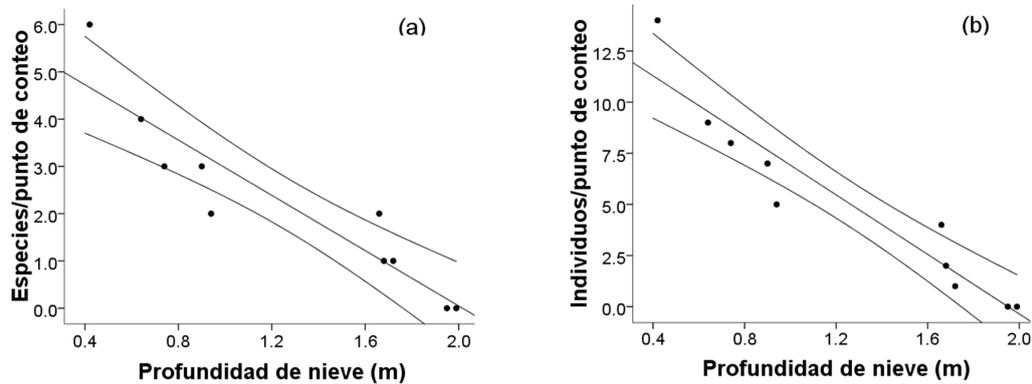
\*: especie registrada mediante señuelos acústicos.

+: especies registradas fuera de muestreo sistemático.



**Figura 1.** Riqueza (especies/punto de conteo  $\pm$  DS) en bosques de *A. araucana* en el Parque Nacional Huerquehue (PNH), Santuario El Cañi (SPC), Parque Nacional Villarrica (PNV) y Parque Nacional Nahuelbuta (PNN), en verano de 2009. Letras distintas indican diferencias significativas (Análisis de Varianza complementado con una prueba de Tukey,  $P < 0.05$ ).

**Figure 1.** Species richness (species/point count  $\pm$  SD) in *A. araucana* forests in National Park Huerquehue (PNH), Santuario El Cañi (SPC), National Park Villarrica (PNV) and National Park Nahuelbuta (PNN), during summer 2009. Different letters denote significant differences (ANOVA and Tukey test,  $P < 0.05$ ).



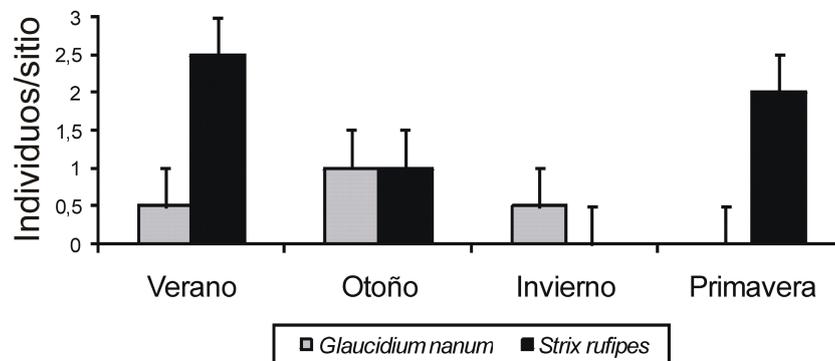
**Figura 2.** Cambios de (a) la riqueza (especies/punto de conteo) y (b) la abundancia (número de individuos/punto de conteo) a distintas profundidades de nieve (m) en bosques de *A. araucana* durante el invierno. Se indica: línea ajustada e intervalos de confianza (95%).

**Figure 2.** Changes in (a) species richness (species/point count) and (b) abundance (individuals/point count) at different snow depths (m) in *A. araucana* forests during winter. Fitted line and confidence intervals are indicated (95%).

La riqueza de especies promedio (número de especies/punto de conteo) fue significativamente diferente entre los sitios ( $F_{3,39}=2.94$ ,  $P=0.05$ ): fue mayor en el Parque Villarica que en el Nahuelbuta ( $P=0.05$ , Figura 1). En cambio, no hubo diferencias de abundancia relativa de aves ( $F_{3,39}=1.39$ ,  $P=0.26$ ).

El ensamble presentó una marcada estacionalidad en su riqueza ( $F_{1,8}=83$ ,  $P<0.001$ ) y abundancia relativa ( $F_{1,8}=28.5$ ,  $P=0.001$ ). La riqueza fue máxima en verano ( $7.8\pm 1.4$  especies) y mínima en invierno ( $2.2\pm 1.87$

especies), mientras que la abundancia relativa mostró el mismo patrón de variación ( $19.5\pm 2.95$  individuos en verano y  $5.0\pm 4.55$  en invierno). A su vez, la profundidad de nieve durante el invierno se relacionó de forma negativa con la riqueza ( $r^2=0.83$ ,  $n=10$ ,  $P<0.001$ ), y con la abundancia relativa de aves ( $r^2=0.88$ ,  $n=10$ ,  $P<0.001$ ) (Figura 2). En los sitios donde la nieve superó 1 m de profundidad, no se registraron aves que usan el sotobosque, como *Scelorchilus rubecula* y *Scytalopus magellanicus*. En cambio, sí se registraron aves de otros gremios, sobre todo aquellas que hacen uso de árboles grandes del dosel,



**Figura 3.** Abundancia (promedio de respuestas vocales  $\pm$  DS) de *Strix rufipes* y *Glaucidium nanum*, registrada estacionalmente en bosques de *A. araucana*, sur de Chile.

**Figure 3.** Abundance (mean vocal responses  $\pm$  SD) of *Strix rufipes* and *Glaucidium nanum*, seasonally recorded in *A. araucana* forests, southern Chile.

como *Colaptes pitius*, *Campephilus magellanicus*, *Aphrastura spinicauda*, *Pygarrhichas albogularis* y *Tachycineta meyeri* (entre 0.4 y 1 individuos/punto de conteo) (Tabla 3).

El diámetro a la altura de pecho (DAP) fue la única variable estructural que pudo predecir los cambios en riqueza promedio ( $F_{1,39}=7.6$ ,  $P=0.009$ ). Se observó un aumento en la riqueza promedio de aves a medida que aumentó el DAP. Sin embargo, ninguna variable del hábitat pudo predecir los cambios en la abundancia relativa ( $P>0.05$ ). Para las rapaces nocturnas, se registraron un total de 15 individuos. Del total, 73% ( $n=11$ ) fueron de *Strix rufipes* y 27% ( $n=4$ ) correspondieron a *Glaucidium nanum*. Para *Strix rufipes* se observó una tendencia estacional en la actividad: 45% de los llamados fueron en verano, 18% en otoño, 0% en invierno y 36% en primavera (Figura 3).

## DISCUSIÓN

Los bosques de *A. araucana* de áreas protegidas públicas y privadas de la región de la Araucanía (sur de Chile) ofrecen un hábitat con complejidad estructural y características de bosque antiguo que sirve a una importante diversidad de aves, cercana a los dos tercios de las que habitan en los bosques templados de Sudamérica. En estos bosques se registraron 29 especies, lo que equivale a un 6.2% de las especies registradas para Chile (Martínez & González 2004), y un 65.9% de las que anidan se alimentan o residen en los márgenes o interior de los bosques templados de Sudamérica (Rozzi et al. 1996). En la cordillera de Los Andes, las condiciones marginales en invierno determinarían una variación estacional marcada del ensamble, tanto para la riqueza como para la abundancia relativa de aves. En este sentido, la profundidad de nieve permitió predecir la riqueza y abundancia relativa de aves. Cuando ésta sobrepasó 1 m de profundidad, el sotobosque se encontraba prácticamente sepultado y algunas aves que por lo general lo utilizan (e.g., *Scelorchilus rubecula* y *Scytalopus magellanicus*) no pudieron ser registradas. Ya que estas especies asociadas al sotobosque no tienen migraciones largas debido a que vuelan poco (Reid et al. 2004; Willson 2004), es probable

que durante el invierno desciendan a bosques de menor altitud. Sin embargo, estos bosques presentan una menor complejidad estructural, un mayor grado de deterioro, un sotobosque poco denso y un escaso detrito leñoso en pie, lo que determinaría una menor calidad de hábitat en aquellos sitios a menor altitud que están sometidos a una constante presión de tala y pastoreo (Ibarra et al., datos no publicados). Dado a que algunos elementos estructurales del microhábitat serían clave para el mantenimiento de poblaciones viables (Tews et al. 2004), esta hipótesis de migración local-altitudinal de las aves del sotobosque debería ser puesta a prueba en los bosques templados andinos.

Las aves pertenecientes al gremio que usa árboles grandes (e.g., *Colaptes pitius*, *Campephilus magellanicus*, *Aphrastura spinicauda*, *Pygarrhichas albogularis*, *Tachycineta meyeri* y *Enicognathus ferrugineus*) pueden obtener su alimento invernal en los troncos viejos y/o volando entre y sobre el dosel cuando la nieve cubre el sotobosque (McBride 2000; Jaksic & Feinsinger 1991). Por esta razón se comportarían como aves residentes de los bosques de *A. araucana* (Jaksic & Feinsinger 1991; Rozzi et al. 1996). No obstante, la abundancia relativa de algunas de ellas (e.g. *Aphrastura spinicauda*, *Tachycineta meyeri*, *Enicognathus ferrugineus*) fue menor en invierno, lo cual sugiere que parte de sus poblaciones migran a zonas de menor altitud o a otras latitudes.

Para el caso de la rapaz nocturna *Strix rufipes* también se observó una tendencia estacional con mayores registros en verano y ninguno en invierno. Esto coincide con lo propuesto por Martínez (2005), quien sugiere que las respuestas vocales de *Strix rufipes* no se presentan en invierno cuando disminuye su actividad y, por ende, su detectabilidad. A su vez, migraciones altitudinales locales durante el invierno han sido descritas para otras especies de *Strix* (e.g., Laymon 1989), lo que podría ser una explicación potencial que requiere futuros estudios. Por otra parte, se ha sugerido que esta especie estaría asociada a bosques antiguos (Martínez & Jaksic 1996). Sus perchas de acecho o descanso se encontrarían en bosques compuestos por árboles con DAP mayor a >25 cm y con una edad promedio

superior a 100 años (Martínez & Jaksic 1996; Martínez 2005). A su vez, el sotobosque denso estaría relacionado con una mayor abundancia relativa de *Strix rufipes* en bosques de *A. araucana*, en comparación a otros bosques que presentan menos sotobosque y mayor perturbación antrópica en la región de la Araucanía (Ibarra et al. 2008). Esto podría deberse, entre otros, a que su dieta en bosques andinos de *A. araucana* se basa en micromamíferos trepadores y arborícolas asociados al sotobosque denso (Figueroa et al. 2006).

Los bosques estudiados mantienen elementos estructurales que podrían favorecer a las aves que usan el sotobosque y a las aves que usan árboles grandes (Jaksic & Feinsinger 1991; Díaz et al. 2005; Amico et al. 2008). Estas especies son más vulnerables a los cambios de hábitat y, probablemente, han sido las más afectadas por los procesos de deforestación iniciados en el siglo XIX (Donoso & Lara 1996; Rozzi et al. 1996; Echeverría et al. 2006). En este sentido, el DAP permitió predecir la riqueza de especies de aves. Este resultado se explicaría por los requerimientos de las distintas especies. Las tres especies de carpinteros registradas (*Colaptes pitius*, *Veniliornis lignarius*, *Campephilus magellanicus*) nidifican y se alimentan en árboles grandes (Díaz et al. 2005), y *Campephilus magellanicus* requiere DAPs mayores a 40 cm para su reproducción (McBride 2000). A su vez, *Tachycineta meyeri*, *Pygarrhichas albogularis* y *Strix rufipes* nidifican en cavidades presentes en árboles grandes (Willson et al. 1994; Martínez & Jaksic 1996; Fjeldsa 1999). *Enicognathus ferrugineus*, además de nidificar en cavidades en árboles grandes, se alimenta de semillas de *A. araucana* (Jaksic & Feinsinger 1991; Shepherd et al. 2008). *Buteo ventralis* nidifica en plataformas naturales de detritos sobre ramas de grandes árboles (Rozzi et al. 1996). Por último, *Theristicus melanopsis* construye sus nidos en árboles grandes de *Araucaria* y *Nothofagus* (JTI y TA, observación personal).

En general, los sitios estudiados no presentaron mayores diferencias de riqueza y abundancia de aves. Sólo existieron diferencias significativas entre los parques Villarrica & Nahuelbuta. Jiménez & Finckh (2003) sugirieron que los bosques del

parque Nahuelbuta no albergaban especies significativamente distintas a las presentes en otros bosques templados y plantearon que esta área protegida, por tanto, no era relevante para la conservación de aves a macro-escala. Sin embargo, el ensamble de aves que habita en los bosques de *A. araucana* es relevante a la hora de analizar los gremios de hábitat presentes en ellos. Como se sugirió antes, las aves más vulnerables a los cambios de hábitat podrían haber encontrado un "refugio" en estos bosques, ya que las formaciones boscosas en zonas periféricas a las áreas protegidas presentan mayor grado de deterioro y generalmente albergan un mayor número de especies generalistas de hábitat (Pino et al. 2000), que las que se encuentran en los bosques protegidos en la zona andina de la región de la Araucanía (Ibarra et al., datos no publicados). Para el caso del parque Nahuelbuta, los bosques periféricos a esta área protegida han sido reemplazados por monocultivos de coníferas exóticas que amenazan con extenderse a toda la cordillera de la costa (Armesto et al. 1996; Smith-Ramírez et al. 2005).

A partir de este trabajo sugerimos desarrollar investigaciones que abarquen otros aspectos sobre la ecología del ensamble de aves, la migración local-altitudinal de especies pertenecientes a gremios vulnerables como las aves que usan el sotobosque, además de considerar estudios auto-ecológicos de las especies y su relación con un bosque que enfrenta amenazas a diversas escalas y que alberga a una de las coníferas más llamativas de los bosques templados del sur de Chile y Argentina.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por Darwin Initiative (Ref-15006). Agradecemos a CONAF, Fundación Lahuén y Wildlife Trust Alliance. El estudio fue posible gracias a quienes nos acompañaron en terreno: D. Altamirano, A. Barreau, O. Ohrens, R. Petitpas y C. Ríos. Agradecemos a R. Sánchez y a F. Hernández, por su apoyo logístico. También a A. Hester por su apoyo durante este proyecto. Un especial reconocimiento a los guardaparques

de las áreas estudiadas, fundamentalmente a J. Cárcamo, F. Ledesma, J. Fuentes, G. Paredes y M. Venegas. Los comentarios de dos revisores anónimos y de María Semmartin contribuyeron a mejorar versiones tempranas del manuscrito. JTI, TA y NG son apoyados por beca de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). Este estudio es una contribución al programa de conservación y anillamiento de aves Fauna Australis (PUC), en los bosques andinos de la Araucanía.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMICO, GC; D GARCÍA & MA RODRÍGUEZ-CABAL. 2008. Spatial structure and scale-dependent microhabitat use of endemic "tapaculos" (Rhinocryptidae) in a temperate forest of southern South America. *Ecología Austral*, **18**:169-180.
- ANJOS DOS, L. 1990. Distribuição de aves em uma floresta de Araucária da cidade de Curitiba (sul do Brasil). *Acta Biologica Paranaense*, **19**:51-63.
- ANJOS DOS, L. 1992. *Riqueza e abundancia de aves em "ilhas" de oresta de araucaria*. Ph.D. dissertation, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- ANJOS DOS, L & R BOÇON. 1999. Bird Communities in Natural Forest Patches in Southern Brazil. *The Willson Bulletin*, **111**:397-414.
- ANTUNES, AZ; H ALVARENGA; LF SILVEIRA; MR DE ESTON; GV MENEZES; ET AL. 2007. Distribuição de *Leptasthenura setaria* (Temminck, 1824) (Aves: Furnariidae) no Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*, **7**:201-204.
- ARMESTO, JJ; JC ARAVENA; C VILLAGRÁN; C PÉREZ & GG PARKER. 1996. Bosques templados de la Cordillera de la Costa. Pp. 199-212 en: Armesto, JJ; C Villagrán & MTK Arroyo (eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- BARBOSA, AF & AF DE ALMEIDA. 2008. Levantamento quantitativo da avifauna em uma mata de *Araucaria* e *Podocarpus*, no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. *IF Sér. Reg., São Paulo*, **33**:13-37.
- BECCERRA SERIAL, RM & D GRIGERA. 2005. Dinámica estacional del ensamble de aves de un bosque norpatagónico de lenga (*Nothofagus pumilio*) y su relación con la disponibilidad de sustratos de alimentación. *Hornero*, **20**:131-139.
- BIBBY, CJ; ND BURGESS & DA HILL. 1992. *Bird census techniques*. Academic Press, London, UK.
- BROOKS, DM. 1997. Avian seasonality at a locality in the central Paraguayan Chaco. *Hornero*, **14**: 193-203.
- CONAF. 2002. *Antecedentes sobre impacto de incendios forestales en la IX Región*. Documento de visita a la zona afectada por Incendios, Temuco, Chile.
- COZZO, D. 1980. Distribución fitogeográfica en Argentina de *Araucaria araucana* y *A. angustifolia*. Pp. 21-28 en: IUFRO. *Forestry problems of the genus Araucaria*. Actas del Congreso IUFRO, Curitiba, Paraná, Brasil. Octubre de 1979.
- CUETO, VR & J LÓPEZ DE CASENAIVE. 2000. Bird assemblages of protected and exploited coastal woodlands in east-central Argentina. *Wilson Bull.*, **112**:395-402.
- DÍAZ, IA; JJ ARMESTO; S REID; KE SIEVING & MF WILLSON. 2005. Linking forest structure and composition: avian diversity in successional forests of Chiloé Island, Chile. *Biol. Conserv.*, **123**: 91-101.
- DÍAZ, IA; JJ ARMESTO & MF WILLSON. 2006. Mating success of the endemic Des Murs' Wiretail (*Sylviorthorhynchus desmursii*, Furnariidae) in fragmented Chilean rainforests. *Austral Ecol.*, **31**:13-21.
- DONOSO, C. 1981. *Tipos forestales de los bosques nativos de Chile*. Investigación y desarrollo forestal. Documento de trabajo N°38. CONAF/FAO.
- DONOSO, C. 1993. *Bosques templados de Chile y Argentina*. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria.
- DONOSO, C & A LARA. 1996. Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. Pp. 363-387 en: Armesto, JJ; C Villagrán & MTK Arroyo (eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- EACHEVERRIA, C; D COOMES; J SALAS; JM REY-BENAYAS; A LARA; ET AL. 2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biol. Conserv.*, **130**:481-494.
- EGLI, G. 2002. *Voces de aves chilenas*. Compact disc, Unión de Ornitólogos de Chile (UNORCH), Santiago, Chile.
- FJELDSA, J. 1999. The impact of human forest disturbance on the endemic avifauna of the Udzungwa Mountains, Tanzania. *Bird Conserv. Int.*, **9**:47-62.
- FIGUEROA, RA; S CORALES; DR MARTÍNEZ; RM FIGUEROA & D GONZÁLEZ-ACUÑA. 2006. Diet of the rufous-legged owl (*Strix rufipes*) in an Andean *Nothofagus-Araucaria* forest, southern Chile. *Stud. Neotrop. Fauna E.*, **41**:179-182.
- FORSMAN, ED; EC MESLOW & HM WIGHT. 1984. Distribution and biology of the spotted owl in Oregon. *Wildlife Monogr.*, **87**:1-64.
- GONZÁLEZ, MC & P CONTRERAS. En prensa. Ensamble y diversidad de aves del Parque Nacional Conguillío, Región de La Araucanía, Chile. *Gest. Amb.*, **15**.

- HARRIS, GM & SL PIMM. 2004. Efeito da fragmentação florestal sobre aves escaladoras de tronco e galho na região de Londrina, norte do estado do Paraná, Brasil. *Conserv. Biol.*, **18**:1607-1616.
- IBARRA, JT; N GÁLVEZ; I ROJAS & C BONACIC. 2008. Abundancias relativas y uso de hábitat por el Chunchu (*Glaucidium nanum*) y el Concón (*Strix rufipes*) en bosques primarios y antropizados de la Araucanía. *Bol. Chil. Ornitol.*, **14**:76.
- IBARRA, JT; R ROZZI; H GILBERT; CB ANDERSON; SM MCGEHEE; ET AL. 2009. Dinámica estacional y patrones de distribución de la avifauna asociada a humedales subantárticos en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos (54-55 °S). *Ornitol. Neotrop.*, **20**: 321-337.
- IPPI, S; CB ANDERSON; R ROZZI & CF ELPHICK. 2009. Annual variation of abundance and composition in forest bird assemblages on Navarino Island, Cape Horn Biosphere Reserve, Chile. *Ornitol. Neotrop.*, **20**:231-245.
- JAKSIC, FM & P FEINSINGER. 1991. Bird assemblages in temperate forests of North and South America: a comparison of diversity, dynamics, guild structure, and resource use. *Revista Chilena de Historia Natural*, **64**:491-510.
- JIMÉNEZ, JE & M FINCKH. 2003. ¿Cuántas aves hay en el Parque Nacional Nahuelbuta, Chile, y cómo usan los diferentes bosques? Book of Abstracts, VII Neotropical Ornithological Congress, Puyehue, Chile.
- KOCHERT, MN. 1986. Raptors. Pp. 313-349 en: Cooperrider, AY; RJ Boyd & HR Stuart (eds.). *Inventory and monitoring of wildlife habitat*. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Management. Service Center. Denver, Co. USA.
- KOENEN, MT & S GALE. 2000. Effects of fire on birds in Paramo habitat of Northern Ecuador. *Ornitol. Neotrop.*, **11**:155-163.
- KRAUCZUK, ER & JD BALDO. 2004. Contribuição para o conhecimento da avifauna de um fragmento de floresta com araucária em Misiones, Argentina. *Atualidades Ornitológicas*, **119**:6.
- LARA, A; C DONOSO & JC ARAVENA. 1996. La conservación del bosque nativo en Chile: problemas y desafíos. Pp. 335-362 en: Armesto, JJ; C Villagrán & MTK Arroyo (eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- LAYMON, SA. 1989. Altitudinal migration movements of Spotted Owls in the Sierra Nevada, California. *Condor*, **91**:837-841.
- LOISELLE, BA & JG BLAKE. 1991. Temporal variation in birds and fruits along an elevational gradient in Costa Rica. *Ecology*, **72**:180-193.
- MAÍZ, J. 1987. *Una base para la planificación del uso de los bosques andinos de Araucaria en Chile*. Proyecto de Título Ingeniería Forestal. Escuela de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- MALONE, S; J CERRETANI & S KELLING. 2000. Birds and Snow. *Birdscope*, **14**:6-7.
- MARTICORENA, C & R RODRÍGUEZ. 1995. *Flora de Chile. Volumen I, Pteridophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Editorial Aníbal Pinto. Concepción. Chile.
- MARTÍNEZ, DR. 2005. El concón (*Strix rufipes*) y su hábitat en los bosques templados australes. Pp. 477-484 en: Smith-Ramírez, C; JJ Armesto & C Valdovinos (eds.). *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- MARTÍNEZ, DR & FM JAKSIC. 1996. Habitat, relative abundance, and diet of rufous-legged owls (*Strix rufipes* King) in temperate forest remnants of southern Chile. *Ecoscience*, **3**:259-263.
- MARTÍNEZ, D & G GONZÁLEZ. 2004. *Las aves de Chile: Nueva guía de campo*. Ediciones del Naturalista, Santiago, Chile.
- MCBRIDE, P. 2000. *Magellanic Woodpecker (Campephilus magellanicus) habitat selection in deciduous Nothofagus forests of Tierra del Fuego*. MSc Thesis, Western Washington University, Bellingham.
- MUELLER-DOMBOIS, D & H ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, U.S.A.
- PINO, J; F RODÀ; J RIBAS & X PONDS. 2000. Landscape structure and bird species richness: implications for conservation in rural areas between natural parks. *Landscape Urban Plan.*, **49**:35-48.
- RODRÍGUEZ, R; O MATTHEI & M QUEZADA. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- RALPH, CJ; S DROEGE & JR SAUER. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: Standards and applications. Pp. 161-168 en: Ralph, CJ; JR Sauer & S Droege (eds.). *Monitoring bird populations by point counts*. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Albany, California, USA.
- REID, S; IA DÍAZ; JJ ARMESTO & MF WILLSON. 2004. The importance of native bamboo for understory birds in Chilean temperate forests. *The Auk*, **121**: 515-25.
- RODRÍGUEZ, R; O MATTHEI & M QUEZADA. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- ROJAS, I. 2008. *Patrón de variación de la riqueza de especies invasoras en un gradiente de tamaño, degradación y altitud de fragmentos remanentes del bosque precordillerano de la IX región de la Araucanía, Chile*. Proyecto de Título Ingeniería Forestal. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 39 pp.

- ROZZI, R; D MARTÍNEZ; MF WILLSON & C SABAG. 1996. Avifauna de los bosques templados de Sudamérica. Pp. 135-152 en: Armesto, JJ; C Villagrán & MTK Arroyo (eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- SABAG, C. 1993. *El rol de las aves en la dispersión de semillas en un bosque templado secundario de Chiloé (42 °S)*. Tesis Magíster en Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- SCHNEIDER, SM & J GUREVITCH. 1993. *Design and analysis of ecological experiments*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, UK.
- SHEPHERD, JD; RS DITGEN & J SANGUINETTI. 2008. *Araucaria araucana* and the Austral parakeet: pre-dispersal seed predation on a masting species. *Rev. chil. hist. nat.*, **81**:395-401.
- SMITH-RAMÍREZ, C & JJ ARMESTO. 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile - ecologies and climatic constraints. *J. Ecol.*, **82**:353-365.
- SMITH-RAMÍREZ, C; JJ ARMESTO & B SAAVEDRA. 2005. Estado del conocimiento y conservación de los ecosistemas de la Cordillera de la Costa: síntesis y perspectivas. Pp. 645-650 en: Smith-Ramírez, C; JJ Armesto & C Valdovinos (eds.). *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- SOARES, ES & L DOS ANJOS. 1999. Efeito da fragmentação florestal sobre aves escaladoras de tronco e galho na região de Londrina, norte do estado do Paraná, Brasil. *Ornitol. Neotrop.*, **10**: 61-68.
- TEWS, J; U BROSE; V GRIMM; K TIELBORGER; MC WICHMANN; ET AL. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *J. Biogeogr.*, **31**:79-92.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, PONTIFICA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO. 1997. *Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile*. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF Informe Nacional con variables ambientales, Valdivia, Chile.
- VASCONCELOS, MF & S D'ANGELO NETO. 2009. First assessment of the avifauna of *Araucaria* forests and other habitats from extreme southern Minas Gerais, Serra da Mantiqueira, Brazil, with notes on biogeography and conservation. *Papeis Avulsos de Zoología*, **49**:49-71.
- VEBLEN, T. 1982. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *J. Biogeogr.*, **9**:11-28.
- VERGARA, P & RP SCHLATTER. 2004. Magellanic woodpecker (*Campephilus magellanicus*) abundance and foraging in Tierra del Fuego, Chile. *J. Ornithol.*, **145**:343-351.
- WILLSON, MF; TL DE SANTO; S SABAG & JJ ARMESTO. 1994. Avian communities of fragmented south-temperate rainforests in Chile. *Conserv. Biol.*, **8**: 508-520.
- WILLSON, MF. 2004. Loss of habitat connectivity hinders pair formation and juvenile dispersal of Chucaco tapaculos in Chilean Rainforest. *The Condor*, **106**:350-362.