

UCH-FC
MAG-EBE
Q68
C.1



**EFFECTO DE LOS CONESPECÍFICOS EN LA SELECCIÓN DEL
HÁBITAT Y NIDIFICACIÓN DEL RAYADITO
(*Aphrastura spinicauda*; FURNARIIDAE) EN UNA PLANTACIÓN DE
*Pinus radiata***

Tesis

**Entregada ala
Universidad de Chile
en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de**

**Magíster en Ciencias Biológicas con Mención en Ecología
y Biología Evolutiva**



Facultad De Ciencias

**Por
Claudio Sebastián Quilodrán Venegas**

Diciembre, 2010

Director de Tesis: Dr. Rodrigo A. Vásquez

Co-director de Tesis: Dr. Cristián F. Estades



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE CHILE**

**INFORME DE APROBACIÓN
TESIS DE MAGÍSTER**

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de
Magíster presentada por el candidato.

CLAUDIO SEBASTIÁN QUILODRÁN VENEGAS

Ha sido aprobada por la comisión de Evaluación de la tesis como requisito para optar al
grado de Magíster en Ciencias Biológicas con mención en Ecología y Biología
Evolutiva, en el examen de Defensa de Tesis rendido el día 14 de octubre de 2010.

Director de Tesis:

Dr. Rodrigo A. Vásquez

Co-Director de Tesis

Dr. Cristián Estades

Comisión de Evaluación de la Tesis

Dr. Michel Salaberry

Dr. Rigoberto Solís

R. Vásquez
.....



Mallabers
.....
us
.....



**A mis Padres y
Hermanos**



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi profesor tutor, Dr. Rodrigo Vásquez, quién me apoyó desde que comencé el programa de magíster, con él aprendí y compartí no sólo en términos académicos. También a mi cotutor, Dr. Cristián Estades, quién me ayudó a idear y a desarrollar esta tesis. Al Dr. Michael Salaberry y Dr. Rigoberto Solis, que como integrantes de la comisión evaluadora hicieron valiosos aportes para mejorar este trabajo.

A la estación experimental forestal pantanillos. A la Sra. Rosa, Cristián y su familia, quienes me recibieron durante los más de cinco meses en los que estuve colectando datos y siempre me sentí acogido por ellos.

Hago mención a toda la gente que trabaja en el Museo Nacional de Historia Natural de Paris. Especialmente, al Dr. Jean Baptiste Mihoub y Dr. François Sarrazin, con ellos aprendí mucho y me entregaron valiosos aportes para mi investigación actual y futura.

A toda la gente del "lab de conducta", particularmente a aquellos que tuvieron incidencia directa en el desarrollo de está investigación: Silvina Ippi, que me facilitó materiales y me ayudó en el desarrollo metodológico; Paulina González, que tuvo la paciencia de enseñarme a manipular e iniciarme en el anillado de paseriformes; Cristóbal Venegas, Daniel Medina y Ronny Zúñiga, que apoyaron la instalación de las cajas nido y debieron soportar las inclemencias del clima durante el terreno. Por supuesto, a todos los amigos del laboratorio que con su simpatía y buena voluntad siempre hicieron agradable encontrarse en terreno, en la oficina o durante el almuerzo: Enrique Bazán, Andrea

Caiozzi, Ilenia Lazzoni, Gabriela Soto, Rocío Pozo, Ivania Cotorás, Wouter van Dongen, Nasrim Butler y Javiera Lagos.

A mis amigos que me ayudaron desinteresadamente y apoyaron el trabajo de terreno, soportando el levantarse de madrugada, los días de intensas lluvias y los problemas con el vehículo que más de una vez intentó abandonarnos en la montaña: Natalia von Kunowsky, Fidel Maureira y Mauricio Chávez. A Claire, que viajó innumerables fines de semana para apoyarme en terreno y que estuvo presente hasta la última línea de esta tesis.

Finalmente, a mis padres, José y Patricia, mis hermanos, Alexei y Pablo, patentes en cada logro, me han entregado todas las herramientas que tengo para enfrentar el mundo y desenvolverme. Me ayudaron incluso a fabricar las 180 cajas nidos que instalamos en terreno. En ellos se sintetiza mi desarrollo intelectual y personal. También agradezco a tía Sari, Pabla y especialmente a mi amada sobrina Victoria Paz.





FINANCIAMIENTO

La realización de este magíster y el desarrollo de la tesis de investigación fueron posibles gracias a la beca de manutención del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) y a la beca de estancias cortas de investigación en el extranjero de la Universidad de Chile. Los proyectos FONDECYT 1090794, ICM-P05-002, PFB-23-CONICYT financiaron gran parte de esta investigación y aportaron la estructura y equipos necesarios para su realización.

ÍNDICE DE MATERIAS



	Página
AGRADECIMIENTOS	iii
FINANCIAMIENTO	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMEN	1
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN GENERAL	6
Hipótesis	10
Objetivos	10
CAPITULO I	11
Efecto de los conespecíficos en la selección del sitio de nidificación de <i>Aphrastura spinicauda</i> (Rayadito; Furnariidae)	
Resumen	11
Introducción	11
Materiales y métodos	14
Resultados	19
Discusión	21
Literatura citada	25
CAPITULO II	34
Nidificación del rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i> ; Furnariidae) en una plantación de <i>Pinus radiata</i>	
Resumen	34
Introducción	34
Materiales y métodos	37
Resultados	40
Discusión	46
Literatura citada	48
DISCUSIÓN GENERAL	56
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXO 1	73
ANEXO 2	74

LISTA DE TABLAS

	Página
CAPÍTULO I	
Tabla 1. Características de la vegetación en puntos de muestreo <i>playback</i> (N=30) y control (N=30), en una plantación de <i>Pinus radiata</i> , Chile Central.	20
Tabla 2. Densidad local de rayaditos (<i>Aphrastura spinicauda</i>) en una plantación de <i>Pinus radiata</i> , Chile Central. Se muestran los valores previos (pre-playback), durante (playback) y posterior (post-playback) a los experimentos de simulación conespecífica. El asterisco denota diferencias significativas después de la corrección de Bonferroni.	21
CAPÍTULO II	
Tabla 1. Rasgos morfológicos de polluelos y adultos de rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>) en una plantación de <i>Pinus radiata</i> , Chile central. Los datos son presentados como valores medios \pm SD (<i>n</i>). El asterisco denota diferencias significativas después de la corrección de Bonferroni.	43
Tabla 2. Biología reproductiva del Rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>) en bosque de <i>Nothofagus</i> de la Isla de Chiloé y en plantaciones de <i>Pinus radiata</i> de Constitución, Chile. Los datos son presentados como valores medios \pm intervalo de confianza al 95% (<i>n</i>).	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO I	
Figura 1. Área de estudio en la Región del Maule, Chile Central. Los remanentes de bosque nativo de <i>Nothofagus</i> (negro) se encuentran inmersos en una plantación de <i>Pinus radiata</i> (gris). El estudio consistió en la disposición de cajas nido y la simulación experimental de rayaditos (<i>Aphrastura spinicauda</i>) para evaluar el efecto que los conespecíficos tienen en la selección del sitio de nidificación.	15
CAPÍTULO II	
Figura 1. Área de estudio en la Región del Maule, Chile Central. Los remanentes de bosque nativo de <i>Nothofagus</i> (negro) se encuentran inmersos en una plantación de <i>Pinus radiata</i> (gris). El estudio consistió en la disposición de cajas nido y el monitoreo de la nidificación y biología reproductiva del Rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>).	38
Figura 2. Nido de Rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i> ; Furnariidae) en una plantación de <i>Pinus radiata</i> de la Región del Maule, Chile Central.	45

RESUMEN

Los conespecíficos pueden tener un efecto positivo, negativo o neutro en la selección del hábitat de aves, normalmente asociado a la conducta social de la especie evaluada. Sin embargo, estudios recientes muestran que un creciente número de aves con características territoriales han respondido positivamente a la presencia de conespecíficos, presumiblemente ya que ello representa una señal de calidad del hábitat y/o una mayor probabilidad de encontrar una pareja reproductiva. La presencia simulada de individuos de la misma especie ha derivado en una técnica para atraer aves a zonas refugio cuando el hábitat está siendo intervenido. No obstante, la mayoría de los estudios se han centrado en especies territoriales con hábitos migratorios y, además, existe una carencia de información acerca de aves nidificadoras de cavidades secundarias. Es por esto que se evaluó el efecto que tiene la presencia de conespecíficos en la selección del hábitat del Rayadito (*Aphrastrura spinicauda*; Furnariidae), una pequeña ave insectívora que habita los bosques meridionales de Chile y Argentina, que nidifica en cavidades de árboles y no es migratorio. A pesar de exhibir una conducta territorial durante la reproducción, es altamente gregario y forma bandadas con especies mixtas el resto del año. Se ha descrito que plantaciones de pino (*Pinus radiata*) representan hábitat para la especie durante la temporada de forrajeo, pero en época reproductiva están restringidos a pequeños remanentes de bosque nativo donde acceden a la escasa disponibilidad de cavidades secundarias. Para este estudio se dispuso de cajas nido como medida de mejoramiento del hábitat, evaluando experimentalmente si el establecimiento del sitio de nidificación por rayaditos está influenciado por la presencia de conespecíficos. Se

monitoreó además la nidificación y otros aspectos de la biología reproductiva. El trabajo de campo se desarrolló en sitios con características vegetacionales homogéneas, en una plantación de *Pinus radiata* de la Región del Maule, Chile Central (35°29'S, 72°21'O). En el período pre-nidificación se simuló la presencia de conespecíficos mediante *playback*. Se registraron 34 parejas de las cuales el 75% inició la puesta de huevos. El tiempo de construcción de nidos fue de $12,8 \pm 4,9$ días ($n = 23$), incorporando principalmente acículas de pino, adicionada con musgos, epifitas, hierbas, pelos y telas de araña. La puesta fue de 2 a 4 huevos, con una moda de 3 huevos por nido, que incubaron por $15,8 \pm 1,2$ días ($n = 20$). El tamaño de la nidada afectó negativamente el peso de los polluelos recién eclosionados. La densidad de rayaditos aumentó en los puntos *playback* durante la simulación de conespecíficos, previo a la construcción del nido, pero el establecimiento y nidificación ocurrió con mayor frecuencia en los sitios control. Otros nidificadores de cavidades secundarias, como el chercán (*Troglodytes musculus*; Troglodytidae) y el comesebo grande (*Pygarrhichas albogularis*; Furnariidae), también evitaron los puntos *playback* para nidificar. En el rayadito, las interacciones sociales agresivas en la reproducción supera los beneficios de la atracción conespecífica en el forrajeo previo a la nidificación. Más aún, su presencia representaría información social sobre los costos asociados a la competencia por recursos, disponible para conespecíficos y heteroespecíficos simpátricos. Es altamente recomendable distinguir la respuesta conductual de las aves conespecíficas y heteroespecíficas previo a la instauración de una medida de manejo que busque atraer o desincentivar la presencia de una determinada especie. Finalmente, el uso de técnicas para atraer aves a zonas de protección y la instalación de cajas nidos, sumado a otras herramientas de manejo, como

el mantenimiento de árboles viejos y el desarrollo del sotobosque, pueden ser importantes en mitigar los efectos negativos que las plantaciones de pino tienen sobre la biodiversidad y el hábitat de aves de bosque.

ABSTRACT

Conspecifics can have a positive, negative or neutral effect on habitat selection by birds, usually according to the social behavior of the studied species. However, an increasing number of territorial birds responded positively to the presence of conspecifics, presumably because it may be a sign of habitat quality or greater probability of finding a reproductive partner. The simulated presence of conspecifics has turned out a technique to attract birds to shelter areas when habitat is being disrupted, yet most studies have centered on territorial species with migratory habits and, on top of that, there is not much knowledge about secondary cavity nesting birds. That is why the effect of the presence of conspecifics was assessed in the selection of habitat on Thorn-tailed rayadito (*Aphrastrura spinicauda*; Furnariidae), a small insectivorous non migratory bird which nests in trees cavities and that inhabits the forests of southern Chile and Argentina. Despite exhibiting territorial behavior during the breeding period, is highly gregarious and it forms mixed-species flocks during the rest of the year. It has been reported that pine plantations (*Pinus radiata*) represent habitat for this species during foraging period, whereas in breeding season they are restricted to small remnants of native forest where they access to limited availability of secondary cavity. For this study, nest boxes were arranged as a measure of habitat improvement in order to assess whether Thorn-tailed rayadito used the presence of conspecifics as a sign of attraction in the breeding establishment. Nesting and reproductive biology were also monitored. The fieldwork was conducted in a plantation of *Pinus radiata* with homogeneous vegetation characteristics in the Maule region, Central Chile (35°29'S, 72°21'O). During the pre-nesting period, artificial cavities were set and presence of conspecifics was simulated by

playback. Thirty-four pairs were registered of which 75% started egg laying. The nests took 12.8 ± 4.9 days ($n = 23$) to be developed, using pine needles, with mosses, epiphytes, herbs, hair and spider webs mainly. They laid 2-4 eggs, with a mode of 3 eggs per nest which incubated for 15.8 ± 1.2 days ($n = 20$). The brood size affected negatively the weight of the chicks. Thorn-tailed rayadito density increased in sampling points during conspecifics simulation by playback prior to nest building, yet the establishment and nesting occurred more frequently in control sites. Other secondary cavity nesting, as the House wren (*Troglodytes musculus*; Troglodytidae) and White throated tree-runner (*Pygarrhichas albogularis*; Furnariidae), also avoided playback points to nest. For the Thorn-tailed rayadito, aggressive social interactions during the breeding period exceed the benefits of conspecific attraction during the pre-nesting foraging. What is more, their presence would represent social information on the costs associated to competition for resources, available for conspecific and heterospecific simpatrics. Therefore, it is highly recommended to distinguish the behavioral response to conspecific and heterospecific birds prior to the establishment of a management measure that seeks to attract or discourage the presence of a particular species. Finally, the use of techniques to attract birds to protected areas and the installation of nest boxes, together with other management tools such as maintenance of old trees and understory development may be important to mitigate the negative effects pine plantations have on biodiversity and forest bird habitat.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las plantaciones de pino (*Pinus radiata*) han evidenciado su capacidad para proveer recursos a la comunidad de aves de bosque, quienes utilizan este ambiente en mayor proporción si es manejado adecuadamente para la fauna (Muñoz-Pedrerros *et al.* 1996; Estades 2001c; Lindenmayer *et al.* 2002; Bostrom and Ritchison 2006; Tomasevic and Estades 2008).

Aves insectívoras utilizan las plantaciones de pino ya que éstas también ofrecen recursos alimenticios (Estades 2001a, 2006). En el rayadito (*Aphrastura spinicauda*), una pequeña ave insectívora que habita los bosques meridionales de Chile y Argentina (Fig. 1), frecuenta plantaciones de pino durante la temporada no reproductiva, pero durante la reproducción se concentran en pequeños y aislados remanentes de bosque nativo donde accede a la escasa disponibilidad de cavidades secundarias para nidificar, recurso limitante en la nidificación (Estades 1999; Estades and Temple 1999; Tomasevic and Estades 2004; Cornelius 2006; Tomasevic and Estades 2006; Cornelius *et al.* 2008). Se ha documentado la nidificación de aves en la plantación, registrándose incluso un mayor éxito reproductivo en la matriz que en el bosque nativo, relacionado presumiblemente a la menor presencia de depredadores (Estades 1999, 2001b; Escobar *et al.* 2004). Muñoz-Pedrerros y colaboradores (1996), tuvieron éxito en atraer aves a una plantación de pino durante la reproducción mediante el establecimiento de cavidades artificiales, sugiriendo que este tipo de medidas pueden ser importantes en mitigar los impactos negativos que las plantaciones tienen sobre la biodiversidad.

Ahlering y Faaborg (2006) plantean que no necesariamente el manejar y mejorar el hábitat de las aves implica que ellas van a utilizar el nuevo ambiente disponible, enfatizando que una buena y novedosa alternativa para atraer fauna a zonas de manejo es la utilización de la presencia simulada de conespecíficos, tanto para aves coloniales como territoriales. Muchas especies de aves coloniales evidencian atracción conespecífica, una tendencia a reclutar o nidificar cerca de individuos de su misma especie (e.g. Danchin *et al.* 1998; Serrano *et al.* 2001; Suryan and Irons 2001). Kress (1997), utilizando aves señuelos y *playback*, atrajo exitosamente aves marinas coloniales a un área de restauración, evidenciando grandes potencialidades de la atracción conespecífica para la conservación de aves silvestres. Posteriormente, Ward y Schlossberg (2004), utilizando una técnica similar, evidenciaron que aves territoriales paserinas también pueden responder a la atracción conespecífica y que esto puede ser una importante técnica de conservación, atrayendo aves en peligro de extinción a un área de protección y manejo. Hanh y Silverman (2007), proponen que el manejo del bosque podría utilizar este tipo de técnicas para atraer aves a zonas refugio cuando enfrentan perturbaciones en el hábitat. Estos trabajos resaltan la potencialidad de los estudios en comportamiento animal en el desarrollo de novedosas técnicas en conservación biológica (véase Sutherland 1998).

En los modelos clásicos de selección del hábitat, sobre “distribución libre ideal” y “distribución despótica ideal”, la adecuación biológica decrece en función del incremento en densidad poblacional, con densidad-dependencia negativa, lo cual resulta en que la presencia de individuos de la misma especie es más una restricción que una

atracción para la utilización de un determinado sitio (Fretwell and Lucas 1970). En este contexto, la atracción conespecífica parece maladaptativa o aparentemente contraintuitiva en aves que utilizan su canto para atraer parejas y defender su territorio. Sin embargo, existen beneficios potenciales de establecer el territorio cerca de individuos de la misma especie, como los siguientes: 1) la agregación de machos puede incrementar la habilidad para atraer parejas, incluso en aves monógamas donde aumentaría potencialmente la posibilidad de apareamientos extra pareja, tanto para machos como para hembras, postulando la formación de “*hidden leks*”; 2) territorios agrupados pueden ser más eficientes en la defensa ante depredadores, por ejemplo, bajo un efecto dilución o beneficiándose directamente del sonido de alarma de sus vecinos; y 3) la presencia de conespecíficos en un área determinada, puede entregar señales sobre la calidad del hábitat disponible en la selección de sitios de nidificación (Stamps 1988; Muller *et al.* 1997; Ahlering and Faaborg 2006; Ahlering *et al.* 2006; Fletcher 2007; Moreno *et al.* 2007; Mukhin *et al.* 2008). Cuando las densidades poblacionales son bajas, se ha planteado que la atracción conespecífica puede ser el resultado de un efecto *Allee* (Greene and Stamps 2001).

En los trabajos previos que ha simulado la presencia de conespecíficos para evaluar la selección del hábitat, existe una carencia de información en la respuesta que tendrían aves nidificadoras de cavidades secundarias y especies territoriales que no tienen hábitos migratorios, como es el caso del rayadito, especie territorial en época reproductiva, y que forma bandadas con especies mixtas el resto del año, y se caracteriza por un alto nivel de gregarismo intraespecífico, que estimula la formación y cohesión de bandadas

heteroespecíficas (Vuilleumier 1967; Ippi and Trejo 2003). Para este estudio, se dispuso cajas nido como medida de mejoramiento del hábitat y se monitoreó la nidificación del rayadito en una plantación de *P. radiata*, evaluando experimentalmente si el establecimiento del sitio de nidificación por rayaditos está influenciado por la presencia de conoespecíficos.

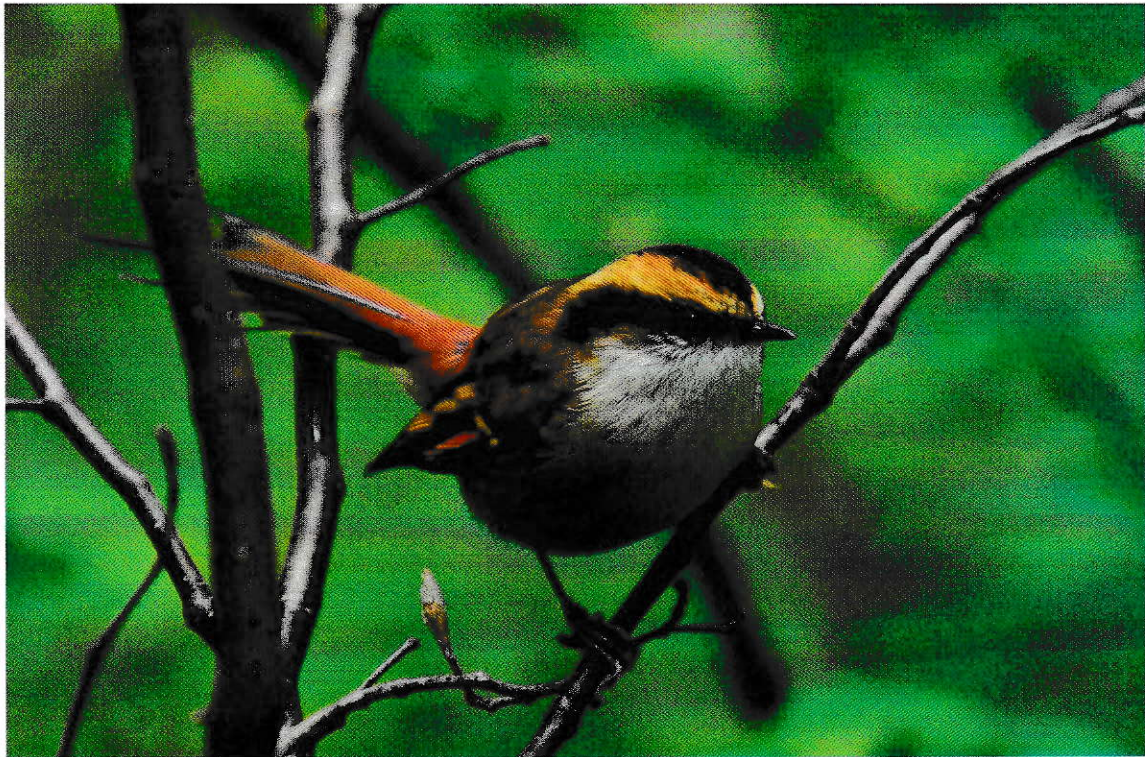


Fig. 1. Rayadito (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae). Fotografía Raúl Demangel.

HIPÓTESIS

La presencia de individuos de la misma especie es una señal utilizada por los rayaditos (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae) en la selección del sitio de nidificación.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de los conespecíficos en la selección del hábitat del rayadito (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae) y monitorear su nidificación y biología reproductiva en una plantación de *Pinus radiata*.

Objetivos específicos

- Determinar si la presencia de conespecíficos es una señal utilizada por los rayaditos durante el establecimiento reproductivo.
- Discutir las potenciales herramientas de manejo y conservación derivada de la simulación de conespecíficos.
- Descripción de la nidificación del rayadito en una plantación de *Pinus radiata*.

CAPITULO I

EFFECTO DE LOS CONESPECÍFICOS EN LA SELECCIÓN DEL SITIO DE NIDIFICACIÓN DE *Aphrastura spinicauda* (RAYADITO; FURNARIIDAE)

RESUMEN

Se ha planteado que la presencia simulada de conespecíficos puede ser una técnica de manejo del hábitat para atraer paserinos territoriales a zonas de protección. Estudiamos el efecto de los conespecíficos en la selección de hábitat del rayadito (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae), un ave de bosque que a pesar de exhibir una conducta territorial durante la reproducción, es altamente gregario y forma bandadas con especies mixtas el resto del año. Para el estudio se dispuso cajas nidos y se evaluó experimentalmente si el establecimiento del sitio de nidificación está influenciado por la presencia de conespecíficos. El trabajo de campo se desarrolló en sitios con vegetación homogéneas, en una plantación de *Pinus radiata* de la Región del Maule, Chile Central (35°29'S, 72°21'O). En el periodo pre-nidificación, se simuló la presencia de conespecíficos mediante *playback*, el cual estuvo activo por alrededor de cuarenta y cinco días, hasta que se registraron los primeros indicios de nidificación. La densidad de rayaditos aumentó en los puntos *playback* previo a la construcción del nido, pero el establecimiento y nidificación ocurrió con mayor frecuencia en los sitios control. Otros nidificadores de cavidades secundarias, como el chercán (*Troglodytes musculus*; Troglodytidae) y el comesebo grande (*Pygarrhichas albogularis*; Furnariidae), también evitaron los puntos *playback* para nidificar. Es posible, que en el periodo de reproducción del rayadito las interacciones sociales agresivas superen los beneficios de la atracción conespecífica en el forrajeo previo a la nidificación. Más aún, su presencia representaría información social sobre los costos asociados a la competencia por recursos disponible para conespecíficos y heteroespecíficos simpátricos. Esta es la primera evidencia de que la presencia simulada de conespecíficos puede afectar negativamente la selección del hábitat de aves territoriales no migratorias y nidificadoras de cavidades secundarias. Los resultados sugieren que es altamente recomendable distinguir la respuesta conductual de las aves conespecíficas y heteroespecíficas, previo a la instauración de una medida de manejo que busque atraer o desincentivar la presencia de una determinada especie.

Palabras claves: selección del hábitat, cavidades secundarias, atracción conespecífica.

INTRODUCCIÓN

Las aves adquieren señales sociales del entorno que puede afectar positiva o negativamente las decisiones sobre el uso del hábitat (Muller 1998; Etersson 2003; Parejo *et al.* 2004; Matyjasiak 2005; Doligez *et al.* 2008). En este sentido, Baltz y Clark (1999) demostraron empíricamente que las interacciones sociales agresivas previas al establecimiento reproductivo, influyen negativamente la selección del hábitat de

Melopsittacus undulatus (Psittacidae), donde aquellos individuos que no se enfrentaron a interacciones agresivas fueron atraídos por los conespecíficos para nidificar. Por otro lado, Nocera *et al.* (2006) estudiaron las señales proveniente de los conespecíficos en el reclutamiento de una especie social (*Dolichonyx oryzivorus*; Icteridae) y una especie más solitaria (*Ammodramus nelsoni*; Emberizidae), la primera fue atraída por los congéneres mientras que en la segunda no se exhibieron preferencias o rechazos en la selección del hábitat.

Un efecto positivo se ha evidenciado ampliamente en aves marinas coloniales (e.g. Danchin *et al.* 1998; Serrano *et al.* 2001; Suryan and Irons 2001), en las que se ha propuesto que la presencia simulada de conespecíficos puede atraer aves con problemas de conservación a zonas de reintroducción y manejo del hábitat (Kress 1997). La primera evidencia de que paserinos territoriales también pueden ser atraídos por la presencia simulada de conespecíficos fue publicada por Ward y Schlossberg (2004), quienes sugirieron que puede ser una importante herramienta de conservación, al atraer un ave migratoria en peligro de extinción a un área de protección. Dichos autores enfatizan que la mayoría de las taxas son territoriales, por lo que pueden haber implicancias significativas para la conservación biológica. En estas aves, la presencia de conespecíficos puede representar una señal de calidad del hábitat y/o una mayor probabilidad de encontrar una pareja reproductiva (Stamps 1988; Muller *et al.* 1997; Greene and Stamps 2001; Ahlering and Faaborg 2006; Ahlering *et al.* 2006; Fletcher 2007; Mukhin *et al.* 2008). La atracción a los conespecíficos puede ser una conducta que exhiben muchas especies de aves territoriales (e.g. Ahlering *et al.* 2006; Fletcher

2006; Hahn and Silverman 2006; Mills *et al.* 2006; Fletcher 2007; Hahn and Silverman 2007; Betts *et al.* 2008; Fletcher 2009; Harrison *et al.* 2009), por lo que se ha propuesto que el manejo de bosque podría valerse de esta conducta para atraer aves a zonas refugio cuando el hábitat está siendo intervenido o perturbado, ya que sólo el mejoramiento o protección del entorno no implica necesariamente que ellas utilicen un nuevo ambiente disponible (Ahlering and Faaborg 2006; Hahn and Silverman 2007).

En estudios de selección del hábitat que han simulado la presencia de conespecíficos, existe una carencia de información acerca de aves nidificadoras de cavidades secundarias, a pesar de que ellas pueden estar fuertemente afectadas en la disponibilidad de espacios para nidificar debido al manejo de bosque (Tomasevic and Estades 2006). La mayoría de los trabajos se han centralizado en aves territoriales con hábitos migratorios (e.g. Ward and Schlossberg 2004; Ahlering 2005; Ahlering *et al.* 2006; Hahn and Silverman 2006; Hahn and Silverman 2007), por lo que antecedentes sobre la respuesta que tendrían aves territoriales residentes son insuficientes.

Esta investigación se desarrolla en una población de rayadito (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae), una pequeña ave insectívora que habita en Chile desde Coquimbo a Tierra del Fuego, especialista de zonas boscosas, busca su alimento entre ramas y troncos del sotobosque al dosel, no es migratoria y nidifica en cavidades de árboles (Grigera 1982, Moreno *et al.* 2005, 2007). Aunque es territorial en época reproductiva, forma bandadas con especies mixtas el resto del año, en las cuales el rayadito se ha descrito como una especie nuclear pasiva, es decir, caracterizada por un alto nivel de gregarismo

intraespecífico, que estimula la formación y cohesión de bandadas heteroespecíficas (Vuilleumier 1967; Ippi and Trejo 2003).

Para el estudio se dispuso artificialmente de cavidades secundarias y se evaluó experimentalmente si el establecimiento del sitio de nidificación por rayaditos está influenciado por la presencia de conespecíficos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Región del Maule, Chile central (Fig. 1). Originalmente la zona estuvo cubierta por un bosque decíduo de *Nothofagus glauca*, que comenzó a explotarse a comienzos del siglo XIX para proveer madera en la construcción de barcos navales (San Martín and Donoso 1996). Hoy en día, la región presenta una de las más extensas plantaciones de *Pinus radiata* en el país y el bosque nativo persiste en pequeños fragmentos aislados en la matriz de pino exótico, donde la plantación cubre el 76% del paisaje. El clima es templado cálido con influencia oceánica, con una media de temperatura mínima de 5,9°C durante el invierno (julio) y una media de temperatura máxima de 22,7°C durante el verano (enero). La precipitación promedio anual es de 881mm (Gajardo 1993; Santibáñez and Uribe 1993; Estades and Temple 1999).

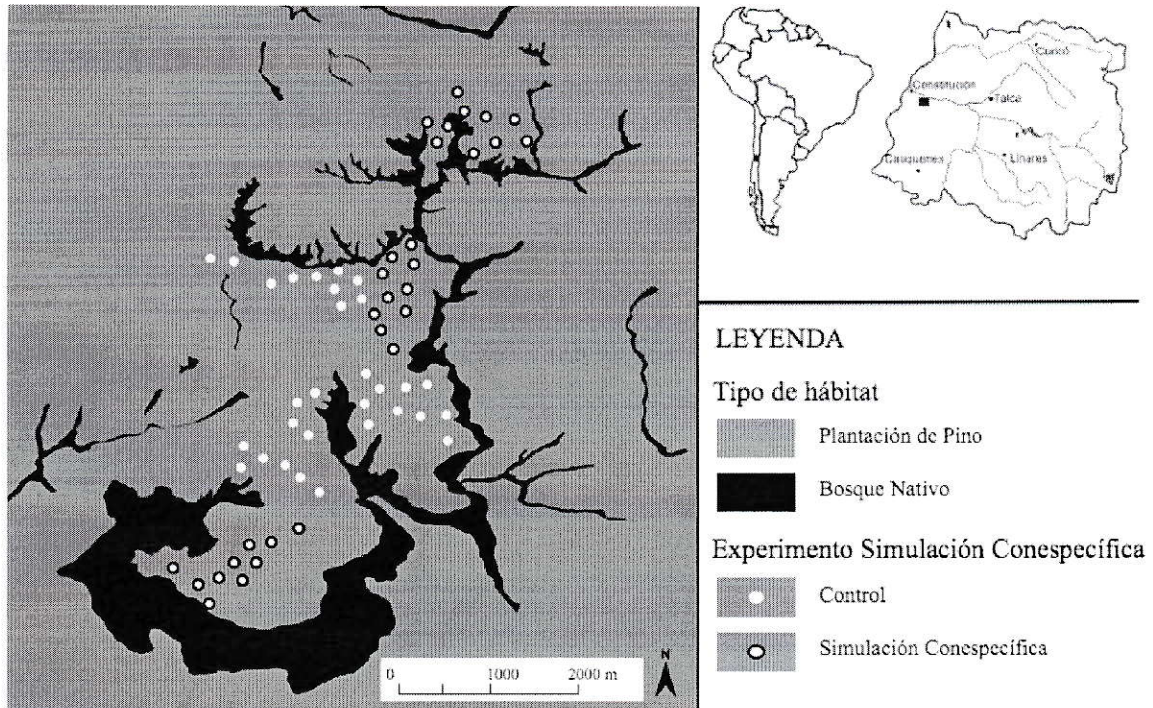


Fig. 1. Área de estudio en la Región del Maule, Chile Central. Los remanentes de bosque nativo de *Nothofagus* (negro) se encuentran inmersos en una plantación de *Pinus radiata* (gris). El estudio consistió en la disposición de cajas nido y la simulación experimental de rayaditos (*Aphrastura spinicauda*) para evaluar el efecto que los conespecíficos tienen en la selección del sitio de nidificación.

Diseño de muestreo

Se trabajó en la plantación de pino aledaña al bosque nativo, con 60 puntos de muestreo distanciados como mínimo a 200 m. Los puntos se ubicaron en plantaciones de 18 años de edad con vegetación homogénea.

La vegetación se caracterizó en un radio de 50 metros considerando el número de árboles por hectárea, la altura del dosel, el diámetro a la altura del pecho (DAP) y el área basal, sólo se midieron los árboles con $DAP > 10$ cm. Visualmente se estimó la cobertura de arbustos, helechos, herbáceas y troncos caídos muertos. Se determinó el volumen de follaje dividiendo cada parcela en cuatro niveles de altura: 0-0,30 m; 0,31-2 m; 2,01-6 m y más de 6 m. En cada nivel, se estimó visualmente la cobertura foliar y se distinguió el volumen mediante la sumatoria de cobertura y la altura (véase Estades and Temple 1999, para un método similar).

Se dispusieron 180 cajas nido, a razón de tres cajas por punto, montadas en troncos de árboles (>30 DAP) y a una distancia del suelo entre 2,5 y 4 m. Estudios previos han demostrado que *A. spinicauda* utiliza exitosamente cajas nido para la reproducción (véase Moreno *et al.* 2005, 2007). Se construyeron cajas nido de madera, de 25 cm de alto, 16 cm de ancho y un agujero de entrada de 30 mm. Las cajas nido se visitaron semanalmente, anotando cualquier signo de actividad de nidificación (intrusión de ramas y plumas), así como el tamaño de la nidada cuando el nido estaba establecido.

La presencia de conespecíficos se simuló mediante *playback* a través de emisoras portátiles para 30 de los 60 puntos de muestreo, montadas en troncos de árboles a dos

metros de altura. El resto de los puntos se consideraron como control. El *playback* incorporó 45 min de diferentes cantos del Rayadito, 5 min del sonido de alarma, 10 min de silencio y 10 min de heteroespecíficos simpátricos (*Troglodytes musculus*, *Pygarrhichas albogularis*, *Carduelis barbata*, *Anairetes palurus*, *Scytalopus magellanicus*, *Eugralla paradoxa*), cada uno en diferentes pistas de un minuto y repetidos aleatoriamente. El canto de heteroespecíficos y el silencio se incorporaron para evitar la habituación al *playback*. El procedimiento se desarrolló por una hora entre el amanecer y el mediodía (7:00 a 12:00 h), durante el período de establecimiento del territorio pre-nidificación (10 de Agosto al 24 de Septiembre). El tratamiento se retiró al momento de registrar los primeros signos de nidificación. El sonido se estandarizó a 80 db medidos a un metro desde la emisora portátil. No se utilizaron individuos señuelos por su poca eficiencia en los experimentos de atracción conoespecífica (véase Ward and Schlossberg 2004; Ahlering 2005; Ahlering *et al.* 2006; Hahn and Silverman 2006; Hahn and Silverman 2007, para un método similar).

Se estimó la densidad de rayaditos mediante conteos de radio variable (Buckland 1987). En cada punto de muestreo, se contabilizó el número de aves dentro de cinco anillos concéntricos de 10 m de radio (radio máximo de 50 m), durante dos conteos consecutivos de 5 min, alternados por 5 minutos entre ellos, entre el amanecer y el medio día (7:00 y 12:00 h). Los individuos que volaron sobre el punto de muestreo no se consideraron a menos que utilizaran la vegetación dentro de la parcela. El procedimiento se repitió cuatro veces: primero antes de iniciar la simulación de rayaditos; luego dos veces durante la simulación y que coincidió con el comienzo de la nidificación; y un

último conteo, después de dos meses de terminada la simulación y establecidos los nidos. No se realizaron conteos durante los días nublados, ventosos, lluviosos, ni durante los días de simulación con *playback* (véase Estades and Temple 1999; Tomasevic and Estades 2006, para un método similar).

Análisis de datos

Se consideraron las siguientes variables respuestas: 1) Densidad local de rayaditos (Individuos/punto de muestreo); 2) Proporción de cajas nidos utilizadas (N° cajas nido ocupadas); 3) Latencia en la ocupación de las cajas nidos (Medido en días, tiempo empleado en utilizar las cavidades artificiales desde el comienzo del experimento con *playback*). El primero se contrastó mediante un test de t corregido por Bonferroni, el segundo con un test exacto de Fisher y el tercero con un ANOVA. La vegetación se analizó con un intervalo de confianza al 95% en los sitios control y *playback*. Adicionalmente, se incorporó el volumen de follaje, el número de árboles por hectárea, altura del dosel, DAP y área basal como predictores de la densidad local de rayaditos en un análisis de regresión. Todos los análisis se realizaron con el software R (R Development Core Team 2008, Austria).

RESULTADOS

Basado en un intervalo de confianza del 95%, la vegetación no difirió entre los puntos *playback* y control (Tabla 1). Aunque la vegetación predominante correspondió a plantaciones de pino (*P. radiata*), se registró en el sotobosque la presencia de ejemplares nativos de hualo (*Nothofagus glauca*), coigüe (*Nothofagus dombeyi*), Canelo (*Drimys winteri*), arrayán (*Luma apiculata*), chaura (*Pernettya sp.*) y peumo (*Cryptocarya alba*). Ninguna de las variables vegetacionales incorporadas en el análisis de regresión afectó la densidad local de rayaditos, tanto al considerar todos los puntos de muestreo, como al considerar sólo los puntos con tratamiento *playback* ($P = 0,53$, $F_{5, 54} = 0,84$, $N=60$; $P = 0,53$, $F_{5, 54} = 0,83$, $N = 30$).

Los rayaditos incrementaron la abundancia en los sitios donde se empleó *playback* durante los días de simulación conespecífica, sin exhibir diferencias significativas en el periodo previo y posterior a los experimentos con *playback* (Tabla 2). Sin embargo, durante el establecimiento reproductivo, un 57% de los puntos de muestreo fueron utilizados por los rayaditos para nidificar, los cuales en un 29% utilizaron sitios *playback* y un 71% sitios control. Los rayaditos seleccionaron con mayor frecuencia los puntos en los cuales no se simuló la presencia de conespecíficos (Test exacto de Fisher; $P < 0,001$, $N = 34$). Los puntos de muestreo fueron utilizados también en un 13% por chercán (*Troglodytes musculus*; Troglodytidae) y un 27% por comesebo grande (*Pygarrhichas albogularis*; Furnariidae), quienes igualmente nidificaron con mayor frecuencia en los sitios control y evitaron los sitios *playback* (chercán: Test exacto de Fisher; $P = 0,02$, $N = 8$; comesebo grande: Test exacto de Fisher; $P = 0,01$, $N = 16$). Se

registró la nidificación en sitio control de una pareja de tijeral (*Leptasthenura aegithaloides*; Furnariidae). Los rayaditos mantienen una tendencia de menor ocupación en los puntos *playback* al considerar sólo las parejas que terminaron de construir el nido y empollaron en la caja nido (Test exacto de Fisher; $P = 0,05$, $N = 25$). No se exhiben diferencias en la latencia de ocupación de las cajas nidos entre los tratamientos *Playback* y control ($F = 1,66$, $P = 0,21$, $N = 29$).

TABLA 1. Características de la vegetación en puntos de muestreo *playback* (N=30) y control (N=30), en una plantación de *Pinus radiata*, Chile Central.

Atributo vegetación	Playback ^a	Control ^a
Volumen de follaje (m ³)	5,39 E ³ ± 0,28 E ³	5,275 E ³ ± 0,24 E ³
Cobertura de arbustos (%)	40,16 ± 3,31	38,63 ± 3,42
Cobertura de helechos (%)	0,19 ± 0,05	0,18 ± 0,07
Cobertura herbácea (%)	12,13 ± 2,38	16,53 ± 2,58
Cobertura de troncos caídos (%)	24 ± 2,87	20,06 ± 2,57
Número de árboles (N°/ha)	608 ± 20	600 ± 28
Altura del dosel (m)	21,80 ± 0,45	21,82 ± 0,51
DAP (m)	0,88 ± 0,04	0,86 ± 0,05
Área basal (m ²)	859 ± 39	836 ± 39

^a Se presentan los valores medios ± 1SE

TABLA 2. Densidad local de rayaditos (*Aphrastura spinicauda*) en una plantación de *Pinus radiata*, Chile Central. Se muestran los valores previos (pre-playback), durante (playback) y posterior (post-playback) a los experimentos de simulación conespecífica. El asterisco denota diferencias significativas después de la corrección de Bonferroni.

Conteo de aves	Playback	Control	F	P
pre-playback	1.02 ± 0.12	1.17 ± 0.23	0.197	0.659
playback	2.80 ± 0.23	1.71 ± 0.18	13.41	<0.001 *
playback	2.88 ± 0.31	0.7 ± 0.14	41.83	<0.001 *
post-playback	1.80 ± 0.22	1.40 ± 0.23	1.6	0.211

DISCUSION

La presencia de individuos de la misma especie afectó negativamente la selección del hábitat de reproducción. Los rayaditos, aunque incrementaron la exploración durante la simulación de conespecíficos, no seleccionaron y evitaron estos sitios durante la nidificación. Estos resultados se contraponen a la atracción evidenciada hasta ahora en aves migratorias territoriales (Ward and Schlossberg 2004; Ahlering *et al.* 2006; Fletcher 2006; Hahn and Silverman 2006; Mills *et al.* 2006; Fletcher 2007; Hahn and Silverman 2007; Betts *et al.* 2008; Fletcher 2009; Harrison *et al.* 2009), aves coloniales (Kress 1997; Danchin *et al.* 1998; Jeffries and Brunton 2001; Martinez-Abrain *et al.* 2001; Serrano *et al.* 2001; Suryan and Irons 2001; Kim *et al.* 2009), roedores (McGuire *et al.* 2009), murciélagos (Hill and Greenaway 2005), lagartijas (Stamps 1988) y

cangrejos (Donahue 2006). No obstante, la presencia de congéneres tiene un efecto positivo en la densidad poblacional y la selección del hábitat previo al establecimiento reproductivo. Se ha documentado la formación de bandadas conespecíficas y heteroespecíficas durante la época de forrajeo, en la cuál el rayadito es la especie nuclear (Vuilleumier 1967; Ippi and Trejo 2003). Sin embargo, durante la reproducción, el rayadito establece un territorio de nidificación que es defendido agresivamente, tanto frente a una intrusión conespecífica como heteroespecífica (Ippi 2009). Las interacciones sociales agresivas durante la reproducción superan los beneficios de la atracción conespecífica en el forrajeo previo a la nidificación, pues un macho cercano podría representar una amenaza directa para el territorio, la paternidad o el éxito de la progenie (Fotheringham *et al.* 1997).

El potencial valor de la información social adquirida exhibe un compromiso con las relaciones negativas entre los individuos (Seppanen *et al.* 2007). La presencia de conespecíficos puede jugar un papel positivo, negativo o neutro en las decisiones de selección del hábitat (Muller 1998). El comesebo grande, que forma parte de las bandadas con especies mixtas y es atraído por los rayaditos en el forrajeo y, el chercán, que igualmente nidifican en cavidades secundarias, evitaron los sitios con simulación de rayaditos para nidificar. Si bien no es posible evidenciar si hay una especie dominante o subordinada, la presencia de los rayaditos durante la reproducción, representa información social sobre los costos asociados a la competencia por recursos, disponible para conespecíficos y heteroespecíficos simpátricos. Fletcher (2007), simuló la presencia de conespecíficos y heteroespecíficos para un paserino competidor superior y otro

inferior, la especie dominante fue atraída por ambas señales, pero la especie subordinada aún siendo atraída por los conoespecíficos, evitó a los heteroespecíficos. Las aves son capaces de retener información proveniente de otras especies (Matyjasiak 2005), lo que representa una señal para la selección del hábitat (Parejo *et al.* 2004; Matyjasiak 2005; Fletcher 2007; Pupin *et al.* 2007; Forsman *et al.* 2009), que es crucial en ambientes donde el individuo se enfrenta a extensas áreas para encontrar un parche de recursos (Seppanen *et al.* 2007).

El efecto positivo evidenciado en otros paserinos territoriales (e.g. Ward and Schlossberg 2004; Ahlering *et al.* 2006; Harrison *et al.* 2009), puede verse reforzado por el carácter migratorio de las especies estudiadas, en las que el tiempo para explorar y determinar la calidad de los diferentes parches de hábitat es menor que el disponible para las especies residentes (Forsman *et al.* 2009), en donde seguir las señales de conoespecíficos disminuye los costos asociados a la búsqueda de recursos para nidificar (Pulliam and Danielson 1991; Doligez *et al.* 1999; Ahlering *et al.* 2006; Mukhin *et al.* 2008).

Las aves obtienen señales sociales del entorno y de acuerdo a ello toman decisiones relacionadas a las selección del hábitat y la nidificación (Alatalo *et al.* 1982; Fotheringham *et al.* 1997; Danchin *et al.* 1998; Muller 1998; Etterson 2003; Parejo *et al.* 2004; Matyjasiak 2005; Doligez *et al.* 2008). La frecuencia de uso de este tipo de información varía de acuerdo a la edad y a la experiencia reproductiva, generalmente más importante para juveniles inexpertos y machos provenientes de reproducciones fallidas (Muller *et al.* 1997; Etterson 2003; Hahn and Silverman 2006; Nocera *et al.*

2006; Hahn and Silverman 2007). En este sentido, el éxito reproductivo en temporadas anteriores de parejas conespecíficas y heteroespecíficas, también es información que adquieren y utilizan las aves para la selección del sitio de nidificación, que podría ser un parsimonioso predictor de las decisiones de hábitat, ya que se encuentra directamente relacionado a la adecuación biológica (Doligez *et al.* 1999; Doligez *et al.* 2002; Doligez *et al.* 2004; Parejo *et al.* 2004; Nocera *et al.* 2006).

Considerando el efecto positivo en la abundancia de rayaditos previo al establecimiento reproductivo y la formación de bandadas con especies mixtas, una proyección de este trabajo podría evaluar si una aplicación más breve de la simulación conespecífica genere una tendencia distinta en la ocupación de las cajas nidos, ya que los cantos habrían actuado como atracción inicial para visitar sitios donde habían cavidades desconocidas por las aves, pero no habrían tenido el efecto negativo de simular la existencia de un individuo con una conducta territorial persistente. No obstante, la presencia simulada de conespecíficos tiene grandes potencialidades como herramienta de conservación y manejo del hábitat de fauna. Se ha utilizado exitosamente en atraer aves en peligro de extinción a zonas de protección (e.g. Podolsky and Kress 1992; Kress 1997; Jeffries and Brunton 2001; Ward and Schlossberg 2004; Ahlering and Faaborg 2006; Hahn and Silverman 2007; Harrison *et al.* 2009) y recientemente se ha demostrado como posibilidad para mitigar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat (Fletcher 2006; Fletcher 2009). Sin embargo, es altamente recomendable evidenciar la respuesta conductual de las aves conespecíficas y heteroespecíficas a éste tipo de técnicas, previo a la instauración de una medida de manejo, que busque atraer o desincentivar la

presencia de una determinada especie. El presente estudio es la primera evidencia de que la presencia simulada de conespecíficos puede afectar negativamente la selección del hábitat de aves territoriales no migratorias y nidificadoras de cavidades secundarias. Incorporar las señales sociales que afectan positiva o negativamente las decisiones de hábitat, mejoraría el poder predictivo y las implicancias de manejo derivada de los modelos de selección del hábitat, usualmente basados en características vegetacionales y geográficas (Etterson 2003; Campomizzi *et al.* 2008; Mihoub *et al.* 2009).

LITERATURA CITADA

- Ahlering, M.A. 2005. Settlement cues and resource use by Grasshopper Sparrows and Baird's Sparrows in the upper great plains. PhD Dissertation. University of Missouri-Columbia, USA.
- Ahlering, M.A. Y Faaborg, J. 2006. Avian habitat management meets conspecific attraction: if you build it, will they come? *Auk* 123: 301-312.
- Ahlering, M.A., Johnson, D.H. Y Faaborg, J. 2006. Conspecific attraction in a grassland bird, the Baird's Sparrow. *Journal of Field Ornithology* 77: 365-371.
- Alatalo, R.V., Lundberg, A. Y Bjorklund, M. 1982. Can the song of male birds attract other males - an experiment with the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Bird Behaviour* 4: 42-45.

- Baltz, A.P. Y Clark, A.B. 1999. Does conspecific attraction affect nest choice in budgerigars (*Melopsittacus undulatus* : Psittacidae : Aves)? *Ethology* 105: 583-594.
- Betts, M.G., Hadley, A.S., Rodenhouse, N. Y Nocera, J.J. 2008. Social information trumps vegetation structure in breeding-site selection by a migrant songbird. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 275: 2257-2263.
- Buckland, S.T. 1987. On the Variable Circular Plot Method of Estimating Animal Density. *Biometrics* 43: 363-384.
- Campomizzi, A.J., Butcher, J.A., Farrell, S.L., Snelgrove, A.G., Collier, B.A., Gutzwiller, K.J., Morrison, M.L. Y Wilkins, R.N. 2008. Conspecific attraction is a missing component in wildlife habitat modeling. *Journal of Wildlife Management* 72: 331-336.
- Danchin, E., Boulinier, T. Y Massot, M. 1998. Conspecific reproductive succes and breeding habitat selection: implication for the study of coloniality. *Ecology* 79: 2415-2428.
- Doligez, B., Berthouly, A., Doligez, D., Tanner, M., Saladin, V., Bonfils, D. Y Richner, H. 2008. Spatial scale of local breeding habitat quality and adjustment of breeding decisions. *Ecology* 89: 1436-1444.
- Doligez, B., Danchin, E. Y Clobert, J. 2002. Public information and breeding habitat selection in a wild bird population. *Science* 297: 1168-1170.

- Doligez, B., Danchin, E., Clobert, J. Y Gustafsson, L. 1999. The use of conspecific reproductive success for breeding habitat selection in a non-colonial, hole-nesting species, the collared flycatcher. *Journal of Animal Ecology* 68: 1193-1206.
- Doligez, B., Part, T. Y Danchin, E. 2004. Prospecting in the collared flycatcher: gathering public information for future breeding habitat selection? *Animal Behaviour* 67: 457-466.
- Donahue, M.J. 2006. Allee effects and conspecific cueing jointly lead to conspecific attraction. *Oecologia* 149: 33-43.
- Estades, C.F. Y Temple, S.A. 1999. Deciduous- forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological applications* 9: 573-585.
- Etterson, M.A. 2003. Conspecific attraction in loggerhead shrikes: implications for habitat conservation and reintroduction. *Biological Conservation* 114: 199-205.
- Fletcher, R.J. 2006. Emergent properties of conspecific attraction in fragmented landscapes. *American Naturalist* 168: 207-219.
- Fletcher, R.J. 2007. Species interactions and population density mediate the use of social cues for habitat selection. *Journal of Animal Ecology* 76: 598-606.

- Fletcher, R.J. 2009. Does attraction to conspecifics explain the patch-size effect? An experimental test. *Oikos* 118: 1139-1147.
- Forsman, J.T., Hjernquist, M.B. Y Gustafsson, L. 2009. Experimental evidence for the use of density based interspecific social information in forest birds. *Ecography* 32: 539-545.
- Fotheringham, J.R., Martin, P.R. Y Ratcliffe, L. 1997. Song transmission and auditory perception of distance in wood warblers (Parulinae). *Animal Behaviour* 53: 1271-1285.
- Gajardo, R. 1993. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Greene, C.M. Y Stamps, J.A. 2001. Habitat selection at low population densities. *Ecology* 82: 2091-2100.
- Grigera, D.E. 1982. Ecología alimentaria de algunas Passeriformes insectívoras frecuentes en los alrededores de S.C. de Bariloche. *Ecología Argentina* 7: 67-84.
- Hahn, B.A. Y Silverman, E.D. 2006. Social cues facilitate habitat selection: American redstarts establish breeding territories in response to song. *Biology Letters* 2: 337-340.
- Hahn, B.A. Y Silverman, E.D. 2007. Managing breeding forest songbirds with conspecific song playbacks. *Animal Conservation* 10: 436-441.

- Harrison, M.L., Green, D.J. Y Krannitz, P.G. 2009. Conspecifics influence the settlement decision of male Brewer's Sparrows at the northern edge of their range. *Condor* 111: 722-729.
- Hill, D.A. Y Greenaway, F. 2005. Effectiveness of an acoustic lure for surveying bats in British woodlands. *Mammal Review* 35: 116-122.
- Ippi, S. 2009. Conducta Antidepredatoria y Territorial en el Rayadito (*Aphrastura spinicauda*): Comparaciones Interpoblacionales en Conducta Vocal y de Defensa. Tesis Doctoral. Universidad de Chile, Santiago, 152 pp.
- Ippi, S. Y Trejo, A. 2003. Dinámica y estructura de bandadas mixtas de aves en un bosque de Lenga (*Nothofagus pumilio*) del noroeste de la Patagonia Argentina. *Ornitología Neotropical* 14: 353-362.
- Jeffries, D.S. Y Brunton, D.H. 2001. Attracting endangered species to 'safe' habitats: responses of fairy terns to decoys. *Animal Conservation* 4: 301-305.
- Kim, S.Y., Torres, R. Y Drummond, H. 2009. Simultaneous positive and negative density-dependent dispersal in a colonial bird species. *Ecology* 90: 230-239.
- Kress, S.W. 1997. Using animal behavior for conservation: case studies in seabird restoration from the Maine coast, USA. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology* 29: 1-26.

- Martinez-Abraín, A., Viedma, C., Ramon, N. Y Oro, D. 2001. A note on the potential role of philopatry and conspecific attraction as conservation tools in Audouin's Gull *Larus audouinii*. *Bird Conservation International* 11: 143-147.
- Matyjasiak, P. 2005. Birds associate species-specific acoustic and visual cues: recognition of heterospecific rivals by male blackcaps. *Behavioral Ecology* 16: 467-471.
- McGuire, B., Oli, M.K. Y Getz, L.L. 2009. Effects of conspecific and heterospecific residents on patterns of immigration in two species of voles. *Acta Theriologica* 54: 321-332.
- Mihoub, J.B., Le Gouar, P. Y Sarrazin, F. 2009. Breeding habitat selection behaviors in heterogeneous environments: implications for modeling reintroduction. *Oikos* 118: 663-674.
- Mills, A.M., Rising, J.D. Y Jackson, D.A. 2006. Conspecific attraction during establishment of Least Flycatcher clusters. *Journal of Field Ornithology* 77: 34-38.
- Moreno, J., Merino, S., Lobato, E., Rodríguez-Girones, M.A. Y Vásquez, R.A. 2007. Sexual dimorphism and parental roles in the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae). *Condor* 109:312-320

- Moreno, J., Merino, S., Vasquez, R.A. Y Armesto, J.J. 2005. Breeding biology of the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae) in south-temperate rainforests of Chile. *Condor* 107:69-77
- Mukhin, A., Chernetsov, N. Y Kishkinev, D. 2008. Acoustic information as a distant cue for habitat recognition by nocturnally migrating passerines during landfall. *Behavioral Ecology* 19: 716-723.
- Muller, K.L. 1998. The role of conspecifics in habitat settlement in a territorial grasshopper. *Animal Behaviour* 56: 479-485.
- Muller, K.L., Stamps, J.A., Krishnan, V.V. Y Willits, N.H. 1997. The effects of conspecific attraction and habitat quality on habitat selection in territorial birds (*Troglodytes aedon*). *American Naturalist* 150: 650-661.
- Nocera, J.J., Forbes, G.J. Y Giraldeau, L.A. 2006. Inadvertent social information in breeding site selection of natal dispersing birds. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 273: 349-355.
- Parejo, D., Danchin, E. Y Avilés, J.M. 2004. The heterospecific habitat copying hypothesis: can competitors indicate habitat quality? *Behavioral Ecology* 16: 96-105.
- Podolsky, R. Y Kress, S.W. 1992. Attraction of the endangered Dark-Rumped Petrel to recorded vocalizations in the Galapagos-Island. *Condor* 94: 448-453.

- Pulliam, L.J. Y Danielson, B.J. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* 137: S50-S66.
- San Martín, J. Y Donoso, C. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En Armesto JJ, Villagrán C, Arroyo MTK (eds) *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, pp 153-168
- Pupin, F., Sacchi, R., Gentili, A., Galeotti, P. Y Fasola, M. 2007. Discrimination of toad calls by smooth newts: support for the heterospecific attraction hypothesis. *Animal Behaviour* 74: 1683-1690.
- Santibáñez, F. Y Uribe, J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava, y novena. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Ministerio de Agricultura - Corporación de Fomento de la Producción.
- Seppanen, J.T., Forsman, J.T., Monkkonen, M. Y Thomson, R.L. 2007. Social information use is a process across time, space, and ecology, reaching heterospecifics. *Ecology* 88: 1622-1633.
- Serrano, D., Tella, J.L., Forero, M.G. Y Donazar, J.A. 2001. Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial lesser kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *Journal of Animal Ecology* 70: 568-578.
- Stamps, J.A. 1988. Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *American Naturalist* 131: 329-347.

- Suryan, R.M. Y Irons, D.B. 2001. Colony and population dynamics of Black-Legged Kittiwakes in a heterogeneous environment. *Auk* 118: 636-649.
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2006. Stand attributes and the abundance of secondary cavity-nesting birds in southern beech (*Nothofagus*) forests in South-Central Chile. *Ornitologia Neotropical* 17: 1-14.
- Vuilleumier, F. 1967. Mixed species flocks in patagonian forest, with remarks on interspecies flock formation. *Condor* 69: 400-4004.
- Ward, M.P. Y Schlossberg, S. 2004. Conspecific attraction and the conservation of territorial songbirds. *Conservation Biology* 18: 519-525.

CAPITULO II

NIDIFICACIÓN DEL RAYADITO (*Aphrastura spinicauda*; FURNARIIDAE) EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus radiata*

RESUMEN

El rayadito (*Aphrastura spinicauda*) es una pequeña ave insectívora que habita los bosques meridionales de Chile y Argentina. Se ha descrito que plantaciones de pino exótico representan hábitat para la especie durante la temporada de forrajeo, pero en época reproductiva están restringidos a pequeños remanentes de bosque nativo donde acceden a la escasa disponibilidad de cavidades secundarias. En una plantación de *Pinus radiata* de la Región del Maule, Chile Central (35°29'S, 72°21'O), instalamos cajas nido y monitoreamos su nidificación y biología reproductiva. Se registraron 34 parejas de las cuales el 75% inició la puesta de huevos. Los nidos comenzaron a establecerse el 3 de septiembre, demorándose $12,8 \pm 4,9$ días ($n = 23$) en su elaboración, incorporando principalmente acículas de pino, adicionada con musgos, epifitas, hierbas, pelos y telas de araña. La puesta fue de 2 a 4 huevos, con una moda de 3 huevos por nido, que incubaron por $15,8 \pm 1,2$, $n = 20$ días. El tamaño de la nidada afectó negativamente el peso de los polluelos. A los 13 días de la eclosión son más pequeños que los adultos, pero significativamente más pesados que ellos. Los adultos exhiben un mayor peso corporal y construyen nidos de mayor tamaño que lo registrado anteriormente para la especie en la Isla de Chiloé (41°52'S, 73°39'O), donde la temporada reproductiva comienza más tardíamente, con mayor cantidad de crías por nido, incubadas por menor tiempo. Al disponer cavidades artificiales, los rayaditos establecieron un territorio y nidificaron en el bosque de pino. El uso de acículas de pino en la construcción del nido, representa una adaptación conductual del rayadito, que se traduce en un aumento paulatino de la cantidad de especies de bosque que pueden utilizar estos nuevos ambientes artificiales durante el forrajeo y la reproducción. La instalación de cajas nidos, sumado a herramientas de manejo, como el mantenimiento de árboles viejos y el desarrollo del sotobosque, pueden ser importantes en mitigar los efectos negativos que las plantaciones de pino tienen sobre la biodiversidad y el hábitat de aves de bosque.

Palabras claves: Biología reproductiva, cavidades secundarias, biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

A pesar que la familia Furnariidae está compuesta por una gran diversidad de especies exclusivas de la región neotropical, antecedentes sobre la nidificación y biología reproductiva son escasos (Remsen 2003; Moreno et al. 2005; Faria *et al.* 2008). Hay relativamente pocos estudios sobre la filogenia, conducta y ecología de estas aves (Sheldon and Winkler 1999; Moreno et al. 2007; Rubio and de Pinho 2008), lo que se suma a la generalizada falta de información sobre la historia natural de gran parte de las taxas en América del sur (Martin 1996; Mezquida 2001).

Investigación concerniente a la biología reproductiva de rayaditos ya ha sido documentada por Moreno y colaboradores (2005, 2007). No obstante, sus resultados estuvieron orientados a la población que habita en la Isla de Chiloé, en la que basándose en la coloración de las plumas se ha reconocido previamente como una subespecie distinta a la del continente, *Aphrastura spinicauda fulva* (Johnson & Goodall 1967; Jaramillo 2003). Aunque lo anterior no es apoyado por las observaciones de Moreno y Colaboradores (2005), ambos estudios se desarrollan en condiciones climáticas que varían ampliamente con la latitud (Hajek and Di Castri 1975). En Chiloé (~ 41°S), el hábitat está representado por un bosque templado lluvioso, caracterizado por veranos húmedos e inviernos fríos con alta precipitación. En cambio, en Constitución (~ 35°S), zona centro sur de Chile, donde se desarrolla este estudio, el clima es mediterráneo, caracterizado por una estación estival seca y calurosa e inviernos fríos y húmedos. La influencia de la perturbación antrópica y la estructura del paisaje a la que se enfrentan las dos poblaciones son muy distintas. La primera se encuentra sometida a una matriz agrícola que aísla los parches en un océano estéril, tal como predice la teoría de biogeografía de islas (Willson *et al.* 1994), mientras que la variedad continental estudiada, se enfrenta a una matriz blanda, definida por una plantación de *Pinus radiata*, que representa hábitat para la especie y comunica los fragmentos de bosque nativo (Estades 1999; Estades and Temple 1999; Estades 2001a; Estades 2001c; Estades 2006). No hay información detallada sobre la biología reproductiva de los rayaditos utilizando estos ambientes artificiales.

El rayadito es una pequeña ave insectívora que habita en Chile desde la Zona Central a Tierra del Fuego (Grigera 1982), no exhibe dimorfismo sexual y presenta alto cuidado parental de huevos y polluelos (Moreno *et al.* 2007). Es territorial durante época reproductiva, pero forma bandadas con especies mixtas el resto del año (Vuilleumier 1967; Ippi and Trejo 2003). Si bien se ha descrito que su población es sensible a la fragmentación del hábitat y a las características propias del parche vegetacional (Vergara and Simonetti 2004; Vergara and Marquet 2007), ellos igualmente frecuentan la matriz de pino durante el forrajeo, aunque en la época reproductiva, se concentran en pequeños y aislados remanentes de bosque nativo, donde acceden a la escasa disponibilidad de cavidades secundarias, recurso limitante en la nidificación (Estades 1999; Estades and Temple 1999; Tomasevic and Estades 2004; Cornelius 2006; Tomasevic and Estades 2006; Cornelius *et al.* 2008).

En este estudio se dispuso artificialmente de cavidades secundarias con el objetivo de monitorear el uso de la plantación de *P. radiata* por el rayadito y describir su biología reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Región del Maule, Provincia de Constitución, Chile central (Fig. 1). Originalmente la zona estuvo cubierta por un bosque decíduo de *Nothofagus glauca*, que comenzó a explotarse a comienzos del siglo XIX para proveer madera en la construcción de barcos navales (San Martín and Donoso 1996). Actualmente, presenta una de las más extensas plantaciones de *P. radiata* en el país, cubriendo el 76% del paisaje de la región. El bosque nativo persiste en pequeños fragmentos aislados en la matriz de pino exótico. El clima es templado cálido con influencia oceánica, con una media de temperatura mínima de 5,9 °C durante el invierno (julio) y una media de temperatura máxima de 22,7 °C durante el verano (enero). La precipitación promedio anual es de 881 mm (Gajardo 1993; Santibáñez and Uribe 1993; Estados 1999).

Se trabajó en plantaciones de 18 años de edad y con vegetación homogénea (véase capítulo 1), aledaña al bosque nativo. Estableciendo 60 puntos de muestreo, distanciados con un mínimo de 200 m entre sí, donde se dispusieron 180 cajas nido, a razón de tres cajas por punto, montadas en troncos de árboles (>30 DAP) y a una distancia del suelo entre 2,5 y 4 m. Las cajas nidos fueron construidas de madera, con 25 cm de alto, 16 cm de ancho y un agujero de entrada de 30 mm.

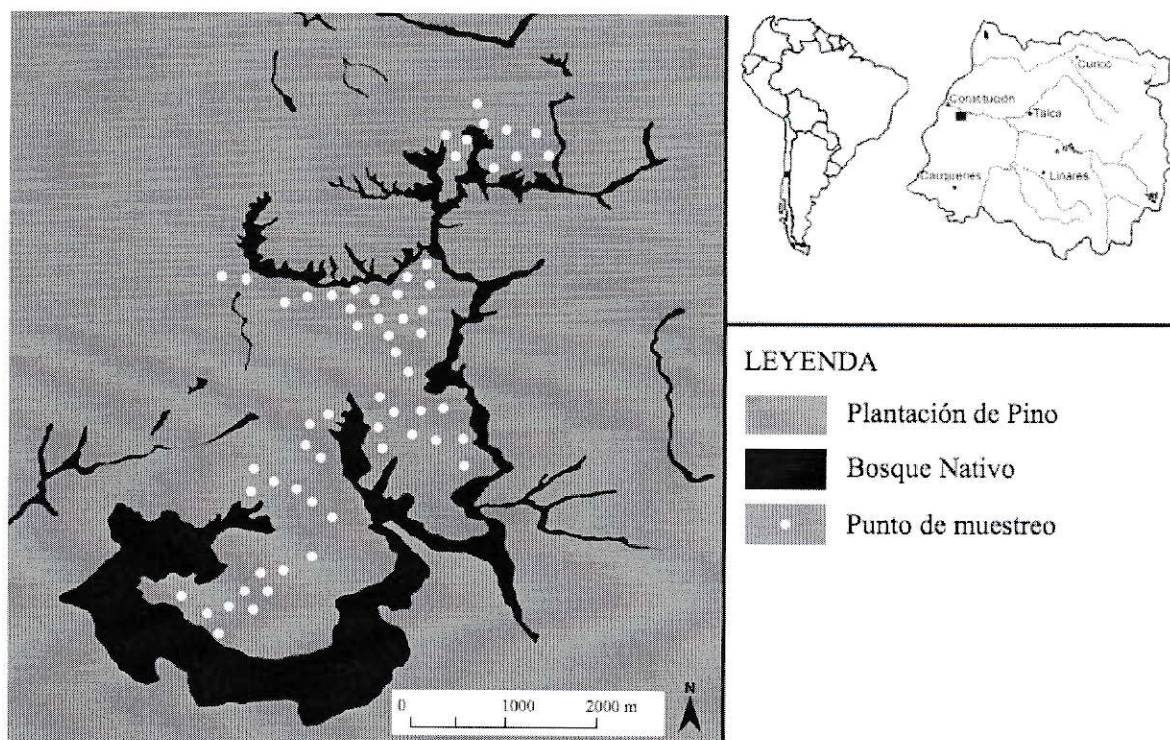


Fig. 1. Área de estudio en la Región del Maule, Chile Central. Los remanentes de bosque nativo de *Nothofagus* (negro) se encuentran inmersos en una plantación de *Pinus radiata* (gris). El estudio consistió en la disposición de cajas nido y el monitoreo de la nidificación y biología reproductiva del Rayadito (*Aphrastura spinicauda*).

Monitoreo del nido

Las cajas nidos se visitaron semanalmente desde la última semana de agosto, registrando cualquier signo de actividad de nidificación, como intrusión de ramas y/o plumas. Cuando los rayaditos ocuparon una caja nido, la frecuencia del monitoreo se intensificó para detectar la fecha de puesta (primer huevo) y la fecha de eclosión (primera visita con pollos en el nido). Los huevos se pesaron durante la fecha de puesta del nido,

determinando el largo y ancho con un pie de metro digital de 0,1 mm de error. El volumen de los huevos se obtuvo con la fórmula de Hoyt (1979): volumen = $0,51(\text{largo} \times \text{ancho}^2)$. Algunos nidos fueron removidos después que los polluelos abandonaron el nido para determinar su material de composición y peso.

Los adultos fueron capturados con trampas en la caja nido cuando los polluelos tenían 13 días de la fecha de eclosión. Se anillaron con una combinación de tres bandas coloreadas bajo la autorización del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile. Se midió el tamaño del tarso y del pico mediante un pie de metro digital (0,1 mm de error) y la longitud del ala y las rectrices centrales con una regla calibrada al milímetro. Los adultos no pueden ser sexados usando rasgos morfológicos, ya que no presentan dimorfismo sexual, ni diferente tamaño de la protuberancia cloacal (véase Moreno et al. 2007). El peso se midió con una PESOLA (Baar, Suiza) balanceada a los 0,1g. El día de captura de los adultos, también se procedió a determinar el peso de los polluelos, el tamaño del tarso, la longitud del pico y el tamaño del ala, usando la misma técnica que para los adultos (véase Moreno *et al.* 2005, para un método similar).

Análisis de los datos

Los datos son presentados como media \pm desviación estándar. Las pruebas se consideraron significativas cuando $P \leq 0,05$. Las medidas morfológicas entre adultos y juveniles se trabajaron con un test de t corregido por Bonferroni. Todos los análisis se realizaron con el software R (R Development Core Team 2008, Austria).

RESULTADOS

Se registraron 34 parejas reproductivas, de las cuales el 74% inició la puesta de huevos. El tiempo requerido para la construcción del nido se estableció desde el primer registro de material en la caja nido, hasta la fecha de puesta del primer huevo. Se estimó un tiempo de construcción de $12,8 \pm 4,9$ días ($n = 23$). Algunas parejas continuaron construyendo el nido durante la puesta y el comienzo de la incubación.

La estructura exterior del nido se construyó básicamente con acículas de pino y algunas ramas pequeñas de árboles y arbustos. Al centro instalaron una superficie acolchada con plumas, musgos, epifitas, hierbas, pelos y telas de araña (Fig. 2). El peso seco del nido fue de $41,6 \pm 14$ g (rango: 12,2 - 69,8 g, $n = 15$). El peso del nido no tuvo relación con la fecha de puesta ($F_{1,13} = 0,32$, $P = 0,58$), ni con el tamaño de la nidada ($F_{1,13} = 1,04$, $P = 0,33$).

Los nidos se comenzaron a construir entre el 3 de septiembre y el 23 de noviembre, con un media el 4 de octubre ($n = 28$). La primera puesta comenzó entre el 17 de septiembre y el 18 de noviembre, con una media durante el 15 de octubre ($n = 24$). La eclosión de la primera nidada ocurrió entre el 12 de octubre y el 8 de diciembre, con una media durante el 4 de noviembre ($n = 22$). El tamaño de la nidada fue de 2 a 4 huevos ($3,3 \pm 0,7$, $n = 22$), con un tamaño modal de tres huevos. Se registraron de 1 a 4 polluelos en la eclosión ($2,9 \pm 0,8$, $n = 19$) y un tamaño modal de tres polluelos por nido.

La puesta fue durante días alternados, con huevos de $18,5 \pm 0,7$ mm de longitud y $14,5 \pm 0,4$ mm de ancho ($n = 51$). El volumen promedio de los huevos fue de 2007 ± 135 mm³

($n = 51$) y se registró un peso promedio de $2,02 \pm 0,2$ g ($n = 59$). No existió una asociación entre el volumen medio de los huevos y el tamaño de la nidada ($F_{1,14} = 0,62$, $P = 0,44$) o el volumen medio de los huevos y la fecha de puesta ($F_{1,14} = 0,06$, $P = 0,83$). El periodo de incubación, se asumió como el tiempo entre la puesta del último huevo y la eclosión. La incubación demoró entre 14 y 18 días ($15,8 \pm 1,2$, $n = 20$), con una moda de 16 días. No se verificó una asociación significativa entre la fecha de puesta y el lapso de incubación ($F_{1,14} = 0,22$, $P = 0,64$).

Aunque en los adultos el peso corporal es un 11% menor que los polluelos de 13 días de eclosión, estos últimos son significativamente más pequeños (Tabla 1). En los polluelos, el tamaño del tarso es un 6% menor, el tamaño del pico un 45% menor, la longitud del ala un 48% menor, la rectriz central 75% menor y el tamaño corporal un 49% menor. El tamaño de la nidada afectó negativamente el peso de los polluelos ($F_{1,6} = 7,27$, $P = 0,03$) y se observó una tendencia positiva entre el peso de los adultos y el peso medio de los huevos ($F_{1,8} = 4,39$, $P = 0,06$). No se distinguió una asociación significativa entre la fecha de puesta y el peso de los adultos ($F_{1,8} = 0,1$, $P = 0,76$), ni entre la fecha de puesta y el peso de los polluelos ($F_{1,6} = 0,01$, $P = 0,91$).

Entre los 25 nidos que iniciaron la puesta de huevos, 11 fueron depredados (44%) y, de los 14 restantes, cinco fueron depredados en estado de polluelos (36%). Se obtuvo una tasa total de fracasos reproductivos del 59%. De los nidos depredados, seis comenzaron una segunda puesta, tres de ellos fueron nuevamente depredados en estado de huevos y dos en estado de polluelos. De los nidos exitosos, 3 comenzaron una segunda puesta. Aproximadamente a los 21 días los polluelos abandonaron el nido. Para todos los nidos

que produjeron polluelos ($n = 19$), el éxito de la puesta fue de 89 ± 16 % de huevos eclosionados, y el éxito reproductivo fue de 72 ± 44 % de polluelos que abandonaron el nido.

Comparando lo observado en este estudio, con lo obtenido en la población de rayaditos de la Isla de Chiloé por Moreno y colaboradores (2005) (Tabla 2), basados en un intervalo de confianza del 95%, los resultados son similares en relación a la morfología de huevos y al éxito reproductivo. Sin embargo, en la plantación de pinos de Constitución, la tasa total de nidos depredados o abandonados es mayor, los adultos presentan mayor masa corporal y fabricaron nidos con mayor peso seco, que se demoraron más tiempo en construir. La temporada reproductiva comenzó 18 días antes, tuvieron menos huevos y crías por nido, que incubaron por mayor tiempo que lo documentados para Chiloé.

TABLA 1. Rasgos morfológicos de polluelos y adultos de rayadito (*Aphrastura spinicauda*) en una plantación de *Pinus radiata*, Chile central. Los datos son presentados como valores medios \pm SD (n). El asterisco denota diferencias significativas después de la corrección de Bonferroni.

Rasgo morfológico	Polluelo 13 días	Adulto	t	P
Tamaño del tarso (mm)	20.8 \pm 0.9 (43)	22.1 \pm 0.7 (27)	6.4	<0.001*
Tamaño del pico (mm)	4.3 \pm 0.5 (43)	7.8 \pm 0.4 (27)	29.3	<0.001*
Tamaño del ala (mm)	30 \pm 5.1 (43)	58 \pm 3 (27)	29.7	<0.001*
Tamaño de la rectriz central (mm)	21 \pm 24 (43)	82 \pm 6 (27)	15.4	<0.001*
Tamaño corporal (mm)	69 \pm 7 (43)	135 \pm 8 (27)	34.6	<0.001*
Peso (g)	13.1 \pm 1.5 (43)	11.6 \pm 0.8 (27)	-5.4	<0.001*

TABLA 2. Biología reproductiva del Rayadito (*Aphrastura spinicauda*) en bosque de *Nothofagus* de la Isla de Chiloé (*A. spinicauda fulva*) y en plantaciones de *Pinus radiata* de Constitución (*A. spinicauda spinicauda*), Chile. Los datos son presentados como valores medios \pm intervalo de confianza al 95% (n).

	<i>A. spinicauda fulva</i> ¹	<i>A. spinicauda spinicauda</i>
Tiempo construcción del nido (días)	6,1 \pm 2,4 (15)	12,8 \pm 2 (23)
Peso seco del nido (g)	33,7 \pm 1,8 (12)	41,6 \pm 7,1 (15)
Primera puesta (día juliano) [†]	303 278-333 (29)	288 260-322 (24)
Primera eclosión (día juliano) [†]	322 299-350 (23)	308 285-342 (22)
Tamaño de la nidada (n° huevos)	4,1 \pm 0,3 (30)	3,3 \pm 0,3 (22)
Número de polluelos en el nido	4,2 \pm 0,3 (22)	2,9 \pm 0,4 (19)
Volumen de huevos (cm ³)	2010 \pm 52 (57)	2007 \pm 34 (59)
Periodo de incubación (días)	12,8 \pm 0,9 (16)	15,8 \pm 0,5 (20)
Tamaño corporal adultos (g)	10,8 \pm 0,3 (41)	11,6 \pm 0,3 (27)
Tasa de nidos fracasados (%) ^{††}	32 (34)	59 (25)
Éxito de la puesta (%)	95,2 \pm 3,9 (26)	89 \pm 7,2 (19)
Éxito reproductivo (%)	76,7 \pm 11,9 (26)	72 \pm 19,8 (19)

¹ Fuente: Morento *et al* (2005).

[†] Datos presentados como valor medio y máximo-mínimo (n).

^{††} Nidos que fueron depredados o abandonados respecto al total de intentos reproductivos. Datos presentados como valor absoluto (n).



Fig. 2. Nido de Rayadito (*Aphrastura spinicauda*; Furnariidae) en una plantación de *Pinus radiata* de la Región del Maule, Chile Central.

DISCUSION

Los rayaditos utilizaron la plantación de *P. radiata* en época reproductiva y establecieron sus territorios de nidificación en estas plantaciones. Trabajos anteriores ya habían documentado un incremento en la abundancia de aves y un aumento en la frecuencia de uso de plantaciones de pino, al instalar cavidades artificiales en época reproductiva (e.g. Muñoz-Pedreros *et al.* 1996; Estades 1999; Bull 2003; Maicas and Haeger 2004). Con un buen manejo para la fauna, las plantaciones de pino han evidenciado su capacidad para proveer recursos a la comunidad de aves de bosque (Estades 2001c; Lindenmayer *et al.* 2003; Bostrom and Ritchison 2006; Simonetti 2006), argumentándose que representan una relativa mayor calidad de hábitat que una matriz con características agrícolas (Muñoz-Pedreros *et al.* 1996; Estades 2001c; Lindenmayer *et al.* 2002; Bostrom and Ritchison 2006; Tomasevic and Estades 2008). En el rayadito se ha registrado incluso un mayor éxito reproductivo en la plantación de pino que en el bosque nativo, relacionado presumiblemente a la menor presencia de depredadores, a la atenuación de diferencias microclimáticas producto de la continuidad de la cobertura arbórea y a la prácticamente nula incidencia de aves parasitarias de nidos, como mirlos (*Molothrus bonariensis*) (Estades 2001b; Estades 2001a; Escobar *et al.* 2004; Estades 2006).

Algunos de los resultados de este estudio, difieren a lo obtenido por Moreno y colaboradores (2005) en la Isla de Chiloé. Sin embargo, las observaciones son coherentes con la hipótesis planteada por Lack (1968), la cual predice que a mayores

latitudes aumenta el tamaño de la nidada, presumiblemente por la mayor duración del día, que provee a los padres un mayor tiempo para la alimentación de los polluelos, y también por una temporada reproductiva más tardía y corta, que reduce la posibilidad de una segunda postura (Dunn and MacInnes 1987; Shamel and Tracy 1987; Young 1994; Piersma 1996). Las observaciones de Moreno y colaboradores (2005) no sustentan la hipótesis que la población de Chiloé sea una subespecie distinta a la del continente en base a la coloración del plumaje (véase Johnson and Goodall 1967; Jaramillo 2003) y Vásquez (datos no publicados) no evidencia diferencias genéticas significativas entre ambas poblaciones. Sin embargo, sería interesante dilucidar más precisamente si las variaciones fenotípicas entre ambas poblaciones, como el mayor tamaño corporal registrado en nuestra investigación, es influenciado por un menor flujo génico y/o un efecto fundador experimentado por las poblaciones de islas (ver Slatkin 1993).

El uso de acículas de pino en la construcción del nido representa una adaptación conductual del rayadito a estos nuevos ambientes artificiales. Esto se suma a registros previos, que han documentado el consumo de semillas de pino por parte de estas aves insectívoras, que se traduce en un aumento paulatino de la cantidad de especies de bosque que pueden utilizar las plantaciones de pino durante el forrajeo y la reproducción (Estades 2006).

La instalación de cajas nidos, sumado a herramientas de manejo como el mantenimiento de árboles viejos (Tomasevic and Estades 2006) y el desarrollo del sotobosque (Tomasevic and Estades 2008), pueden ser claves en mitigar los efectos negativos que las plantaciones de pino generan sobre la biodiversidad y el hábitat de aves de bosque

(Muñoz-Pedreros *et al.* 1996; White and Seginak 2000; Twedt and Henne-Kerr 2001; Bull 2003; Maicas and Haeger 2004; Woodley *et al.* 2006; Cockle *et al.* 2008; Smallwood and Collopy 2009).

LITERATURA CITADA

- Bostrom, M.R. Y Ritchison, G. 2006. Possible relationships between morphology, territory quality, and skin color of American Kestrels. *Journal of Field Ornithology* 77: 392-398.
- Bull, E.L. 2003. Use of nest boxes by Vaux's Swifts. *Journal of Field Ornithology* 74: 394-400.
- Dunn, E.H. Y MacInnes, C. 1987. Geographical variation in clutch size and body size of Canada Geese. *Journal of Field Ornithology* 58: 355-371.
- Cockle, K., Martin, K., Wiebe, K. 2008. Availability of cavities for nesting birds in the Atlantic Forest, Argentina *Ornitología Neotropical* 19:269-278
- Cornelius, C. 2006. Genetic and demographic consequences of human-driven landscape changes on bird population: the case of *Aphrastura spinicauda* (Furnariidae) in the Temperate Rainforest of South America. Doctoral Thesis. University of Missouri-St. Louis, EEUU. 134 pp

- Cornelius, C., Cockle, K., Politi, N., Berkunsky, I., Sandoval, L., Ojeda, V., Rivera, L., Hunter, M. Y Martin, K. 2008. Cavity-nesting birds in Neotropical Forests: cavities as a potentially limiting resource. *Ornitologia Neotropical* 19:253-268
- Escobar, M.A.H., Páez, M., Vukasovic, M.A., Estades, C.F. Y Aguirre-Castro, J. 2004. Nidificación del Migrador austral *Elaenia albiceps* en remanentes de bosque maulino y plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central. *Boletín Chileno de Ornitología* 10: 34-36.
- Estades, C.F. 1999. Nidificación de aves en un rodal maduro de *Pinus radiata*. *Boletín Chileno de Ornitología* 6: 35-38.
- Estades, C.F. 2001a. Consumo de semillas de Pino (*Pinus radiata*) por rayaditos (*Aphrastura spinicauda*). *Boletín Chileno de Ornitología* 8:30-31
- Estades, C.F. 2001b. Forest bird in landscape mosaic: theory and empirical evidence. PhD Dissertation. University of Wisconsin, Madison, USA.
- Estades, C.F. 2001c. The effect of breeding-habitat patch size on bird population density. *Landscape Ecology* 16: 161-173.
- Estades, C.F. 2006. Comunidades de aves en un mosaico de bosques naturales y artificiales. En Grez, A.A., Simonetti, J.A. Y Bustamante, R.O., eds. *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 69-81.

- Estades, C.F. Y Temple, S.A. 1999. Deciduous-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecological applications* 9:573-585
- Faria, L.C.R., Carrara, L.A. Y Rodrigues, M. 2008. Breeding biology of the Henna-capped Foliage-gleaner *Hylocryptus rectirostris* (Aves : Furnariidae). *Revista Brasileira De Zoologia* 25: 172-181.
- Gajardo, R. 1993. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Grigera, D.E. 1982. Ecología alimentaria de algunas Passeriformes insectívoras frecuentes en los alrededores de S.C. de Bariloche. *Ecología Argentina* 7: 67-84.
- Hajek, E. Y Di Castri, F. 1975. Bioclimatología de Chile. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Hoyt, D.F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73-77.
- Ippi, S. Y Trejo, A. 2003. Dinámica y estructura de bandadas mixtas de aves en un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*) del noroeste de la Patagonia Argentina. *Ornitología Neotropical* 14: 353-362.
- Jaramillo, A. 2003. Birds of Chile: Princeton University Press.

- Johnson, A.W. Y Goodall, J.D. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Buenos Aires, Argentina: Platt Establecimientos Gráficos.
- Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. London: Methuen.
- Lindenmayer, D.B., Cunningham, R.B., Donnelly, C.F., Nix, H. Y Lindenmayer, B.D. 2002. Effects of forest fragmentation on bird assemblages in a novel landscape context. *Ecological Monographs* 72:1-18
- Lindenmayer, D.B., McIntyre, S. Y Fischer, J. 2003. Birds in eucalypt and pine forests: landscape alteration and its implications for research models of faunal habitat use. *Biological Conservation* 110: 45-53.
- Maicas, R. Y Haeger, J.F. 2004. Pine plantations as a breeding habitat for a hole-nesting bird species crested tit (*Parus cristatus*) in southern Spain. *Forest Ecology and Management* 195:267-278
- Martin, T.E. 1996. Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? *Journal of Avian Biology* 27: 263-272.
- Mezquida, E.T. 2001. La reproducción de algunas especies de Dendrocolaptidae y Furnariidae en el desierto del Monte Central, Argentina. *Hornero* 16: 23-30.

- Moreno, J., Merino, S., Lobato, E., Rodríguez-Girones, M.A. Y Vasquez, R.A. 2007. Sexual dimorphism and parental roles in the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae). *Condor* 109: 312-320.
- Moreno, J., Merino, S., Vasquez, R.A. Y Armesto, J.J. 2005. Breeding biology of the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae) in south-temperate rainforests of Chile. *Condor* 107: 69-77.
- Muñoz-Pedrerros, A., Gantz, A. Y Saavedra, M. 1996. Nest boxes in *Pinus radiata* woodlands in southern Chile: A tool to mitigate negative environmental impacts? *Revista Chilena De Historia Natural* 69:393-400
- Piersma, T. 1996. Energetic constraints on the non-breeding distribution of Coastal Shorebirds. *International Wader Studies* 8: 122-135.
- Remsen, J.V. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). En del Hoyo, J., Elliott, A. Y Christie, D. eds. *Handbook of the birds of the world*. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
- Rubio, T.C. Y de Pinho, J.B. 2008. Biología reproductiva de *Synallaxis albilora* (Aves: Furnariidae) no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48: 181-197.
- San Martín, J. Y Donoso, C. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En Armesto, J.J., Villagrán, C. Y Arroyo, M.T.K. eds.

Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, pp 153-168

Santibáñez, F. Y Uribe, J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava, y novena. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Ministerio de Agricultura - Corporación de Fomento de la Producción.

Shamel, D. Y Tracy, D.M. 1987. Latitudinal trends in breeding Red Phalaropes. *Journal of Field Ornithology* 58: 126-134.

Sheldon, F.H. Y Winkler, D.W. 1999. Nest architecture and avian systematic *The Auk* 116: 875-877.

Simonetti, J.A. 2006. Conservación de la biodiversidad en ambientes fragmentados: el caso del bosque maulino. En Grez, A.A., Simonetti, J.A. Y Bustamante, R.O. eds. *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 213-229.

Slatkin, M. 1993. Isolation by distance in equilibrium and nonequilibrium population. *Evolution* 47: 264-279.

Smallwood, J.A. Y Collopy, M.W. 2009. Southeastern American Kestrels respond to an increase in the availability of nest cavities in North-Central Florida. *Journal of Raptor Research* 43:291-300

- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2004. Oferta de cavidades para aves de bosque en relación a parámetros dendrométricos en Hualo (*Nothofagus glauca*) y Coihue (*Nothofagus dombeyi*). Boletín Chileno de Ornitología 10:26-29
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2006. Stand attributes and the abundance of secondary cavity-nesting birds in southern beech (*Nothofagus*) forests in South-Central Chile. Ornitologia Neotropical 17: 1-14.
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2008. Effects of the structure of pine plantations on their "softness" as barriers for ground-dwelling forest birds in south-central Chile. Forest Ecology and Management 255: 810-816.
- Twedt, D.J. Y Henne-Kerr, J.L. 2001. Artificial cavities enhance breeding bird densities in managed cottonwood forests. Wildlife Society Bulletin 29:680-687
- Vergara, P.M. Y Marquet, P.A. 2007. On the seasonal effect of landscape structure on a bird species: the thorn-tailed rayadito in a relict forest in northern Chile. Landscape Ecology 22: 1059-1071.
- Vergara, P.M. Y Simonetti, J.A. 2004. Avian responses to fragmentation of the Maulino in central Chile. Oryx 38: 383-388.
- Vuilleumier, F. 1967. Mixed species flocks in patagonian forest, with remarks on interespecies flock formation. Condor 69: 400-4004.

- White, D.H. Y Seginak, J.T. 2000. Nest box use and productivity of Great Crested Flycatchers in Prescribed-Burned Longleaf Pine Forests *Journal of Field Ornithology* 71:147-152
- Willson, M.F., de Santo, T.L., Sabag, C. Y Armesto, J.J. 1994. Avian communities of fragmented South-temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology* 8: 508-520.
- Woodley, S.J., Johnson, G., Freedman, B. Y Kirk, D.A. 2006. Effects of timber harvesting and plantation development on cavity-nesting birds in New Brunswick. *Canadian Field-Naturalist* 120:298-306
- Young, B.E. 1994. Geographic and seasonal patterns of clutch-size variation in House Wrens. *Auk* 111: 545-555.

DISCUSIÓN GENERAL

Los rayaditos utilizaron la plantación de *P. radiata* en época reproductiva y establecieron sus territorios de nidificación en dichas plantaciones. El uso de acículas de pino en la construcción del nido, representa una adaptación conductual del rayadito a estos nuevos ambientes artificiales, que se traduce en un aumento paulatino de la cantidad de especies de bosque que pueden utilizar las plantaciones de pino durante el forrajeo y la reproducción (Estades 2006).

La presencia de individuos de la misma especie afectó negativamente la selección del hábitat de reproducción. Los rayaditos, aunque incrementaron la exploración y aumentaron la densidad durante el periodo de simulación de conespecíficos, no seleccionaron y evitaron estos sitios durante la nidificación. Las interacciones sociales agresivas durante la reproducción, supera los beneficios de la atracción conespecífica en el forrajeo previo a la nidificación, un macho cercano, podría representar una amenaza directa para el territorio, la paternidad o el éxito de la progenie (Fotheringham *et al.* 1997). Otros nidificadores de cavidades secundarias, como el comesebo grande y el chercán evitaron los sitios con simulación de rayaditos para nidificar. La presencia de los rayaditos durante la reproducción, representaría información social sobre los costos asociados a la competencia por recursos, disponible para conespecíficos y heteroespecíficos simpátricos.

El efecto positivo evidenciado en otros paserinos territoriales (e.g. Ward and Schlossberg 2004; Ahlering *et al.* 2006; Harrison *et al.* 2009), puede verse reforzado por

el carácter migratorio de las especies estudiadas, en las que el tiempo para explorar y determinar la calidad de los diferentes parches de hábitat es menor que el disponible para las especies residentes (Forsman *et al.* 2009), en donde seguir las señales de conespecíficos disminuye los costos asociados a la búsqueda de recursos para nidificación (Pulliam and Danielson 1991; Doligez *et al.* 1999; Ahlering *et al.* 2006; Mukhin *et al.* 2008).

La presencia simulada de conespecíficos tiene grandes potencialidades como herramienta de conservación y manejo del hábitat de fauna. Se ha utilizado exitosamente para atraer aves en peligro de extinción a zonas de protección (e.g. Podolsky and Kress 1992; Kress 1997; Jeffries and Brunton 2001; Ward and Schlossberg 2004; Ahlering and Faaborg 2006; Hahn and Silverman 2007; Harrison *et al.* 2009) y recientemente se ha demostrado como posibilidad para mitigar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat (Fletcher 2006; Fletcher 2009). No obstante, es altamente recomendable evidenciar la respuesta conductual de las aves conespecíficas y heteroespecíficas a éste tipo de técnicas, previo a la instauración de una medida de manejo. Este estudio representa la primera evidencia experimental de que la presencia (simulada) de conespecíficos puede afectar negativamente la selección del hábitat de aves territoriales no migratorias y nidificadoras de cavidades secundarias. La incorporación de señales sociales que afectan positiva o negativamente las decisiones de selección y uso de hábitat mejoraría el poder predictivo y las implicancias de manejo derivada de los modelos de selección del hábitat, usualmente basados en características vegetacionales y geográficas (Etterson 2003; Campomizzi *et al.* 2008; Mihoub *et al.* 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Ahlering, M.A. 2005. Settlement cues and resource use by Grasshopper Sparrows and Baird's Sparrows in the upper great plains. PhD Dissertation. University of Missouri-Columbia, USA.
- Ahlering, M.A. Y Faaborg, J. 2006. Avian habitat management meets conspecific attraction: if you build it, will they come? *Auk* 123: 301-312.
- Ahlering, M.A., Johnson, D.H. Y Faaborg, J. 2006. Conspecific attraction in a grassland bird, the Baird's Sparrow. *Journal of Field Ornithology* 77: 365-371.
- Alatalo, R.V., Lundberg, A. Y Bjorklund, M. 1982. Can the song of male birds attract other males - an experiment with the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Bird Behaviour* 4: 42-45.
- Baltz, A.P. Y Clark, A.B. 1999. Does conspecific attraction affect nest choice in budgerigars (*Melopsittacus undulatus* : Psittacidae : Aves)? *Ethology* 105: 583-594.
- Betts, M.G., Hadley, A.S., Rodenhouse, N. Y Nocera, J.J. 2008. Social information trumps vegetation structure in breeding-site selection by a migrant songbird. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 275: 2257-2263.

- Bostrom, M.R. Y Ritchison, G. 2006. Possible relationships between morphology, territory quality, and skin color of American Kestrels. *Journal of Field Ornithology* 77: 392-398.
- Buckland, S.T. 1987. On the Variable Circular Plot Method of Estimating Animal Density. *Biometrics* 43: 363-384.
- Bull, E.L. 2003. Use of nest boxes by Vaux's Swifts. *Journal of Field Ornithology* 74: 394-400.
- Campomizzi, A.J., Butcher, J.A., Farrell, S.L., Snelgrove, A.G., Collier, B.A., Gutzwiller, K.J., Morrison, M.L. Y Wilkins, R.N. 2008. Conspecific attraction is a missing component in wildlife habitat modeling. *Journal of Wildlife Management* 72: 331-336.
- Cockle, K., Martin, K., Wiebe, K. 2008. Availability of cavities for nesting birds in the Atlantic Forest, Argentina *Ornitología Neotropical* 19:269-278
- Cornelius, C. 2006. Genetic and demographic consequences of human-driven landscape changes on bird population: the case of *Aphrastura spinicauda* (Furnariidae) in the Temperate Rainforest of South America. Doctoral Thesis. University of Missouri-St. Louis, EEUU. 134 pp
- Cornelius, C., Cockle, K., Politi, N., Berkunsky, I., Sandoval, L., Ojeda, V., Rivera, L., Hunter, M. Y Martin, K. 2008. Cavity-nesting birds in Neotropical Forests: cavities as a potentially limiting resource. *Ornitología Neotropical* 19:253-268

- Danchin, E., Boulinier, T. Y Massot, M. 1998. Conspecific reproductive succes and breeding habitat selection: implication for the study of coloniality. *Ecology* 79: 2415-2428.
- Doligez, B., Berthouly, A., Doligez, D., Tanner, M., Saladin, V., Bonfils, D. Y Richner, H. 2008. Spatial scale of local breeding habitat quality and adjustment of breeding decisions. *Ecology* 89: 1436-1444.
- Doligez, B., Danchin, E. Y Clobert, J. 2002. Public information and breeding habitat selection in a wild bird population. *Science* 297: 1168-1170.
- Doligez, B., Danchin, E., Clobert, J. Y Gustafsson, L. 1999. The use of conspecific reproductive success for breeding habitat selection in a non-colonial, hole-nesting species, the collared flycatcher. *Journal of Animal Ecology* 68: 1193-1206.
- Doligez, B., Part, T. Y Danchin, E. 2004. Prospecting in the collared flycatcher: gathering public information for future breeding habitat selection? *Animal Behaviour* 67: 457-466.
- Donahue, M.J. 2006. Allee effects and conspecific cueing jointly lead to conspecific attraction. *Oecologia* 149: 33-43.
- Dunn, E.H. Y MacInnes, C. 1987. Geographical variation in clutch size and body size of Canada Geese. *Journal of Field Ornithology* 58: 355-371.

- Escobar, M.A.H., Páez, M., Vukasovic, M.A., Estades, C.F. Y Aguirre-Castro, J. 2004. Nidificación del Migrador austral *Elaenia albiceps* en remanentes de bosque maulino y plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central. Boletín Chileno de Ornitología 10: 34-36.
- Estades, C.F. 1999. Nidificación de aves en un rodal maduro de *Pinus radiata*. Boletín Chileno de Ornitología 6: 35-38.
- Estades, C.F. 2001a. Consumo de semillas de Pino (*Pinus radiata*) por rayaditos (*Aphrastura spinicauda*). Boletín Chileno de Ornitología 8:30-31
- Estades, C.F. 2001b. Forest bird in landscape mosaic: theory and empirical evidence. PhD Dissertation. University of Wisconsin, Madison, USA.
- Estades, C.F. 2001c. The effect of breeding-habitat patch size on bird population density. Landscape Ecology 16: 161-173.
- Estades, C.F. 2006. Comunidades de aves en un mosaico de bosques naturales y artificiales. En Grez, A.A., Simonetti, J.A. Y Bustamante, R.O., eds. Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 69-81.
- Estades, C.F. Y Temple, S.A. 1999. Deciduous- forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. Ecological applications 9: 573-585.

- Etterson, M.A. 2003. Conspecific attraction in loggerhead shrikes: implications for habitat conservation and reintroduction. *Biological Conservation* 114: 199-205.
- Faria, L.C.R., Carrara, L.A. Y Rodrigues, M. 2008. Breeding biology of the Henna-capped Foliage-gleaner *Hylocryptus rectirostris* (Aves : Furnariidae). *Revista Brasileira De Zoologia* 25: 172-181.
- Fletcher, R.J. 2006. Emergent properties of conspecific attraction in fragmented landscapes. *American Naturalist* 168: 207-219.
- Fletcher, R.J. 2007. Species interactions and population density mediate the use of social cues for habitat selection. *Journal of Animal Ecology* 76: 598-606.
- Fletcher, R.J. 2009. Does attraction to conspecifics explain the patch-size effect? An experimental test. *Oikos* 118: 1139-1147.
- Forsman, J.T., Hjernquist, M.B. Y Gustafsson, L. 2009. Experimental evidence for the use of density based interspecific social information in forest birds. *Ecography* 32: 539-545.
- Fotheringham, J.R., Martin, P.R. Y Ratcliffe, L. 1997. Song transmission and auditory perception of distance in wood warblers (Parulinae). *Animal Behaviour* 53: 1271-1285.

- Fretwell, S.D. Y Lucas, H.L. 1970. On territorial behavior and other factors influencing habitat distribution in bird. I. Theoretical development. *Acta Biotheoretica* 19:16-36
- Gajardo, R. 1993. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Greene, C.M. Y Stamps, J.A. 2001. Habitat selection at low population densities. *Ecology* 82: 2091-2100.
- Grigera, D.E. 1982. Ecología alimentaria de algunas Passeriformes insectívoras frecuentes en los alrededores de S.C. de Bariloche. *Ecología Argentina* 7: 67-84.
- Hahn, B.A. Y Silverman, E.D. 2006. Social cues facilitate habitat selection: American redstarts establish breeding territories in response to song. *Biology Letters* 2: 337-340.
- Hahn, B.A. Y Silverman, E.D. 2007. Managing breeding forest songbirds with conspecific song playbacks. *Animal Conservation* 10: 436-441.
- Hajek, E. Y Di Castri, F. 1975. Bioclimatología de Chile. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Harrison, M.L., Green, D.J. Y Krannitz, P.G. 2009. Conspecifics influence the settlement decision of male Brewer's Sparrows at the northern edge of their range. *Condor* 111: 722-729.

- Hill, D.A. Y Greenaway, F. 2005. Effectiveness of an acoustic lure for surveying bats in British woodlands. *Mammal Review* 35: 116-122.
- Hoyt, D.F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73-77.
- Ippi, S. 2009. Conducta Antidepredatoria y Territorial en el Rayadito (*Aphrastura spinicauda*): Comparaciones Interpoblacionales en Conducta Vocal y de Defensa. Tesis Doctoral. Universidad de Chile, Santiago, 152 pp.
- Ippi, S. Y Trejo, A. 2003. Dinámica y estructura de bandadas mixtas de aves en un bosque de Lengua (*Nothofagus pumilio*) del noroeste de la Patagonia Argentina. *Ornitología Neotropical* 14: 353-362.
- Jaramillo, A. 2003. Birds of Chile: Princeton University Press.
- Jeffries, D.S. Y Brunton, D.H. 2001. Attracting endangered species to 'safe' habitats: responses of fairy terns to decoys. *Animal Conservation* 4: 301-305.
- Johnson, A.W. Y Goodall, J.D. 1967. The birds of Chile and adjacent regions of Argentina, Bolivia and Peru. Buenos Aires, Argentina: Platt Establecimientos Gráficos.
- Kim, S.Y., Torres, R. Y Drummond, H. 2009. Simultaneous positive and negative density-dependent dispersal in a colonial bird species. *Ecology* 90: 230-239.

- Kress, S.W. 1997. Using animal behavior for conservation: case studies in seabird restoration from the Maine coast, USA. *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology* 29: 1-26.
- Lack, D. 1968. *Ecological adaptations for breeding in birds*. London: Methuen.
- Lindenmayer, D.B., Cunningham, R.B., Donnelly, C.F., Nix, H. Y Lindenmayer, B.D. 2002. Effects of forest fragmentation on bird assemblages in a novel landscape context. *Ecological Monographs* 72:1-18
- Lindenmayer, D.B., McIntyre, S. Y Fischer, J. 2003. Birds in eucalypt and pine forests: landscape alteration and its implications for research models of faunal habitat use. *Biological Conservation* 110: 45-53.
- Maicas, R. Y Haeger, J.F. 2004. Pine plantations as a breeding habitat for a hole-nesting bird species crested tit (*Parus cristatus*) in southern Spain. *Forest Ecology and Management* 195:267-278
- Martin, T.E. 1996. Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? *Journal of Avian Biology* 27: 263-272.
- Martinez-Abraín, A., Viedma, C., Ramon, N. Y Oro, D. 2001. A note on the potential role of philopatry and conspecific attraction as conservation tools in Audouin's Gull *Larus audouinii*. *Bird Conservation International* 11: 143-147.

- Matyjasiak, P. 2005. Birds associate species-specific acoustic and visual cues: recognition of heterospecific rivals by male blackcaps. *Behavioral Ecology* 16: 467-471.
- McGuire, B., Oli, M.K. Y Getz, L.L. 2009. Effects of conspecific and heterospecific residents on patterns of immigration in two species of voles. *Acta Theriologica* 54: 321-332.
- Mezquida, E.T. 2001. La reproducción de algunas especies de Dendrocolaptidae y Furnariidae en el desierto del Monte Central, Argentina. *Hornero* 16: 23-30.
- Mihoub, J.B., Le Gouar, P. Y Sarrazin, F. 2009. Breeding habitat selection behaviors in heterogeneous environments: implications for modeling reintroduction. *Oikos* 118: 663-674.
- Mills, A.M., Rising, J.D. Y Jackson, D.A. 2006. Conspecific attraction during establishment of Least Flycatcher clusters. *Journal of Field Ornithology* 77: 34-38.
- Moreno, J., Merino, S., Lobato, E., Rodriguez-Girones, M.A. Y Vasquez, R.A. 2007. Sexual dimorphism and parental roles in the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae). *Condor* 109:312-320
- Moreno, J., Merino, S., Vasquez, R.A. Y Armesto, J.J. 2005. Breeding biology of the Thorn-tailed Rayadito (Furnariidae) in south-temperate rainforests of Chile. *Condor* 107:69-77

- Mukhin, A., Chernetsov, N. Y Kishkinev, D. 2008. Acoustic information as a distant cue for habitat recognition by nocturnally migrating passerines during landfall. *Behavioral Ecology* 19: 716-723.
- Muller, K.L. 1998. The role of conspecifics in habitat settlement in a territorial grasshopper. *Animal Behaviour* 56: 479-485.
- Muller, K.L., Stamps, J.A., Krishnan, V.V. Y Willits, N.H. 1997. The effects of conspecific attraction and habitat quality on habitat selection in territorial birds (*Troglodytes aedon*). *American Naturalist* 150: 650-661.
- Muñoz-Pedrerros, A., Gantz, A. Y Saavedra, M. 1996. Nest boxes in *Pinus radiata* woodlands in southern Chile: A tool to mitigate negative environmental impacts? *Revista Chilena De Historia Natural* 69:393-400
- Nocera, J.J., Forbes, G.J. Y Giraldeau, L.A. 2006. Inadvertent social information in breeding site selection of natal dispersing birds. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 273: 349-355.
- Parejo, D., Danchin, E. Y Avilés, J.M. 2004. The heterospecific habitat copying hypothesis: can competitors indicate habitat quality? *Behavioral Ecology* 16: 96-105.
- Piersma, T. 1996. Energetic constraints on the non-breeding distribution of Coastal Shorebirds. *International Wader Studies* 8: 122-135.

- Podolsky, R. Y Kress, S.W. 1992. Attraction of the endangered Dark-Rumped Petrel to recorded vocalizations in the Galapagos-Island. *Condor* 94: 448-453.
- Pulliam, L.J. Y Danielson, B.J. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* 137: S50-S66.
- Pupin, F., Sacchi, R., Gentili, A., Galeotti, P. Y Fasola, M. 2007. Discrimination of toad calls by smooth newts: support for the heterospecific attraction hypothesis. *Animal Behaviour* 74: 1683-1690.
- Ramsay, S.M., Otter, K. Y Ratcliffe, L.M. 1999. Nest-site selection by female Black-capped Chickadees: Settlement based on conspecific attraction? *Auk* 116:604-617
- Remsen, J.V. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). En del Hoyo, J., Elliott, A. Y Christie, D. eds. *Handbook of the birds of the world*. Barcelona, Spain: Lynx Edicions.
- Rubio, T.C. Y de Pinho, J.B. 2008. Biología reproductiva de *Synallaxis albilora* (Aves: Furnariidae) no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48: 181-197.
- San Martín, J. Y Donoso, C. 1996. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. En Armesto JJ, Villagrán C, Arroyo MTK (eds) *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, pp 153-168

- Santibáñez, F. Y Uribe, J.M. 1993. Atlas agroclimático de Chile. Regiones sexta, séptima, octava, y novena. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Ministerio de Agricultura - Corporación de Fomento de la Producción.
- Seppanen, J.T., Forsman, J.T., Monkkonen, M. Y Thomson, R.L. 2007. Social information use is a process across time, space, and ecology, reaching heterospecifics. *Ecology* 88: 1622-1633.
- Serrano, D., Tella, J.L., Forero, M.G. Y Donazar, J.A. 2001. Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial lesser kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *Journal of Animal Ecology* 70: 568-578.
- Shamel, D. Y Tracy, D.M. 1987. Latitudinal trends in breeding Red Phalaropes. *Journal of Field Ornithology* 58: 126-134.
- Sheldon, F.H. Y Winkler, D.W. 1999. Nest architecture and avian systematic *The Auk* 116: 875-877.
- Simonetti, J.A. 2006. Conservación de la biodiversidad en ambientes fragmentados: el caso del bosque maulino. En Grez, A.A., Simonetti, J.A. Y Bustamante, R.O. eds. *Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, pp. 213-229.
- Slatkin, M. 1993. Isolation by distance in equilibrium and nonequilibrium population. *Evolution* 47: 264-279.

- Smallwood, J.A. Y Collopy, M.W. 2009. Southeastern American Kestrels respond to an increase in the availability of nest cavities in North-Central Florida. *Journal of Raptor Research* 43:291-300
- Stamps, J.A. 1988. Conspecific attraction and aggregation in territorial species. *American Naturalist* 131: 329-347.
- Suryan, R.M. Y Irons, D.B. 2001. Colony and population dynamics of Black-Legged Kittiwakes in a heterogeneous environment. *Auk* 118: 636-649.
- Sutherland, W.J. 1998. The importance of behavioural studies in conservation biology. *Animal Behaviour* 56:801-809
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2004. Oferta de cavidades para aves de bosque en relación a parámetros dendrométricos en Hualo (*Nothofagus glauca*) y Coihue (*Nothofagus dombeyi*). *Boletín Chileno de Ornitología* 10:26-29
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2006. Stand attributes and the abundance of secondary cavity-nesting birds in southern beech (*Nothofagus*) forests in South-Central Chile. *Ornitologia Neotropical* 17: 1-14.
- Tomasevic, J.A. Y Estades, C.F. 2008. Effects of the structure of pine plantations on their "softness" as barriers for ground-dwelling forest birds in south-central Chile. *Forest Ecology and Management* 255: 810-816.

- Twedt, D.J. Y Henne-Kerr, J.L. 2001. Artificial cavities enhance breeding bird densities in managed cottonwood forests. *Wildlife Society Bulletin* 29:680-687
- Vergara, P.M. Y Marquet, P.A. 2007. On the seasonal effect of landscape structure on a bird species: the thorn-tailed rayadito in a relict forest in northern Chile. *Landscape Ecology* 22: 1059-1071.
- Vergara, P.M. Y Simonetti, J.A. 2004. Avian responses to fragmentation of the Maulino in central Chile. *Oryx* 38: 383-388.
- Vuilleumier, F. 1967. Mixed species flocks in patagonian forest, with remarks on interspecies flock formation. *Condor* 69: 400-4004.
- Ward, M.P. Y Schlossberg, S. 2004. Conspecific attraction and the conservation of territorial songbirds. *Conservation Biology* 18: 519-525.
- White, D.H. Y Seginak, J.T. 2000. Nest box use and productivity of Great Crested Flycatchers in Prescribed-Burned Longleaf Pine Forests *Journal of Field Ornithology* 71:147-152
- Willson, M.F., de Santo, T.L., Sabag, C. Y Armesto, J.J. 1994. Avian communities of fragmented South-temperate rainforests in Chile. *Conservation Biology* 8: 508-520.

Woodley, S.J., Johnson, G., Freedman, B. Y Kirk, D.A. 2006. Effects of timber harvesting and plantation development on cavity-nesting birds in New Brunswick. *Canadian Field-Naturalist* 120:298-306

Young, B.E. 1994. Geographic and seasonal patterns of clutch-size variation in House Wrens. *Auk* 111: 545-555.

ANEXO 1

Selección del sitio de nidificación del Rayadito (*Aphrastura spinicauda*) en relación a la distancia entre nidos y la simulación de conespecíficos, en una plantación de *Pinus radiata*, Chile Central. Se utilizó un contraste binomial ($n=34$) y el paquete SPATSTAT de R (R Development Core Team 2008, Austria).

	Estimador	Error estándar	z	p	
Intercepto	3,29	2,78	1,18	0,23	
Distancia entre nidos	-0,01	0,01	-0,77	0,44	
Simulación conespecífica	-1,72	0,57	-2,98	0,002	**

** $p < 0,01$

ANEXO 2

Relación entre las características morfológicas de las parejas reproductivas y la selección de cavidades con y sin simulación de conespecíficos. Se utilizó un contraste binomial y 1000 iteraciones bootstrap.

	Coefficiente	Sesgo	Error estándar	Intervalo de confianza
Intercepto	257,5	$6,01 e^{14}$	$1,12 e^{16}$	$(-2,26 e^{16} \ 2,13 e^{16})$
Peso (g)	3,29	$5,29 e^{12}$	$1,68 e^{14}$	$(-3,32 e^{14} \ 3,23 e^{14})$
Tarso (mm)	-13,92	$-2,21 e^{13}$	$4,73 e^{14}$	$(-9,06 e^{14} \ 9,51 e^{14})$
Pico (mm)	-1,63	$-1,19 e^{13}$	$3,66 e^{14}$	$(-7,06 e^{14} \ 7,31 e^{14})$
Ala (cm)	5,52	$8,91 e^{12}$	$2,5 e^{14}$	$(-4,99 e^{14} \ 4,81 e^{14})$
Cola (cm)	6,44	$-2,74 e^{12}$	$2,86 e^{14}$	$(-5,57 e^{14} \ 5,63 e^{14})$
Tamaño corporal (cm)	-4,9	$-8,17 e^{12}$	$2,38 e^{14}$	$(-4,58 e^{14} \ 4,75 e^{14})$