

## EFFECTOS DEL FUEGO SOBRE LA AVIFAUNA DEL CERRO CAYUMANQUE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO, CHILE

### Effects of fire on the bird fauna present at Cayumanque Hill, Bío-Bío Region, Chile

ALESSANDRA PERFETTI-BOLAÑO<sup>1</sup>, DANIEL GONZÁLEZ-ACUÑA<sup>2</sup>,  
CARLOS BARRIENTOS<sup>1</sup> & LUCILA MORENO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Pecuarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

Correspondencia: L. Moreno, lumoreno@udec.cl

**RESUMEN.**- Los incendios forestales afectan generalmente de forma indirecta a las comunidades de aves, principalmente por las modificaciones en el hábitat que se producen. En enero del 2012 un gran incendio afectó parte del Cerro Cayumanque, considerado un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad en Chile. Con el objetivo de evaluar si el incendio produjo cambios en los ensambles de aves presentes en este, se comparó la avifauna pre (7 años antes) y post-incendio, nueve meses después de ocurrido el incendio Pichiqueime. Se realizó un muestreo mediante el método de conteo por puntos fijos en un gradiente altitudinal en zonas alteradas, medianamente alteradas y no alteradas por el incendio, comparando la avifauna presente en los mismos puntos pre y post-incendio. La riqueza específica aumentó posterior al incendio, para las tres zonas evaluadas, no obstante, esta diferencia no fue significativa ( $p > 0,05$ ). Las abundancias medias de aves en la zona alterada, pre y post incendio, aumentaron significativamente post-incendio ( $p = 0,003$ ), sin embargo, en las zonas sin alteración y medianamente alterada, la abundancia fue similar a la observada en las mismas zonas previo al incendio ( $p > 0,05$ ). La diversidad de especies fue menor previo al incendio para las tres zonas analizadas (Alterada  $H' = 0,91$ ; Medianamente alterada  $H' = 0,75$ ; Sin alteración  $H' = 0,73$ ) que post-incendio (Alterada  $H' = 1,12$ ; Medianamente alterada  $H' = 1,05$ ; Sin alteración  $H' = 0,84$ ), pero esta diferencia no fue significativa ( $p > 0,05$ ). El incendio que afectó al Cerro Cayumanque solo produjo un aumento significativo en la abundancia de aves en el área que presentó mayor daño post-incendio, esto debido a que el área afectada fue principalmente sectores de cultivo y plantaciones agrícolas, donde las aves granívoras y generalistas colonizaron rápidamente.

**PALABRAS CLAVE.**- Avifauna, Cayumanque, diversidad, post-incendio, riqueza.

**ABSTRACT.**- Wildfires usually affect indirectly bird communities, mainly through habitat change. In January 2012 a large fire destroyed a part of Cayumanque Hill, considered a priority site for the conservation of biodiversity in Chile. In order to assess whether the fire produced changes in bird assemblages at this area, we compared the avifauna previous and after the fire. Bird counts were performed using fixed points along an altitudinal gradient in disturbed, moderately disturbed and undisturbed areas by the fire, comparing the avifauna present at the same points pre and post-fire. The specific richness increased after the fire for the three areas evaluated, however this difference was not significant ( $p > 0.05$ ). Average abundances in altered zone, pre and post-fire, increased significantly post-fire ( $p = 0.003$ ). In undisturbed and moderately altered areas abundance was similar to that observed in the same areas before the fire ( $p > 0.05$ ). For all three study areas species diversity decreased before the fire (Altered  $H' = 0.91$ , Moderately altered  $H' = 0.75$ , No change  $H' = 0.73$ ) compared to species diversity post-fire

(Altered  $H' = 1.12$ , Moderately altered  $H' = 1.05$ , Unchanged  $H' = 0.84$ ), although differences were not significant ( $p > 0.05$ ). The fire at the Cayumanque Hill resulted in an increased post-fire bird abundance mostly attributed to the effect of farming and agricultural plantations, where granivorous birds and generalist birds quickly colonized the affected area. KEY WORDS.- Avifauna, Cayumanque, bird diversity, post-fire, species richness.

*Manuscrito recibido el 14 de marzo de 2013, aceptado el 22 de julio de 2013.*

## INTRODUCCIÓN

El fuego es el mayor agente de perturbación en muchos ecosistemas (Brotons *et al.* 2005), considerado por algunos autores como el principal agente causante de la pérdida del hábitat, debido a la gran cantidad de hectáreas de vegetación que se queman anualmente (Venegas *et al.* 2009). Sin embargo, para los ecosistemas donde naturalmente ocurren incendios forestales, el fuego desempeña un papel importante en la mantención de la estructura y composición del bosque (González *et al.* 2007). Todos los tipos de especies presentes en un bosque responden al fuego dependiendo de una serie de factores relacionados con los incendios, incluyendo la severidad del área quemada, el tamaño y la forma del incendio, la proximidad a los bosques no quemados, tipos de cobertura pre y post-incendio y el tiempo de duración del incendio (Kotliar *et al.* 2002).

Para el caso de las aves, la composición del ensamble después de un incendio puede estar determinada por el tipo de vegetación antes del incendio, el manejo post-incendio y el contexto del paisaje (Zozaya *et al.* 2010). No obstante, la respuesta de las aves a la modificación del hábitat depende de los atributos de cada especie, pudiendo algunas especies no ser afectadas o incluso ser beneficiadas (Lantschner & Rusch 2007). Por ejemplo, Grigera y Pavic (2007), en un estudio realizado en el parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina, encontraron que las especies que se alimentan en el suelo respondían positivamente a la perturbación producida por el incendio, observando una mayor diversidad de aves en los sitios quemados que en los no quemados. Venegas *et al.* 2009, en un estudio realizado un año después de ocurrido un incendio en la Reserva Malleco, evidencian un aumento en la abundancia de *Troglodytes aedon* en zonas más quemadas y una disminución en la abundancia de *Aphrastura spinicauda*, *Elaenia albiceps* y *Scelorchilus rubecula* en las zonas más afectadas por el incendio.

En Chile, la ocurrencia de incendios forestales

ha experimentado un incremento significativo en los últimos 25 años (Peña-Fernández & Valenzuela-Palma 2004), superando en la última década los 6.000 incendios (CONAF 2012). Este incremento pareciera aún no alcanzar su punto máximo porque no se observa una declinación en el número de incendios a pesar de los esfuerzos realizados por los programas de prevención desarrollados por las empresas privadas y la Corporación Nacional Forestal (Peña-Fernández & Valenzuela-Palma 2004). A nivel nacional, durante la temporada 2011 y 2012, la superficie afectada por incendios fue de 34.305 y 47.073 hectáreas de plantaciones forestales y vegetación natural, respectivamente (INE 2012). En Chile, los incendios forestales se inician alrededor de octubre o noviembre, cuando las condiciones climáticas favorecen la propagación del fuego, prolongándose hasta abril o mayo del año siguiente (Ministerio de Agricultura 2012).

Entre los días 30 de diciembre de 2011 y 11 de enero de 2012 se desarrolló el denominado incendio Pichiqueime, el cual se originó en el predio Panicalco (36°49'S; 72°34'O), propiedad de la empresa forestal CELCO, en la Región del Bío-Bío. Este siniestro destruyó una superficie de 26.640 hectáreas en las comunas de Florida, Quillón y Ránquil (Ministerio del Medio Ambiente 2012) y afectó, entre otros, al Cerro Cayumanque ubicado en la Cordillera de la Costa de la Provincia de Ñuble, a 764 msnm, al sur del curso inferior del río Itata (Ibarra-Vidal *et al.* 1998).

El Cerro Cayumanque se encuentra incluido como sitio de prioridad urgente en lo que respecta a sitios de conservación de diversidad biológica en Chile (Muñoz *et al.* 1996, CONAMA 2002), ya que presenta un bosque caducifolio, comprendiendo 232 especies de las cuales 66 son endémicas (Muñoz *et al.* 1996). La fauna se encuentra representada por 129 especies, de las cuales 20 son endémicas (CONAMA 2002). El Ministerio del Medio Ambiente (2012) indicó que el incendio que afectó al sector del Cerro Cayumanque consumió más de 1.000

hectáreas de bosque nativo constituidas por renovales, bosque adulto/renoval denso y matorral arborescente en la Región del Bío-Bío. Puesto que este incendio podría tener importantes consecuencias sobre la avifauna local, el objetivo del presente estudio fue determinar cambios temporales tanto en la abundancia como en la riqueza de especies de aves en las zonas que fueron afectadas por el incendio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Cerro Cayumanque se ubica en la zona centro-sur de Chile, específicamente en la provincia de Ñuble en la Región del Bío-Bío, comprendiendo un área de 1.474 ha. De éstas, el 97,5% resultó con algún grado de daño por el incendio (Ministerio del Medio Ambiente 2012). Esta área posee un clima templado cálido con estación seca de 4 a 5 meses, con una temperatura media anual de 14,9 °C, y precipitación anual entre 700 a 1.000 mm. Desde su base hasta media altura este sitio ha sido objeto desde hace muchos años de un descontrolado uso agrícola y forestal, por lo que allí se encuentran plantaciones de pinos, aserraderos abandonados, caminos y senderos usados para la extracción de madera y tránsito de ganado. Esta presión le confiere una alta vulnerabilidad al bosque nativo remanente de la parte más alta al encontrarse rodeado de propiedades privadas, con casas y construcciones industriales que cada día va en aumento. En la cumbre se encuentran instalaciones de gran envergadura que sirven para todo tipo de comunicaciones satelitales, cuyo acceso es por medio de un camino con tráfico diario de todo tipo de vehículos (Rodríguez *et al.* 2009).

### Monitoreo de aves

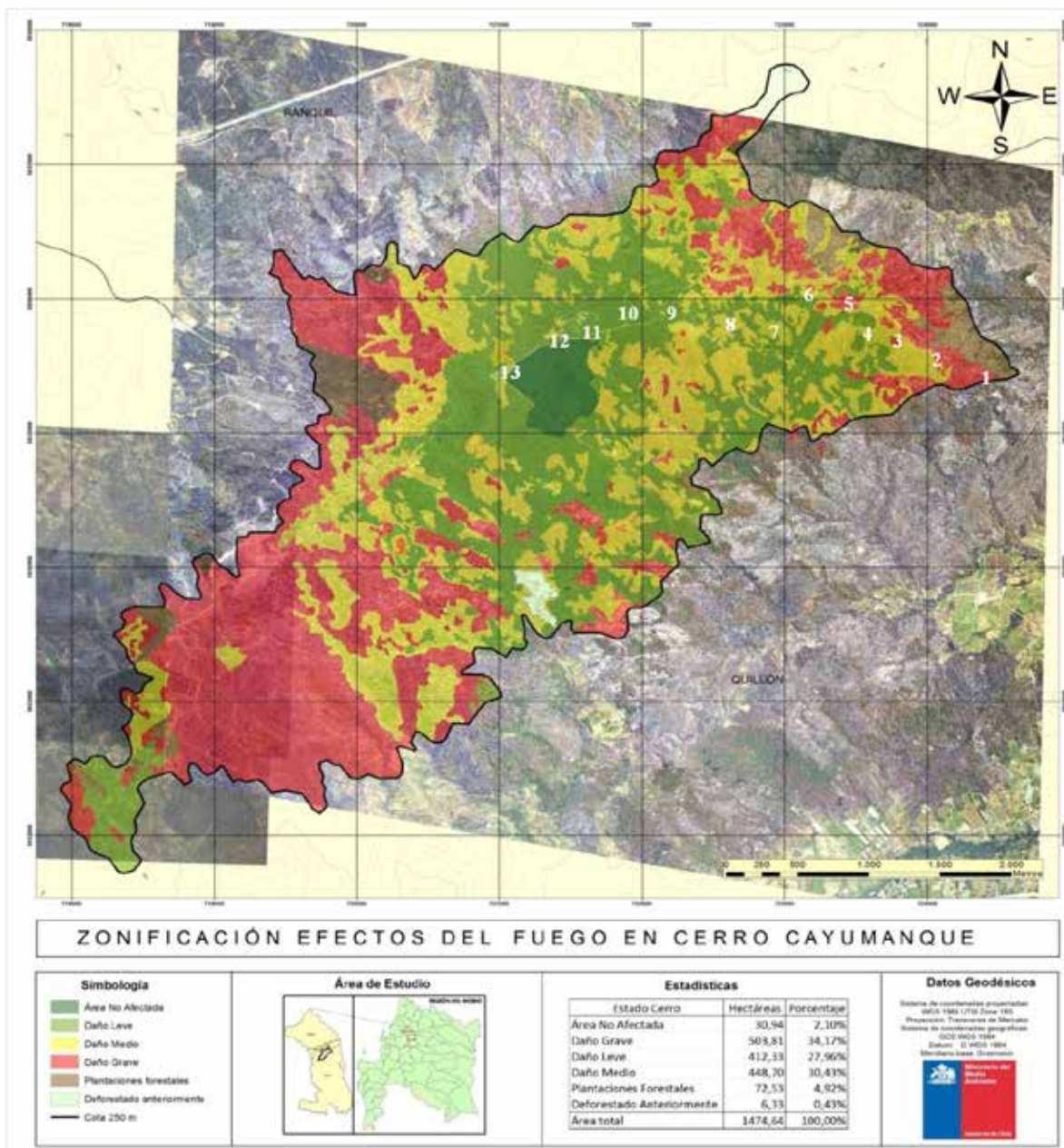
Pre incendio: entre los meses de septiembre y octubre del 2005 se realizaron tres monitoreos de aves en el Cerro Cayumanque, mediante un muestreo por conteos por puntos de radio fijo de 50 m (Bibby *et al.* 1992). Este método permite asegurar una razonable detección de las aves, aún cuando la vegetación sea densa, el dosel sea alto y exista gran nubosidad. Los puntos estuvieron separados entre sí por 250 m desde el centro del punto de monitoreo. Se seleccionaron 13 puntos de monitoreo siguiendo un transecto altitudinal. Los puntos 1 y 2 (Fig. 1) correspondieron a sitios agrícolas, 3 al 6 (Fig. 1) plantaciones de pino y del 7 al 13 (Fig. 1) bosque nativo. Los censos fueron realizados desde la salida del

sol y hasta cuatro horas posteriores (Ralph *et al.* 1996). El muestreo comenzó inmediatamente al llegar al punto y duró 10 min. siguiendo las recomendaciones de Fuller & Langslow (1984). Durante el monitoreo se registraron todas las aves vistas y/o escuchadas dentro del área de muestreo. Los monitoreos fueron realizados durante el inicio de la estación reproductiva (septiembre y octubre de 2005), ya que en este periodo las aves están más activas, emiten vocalizaciones y la tasa de detección es más alta y estable (Ralph *et al.* 1996).

Post-incendio: nueve meses después de ocurrido el incendio Pichiqueime, entre septiembre y octubre del año 2012, se realizó un monitoreo de aves considerando los mismos puntos y metodología utilizada en el año 2005. Sin embargo, como el cerro presentaba distintos grados de alteración, los puntos de muestreo fueron agrupados en tres zonas (alterada, medianamente alterada y sin alteración), utilizando como referencia la clasificación realizada por el Ministerio del Medio Ambiente (2012) representado en la figura 1, donde la zona alterada (daño grave; puntos 1, 2, 3, 5 y 6) correspondió a aquella donde el fuego calcinó la vegetación y existió mortalidad casi total de la vegetación, lo que corresponde a las áreas donde existían cultivos agrícolas y plantaciones forestales, en la base del cerro; la zona medianamente alterada (daño leve y medio; puntos 4, 7 y 8) correspondió a la superficie donde el fuego afectó al suelo, sotobosque y copas de los árboles, donde la mortalidad arbórea es media, zona media del cerro. La cima del cerro (zona no alterada; puntos 9, 10, 11, 12 y 13) no fue afectada por el incendio, cima del cerro. La zona alterada y medianamente alterada estaba compuesta principalmente por bosque nativo.

Para cada una de las zonas se estimó la riqueza, abundancia media (promedio de los tres monitoreos) y la diversidad específica mediante el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ). Para realizar las comparaciones de la avifauna pre-incendio con la registrada post-incendio, los puntos de monitoreo previos al incendio fueron agrupados en las mismas zonas que post-incendio.

Las aves registradas fueron clasificadas en categorías tróficas de acuerdo a la información sobre dietas registradas por diversos autores (Pereyra 1927, Bucher & Nores 1973, López-Calleja 1995, Rozzi *et al.* 1996, Simeone *et al.* 1997, Estades 2001, Martin & Vukasovic 2001, González-Acuña *et al.* 2003, De Juana *et al.* 2004, Martínez & González 2004, Tomasevic 2004, Jaramillo 2005, Figueroa & González-Acuña 2006, Giraud *et al.*



**Figura 1.** Cerro Cayumanque (Región del Bío-Bío). Los colores indican el grado de alteración producido por el incendio. Los números indican los puntos donde se realizaron los monitoreos de aves pre y post-incendio. (Mapa facilitado por el Ministerio del Medio Ambiente, 2012)

2006, Gómez 2006, Takano & Castro 2007, Mesta *et al.* 2011, Tellechea 2011).

### Muestreo de Vegetación

Se realizó un muestreo de la vegetación para explicar las preferencias de hábitat de las aves observadas durante el monitoreo post-incendio. La estructura vertical de la vegetación se midió en parcelas circulares de 25 m de radio, ubicadas en el mismo punto que el utilizado

para el monitoreo de aves. En cada parcela se marcaron cuatro transectos con origen en el centro de la misma, siguiendo la dirección de los cuatro puntos cardinales (López de Casenave *et al.* 1995, Sarasola & Bragagnolo 2005). En cada transecto se eligieron 10 puntos al azar, en cada uno de los cuales se registró la altura a la que cada especie vegetal tocó la vara telescópica de 8 m de altura. Para llevar a cabo el análisis de la cobertura de la vegetación de los diferentes estratos presentes en el área de

estudio se utilizó la clasificación utilizada por Sarasola & Bragagnolo (2005): (1) gramíneo-herbáceo, 0-0,5 m, (2) arbustal, 0,75-3,00 m, (3) sub-dosel, 3,25-6 m y (4) dosel. La cobertura vegetal se expresó en porcentajes.

### Análisis de los datos

Debido a que los datos de riqueza y abundancia no se distribuyeron de forma normal, para la comparación de la abundancia media y riqueza de especies entre las diferentes zonas pre y post-incendio se utilizó una prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Para determinar si había diferencias significativas en la diversidad entre dos zonas se realizaron pruebas pareadas utilizando la prueba de t propuesta por Hutcheson ( $t = (H_i - H_j) / (SH_i + SH_j)^{0,5}$ ), donde  $H_i$  y  $H_j$  representan el valor del índice de diversidad de los sitios  $i$  y  $j$  respectivamente mientras que  $SH_i$  y  $SH_j$  representan la varianza en la diversidad de los mismos sitios (Hutcheson 1970). Se utilizó un análisis de similitud (ANOSIM; Clarke & Warwick 2001) para evaluar las diferencias en la composición de especies entre la avifauna presente pre y post incendio. Se realizó un análisis de correlación de Spearman para evaluar la asociación entre el porcentaje de cobertura vegetal y la abundancia y riqueza de especies post incendio. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Biodiversity Professional versión 2 y JMP7.

### RESULTADOS

Pre-incendio: a partir del monitoreo efectuado en el 2005 en el Cerro Cayumanque, se registró un total de 17 especies (Tabla 1). Las especies más abundantes en las tres zonas monitoreadas fueron *E. albiceps* y *A. spinicauda*, mientras que las especies menos abundantes fueron *Sephanoides sephanioides*, *Anairetes parulus*, *Zonotrichia capensis* y *Curaeus curaeus*. La mayoría de las especies observadas correspondieron a insectívoras, seguidas de omnívoras, granívoras y nectarívoras (Tabla 1).

Post-incendio: Se registró un total de 21 especies de aves (Tabla 1). Dos especies, *Geranoaetus polyosoma* y *P. castaneus*, no fueron consideradas dentro de los análisis por haberse registrado fuera de los puntos de muestreo. De las especies observadas, siete fueron insectívoras, siete granívoras, cinco omnívoras, una nectívora y una frugívora/granívora (Tabla 1).

Al igual que el año 2005, la composición de especies del ensamble post-incendio estuvo dominada por *E. albiceps*, observada en todos los puntos de

monitoreo, seguida de *A. spinicauda* y *S. sephanioides*, las que estuvieron presentes en 12 (92,3%) y 11 sitios (84,6%), respectivamente. Por otra parte, las especies menos frecuentes fueron *Phrygilus gayi* y *Leptasthenura aegithaloides*, registradas en un sólo punto cada una (7,7%).

Las especies más abundantes fueron *E. albiceps* y *Zenaida auriculata* y las especies raras en abundancia correspondieron a *L. aegithaloides*, *Pygarrhichas albogularis*, *P. gayi*, *Xolmis pyrope*, *Colaptes pitius* y *Turdus falcklandii*.

La cobertura vegetal entre las zonas alterada y medianamente alterada tuvo una composición dominante del tipo gramíneo-herbáceo en comparación a la zona no alterada, donde la vegetación predominante fue de tipo dosel (Tabla 3). El análisis de correlación de Spearman indicó que no existe asociación entre el porcentaje de cobertura vegetal y la abundancia media y riqueza de especies ( $p > 0,05$ ).

Comparación entre la composición de avifauna pre y postincendio: Al comparar las abundancias medias de aves en la zona alterada, pre y post-incendio, se observó que esta aumentó significativamente post-incendio ( $p = 0,003$ ). La abundancia media observada en las zonas sin alteración y medianamente alterada, fue similar a la observada en las mismas zonas previo al incendio ( $p > 0,05$ ; Tabla 2).

El análisis de similitud demostró que no existe diferencia significativa en la composición de especies entre ninguna de las tres zonas analizadas pre y post-incendio (Alterada 2005-2012:  $R = 0,59$ ,  $p = 0,90$ ; Medianamente alterada 2005-2012:  $R = 0,44$ ,  $p = 18,68$ ; Sin alteración:  $R = 0,28$ ,  $p = 5,19$ ). No obstante, la riqueza específica aumentó posterior al incendio, para las tres zonas evaluadas, sin embargo, esta diferencia no fue significativa ( $p > 0,05$ ). Con respecto a la diversidad de especies, esta fue menor previo al incendio para las tres zonas analizadas (Alterada  $H' = 0,91$ ; Medianamente alterada  $H' = 0,75$ ; Sin alteración  $H' = 0,73$ ) que post-incendio (Alterada  $H' = 1,12$ ; Medianamente alterada  $H' = 1,05$ ; Sin alteración  $H' = 0,84$ ), sin embargo, esta diferencia no fue significativa ( $p > 0,05$ ).

De las especies avistadas el año 2005, no fueron registradas en 2012 *Cinclodes patagonicus* y *Pteroptochos megapodius*. Las especies que fueron registradas en 2012, pero no en la misma temporada en 2005 fueron *Callipepla californica*, *P. albogularis*, *C. pitius*, *P. araucana* y *Z. auriculata* (Tabla 1).

**Tabla 1.** Registro de las especies de aves observadas en el cerro Cayumanque previo al incendio y posterior al incendio. Se indica la abundancia media (ind/ha) y desviación estándar (DE) pre y post-incendio. Gremio: granívoro (G), nectarívoro (N), insectívoro (I), omnívoro (O), frugívoro (F)

Nombre común	Nombre científico	Gremio	Pre-incendio	Post-incendio
Codorniz	<i>Callipepla californica</i>	G	0	0,5 (0,8)
Picaflor	<i>Sephanoides sephanioides</i>	N	0,1 (0,3)	1,7 (0,8)
Pitío	<i>Colaptes pitius</i>	I	0	0,2 (0,4)
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	O	0,2 (0,6)	0,1 (0,3)
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>	G	0	3,0 (7,9)
Torcaza	<i>Patagioenas araucana</i>	F/G	0	0,8 (0,9)
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	I	0,2 (0,4)	0,3 (0,5)
Fío-Fío	<i>Elaenia albiceps</i>	I/F	3,2 (2,0)	3,1 (1,0)
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	I	0,1 (0,3)	0,5 (0,8)
Chercán	<i>Troglodytes aedon</i>	I	0,7 (0,9)	0,6 (1,2)
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	G	0,1 (0,3)	0,4 (0,7)
Chirigüe	<i>Sicalis luteola</i>	G	0,2 (0,6)	0,1 (0,3)
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	O	0,2 (0,5)	1,2 (1,3)
Comesebo grande	<i>Pygarrhichas albogularis</i>	I	0	0,3 (0,5)
Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	I	0,1 (0,3)	0
Rayadito	<i>Aphrastura spinicauda</i>	O	1,5 (1,3)	1,5 (0,5)
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	I	0	0,1 (0,3)
Hued-hued castaño	<i>Pteroptochos castaneus</i>	I	0,7 (1,2)	0
Turca	<i>Pteroptochos megapodius</i>	I	0,1 (0,3)	0,7 (1,0)
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	G	0,1 (0,3)	2,3 (1,4)
Jilguero	<i>Sporagra barbata</i>	O	1,3 (1,5)	0,4 (1,0)
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>	I	0,5 (0,9)	0,5 (0,7)
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	O	0,7 (0,7)	0,2 (0,4)

## DISCUSIÓN

El incendio Pichiqueime afectó principalmente la base del Cerro Cayumanque cuya composición vegetal estaba compuesta principalmente por plantaciones exóticas y zonas de cultivo, las que resultaron calcinadas. Sin embargo, se observó una recuperación rápida, encontrándose actualmente cubierto de vegetación gramínea-herbácea y arbustal. Esto provocó que se observara una mayor abundancia de especies granívoras y omnívoras que prefieren campos abiertos para alimentarse (Jaramillo 2005) como *Z. capensis*, *E. albiceps*, *S. barbata*, *Milvago chimango*, *C. curaeus* y *Z. auriculata*, las que fueron registradas tanto en la zona alterada y medianamente alterada. Pese a este efecto positivo del fuego sobre la abundancia, no existió una asociación significativa entre la cobertura vegetal y la abundancia relativa y riqueza de especies, contrario a lo

documentado por Marone (1990), en un estudio realizado en Mendoza (Argentina), quien encuentra asociación entre las aves que comen en el suelo y la disminución de la cubierta herbácea posterior a un incendio.

Según indicó Grigera & Pavic (2007), se puede pensar que la asociación entre el sitio quemado y las aves que comen en el suelo se debería a una mayor disponibilidad de algunos recursos alimentarios en este sustrato. La alta abundancia media de *Z. auriculata* y *P. araucana* en el área quemada se debe a la mayor cobertura de arbustos que aporta mejores sitios de nidificación, ya que en los campos cercanos se desarrollan cultivos de cosecha que les proporcionan alimentación (Sosa *et al.* 2010). Se ha documentado que *Z. auriculata* y *D. diuca* muestran preferencia por sitios quemados dominados por herbáceas, alimentándose principalmente de semillas y brotes de plantas (Marone 1990), debido probablemente a su mayor capacidad para explotar los recursos (herbáceas)



**Tabla 2.** Aves observadas en el cerro Cayumanque en las tres zonas analizadas, previo al incendio y posterior al incendio. Se indica la abundancia media (ind/ha) y desviación estándar (DE) pre y post-incendio.

Especies	Zona					
	Alterada		Medianamente alterada		No alterada	
	Pre-incendio	Post-incendio	Pre-incendio	Post-incendio	Pre-incendio	Post-incendio
Codorniz	0	1,3 (0,8)	0	0	0	0
Picaflor	0	2,1 (1,5)	0	1,5 (1,0)	0,3 (0,50)	1,8 (0,62)
Pitío	0	0	0	0	0	1,0 (0,45)
Tiuque	0	2 (0,9)	0,7(1,2)	1,0 (0,6)	0	0
Tórtola	0	9,4 (12,1)	0	2,0 (1,2)	0	0
Torcaza	0	3,5 (4,2)	0	1,0 (0,6)	0	1,7 (1,10)
Diucón	0,4 (0,9)	0	0	1,0 (0,6)	0,3 (0,50)	1,0 (0,45)
Fío-Fío	3,6 (1,8)	3,5 (3,2)	3,3 (3,2)	2,7 (1,8)	2,5 (1,29)	3,3 (0,82)
Cachudito	0	2,0 (0,9)	0,3 (0,6)	1 (0,6)	0	2,0 (0,89)
Chercán	1,2 (0,8)	1,5 (0,8)	0	3,3 (1,9)	0,5 (1,0)	2,0 (0,89)
Chincol	0,2 (0,5)	2,0 (0,9)	0	1,4 (0,5)	0	0
Chirigüe	0,4 (1,0)	3,3 (2,1)	0	0	0	1,0 (0,45)
Cometocino de Gay	0	2,0 (0,9)	0	0	0	0
Tordo	0,2 (0,5)	2,4 (0,9)	0	1,7 (1,2)	0	0
Comesebo grande	0	0	0	0	0	1,0 (0,55)
Churrete	0,2 (0,5)	0	0	0	0	0
Rayadito	2,0 (1,5)	1,6 (0,8)	1,0 (1,0)	1,0 (0,0)	1,8 (1,50)	1,7 (0,60)
Tijeral	0	1,0 (0,4)	0	0	0	0
Hued hued castaño	0	0	0,3 (0,6)	0	0	0
Turca	0	0	0	0	2,3 (0,50)	0
Diuca	0,1 (0,3)	2,3 (1,4)	0,3 (0,6)	0	0	0
Jilguero	1,8 (2,0)	2,1 (1,0)	0	2,5 (1,5)	0	0
Golondrina chilena	0,6 (0,9)	2,6 (2)	0,7 (1,2)	2,0 (1,2)	0,5 (1,0)	1 (0,55)
Zorzal	0,6 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (1,0)	0	0,5 (0,58)	0

liberados por el efecto del fuego (Marone 1990). Algo similar ocurre con *M. chimango*, ave rapaz diurna, en que su presencia en la zona alterada se podría deber a que es una zona abierta y a la presencia de un área de cultivo donde aprovecha los arados para alimentarse de pequeños invertebrados que quedan expuestos en la labranza (Leveau & Leveau 2002, Jaramillo 2005).

La codorniz fue exclusiva y abundante en el sitio quemado al igual que *Diuca diuca*. Ésta última aumentó su abundancia posterior al incendio. La presencia de estas aves en esta zona se debe a que son especies granívoras que se alimentan sobre el suelo y en el follaje (Milesi *et al.* 2002, Grigera & Pavic 2007, Sosa *et al.* 2010, Mesta

*et al.* 2011). *Z. capensis* también se presentó con mayor abundancia en la zona alterada, aunque también estuvo presente, pero en menor abundancia relativa en la zona medianamente alterada, esto podría explicarse ya que esta especie al igual que las anteriores, habita próxima a huertos y zonas agrícolas, presentes en esta zona, donde encuentran lugares abiertos que las proveen de granos para alimentarse (Milesi *et al.* 2002, Araya & Millie 2005, Jaramillo 2005, Grigera & Pavic 2007).

El aumento en la abundancia de insectívoros como *Anairetes parulus* y *Tachycineta meyeri* en la zona medianamente alterada post-incendio, se debería a que los espacios abiertos facilitarían la visualización de

las presas y la maniobrabilidad requerida por el hábito cazador. Además, en los sitios afectados por incendios puede aumentar la abundancia de ciertas presas (Grigera & Pavic 2007). *T. aedon* sólo fue observado en la zona medianamente alterada posterior al incendio, la presencia de esta ave estaría favorecida por la presencia de áreas abiertas producto del incendio, lo que beneficiaría el forrajeo, ya que estas utilizan los arbustos quemados como puntos de vigilancia para la captura de insectos, aumentando las posibilidades de captura (Marone 1990). Además, la zona medianamente alterada posee mayor composición de tipo subdosel y dosel respecto a la zona alterada, existiendo especies de aves que se caracterizan por colonizar sitios como este en los cuales ha ocurrido algún tipo de destrucción o apertura del dosel.

Los árboles más grandes o viejos, una alta cantidad de árboles muertos y una alta riqueza de especies de árboles tienen grandes poblaciones de aves y ensambles más diversos. Esto explica la mayor riqueza específica de la zona medianamente alterada respecto a la zona no alterada (Moreira *et al.* 2003, Venegas *et al.* 2009). Esto concuerda con la hipótesis de perturbación intermedia (Connell 1978) que indica que la diversidad de especies puede ser mayor donde se presentan perturbaciones de frecuencia, superficie e intensidad intermedia. Grigera & Pavic (2007) demostraron que en sitios quemados quedaron fragmentos con la fisonomía original y algunas áreas donde la vegetación herbácea se enriqueció con el ingreso de especies exóticas.

El gremio dominante en la zona no alterada fue el de los insectívoros quienes se alimentan primariamente sobre el follaje, sobre las ramas y troncos en pie, desapareciendo o reduciéndose drásticamente en los sitios que quedaron prácticamente sin árboles y arbustos debido a estas perturbaciones (Milesi *et al.* 2002, Grigera & Pavic

2007, Sosa *et al.* 2010). En la zona no alterada se observó una elevada abundancia de *E. albiceps*, pero también una alta frecuencia y abundancia en las otras zonas ya que ocupa diversos tipos de hábitats tales como matorrales, árboles y terrenos cultivados (Jaramillo 2005).

El picaflor aumentó su abundancia en las tres zonas posterior al incendio, lo que podría explicarse porque al disminuir la densidad de plantación de pinos, se permite la recolonización de alguna vegetación nativa, lo que restaura en algo el hábitat perdido y conforma un sotobosque que permite una mayor oferta alimentaria de flores que se desarrollan frecuentemente en el estrato inferior del bosque (Muñoz-Pedrerros *et al.* 1996, Venegas *et al.* 2009).

Ciertas especies fueron registradas sólo en algunas zonas y en muy bajas abundancias respecto al ensamble de aves del cerro, por lo que no es posible comprobar si fueron afectadas por el incendio o si son exclusivas de algún tipo de vegetación. De estas especies, las pertenecientes al gremio de los insectívoros fueron *X. pyrope*, *L. aegithaloides*, *P. albogularis* y *C. pitius*. Estas dos últimas no fueron registradas pre incendio.

Al gremio omnívoro pertenece *T. falckandii* y al gremio de los granívoros *P. gayi*, esta última especie tampoco fue registrada en la avifauna previo al incendio. Aún así, la presencia de comesebo grande y pitio en la zona no alterada, donde predomina la vegetación tipo dosel, se explicaría debido a que estas aves habitan principalmente zonas boscosas (Jaramillo 2005). Sosa *et al.* (2010), demostraron que las diferencias de ensambles de aves entre los ambientes se explicarían por los cambios de estructura de la vegetación de modo que la abundancia de frugívoros e insectívoros generalmente sería más sensible a los disturbios en los bosques, mientras que la abundancia de granívoros de suelo aumentaría generalmente en áreas

**Tabla 3.** Cobertura vegetal (%) en la zona alterada, zona medianamente alterada y zona no alterada por el fuego en el Cerro Cayumanque.

Estrato	Zona		
	Alterada	Medianamente alterada	No alterada
Graminoso herbáceo (0-0,5 m)	75	65	24
Arbustivo (0,75-3 m)	14	19	8
Sub-Dosel (3,25-6 m)	9	10	14
Dosel ( $\geq$ 6 m)	2	7	54



modificadas, sin embargo, el estudio de Soza et al. (2010) fue llevado a cabo en un ecosistema muy diferente al de este estudio lo cual no implica que las aves debieran responder de la misma manera al fuego.

El incendio no afectó considerablemente la composición, riqueza y diversidad de aves presentes en el Cerro Cayumanque, observándose valores similares antes del incendio y posterior a este, reafirmando lo que indica Moreira *et al.* (2003) acerca de que grandes incendios podrían realizarse sin efectos perjudiciales en la diversidad de aves. Respecto a la abundancia, esta aumentó posterior al incendio en la zona alterada, observándose este aumento en las aves granívoras, mientras que en la zona medianamente alterada, aumentaron las insectívoras, reafirmando lo descrito por Woltmann (2000) acerca de que la abundancia es mayor en el bosque alterado que en el intacto. Estos resultados también concuerdan con Venegas *et al.* (2009), quienes observan una relación negativa entre la riqueza y abundancia de aves con el nivel de daño, explicándose por la simplificación de la composición y estructura de la vegetación que queda tras un incendio. Sin embargo, Grigera & Pavic (2007) encuentran una menor abundancia de aves en sitios quemados, argumentando que esta se debería a la reducción de los sustratos de alimentación y a la modificación de la estructura de la vegetación por efectos del fuego.

El incendio que afectó el Cerro Cayumanque modificó la estructura de la vegetación la cual se recuperó rápidamente en los meses posteriores al incendio, lo anterior sumado a la presencia de zonas de cultivos en la base del cerro podrían explicar por que el incendio no afectó significativamente la composición de aves en el Cerro Cayumanque.

**AGRADECIMIENTOS.-** A la Señora Margarita Doll por permitir el acceso al Cerro Cayumanque.

## LITERATURA CITADA

- ARAYA, B. & G. MILLIE. 2005. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. 409 pp.
- BIBBY, C.J., N.D. BURGESS & D.A. HILL. 1992. Bird Census Techniques. Ed. British Trust Ornithology Royal Society for the Protection of Birds. Academic Press, London, 137 pp.
- BROTONS, L., P. PONS & S. HERRANDO. 2005. Colonization of dynamic Mediterranean landscapes: where do birds come from after fire? *Journal of Biogeography* 32: 789-798.
- BUCHER, E.H. & M. NORES. 1973. Alimentación de pichones de la paloma *Zenaida auriculata*. *Hornero* 11: 209-216.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation, second ed. Primer-E Ltd, Plymouth, UK, 172 pp.
- CONAF (Corporación Nacional Forestal). 2012. Ocurrencia y daño de incendios forestales consolidado temporadas 1985–2011. Informes Finales Temporada - Sistema Digital Conaf. [<http://www.conaf.cl/proteccion/seccion-estadisticas-historicas.html>]. Revisado: 29 de junio 2012.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). 2002. Estrategia y Plan de Acción para la Conservación de la Biodiversidad en la Región del Bío-Bío. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 44 pp.
- CONNELL, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- DE JUANA, E., J. DEL HOYO, M. FERNÁNDEZ-CRUZ, X. FERRER, R. SÁEZ-RAYUELA & J. SARGATAL, J. 2004. Nombres en castellano de las aves del mundo recomendados por la sociedad española de ornitología. *Ardeola* 51: 491-499.
- ESTADES, C. 2001. Consumo de semillas de pino (*Pinus radiata*) por rayaditos (*Aphrastura spinicauda*). *Boletín Chileno de Ornitología* 8: 30-31.
- FIGUEROA, R. & D. GONZÁLEZ-ACUÑA. 2006. Aves no rapaces, Parte IV. En: Fauna y flora terrestre con prioridad de conservación del corredor biológico: Nevados de Chillán – Laguna Laja. R. Figueroa & R. López (Eds.). Pp. 56-73. Comité pro defensa de la fauna y la flora (CODEFF), Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Región del Bio Bio, Frankfurt Zoological Society (Alemania).
- FULLER, R. & D. LANGSLOW. 1984. Estimating numbers of birds by point count: how long should counts last? *Bird Study* 31: 195-202.
- GIRAUDO, L., M. KUFNER, R. TORRES, D. TAMBURINI, V. BRIGUERA & G. GAVIER. 2006. Avifauna del bosque chaqueño oriental de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Ecología Aplicada* 5: 127-136.

- GÓMEZ, V. 2006. Aves del parque general San Martín (Mendoza). Distribución y características. *Muldequina* 15: 81-95.
- GONZÁLEZ-ACUÑA, D., A. DAUGSCHIES, K. POHLMAYER, L. RUBILAR-CONTRERAS, O. SKEWES-RAMM, S. MEYE & E. CASANUEVA. 2003. Ectoparásitos de la codorniz (*Callipepla californica*) en la provincia de Ñuble, Chile y su correlación con el sexo, edad y hábitat de captura. *Revista Lundayana* 4:129-134.
- GONZÁLEZ, M., L. SCHWENDENMANN, J. JIMÉNEZ & W. HIMMELSBACH. 2007. Reconstrucción del historial de incendios y estructura forestal en bosques mixtos de pino-encino en la Sierra Madre Oriental. *Madera y Bosques* 13: 51-63.
- GRIGERA, D. & C. PAVIC. 2007. Ensamblajes de aves en un sitio quemado y en un sitio no alterado en un área forestal del noroeste de la Patagonia argentina. *Hornero* 22: 29-37.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *Journal of Theoretical Biology* 29: 151-154.
- INE (Instituto nacional de estadísticas). 2012. Compendio estadístico año 2012. 538 pp.
- JARAMILLO, A. 2005. Las aves que habitan en Chile. Lynx Edicions, Barcelona. 240 pp.
- KOTLIAR, N., S. HEJL, R. HUTTO, V. SAAB, C. MELCHER & M. MCFADZEN. 2002. Effects of fire and post fire salvage logging on avian communities in conifer-dominated forests of western United States. *Studies in Avian Biology* 25: 49-64.
- LANTSCHNER, M. & V. RUSCH. 2007. Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de *Nothofagus antarctica* en el NO Patagónico. *Ecología Austral* 17: 99-112.
- LEVEAU, L.M. & C.M. LEVEAU. 2002. Uso de hábitat por aves rapaces en un agroecosistema pampeano. *Hornero* 17: 9-15.
- LÓPEZ-CALLEJA, M. 1995. Dieta de *Zonotrichia capensis* (Emberizidae) y *Diuca diuca* (Fringillidae): efecto de la variación estacional de los recursos tróficos y la riqueza de aves granívoras en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 68: 321-331.
- LÓPEZ DE CASENAVE, J., J.P. PELOTTO & J. PROSTOMASTRO. 1995. Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management* 72: 61-69.
- MARONE, L. 1990. Modifications of local and regional bird diversity after a fire in the Monte Desert, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 63: 187-195.
- MARTIN, A.H. & M. VUKASOVIC. 2001. Depredación del jilguero (*Carduelis barbata*) sobre larvas de *Phoracantha* sp. (COLEOPTERA: CERAMBICIDAE). *Boletín Chileno de Ornitología* 8: 21-23.
- MARTÍNEZ, D. & G. GONZÁLEZ. 2004. Las aves de Chile nueva guía de campo. Ediciones del naturalista, Santiago. 620 pp.
- MESTA, R., E. FERNÁNDEZ & O. SANCHEZ. 2011. La conservación y el manejo de codornices del norte de México. En: *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México* (Eds. Sánchez, O., P. Zamorano, E. Peters & H. Moya), pp. 149-191. Instituto nacional de ecología, México.
- MILESI, F., L. MARONE, J. LÓPEZ DE CASENAVE, V. CUETO & E. MEZQUIDA. 2002. Gremios de manejo como indicadores de las condiciones del ambiente: un estudio de caso con aves y perturbaciones del hábitat en el Monte central, Argentina. *Ecología Austral* 12: 149-161.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2012. Área y época de incendios forestales. [<http://www.conaf.cl/proteccion/seccion-incendios-forestales.html>]. Revisado: 28 junio 2012.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2012. Propuesta de Restauración Ambiental para la zona afectada por incendios forestales en Enero 2012, comunas de Florida, Quillón y Ranquil, Región del Biobío. Reunión Comité para la Biodiversidad, Región del Bio Bio, 17 de abril 2012.
- MOREIRA, F., A. DELGADO, S. FERREIRA, R. BORRALHO, N. OLIVEIRA, M. INACIO, J. SILVA & F. REGO. 2003. Effects of prescribed fire on vegetation structure and breeding birds in young *Pinus pinaster* stands of northern Portugal. *Forest Ecology and Management* 184: 225-237.
- IBARRA-VIDAL, H., J.C. ORTÍZ, R. RODRÍGUEZ, A. PAUCHARD, R. VERDUGO & E. MALDONADO. 1998. Cerro Cayumanque (Octava región): un sitio prioritario para la conservación de la biodiversidad en Chile. Antecedentes para su protección como santuario de la naturaleza. Informe

- al Consejo de Monumentos Nacionales, Ministerio de Educación. CODEFF-Concepción – CONAF Región del Biobío. 33 pp.
- MUÑOZ, M., H. NÚÑEZ & J. YÁNEZ [EDS.]. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la conservación de la diversidad biológica en Chile. Ministerio de Agricultura y Corporación Nacional Forestal. Santiago de Chile, 203 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS, A., A. GANTZ & M. SAAVEDRA. 1996. Nidos artificiales en plantaciones de *Pinus radiata* en el sur de Chile: ¿una herramienta para mitigar impactos ambientales negativos? Revista Chilena de Historia Natural 69: 393-400.
- PEÑA-FERNÁNDEZ, E. & L. VALENZUELA-PALMA. 2004. Incremento de los Incendios Forestales en Bosques Naturales y Plantaciones Forestales en Chile. Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global. 19-22 Abril, 2004.
- PEREYRA, J.A. 1927. Segunda lista de aves colectadas en la región ribereña de la provincia de Buenos Aires. Hornero 4: 23-34.
- RALPH, C.J., G. GEOFFREY, P. PYLE, T. MARTIN, D.F. DE SANTE & B. MILA. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture. 46 pp.
- RODRÍGUEZ, R., M. CÉSPEDES & M. PARRA. 2009. Contribución al conocimiento de la flora vascular del Cerro Cayumanque, Región del Bío-Bío, Chile. Revista Agro-Ciencia 25: 100-117.
- ROZZI, R., J. ARMESTO, A. CORREA, J. TORRESMURA & M. SALLABERRY. 1996. Avifauna de bosques primarios templados en islas deshabitadas del archipiélago de Chiloé, Chile. Revista chilena de Historia Natural 69: 125-139.
- SARASOLA, J.H. & L.A. BRAGAGNOLO. 2005. Changes in woody plant structure in fire-disturbed caldén forest of the Parque Luro Reserve, Argentina. Natural Areas Journal 25: 374-380.
- SIMEONE, A., J. VALENCIA, R. SCHLATTER, D. LANFRANCO & S. IDE. 1997. Depredación de aves sobre larvas de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) en plantaciones jóvenes de *Pinus radiata* D. Don en el sur de Chile. Bosque 18: 67-75.
- SOSA, R., V. BENZ, J. GALEA & I. POGGIO. 2010. Efecto del grado de disturbio sobre el ensamble de aves en la reserva provincial Parque Luro, La Pampa, Argentina. RASADep 1: 101-110.
- TAKANO, F. & N. CASTRO. 2007. Avifauna en el campus de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Lima – Perú. Revista del Departamento Académico de Biología 6:149-154.
- TELLECHEA, G. 2011. Variación estacional de la dieta del misto *Sicalis luteola* en el departamento de Colonia. Tesis de grado. Universidad de la República Uruguay, Uruguay.
- TOMASEVIC, J. 2004. Consumo de semillas de pino (*Pinus radiata*) por jilgueros (*Carduelis barbata*) en la zona de Constitución, centro-sur de Chile. Boletín Chileno de Ornitología 10: 18-19.
- VENEGAS, A., S. VARELA & C. ESTADES. 2009. Efectos del fuego en la comunidad de aves de bosque en la reserva nacional Malleco. Boletín Chileno de Ornitología 15: 1-7.
- WOLTMANN, S. 2000. Comunidades de aves del bosque en áreas alteradas y no alteradas de la concesión forestal La Chonta, Santa Cruz, Bolivia. Documento técnico. 33 pp.
- ZOZAYA, E., L. BROTONS, S. HERRANDO, P. PONS, J. ROST & M. CLAVERO. 2010. Monitoring spatial and temporal dynamics of bird communities in Mediterranean landscapes affected by large wildfires. Ardeola 57: 33-50.