



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-157

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña. Seguimiento de aves indicadoras (2003 – 2008).

MARC FERNÁNDEZ BOU ¹; ROSER CAMPENY VALLS ¹; QUIM CAROL BRUGUERA ¹; TERESA BAIGES ZAPATER ²; JUAN LUÍS ABIÁN PERRUCA ²

¹ Minuartia, Estudis Ambientals. Passatge Domènech, 3. 08470 Sant Celoni.

² Centre de la Propietat Forestal. Finca Torreferrusa. Crtra. de Sabadell a Santa Perpètua de Mogoda, km. 4,5. 08130 Santa Perpètua de Mogoda.

Resumen

El *Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña* es un seguimiento a largo plazo que tiene como objetivo analizar los cambios temporales en la biodiversidad de dichos bosques y relacionarlos con la gestión forestal que se efectúa en ellos. Entre 2003 y 2008, se han estudiado encinares, alcornoques, hayedos, pinares de pino laricio, robledales de roble pubescente, alisedas, choperas, pinares de pino carrasco y pinares de pino albar. El *Programa* se fundamenta en el seguimiento de diversos grupos biológicos, centrándose la presente comunicación en las aves. Los parámetros indicadores utilizados se relacionan con la riqueza y abundancia de aves de copa, de sotobosque y no forestales. Cuando se analizan las parcelas en relación con las variables forestales, aparecen con frecuencia y en diferentes tipos de bosque diferencias significativas para los recubrimientos de los distintos estratos; estas mismas variables se asocian de forma significativa con los valores de indicadores de aves, lo que indicaría que las formas de gestión forestal que inciden sobre el recubrimiento de los estratos serían las de mayor efecto sobre la biodiversidad y funcionalidad del bosque. Los alcornoques manifiestan mayor capacidad de recuperación después del incendio que los bosques de pino laricio.

Palabras clave: estructura forestal, gestión forestal, indicadores funcionales, aves de copa, aves de sotobosque, aves no forestales

1. Introducción

Mediante los instrumentos de ordenación forestal, como son los Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) y los Planes Simples de Gestión Forestal (PSGF), el Centre de la Propietat Forestal (CPF, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya) pretende garantizar la gestión sostenible de los bosques de Cataluña, de propiedad privada en un 77%. Con el objetivo de evaluar como inciden las diversas actuaciones de gestión forestal en la conservación de la biodiversidad de los bosques, el CPF inició el año 2001 el *Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña*, planteado como un programa periódico y a largo plazo, para la cuantificación de los cambios sucedidos en la biodiversidad en diferentes tipos de bosque en función de la gestión que en ellos se practica. El programa utiliza, como herramienta para evaluar dichos cambios, un sistema de indicadores funcionales, es decir especies clave que representan procesos funcionales del ecosistema. Así, según este planteamiento, cada grupo de especies indicadoras estaría asociado a un determinado aspecto funcional del ecosistema (GROOMRIDGE y JENKINS, 1996).



2. Objetivos

Los objetivos del *Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña* son:

- Analizar los cambios temporales en la biodiversidad de una selección de fincas forestales representativas de los tipos de bosque más comunes en Cataluña.
- Evaluar dichos cambios en la biodiversidad, a través de un sistema de indicadores funcionales, con relación a los tratamientos selvícolas en los diferentes tipos de bosque.

3. Metodología

El *Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña* ha sido aplicado hasta la fecha en los siguientes tipos de bosque en años alternos:

- Bosques de la prueba piloto (inicio del seguimiento el año 2003): encinares (*Quercus ilex*), alcornocales (*Quercus suber*), hayedos (*Fagus sylvatica*) y pinares de pino laricio (*Pinus nigra*). En el caso de alcornocales y pinares de pino laricio se distingue entre parcelas afectadas y no afectadas por incendios el año 1994.
- Bosques de la ampliación (inicio del seguimiento en 2004): pinares de pino albar (*Pinus sylvestris*) y pinares de pino carrasco (*Pinus halepensis*), choperas (plantaciones de *Populus sp.*), robledales de roble pubescente (*Quercus humilis*) y alisedas (*Alnus glutinosa*).

Se han utilizado como indicadores funcionales los líquenes (sólo en encinares y pinares de pino albar), flora vascular y pájaros. Se definen variables forestales, paisajísticas, climáticas y topográficas. El proceso de análisis está compuesto por las siguientes fases:

- Obtención de los valores de los parámetros de estructura del bosque en estaciones de muestreo definidas previamente. Dichos valores serían resultado del tipo de gestión que se está llevando a cabo. Se toma como base la metodología de inventario forestal del CREAM (1990).
- Análisis de los cambios en la estructura del paisaje del entorno de la finca. Pueden o no ser consecuencia de las actuaciones selvícolas.
- Determinación de los valores de los indicadores de biodiversidad en la estación de muestreo.
- Comparación de variables con el fin de relacionar los parámetros estructurales con los indicadores de biodiversidad.
- Extracción de resultados que nos informen sobre la evolución de la biodiversidad y la relacionen con la gestión forestal que se lleva a cabo en las masas forestales analizadas.

El *Programa* trabaja en parcelas de 2x2 km (utilizadas para el análisis de las variables de paisaje y climáticas) y en estaciones de seguimiento (10 estaciones en cada parcela), en las que se obtienen los valores de los parámetros forestales y de los indicadores funcionales. La periodicidad con la que se llevan a cabo las campañas de muestreo es la siguiente:

- Cada 6 años (seguimiento completo): inventario forestal y florístico; seguimiento de líquenes; seguimiento de flora indicadora; seguimiento de aves; y análisis del paisaje.
- Cada 2 años (seguimiento parcial): seguimiento de aves; inventario forestal y florístico parcial (tan solo variables de evolución rápida: recubrimiento de los estratos de vegetación, altura de los estratos de vegetación, alteraciones observadas en el estado sanitario de los árboles y actuaciones selvícolas observadas).

Hasta la fecha se ha realizado un seguimiento completo de cada tipo de bosque: el 2003 en 26 parcelas de la prueba piloto y el 2004 en 24 parcelas de la ampliación. En años alternos se han llevado a cabo dos seguimientos parciales en cada grupo: el 2005/2007 y el 2006/2008 en los bosques de la prueba piloto y de la ampliación, respectivamente.

La presente aportación describe algunos de los resultados obtenidos con relación a los indicadores funcionales utilizados del grupo de las aves: riqueza (expresada como el porcentaje de especies detectadas de cada grupo indicador respecto al total previamente definido) y abundancia (número de parejas por hectárea) de los siguientes grupos de aves:

- Especies de copa, indicadoras del desarrollo vertical del bosque y de su madurez.
- Especies de sotobosque, que responden al desarrollo estructural del estrato arbustivo y a su riqueza específica.
- Especies no forestales, indicadoras de la influencia de los hábitats no forestales contiguas a las áreas forestales analizadas (carácter de ecotono). En este caso la expresión no forestal se utiliza en el sentido de no estar asociada a forestal arbolado, sino a zonas de ecotono y a espacios abiertos.

Con el objetivo de analizar la relación existente entre los parámetros estructurales del bosque y los indicadores de biodiversidad, se ha realizado un análisis estadístico mediante un Modelo Lineal Generalizado Mixto (GLMM), que nos permite agrupar los datos de cada parcela y comparar mejor unas con otras, puesto que considera que los datos no son totalmente independientes, sino que cada uno está relacionado con una determinada parcela y año. De esta manera, se ha analizado si, para un determinado tipo de bosque, las parcelas son significativamente diferentes entre ellas; y si, a lo largo de los años, los valores han ido cambiando significativamente. Con el mismo modelo se ha analizado también si existen relaciones significativas entre ambos grupos de variables a lo largo de los años. En todos los casos se han establecido los diferentes niveles de significación en *= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$; ***= $p < 0,001$.

Una descripción más detallada de la metodología desarrollada por el *Programa* puede consultarse en CAMPENY *et al* (2005) y en las memorias anuales del *Programa* (MINUARTIA 2002 a 2009).

4. Resultados

4.1. Riqueza de especies de aves indicadoras

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 1.

Los encinares y los hayedos analizados se han mostrado especialmente ricos en especies de copa, aunque con oscilaciones entre años. Ambos tipos de bosque también presentan valores elevados con relación a las especies de sotobosque, aunque con oscilaciones mayores y aparentemente con valores en descenso a lo largo del período estudiado. En ambos casos, la presencia de especies no forestales es esporádica.

En los alcornoques la riqueza de especies de copa es bastante superior a la de las de sotobosque y muy superior a la de especies no forestales, tanto en parcelas quemadas el año 1994 como en las no quemadas. Por su parte la evolución entre años sí muestra diferencias entre ambos tipos de alcornoques, puesto que los no quemados muestran una cierta

estabilidad en cuanto a la riqueza de especies de copa y sotobosque. Contrariamente, los alcornocales quemados tienen mayores oscilaciones en la riqueza de especies de sotobosque. En ambos casos la presencia de especies no forestales es muy escasa, siendo nula en diversas parcelas, independientemente de si han experimentado o no incendios.

En los pinares de pino laricio se observan diferencias importantes entre las parcelas que sufrieron incendios el año 1994 y las que no los sufrieron. Los pinares no quemados presentan riquezas importantes de especies de copa y de especies de sotobosque, con presencia notable de no forestales. Por su parte, las parcelas incendiadas presentan riquezas de especies de copa y sotobosque moderadas, y de especies no forestales superiores a las que se observan en las no quemadas.

Los pinares de pino albar son más ricos en especies indicadoras de sotobosque que de copa. Cabe destacar el peso de especies indicadoras no forestales. En general, la tendencia es a la estabilidad, aunque con fluctuaciones entre años, excepto para el grupo de aves no forestales.

En los pinares de pino carrasco el grupo indicador de copa es en general más abundante y estable en el tiempo. Los valores de riqueza de indicadores de sotobosque experimenta oscilaciones a lo largo del período estudiado, y se aprecia una disminución en la riqueza de indicadores no forestales con el paso de los años.

En los robledales, la riqueza de aves de copa oscila, pero se mantiene alta con el paso de los años. Por su parte, la riqueza de aves del grupo de las especies de sotobosque oscila, mientras que la de las especies no forestales presenta valores bajos que llegan a ser nulos en algunas parcelas.

En las choperas la riqueza de aves se muestra estable, aunque con fluctuaciones entre años. El grupo de especies de copa es ligeramente superior al resto. Destaca el porcentaje elevado del grupo de no forestales.

Las alisedas muestran una importante riqueza de especies de copa, con estabilidad entre años. La riqueza de especies de sotobosque es ligeramente mayor e igualmente estable. La riqueza de no forestales es baja y en algunas parcelas, nula.

Tabla 1. Porcentaje de especies de aves indicadoras respecto al total predefinido (total predefinido: aves de copa 15, aves de sotobosque 8, aves no forestales 15) para cada tipo de bosque durante los diferentes años de seguimiento.

Tipo de bosque	Año	Especies de copa	Especies de sotobosque	Especies no forestales
Encinares	2003	66,7	100,0	0,0
	2005	53,3	62,5	6,7
	2007	66,7	62,5	6,7
Alcornocales no quemados	2003	53,3	75,0	20,0
	2005	53,3	62,5	13,3
	2007	60,0	75,0	13,3
Alcornocales quemados	2003	60,0	50,0	0,0
	2005	53,3	32,5	0,0
	2007	53,3	62,5	0,0
Hayedos	2003	73,3	62,5	6,7
	2005	66,7	37,5	0,0
	2007	66,7	50,0	6,7
Pinares de pino laricio no quemados	2003	33,3	37,5	0,0
	2005	60,0	75,0	33,3
	2007	53,3	50,0	13,3
Pinares de pino laricio quemados	2003	46,7	62,5	20,0
	2005	53,3	62,5	60,0
	2007	46,7	62,5	33,3
Pinares de pino albar	2004	53,3	62,5	13,3
	2006	53,3	75,0	33,3
	2008	60,0	75,0	46,7
Pinares de pino carrasco	2004	60,0	50,0	0,0
	2006	66,7	37,5	0,0
	2008	66,7	75,0	6,7
Robledales de roble pubescente	2004	53,3	37,5	6,7
	2006	80,0	75,0	6,7
	2008	73,3	50,0	13,3
Choperas	2004	46,7	37,5	20,0
	2006	46,7	50,0	33,3
	2008	53,3	50,0	33,3
Alisedas	2004	53,3	62,5	6,7
	2006	53,3	62,5	6,7
	2008	60,0	62,5	20,0

4.2. Abundancia de especies de aves indicadoras

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en los tipos de bosque analizados.

En general, en los diferentes tipos de bosque, se observa que la abundancia tiende a aumentar con el paso de los años. Hay que destacar algunas excepciones, como el caso de los pinares de pino laricio y los alcornocales quemados, en los que la abundancia de especies de todos los grupos indicadores ha experimentado oscilaciones entre años. Por su parte, en pinares de pino albar los indicadores de sotobosque muestra oscilaciones. Asimismo, en robledales y choperas se observan oscilaciones importantes entre años para todos los grupos indicadores, sin que se distinga un patrón claro.

Por lo que se refiere a la abundancia de especies no forestales, hay que destacar que en los encinares, hayedos, pinares de pino albar, robledales y alisedas, a pesar de que se obtienen

valores en alguno de ellos moderados, se han observado parcelas con valores nulos o muy bajos la mayoría de los años. Seguramente ello se deba a que se trata de masas con estratos superiores con importantes recubrimientos. Los pinares de pino laricio que sufrieron los incendios del año 1994 presentan abundancias de especies no forestales superiores al resto de pinares de pino laricio.

Tabla 2. Abundancia (parejas/hectárea) de especies de aves indicadoras para cada tipo de bosque durante los diferentes años de seguimiento.

Tipo de bosque	Año	Especies de copa	Especies de sotobosque	Especies no forestales
Encinares	2003	6,5	10,8	0,0
	2005	19,4	12,5	0,8
	2007	21,6	20,5	0,8
Alcornocales no quemados	2003	9,3	6,9	0,6
	2005	19,3	17,6	0,4
	2007	28,8	24,1	1,5
Alcornocales quemados	2003	11,8	9,0	0,0
	2005	15,5	13,0	0,3
	2007	10,3	4,7	0,0
Hayedos	2003	9,3	8,5	0,1
	2005	22,3	12,7	0,0
	2007	35,7	22,4	1,0
Pinares de pino laricio no quemados	2003	3,6	5,3	0,0
	2005	14,5	17,1	1,0
	2007	10,7	3,6	0,5
Pinares de pino laricio quemados	2003	2,0	4,1	1,3
	2005	11,4	9,7	6,3
	2007	8,0	2,4	0,6
Pinares de pino albar	2004	7,6	7,3	4,7
	2006	8,0	5,3	2,0
	2008	12,6	4,8	2,0
Pinares de pino carrasco	2004	10,9	5,0	0,0
	2006	12,9	10,7	0,0
	2008	15,0	7,9	0,1
Robledales de roble pubescente	2004	5,9	0,4	9,3
	2006	20,6	0,1	10,7
	2008	15,0	0,7	7,4
Choperas	2004	2,8	1,7	0,8
	2006	11,5	4,5	2,1
	2008	6,7	2,5	4,7
Alisedas	2004	4,2	0,9	9,3
	2006	16,6	0,2	8,7
	2008	15,0	1,9	8,8

4.3. Relación entre indicadores de biodiversidad y parámetros forestales

En las Tablas 3 y 4 se sintetizan los resultados de los GLMM aplicados para analizar la existencia de diferencias significativas de cada variable (parámetros forestales y aves indicadoras) entre las diferentes parcelas y a lo largo de los años de muestreo.

Por su parte, las relaciones significativas entre variables forestales y de aves indicadoras, obtenidas de la aplicación de los GLMM, se muestran en las Tablas 5 y 6, en las cuales se indica el signo de la relación.

Tabla 3. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de la evolución de los indicadores en los bosques de la prueba piloto (2003, 2005 y 2007). Las diferencias significativas se indican como $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$. NS: diferencia no significativa. ¹ Diferencias entre años para el conjunto de parcelas; ² Diferencias entre parcelas para el conjunto de años.

Indicador	Encinares		Alcornocales no quemados		Alcornocales quemados	
	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²
PARÁMETROS FORESTALES						
Recubrimiento arbóreo	$p < 0,05$	$p < 0,001$	NS	$p < 0,01$	NS	$p < 0,001$
Recubrimiento arbustivo alto	$p < 0,05$	$p < 0,001$	NS	$p < 0,001$	NS	$p < 0,05$
Recubrimiento arbustivo bajo	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,01$	$p < 0,001$	NS	$p < 0,01$
Recubrimiento herbáceo	$p < 0,05$	$p < 0,05$	NS	NS	NS	NS
Altura arbóreo	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Altura arbustivo alto	$p < 0,05$	NS	NS	NS	NS	NS
Altura arbustivo bajo	$p < 0,01$	NS	NS	$p < 0,01$	NS	NS
AVES INDICADORAS						
Abundancia esp. copa	$p < 0,01$	NS	NS	NS		
Abundancia esp. sotobosque	$p < 0,01$	NS	NS	NS	NS	NS
Abundancia esp. no forestales	NS	NS	$p < 0,05$	NS	NS	NS
% indicadoras copa	$p < 0,01$	$p < 0,05$	NS	NS	NS	NS
% indicadoras sotobosque	$p < 0,001$	$p < 0,05$	NS	NS	$p < 0,01$	NS
% indicadoras no forestales	NS	NS	NS	NS	$p < 0,01$	NS

Tabla 3 cont. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de la evolución de los indicadores en los bosques de la prueba piloto (años 2003, 2005 y 2007). Las diferencias significativas se indican como $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$. NS: diferencia no significativa. ¹ Diferencias entre años para el conjunto de parcelas; ² Diferencias entre parcelas para el conjunto de años.

Indicador	Hayedos		Pinares de pino laricio no quemados		Pinares de pino laricio quemados	
	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²
PARÁMETROS FORESTALES						
Recubrimiento arbóreo	NS	NS	NS	$p < 0,001$	NS	$p < 0,05$
Recubrimiento arbustivo alto	$p < 0,05$	$p < 0,001$	NS	$p < 0,001$	NS	NS
Recubrimiento arbustivo bajo	$p < 0,001$	$p < 0,001$	NS	NS	$p < 0,05$	NS
Recubrimiento herbáceo	$p < 0,001$	NS	$p < 0,05$	$p < 0,001$	NS	$p < 0,001$
Altura arbóreo	NS	$p < 0,01$	NS	$p < 0,01$	NS	$p < 0,05$
Altura arbustivo alto	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Altura arbustivo bajo	NS	NS	NS	NS	$p < 0,05$	NS
AVES INDICADORAS						
Abundancia esp. copa	NS	NS	NS	NS	$p < 0,05$	NS
Abundancia esp. sotobosque	NS	NS	NS	NS	$p < 0,05$	NS
Abundancia esp. no forestales	NS	NS	--	--	$p < 0,01$	NS
% indicadoras copa	$p < 0,05$	NS	NS	NS	$p < 0,05$	$p < 0,001$
% indicadoras sotobosque	NS	NS	$p < 0,05$	NS	$p < 0,01$	$p < 0,05$
% indicadoras no forestales	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$

Tabla 4. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de la evolución de los indicadores en los bosques de la ampliación (años 2004, 2006 y 2008). Las diferencias significativas se indican como $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$. NS: diferencia no significativa. ¹ Diferencias entre años para el conjunto de parcelas; ² Diferencias entre parcelas para el conjunto de años.

Indicador	Pinares de pino albar		Pinares de pino carrasco		Robledales de roble pubescente	
	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²
PARÁMETROS FORESTALES						
Recubrimiento arbóreo	$p < 0,001$	NS	$p < 0,01$	NS	$p < 0,001$	NS
Recubrimiento arbustivo alto	NS	NS	$p < 0,05$	NS	$p < 0,01$	$p < 0,001$
Recubrimiento arbustivo bajo	$p < 0,05$	NS	$p < 0,01$	NS	$p < 0,05$	NS
Recubrimiento herbáceo	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Altura arbóreo	$p < 0,05$	NS	$p < 0,01$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	NS
Altura arbustivo alto	$p < 0,01$	NS	$p < 0,001$	NS	NS	NS
Altura arbustivo bajo	NS	NS	NS	NS	NS	NS
AVES INDICADORAS						
Abundancia esp. copa	NS	NS	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,01$	NS
Abundancia esp. sotobosque	$p < 0,01$	NS	NS	NS	NS	NS
Abundancia esp. no forestales	NS	NS	NS	NS	NS	NS
% indicadoras copa	$p < 0,001$	NS	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,05$
% indicadoras sotobosque	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	NS	$p < 0,05$	NS
% indicadoras no forestales	$p < 0,05$	NS	$p < 0,05$	NS	$p < 0,05$	NS

Tabla 4 cont. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de la evolución de los indicadores en los bosques de la ampliación (2004, 2006 y 2008). Las diferencias significativas se indican como $p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$. NS: diferencia no significativa. ¹ Diferencias entre años para el conjunto de parcelas; ² Diferencias entre parcelas para el conjunto de años.

Indicador	Choperas		Alisedas	
	Año ¹	Parcela ²	Año ¹	Parcela ²
PARÁMETROS FORESTALES				
Recubrimiento arbóreo	$p < 0,01$	NS	$p < 0,01$	NS
Recubrimiento arbustivo alto	$p < 0,001$	NS	$p < 0,05$	NS
Recubrimiento arbustivo bajo	$p < 0,05$	NS	NS	NS
Recubrimiento herbáceo	$p < 0,05$	NS	NS	NS
Altura arbóreo	NS	NS	NS	NS
Altura arbustivo alto	$p < 0,001$	-	NS	NS
Altura arbustivo bajo	NS	NS	$p < 0,05$	NS
AVES INDICADORAS				
Abundancia esp. copa	NS	NS	$p < 0,01$	NS
Abundancia esp. sotobosque	NS	NS	NS	NS
Abundancia esp. no forestales	NS	NS	NS	NS
% indicadoras copa	$p < 0,01$	NS	$p < 0,001$	$p < 0,05$
% indicadoras sotobosque	NS	NS	NS	NS
% indicadoras no forestales	NS	$p < 0,05$	NS	NS

Tabla 5. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de las relaciones significativas entre parámetros forestales y aves indicadoras en los bosques de la prueba piloto (2003, 2005 y 2007). Se indica el signo de la relación observada. * Diferencias obtenidas sólo en las parcelas quemadas en los incendios del año 1994.

Indicador	Encinares	Alcornocales	Hayedos	Pinares de pino laricio
% indicadoras copa		- recubrimiento estrato arbóreo		- recubrimiento estrato arbóreo *
% indicadoras sotobosque	+ recubrimiento arbóreo	+ recubrimiento estrato herbáceo	- recubrimiento arbustivo bajo	
	+ recubrimiento arbustivo alto	+ altura arbustivo alto		
% indicadoras no forestales		- altura arbustivo bajo *		
		- altura arbustivo bajo		
Abundancia esp. copa	+ altura estrato arbóreo	+/- altura estrato arbóreo *	- recubrimiento arbustivo alto	- altura arbustivo alto
		- recubrimiento arbustivo bajo		+ altura arbustivo bajo
Abundancia esp. sotobosque	- recubrimiento arbustivo bajo	- recubrimiento estrato herbáceo		- recubrimiento arbustivo alto
				+ altura arbustivo bajo
Abundancia esp. no forestales	- recubrimiento arbustivo bajo	+ recubrimiento arbustivo alto		+ altura arbustivo bajo



Tabla 6. Síntesis del análisis estadístico mediante GLMM de las relaciones significativas entre parámetros forestales y aves indicadoras en los bosques de la ampliación (2004, 2006 y 2008). Se indica el signo de la relación observada. ¹ El mantenimiento a lo largo del tiempo del valor de la variable forestal favorece el incremento de las variables relacionadas con las aves. ² La ausencia de valores en la variable relacionada con las aves en la mayoría de parcelas y años no permite la interpretación de la relación observada. ³ La ausencia de un patrón claro de variación en las variables forestales no permite la interpretación de la relación observada.

Indicador	Pinares de pino albar	Pinares de pino carrasco	Robledales de roble pubescente	Choperas	Alisedas
% indicadoras copa		altura estrato arbustivo bajo ¹		+ recubrimiento estrato arbóreo	
% indicadoras sotobosque				+ recubrimiento estrato arbóreo	
% indicadoras no forestales					+ recubrimiento estrato arbóreo
					+ recubrimiento estr. arbustivo alto
Abundancia esp. copa	+ recubrimiento estr. arbustivo alto	+ recubrimiento estr. arbustivo alto		+ recubrimiento estrato arbóreo	altura estrato arbóreo ³
Abundancia esp. sotobosque			recubrimiento estrato arbustivo alto ¹		altura estrato arbóreo ³
Abundancia esp. no forestales	altura estrato arbóreo ²				+ recubrimiento estrato arbóreo

5. Discusión

Aunque cada uno de los distintos tipos de bosques estudiados muestra variaciones en la riqueza y abundancia de los diferentes grupos de especies indicadoras a lo largo del tiempo, algunos bosques ofrecen con cierta constancia valores bajos en ambos parámetros para las especies de copa y las de sotobosque, y valores más elevados para las especies indicadoras no forestales, lo que denotaría unas condiciones subóptimas de funcionalidad forestal. Así, los pinares de pino laricio quemados y de pino albar y las choperas presentan porcentajes de riqueza de no forestales más elevadas y, en el caso de las choperas, incluso cercanas a las de especies de copa y de sotobosque. A ello se une en estas últimas una reducida abundancia de especies de copa, de forma similar a lo que se observa también en pinares de pino laricio quemados. Para los pinares de pino albar, la explicación del elevado porcentaje de no forestales es menos clara, pero cabe destacar que la riqueza de aves de los otros dos grupos no es baja, y parece que a lo largo del tiempo aumenta la abundancia de las especies de copa y sotobosque, lo que parece indicar una mejor funcionalidad del bosque a lo largo del período estudiado. Las choperas, por su espesura defectiva y por las actuaciones a las que son sometidas anualmente, son la formación vegetal que presenta peores condiciones en relación con su funcionalidad como bosque.

Destaca la diferencia de comportamiento de los alcornoques y los pinares de pino laricio que sufrieron incendios respecto a los que no los sufrieron. En el caso de los alcornoques quemados se aprecia a lo largo del tiempo la inestabilidad en la riqueza de especies de sotobosque, los valores inferiores en relación a los que se obtienen en los no quemados, y abundancias menores en los grupos indicadores de copa y sotobosque. Sin embargo, es interesante constatar que en ambos casos las especies no forestales se encuentran claramente menos representadas que las pertenecientes a los otros dos grupos. Ello parece indicar que unos diez años después de los incendios los alcornoques han recuperado (o conservan tal vez) una capacidad de diferenciarse funcionalmente de los espacios abiertos y

ecotonos cercanos; sin embargo, todavía no muestran una funcionalidad de los estratos arbóreo y arbustivo equiparable a los alcornoques que no se incendiaron.

Por contra, los pinares de pino laricio, unos diez años después de los incendios muestran todavía una notable influencia de las zonas de ecotono y de los espacios abiertos (mayor riqueza y abundancia del grupo de indicadores no forestales en los pinares no quemados), y la funcionalidad del bosque asociada a una buena estructura y composición de los estratos arbóreo y arbustivo se diferenciaría notablemente de las que presentan los bosques que no experimentaron el incendio.

Por lo que se refiere a la relación entre indicadores de biodiversidad y parámetros forestales (tablas 3 y 4), en términos generales y para el conjunto de los bosques estudiados, los parámetros forestales que presentan diferencias significativas más frecuentemente, ya sea entre parcelas o entre años, o para ambos, son los relativos a recubrimientos de los estratos de vegetación. Puntualmente hay diferencias en las alturas de dichos estratos (por ejemplo, en los encinares, y en los pinares de pino albar y de pino carrasco cuando se compara entre años).

Asimismo en diferentes bosques la mayoría de las diferencias significativas se producen entre años y no entre parcelas; es el caso de los pinares de pino albar y de pino carrasco, los robledales, las choperas y en menor grado las alisedas. Ello indicaría que las diferencias entre parcelas no siguen un patrón común, pero que estas evolucionan de forma similar a lo largo del tiempo, de lo que se podría inferir que las diferencias observadas o bien responden a una forma similar de gestión dentro de un mismo tipo de bosque, o bien no se relacionan con la gestión. Sin embargo, la primera opción parece más verosímil.

El caso contrario se produciría en alcornoques (quemados y no quemados) y pinares de pino laricio no quemados. Finalmente, en los encinares y hayedos las diferencias se producen tanto entre años como entre parcelas, lo que posiblemente refleja formas de gestión diferenciadas en las distintas parcelas estudiadas.

Este comportamiento en los parámetros forestales no tiene una traducción clara en las diferencias que se observan en las variables asociadas a las aves indicadoras. Sin embargo, en los encinares se producen diferencias en los parámetros forestales entre años y también en los de aves indicadoras de copa y sotobosque; también los hayedos o los pinares de pino albar presentan relaciones parecidas. Diferencias generalizadas en todos los indicadores relativos a aves se observan a lo largo del tiempo en los pinares de pino laricio quemados aunque el sentido de dichas diferencias no es claro.

Las tablas 5 y 6 muestran que el recubrimiento de los diversos estratos aparece repetidamente como la variable que se asocia significativamente a los indicadores de cada grupo de aves; únicamente en los pinares de pino laricio las alturas de los diversos estratos adquieren importancia. En algunos casos la explicación de la relación o del sentido positivo o negativo de la misma es clara (por ejemplo, la relación positiva entre los valores más elevados de riqueza de indicadores de sotobosque, con el mayor recubrimiento de los estratos arbustivos). Sin embargo no sucede así en otros casos, especialmente cuando el estrato involucrado es el herbáceo; posiblemente ello denota una relación con otra variable que indirectamente incide en el estrato herbáceo y en la correspondiente variable de aves indicadoras.

6. Conclusiones

- Se pone de manifiesto una mayor capacidad de recuperación de la funcionalidad después del incendio en los alcornocales que en los bosques de pino laricio.
- Las choperas, por su carácter de plantación, muestran a través de los indicadores correspondientes a las aves, una funcionalidad peor a la del resto de bosques estudiados.
- En términos generales y para el conjunto de los bosques estudiados, los parámetros forestales que presentan diferencias significativas más frecuentemente, ya sea entre parcelas o entre años, o para ambos, son los relativos a recubrimientos de los estratos de vegetación.
- Entre los bosques estudiados, los valores de los parámetros forestales obtenidos en los pinares de pino albar y de pino carrasco, los robledales, las choperas y en menor grado las alisedas, posiblemente responden a una forma similar de gestión, en las parcelas de un mismo tipo de bosque.
- En los encinares y hayedos las diferencias que se producen en las variables forestales posiblemente reflejan formas de gestión diferenciadas en las distintas parcelas estudiadas.
- El hecho de que cuando se analizan las parcelas en relación con las variables forestales, aparezcan con frecuencia y en diferentes tipos de bosque diferencias significativas para los recubrimientos de los distintos estratos, unido al hecho de que estas mismas variables se asocien de forma significativa con los valores de indicadores de aves, indicaría que las formas de gestión forestal que inciden sobre el recubrimiento de los estratos serían las que tienen mayor efecto sobre la biodiversidad y funcionalidad del bosque. Únicamente en los pinares de pino laricio la altura de los estratos parece ganar importancia.

7. Agradecimientos

Trabajo promovido por el Centre de la Propietat Forestal en el marco de su Plan de innovación y Transferencia de Tecnología. *Agradecemos las aportaciones de los investigadores y técnicos Juan Bécares, Lluís Brotons, Albert Burgas, Daniel Burgas, Jordi Camprodon, Teresa Cervera, Anna Colomer, Ricard Farriol, Marcel Fontanillas, Antonio Gómez-Bolea, Néstor Hladun, M. Pilar Hoyo, Esteve Llop, Teresa Montràs, Ferran Navàs, Anna Riverola, Carme Rosell, Sergi Salas y Daniel Villero, que han intervenido en diferentes momentos del diseño y ejecución del Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Cataluña, íntegramente financiado por el Centre de la Propietat Forestal.*

8. Bibliografía

CAMPENY, R.; FERNANDEZ-BOU, M.; CERVERA, T.; ABIAN, J.L.; 2005. Programa de seguimiento de la biodiversidad en los bosques de Catalunya. Primeros resultados (2002 – 2005). IV Congreso Forestal Español. Zaragoza, 26-30 de septiembre, 2005. Versión digital.

CREAF; 1990. Inventari ecològic i forestal de Catalunya: mètodes. Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, Generalitat de Catalunya. Informe inédito. 112 pp.

GROOMBRIDGE, B.; JENKINS, M.D.; 1996. Assessing biodiversity status and sustainability. World Conservation Press. Cambridge. 104 pp.

MINUARTIA; 2002. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 101 pp.

MINUARTIA; 2003. Treballs inicials del programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 25 pp.

MINUARTIA; 2004a. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Prova pilot: treballs de seguiment en alzinars, suredes, fagedes i boscos de pinassa. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 143 pp.

MINUARTIA; 2004b. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Treballs inicials per a l'ampliació del seguiment a nous boscos. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 24 pp.

MINUARTIA; 2005a. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Any 2004. Ampliació del seguiment: pinedes de pi blanc, pinedes de pi roig, pollancredes, rouredes i vernedes. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 177 pp.

MINUARTIA; 2005b. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Any 2005. Primer seguiment parcial en alzinars, suredes, fagedes i boscos de pinassa. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 142 pp.

MINUARTIA; 2006. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Any 2006. Primer seguiment parcial en pinedes de pi blanc, pinedes de pi roig, pollancredes, rouredes i vernedes. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 130 pp.

MINUARTIA; 2008. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Any 2007. Seguiment d'ocells i seguiment forestal parcial en alzinars, suredes, fagedes i boscos de pinassa. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 90 pp.

MINUARTIA; 2009. Programa de seguiment de la biodiversitat als boscos de Catalunya. Any 2008. Segon seguiment parcial en pinedes de pi blanc, pinedes de pi roig, pollancredes, rouredes i vernedes. Centre de la Propietat Forestal. Informe inédito. 100 pp.

