5º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-064

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

Importancia del grado de madurez del bosque sobre las comunidades de himenópteros voladores y micromamíferos en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

COMAS, L.[1], ARNAN, X. [1], GRACIA, M.[1], RETANA, J.[1] y BOSCH, J. [1]

[1] Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)

Resumen

El concepto de bosque maduro se ha puesto de moda ligado a una preocupación creciente por una gestión forestal que respete y aproveche los procesos naturales, y donde cada vez toman más importancia aspectos relacionados con la conservación de la biodiversidad. En el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici, debido a la gestión especial de conservación, con un cese de las explotaciones, se presentan bosques donde se ha podido llegar a un grado elevado de madurez, estructuras difíciles de encontrar en otras zonas de nuestro territorio.

El presente estudio ha permitido mejorar el conocimiento sobre las relaciones entre los elementos relacionados con la madurez de los pinares de pino negro y de los abetales, y la conservación de la diversidad especies desde una perspectiva pluridisciplinar. Se han elegido los micromamíferos y los himenópteros voladores, con la intención de trabajar en un rango de escalas representativas para los diferentes procesos que pueden ser importantes en el funcionamiento del bosque. Los objetivos son: a) determinación de las condiciones forestales, y en especial aquellas relacionadas con el grado de madurez del bosque, que determinan la composición de las comunidades de fauna, y b) integración de los resultados obtenidos de las características estructurales y de composición del bosque con la diversidad de las comunidades estudiadas, y la utilización del hábitat por parte de las especies.

La variación de las variables estructurales del bosque relacionadas con la madurez a nivel de microhábitat explican parte de la variabilidad en los datos de estructuración y composición de de las comunidades. Las diferentes familias de himenópteros y especies de micromamíferos se relacionan con diferentes características estructurales del bosque. Así, cuanta más heterogeneidad se presentan en estos dos tipos de bosque, mayor diversidad de himenópteros y micromamíferos podemos encontrar.

Palabras clave

Bosque maduro, himenópteros, micromamíferos, red de parcelas, comunidad, biodiversidad.

1. Introducción

La gestión de los ecosistemas forestales es una tarea cada vez más compleja. Los intereses y usos se multiplican en espacios dónde crece la preocupación por la realización de aprovechamientos que respeten y aprovechen los procesos naturales, y a la vez toman más importancia aspectos como la conservación de la biodiversidad. Un bosque maduro es aquel bosque que ha alcanzado mucha edad y que por lo tanto, exhibe unas características biológicas peculiares: grandes árboles vivos y muertos, grandes cantidades de ramas muertas en descomposición, y normalmente con múltiples estratos verticales de vegetación representando una gran variedad de especies arbóreas y clases de edad. Sin embargo en nuestro país existe muy poca información sobre las características e importancia de estos bosques. Esto es debido, principalmente, a que la mayoría de los bosques con un mayor grado de madurez se encuentran en situaciones muy singulares, existiendo una dificultad importante en encontrar un gradiente de madurez en condiciones ambientales comparables. Este

gradiente sí puede encontrarse en el ámbito del Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici.

2. Objetivos

La finalidad del proyecto es conocer la relación entre los elementos característicos de los bosques con diferentes grados de madurez, y la conservación de la diversidad de procesos y especies desde una perspectiva pluridisciplinar. En el proyecto se plantea iniciar el estudio con comunidades de dos grupos faunísticos diferentes: micromamíferos e himenópteros. La elección de estos grupos se justifica por la intención de trabajar en un rango de escalas representativas para los diferentes procesos que pueden ser importantes en el funcionamiento del bosque, por su importancia en el funcionamiento del bosque y como indicadores, por la falta de conocimiento que existe para muchos de ellos, y por el interés inmediato para el Parque al estar algunos de ellos pendientes de la redacción de planes de gestión.

3. Metodología

Este estudio se ha llevado a cabo en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici (Lleida). En 2005 se seleccionaron 6 parcelas en función de la presencia de elementos y dinámicas características de los bosques maduros: pies de grandes dimensiones, madera muerta en descomposición, árboles muertos en pie, heterogeneidad vertical y horizontal. Se instalaron tres en pinares de pino negro (*Pinus uncinata subsp. mugo*) y tres en abetales (*Abies alba*), que son la principales formaciones boscosas del Parque. Las parcelas permanentes eren parcelas de 1 ha (100 m de lado). En cada una de las parcelas se estableció una red de 25 estaciones de muestreo con una separación de 20 m entre las cinco filas y las cinco columnas, de modo que la influencia máxima asociada a cada estación venía determinada por un radio de 10 m (ésta es también la distancia de las estaciones situadas al margen de la parcela con el mismo límite exterior de la parcela). Cada estación de muestreo era muestreada en una superficie de 5 m de radio.

Para caracterizar la estructura de estos hábitats, en cada una de las estaciones de muestreo se midieron las siguientes variables: recubrimiento (%) de las principales especies arbóreas de más de 1 m de altura; recubrimiento (%) de las principales especies leñosas con altura hasta 1 m; recubrimiento (%) de las especies herbáceas, helechos y musgos; recubrimiento (%) del sustrato por parte de cada una de las siguientes categorías: materia orgánica, hojarasca, rocas, piedras, materia mineral y agua; número de tocones; madera en descomposición de diámetro superior a 5 cm; longitud de las piezas de madera en descomposición; volumen de las diferentes estados de descomposición de la madera; número total de pies muertos en pié con diámetro normal superior a 10 cm y estado de descomposición de pies muertos.

La comunidad de himenópteros voladores se muestreó mediante platos amarillos, colocando uno por cada estación de muestreo (es decir, 25 por parcela). Este muestreo se realizó durante dos años seguidos (2005 y 2006), en ambos casos a principios de julio. Estas trampas consistían en unos recipientes de color amarillo (color que atrae a los insectos) rellenados con una mezcla de agua y sal, que se colocaron sobre el suelo. Las trampas fueron activadas por un período de 3 a 6 días. Posteriormente, el contenido de las trampas se recogió y se llevó al laboratorio para la identificación y recuento de los individuos capturados. Dada la dificultad de catalogar todas las especies dentro de un grupo taxonómico tan poco conocido como es el de los himenópteros (Vance et al. 2007), la identificación de los especimenes se hizo a nivel de morfoespecie, y focalizamos los análisis mas detallados a nivel de riqueza de

familias, el cual es un potente predictor de la riqueza de especies en angiospermas, pájaros y mamíferos (Balmorf et al. 1996). La eficiencia en usar este nivel taxonómico de clasificación más alto, es de especial importancia para el biomonitoreo y planes de gestión de los ambientes forestales. Los valores de abundancia de himenópteros fueron estandarizados por el esfuerzo de captura, es decir, se calculó el número medio de insectos capturados por trampa y por día, y se sumaron los valores de cada año en un único valor. Se calculó la riqueza y el índice de diversidad de Shanon de morfoespecies y de familias.

Para el muestreo de las comunidades de micromamíferos se utilizó el método de trampeo en vivo, mediante técnicas de captura-recaptura. Los dispositivos utilizados eran trampas tipo "Sherman", colocando uno en cada estación de muestreo (es decir, 25 por parcela). Este muestreo se realizó durante dos épocas diferentes (julio y setiembre) de dos años consecutivos (2005 y 2006). Todos los dispositivos permanecieron en las parcelas durante 2 a 4 noches con visitas después de cada amanecer. Todos los animales capturados fueron manipulados para su identificación y marcados para reconocimiento individual. Este procedimiento permite aplicar modelos para la estimación poblacional de los micromamíferos.

4. Resultados

Se capturaron un total de 3.788 himenópteros voladores (2.585 en 2005 y 1.203 en 2006) que pertenecían a 34 familias y 11 superfamilias. Estos individuos se separaron en 701 morfoespecies. Diapriidae era la familia con más abundancia (1.332 individuos), seguida de Ichneumonidae (921 individuos) y Braconidae (707 individuos). Estas tres familias comprendían el 80% del total de himenópteros capturados. Las siguientes familias eran raras (menos de seis individuos capturados por familia): Aphelinidae, Eupelmidae, Eurytomidae, Signiphoridae, Chrysididae, Evaniidae, Sphecidae, Pamphilidae y Siricidae. La familia con más morfoespecies era Ichneumonidae (215 morfoespecies), seguida de Diapriidae (129 morfoespecies) y Braconidae (87 morfoespecies).

La abundancia total de himenópteros (corregida por el esfuerzo de muestreo) era diferente entre tipo de bosques, pero dentro de éstos era similar entre las parcelas (Tabla 1). Por su parte, mientras que la riqueza de morfoespecies y familias y la diversidad de morfoespecies eran similares entre tipos de vegetación y entre parcelas, la diversidad de familias era similar entre hábitats pero no entre parcelas. Así, la abundancia estandarizada de himenópteros era superior en el pinar que en el abetal. En cuanto a la riqueza y diversidad de morfoespecies y familias, ésta era similar entre hábitats y parcelas, aunque se apreciaba una clara tendencia a tener valores más elevados los pinares que los abetales.

Así, en cuanto a la composición de la comunidad de himenópteros, existía un 70% de superposición o similaridad entre los dos tipos de bosque, con 9 familias apareciendo exclusivamente en el bosque de pino negro y solo una (Siricidae) exclusivamente en el abetal. Siete de las nueve familias exclusivas del pinar eran raras (Aphelinidae, Eurytomidae, Signiphoridae, Chrysididae, Evaniidae, Sphecidae y Pamphilidae), y otras dos familias (Apidae y Dryinidae) tenían menos de 20 individuos capturados. La composición de la comunidad a nivel de morfoespecie mostraba un 20,6% de superposición o similitud entre tipo de vegetación (371 morfoespecies aparecían exclusivamente en el pinar y 186 solo en el abetal).

Tabla 1. Abundancia total de individuos (media ± error estándar), riqueza de morfoespecies y familias, índice de diversidad de Shanon de morfoespecies y familias de la comunidad de himenópteros de los abetales y pinares de pino negro del Parque Nacional de Aigüestortes. Se muestra el grado de significación del ANOVA anidado utilizado para observar diferencias entre tipo de bosque y parcelas.

Variable respuesta	*Abies alba*	*Pinus uncinata*	TOTAL	p (Tipo bosque)	p (Parcela)
Total ind./trampa/día	6,9±0,6	9,8±1,1	8,4±0,6	0,034	0,823
Riqueza Morfospecies	16,8±1,4	21,2±1,8	19,0±1,1	0,113	0,631
Riqueza Familias	4,2±0,2	6,0±0,4	5,0±0,2	*0,095*	0,173
H' Nivel Morfoespecies	1,5±0,1	1,9±0,1	1,7±0,0	0,152	0,004
H' Nivel Familias	1,0±0,1	1,3±0,1	1,1±0,1	0,125	*0,089*

Los resultados de los análisis de regresión lineal múltiple, nos indicaban que podemos explicar parte de la variabilidad de las medidas estructurales de la comunidad de himenópteros a partir de diferentes características estructurales concretas de cada estación (Tabla 2). Así, en el caso de la abundancia y riqueza de morfoespecies de himenópteros, solo una variable estructural entraba en el modelo. El volumen de madera muerta en estado de descomposición 2 mostraba una relación positiva con la abundancia total y la riqueza de himenópteros. Estos dos modelos nos explicaban un 6,5% y un 13,5% de la variabilidad, respectivamente. Por su parte, la riqueza de familias también era explicada por esta variable y en el mismo sentido, además del recubrimiento herbáceo total, y el recubrimiento de hojarasca del sustrato y el recubrimiento arbóreo de frondosas, éstas dos últimas relacionadas de forma negativa con la variable respuesta. Las cuatro variables que entraban en el modelo explicaban un 22,3% de la variabilidad. Por otro lado, la diversidad de morfoespecies venía explicada por el recubrimiento herbáceo total de manera positiva, y negativamente por el recubrimiento de musgos, el recubrimiento de hojarasca del sustrato y el recubrimiento arbóreo de frondosas. Estas cuatro variables explicaban un 18,8% de la variabilidad. La diversidad de familias venía también explicada por el recubrimiento herbáceo total siguiendo el mismo patrón, y de forma negativa con el recubrimiento arbóreo de frondosas y el recubrimiento de hojarasca en el sustrato, explicándonos un 19,7% de la variabilidad.

En cuanto a la comunidad de micromamíferos, se capturaron un total de 178 individuos pertenecientes a 4 especies diferentes, 3 de roedores (O. Rodentia) y 1 de insectívoro (O. Insectivora). La especie con más capturas en el total del área de estudio es *Clethrionomys glareolus* (el topillo rojo, O. Rodentia), con 87 capturas. Esta especie también es la que aparece en más estaciones de muestreo. Seguidamente, la especie con más capturas (51) y ocurrencia es *Apodemus sylvaticus* (el ratón de campo, O. Rodentia). *Eliomys quercinus* (el lirón careto, O. Rodentia) presentaba un número inferior de capturas (35) y ocurrencia. Por su lado, tan solo fueron capturados 5 individuos de *Sorex araneus* (musaraña bicolor, O. Insectivora) que aparecieron en un 3% de las estaciones de muestreo. Tanto las capturas de estas cuatro especies de micromamíferos como su porcentaje de ocurrencia presentaban valores muy similares entre los dos tipos de hábitats, pero estos valores sí que presentaban variabilidad entre parcelas.

El modelo de regresión logística múltiple aplicado a la probabilidad de captura de micromamíferos en general, nos indicaba que la presencia de micromamíferos era explicada por 3 de las 24 variables descriptivas utilizadas explicándonos un 28% de la variabilidad (Tabla 2). Así, existía una dependencia clara de los micromamíferos con el recubrimiento

herbáceo de especies gramíneas, el recubrimiento arbustivo total y la presencia o ausencia de madera muerta en descomposición. La presencia de estos animales dependía de la ausencia de recubrimiento herbáceo de especies de gramíneas, de modo que la probabilidad de encontrar un micromamífero aumentaba a medida que disminuía el recubrimiento herbáceo de gramíneas. El patrón contrario se hallaba con el recubrimiento arbustivo, el cual era muy importante para los micromamíferos, ya que su presencia aumentaba con un incremento de su recubrimiento. Por otro lado, el hecho de que en un hábitat no exista madera muerta en descomposición aumentaba en un 3,2 la probabilidad inicial de encontrar un micromamífero, por lo que la ausencia de madera muerta era clave para la presencia de este grupo faunístico.

Tabla 2. Tabla resumen de los análisis de regresión lineal múltiple entre las variables que caracterizan la estructura y composición de la comunidad de himenópteros (variables respuesta) y las variables de caracterización de la estructura forestal (variables independientes). N=150 en los cinco casos. Se presenta la variable dependiente, el % de variabilidad que explica el modelo (R2), el grado de significación (p), las variables que entran dentro del modelo, la beta estandarizada y el nivel de colinealidad de una variable con las otras (FIV). Abreviaturas: VMM2, Volumen de madera muerta en estado de descomposición 2; Rhmu, Recubrimiento de musgos; RSVI, Recubrimiento de hojarasca en el sustrato; Rhtot, Recubrimiento herbáceo total; Rafr, Recubrimiento arbóreo de frondosas.

Variable dependiente	R^2	p	Variables que entran en el modelo	Beta estandarizada	FIV
Abundancia	6,5	<0,0001	VMM2	0,267	1,000
S morfoespecies	13,5	<0,0001	VMM2	0,375	1,000
H morfoespecies	18,8	<0,0001	Rhmu	-0,154	1,250
			RSVI	-0,237	1,023
			Rhtot	0,248	1,103
			Rafr	-0,209	1,237
S familias	22,3	<0,0001	Rhtot	0,373	1,027
			VMM2	0,252	1,025
			RSVI	-0,193	1,034
			Rafr	-0,189	1,035
H familias	19,7	<0,0001	Rhtot	0,377	1,025
			Rafr	-0,232	1,030
			RSVI	-0,196	1,019

A nivel específico, la probabilidad de encontrar *Clethrionomys glareolus* dependía del recubrimiento arbustivo de *Rhododendron ferrugineum*, del recubrimiento arbustivo total y del recubrimiento de musgos. Estas tres variables explicaban un 23% de la varianza de su presencia en el área de estudio según el modelo logístico desarrollado, de modo que a mayor recubrimiento en estas tres variables mayor presencia de este roedor. Por su parte, la presencia de *A. sylvaticus* dependía del recubrimiento herbáceo total y del recubrimiento de agua en el sustrato. Estas dos variables explicaban un 15% de la varianza del modelo logístico aplicado. La probabilidad de capturar individuos de ratón de campo disminuía con el recubrimiento herbáceo mientras que aumentaba a medida que incrementaba la presencia de agua en las estaciones de muestreo. El modelo de regresión logística múltiple aplicado a la presencia de *Eliomys quercinus*, predecía que su presencia dependía del recubrimiento arbustivo total y del recubrimiento de helechos, y estas dos variables explicaban un 11% de la varianza. La probabilidad de encontrar un individuo de lirón careto aumentaba a medida que incrementaba el recubrimiento de estas dos variables.

*Tabla 3. Resultados de la regresión logística múltiple para determinar que variables explicativas proporcionan información de la probabilidad de captura de micromamíferos en general, o para cada una de las especies capturadas. Se presentan las variables explicativas que entran en cada uno de los modelos, el valor del coeficiente de cada variable (β) y su error estándar en el modelo, el estadístico de Wald (que sigue una distribución chi-cuadrado) y el grado de significación, los Odds Ratio (OR) de cada variable y su intervalo de confianza para el 95% de su seguridad. Asimismo, se presentan el valor de Chi-cuadrado y su significación para la prueba de evaluación de la bondad de ajuste del modelo (Test de Hosmer & Lemeshow), y el coeficiente de determinación del modelo (R2 de Nagelkerke). Abreviaturas: Rec, recubrimiento; *, variable categórica. En ninguno de los casos las variables que entran en el modelo están correlacionadas.*

Variable dependiente	**Variables explicativas**	**β**	**Err. Std.**	**Wald**	**Sig.**	OR	I.C. 95,0% para *OR*		**Test H&L**		**R^2**
							Inf.	**Sup.**	**Chi**	**Sig.**	
Micromamíferos	Constante	0,169	0,369	0,2	0,646	1,19			7,7	0,464	0,28
	Rec. arbustivo	0,032	0,009	11,5	0,001	1,03	1,01	1,05			
	Rec. gramíneas	-0,043	0,011	14,8	<0,0001	0,96	0,94	0,98			
	Madera muerta(*)	1,151	0,474	5,9	0,015	3,16	1,25	8,00			
Apodemus sylvaticus	Constante	-0,289	0,292	1,0	0,324	0,75			4,4	0,731	0,15
	Rec. agua	0,139	0,052	7,1	0,008	1,15	1,04	1,27			
	Rec. herbáceo	-0,036	0,012	8,9	0,003	0,96	0,94	0,99			
Clethrionomys glareolus	Constante	-2,306	0,484	22,7	<0,0001	0,10			5,7	0,676	0,23
	Rec. *R.ferrugineum*	0,020	0,009	4,9	0,027	1,02	1,00	1,04			
	Rec. arbustivo	0,025	0,010	6,8	0,009	1,03	1,01	1,05			
	Rec. musgos	0,042	0,012	11,9	0,001	1,04	1,02	1,07			
Eliomys quercinus	Constante	-2,620	0,481	29,7	<0,0001	0,07			8,3	0,401	0,11
	Rec. arbustivo	0,028	0,009	9,2	0,002	1,03	1,01	1,05			
	Rec. helechos	0,092	0,047	3,8	0,050	1,10	1,00	1,20			
Sorex araneus	Constante	-1,477	0,682	4,7	0,030	0,23			8,6	0,286	0,10
	Rec. arbóreo	-0,051	0,022	5,285	0,022	0,95	0,91	0,99			

5. Discusión

Las diferencias de abundancia de himenópteros entre hábitats se podrían explicar porque en el pinar el recubrimiento arbóreo es inferior que en el abetal, cosa que estaría relacionada con ambientes más abiertos y con más recubrimiento herbáceo y arbustivo, estratos a los cuales los himenópteros estrían más asociados. Aún así, aunque las diferencias de abundancia entre hábitats eran significativas, la varianza que nos explicaba el tipo de bosque en el modelo era muy baja (alrededor del 3%), la cual cosa nos estaría indicando que sí que existen diferencias entre tipos de bosque, pero estas diferencias no se explican a nivel de parcela (ya que no hay diferencias significativas), y posiblemente se explicarían por variaciones en algunas características estructurales del bosque a escala de estación de muestreo, por lo que las comunidades de himenópteros estarían mas influenciadas por las condiciones locales del hábitat que por las características del bosque en general. Por otro lado, cabe destacar que el taxón de los himenópteros es un grupo muy diversificado, con muchos géneros y especies por familia, y aunque muchos de estos grupos son homogéneos dentro de

familia, es difícil encontrar una explicación al comportamiento de un grupo tan amplio y diversificado, con géneros y especies de comportamiento tan contrastado.

El patrón de similaridad entre las dos comunidades es coincidente con otros estudios donde se muestra que la composición de las comunidades de insectos muestra baja similitud entre diferentes tipos de bosque, y sobretodo a niveles taxonómicos bajos, como son género y especie. Este hecho podría ser más acentuado en el caso de los Himenópteros, donde el número de familias raras es muy elevado. En este grupo existen muchas especies con una densidad poblacional muy baja, ya que son especies muy especializadas, principalmente parasitoides con un estrecho rango de huéspedes, la cual cosa la variación en la abundancia de sus huéspedes hace que las poblaciones se mantengan a niveles bajos. Estas especies con este elevado grado de especialización son muy vulnerables a la extinción, por lo que es de suma importancia que se mantengan las poblaciones huéspedes de manera indirecta a través de las características estructurales del bosque adecuadas para éstos. Cabe destacar la importancia de estas especies raras en las comunidades de Himenópteros, o por lo menos las del Parque Nacional de Aigüestortes, ya que de las 34 familias muestreadas, nueve son raras y cinco más tienen 15 o menos individuos capturados.

Del análisis de la regresión lineal múltiple se deduce que un factor muy importante en la estructuración de las comunidades de himenópteros era el volumen de madera muerta en estado de descomposición 2, de modo, que cuando más volumen hay en la estación, mayor abundancia, número de morfoespecies y de familias de himenópteros existen. Este fenómeno puede ser debido al hecho que la madera en este estado de descomposición, dura pero que ya empieza a descomponerse, es perfecta para que los individuos de himenópteros de algunas familias (sobretodo aquellas pertenecientes a la Superfamilia Apoidea) hagan sus nidos en los agujeros de la madera y se desarrollen sus larvas, o, que insectos huéspedes de algunos parasitoides hagan sus nidos allí, y después muchas familias de himenópteros parasitoides parasiten sus larvas. Las maderas en estado de descomposición 3 y 4 ya estarían demasiado descompuestas para que fueran provechosas para los himenópteros. El recubrimiento herbáceo total también es muy importante para la estructuración de las comunidades de himenópteros de Aigüestortes, ya que su aumento hace incrementar la diversidad de morfoespecies y familias, así como la riqueza de familias. Esto puede ser debido a la importancia de este estrato para muchas especies de himenópteros, y básicamente para aquellas florícolas que dependen de la producción de polen y néctar por parte de las flores de las plantas de este estrato. También existe una estrecha relación con el recubrimiento de frondosas y de hojarasca en el sustrato, pero de forma negativa, encontrando mayor diversidad de morfoespecies y familias y riqueza de familias cuando menos recubrimiento de frondosa y menos hojarasca hay en el sustrato. Esto puede ser debido a que las especies de frondosas están más relacionadas con los abetales, que son hábitats más cerrados que los pinares, y esto junto a que son planifolios, llegaría menos luz a los estratos inferiores, impidiendo el desarrollo de hierbas, que como ya se ha visto están muy relacionadas positivamente con las variables descriptoras de la estructura de las comunidades de himenópteros. En este mismo sentido, el recubrimiento de hojarasca impide el desarrollo del estrato herbáceo.

Las comunidades de micromamíferos no parecen diferenciar mucho entre los dos bosques estudiados. Esto nos puede estar indicando que su presencia no depende tanto del tipo de bosque sino como de las características estructurales de estos, las cuales muestran mucha variabilidad entre parcelas.

El análisis de las relaciones de la presencia de micromamíferos con las variables descriptivas del hábitat estaba muy condicionado por las capturas de topillo rojo ya que era la especie más abundante. *R. ferrugineum* es un arbusto de unos 0,5 m de altura y de hoja perenne, la cual cosa genera una capa protectora todo el año contra los depredadores y facilita el campeo por debajo para la obtención de alimento sin gran riesgo de ser depredado. Este hecho facilita la aparición de esta especie en las estaciones de muestreo donde hay un gran recubrimiento de este arbusto, la mayoría en los pinares. Así, esperaríamos encontrar más topillos rojos en los pinares, pero el modelo también indicaba que un mayor recubrimiento de musgos aumentaba su presencia, y los musgos tenían un recubrimiento superior en más estaciones de los abetales, y por el contrario, en los pinares encontrábamos pocas estaciones con valores elevados de recubrimiento de musgos. Un aumento del recubrimiento arbustivo total, que comprendía también el de rododendro, hacía incrementar también la probabilidad de capturar un topillo rojo; este recubrimiento estaba igualmente repartido entre las estaciones de los dos tipos de bosque.

La presencia de cada una de las especies de la comunidad se explica por variables particulares para cada una de ellas. Por ejemplo, *A. sylvaticus* es una especie oportunista, muy asociada a ambientes nitrófilos, lo cual explicaría su mayor presencia en los ambientes con acumulación de agua. Pero, un resultado interesante es que la probabilidad de capturar un micromamífero en general, y de una especie en concreto, no depende del tipo de bosque (tal y como ya se apreciaba con los valores absolutos de capturas entre tipos de bosque), pero sí de algunas de las características estructurales de los bosques. Es decir, que los micromamíferos no dependen directamente de la especie arbórea que tienen encima, sino que tienen una importante dependencia de la estructura del bosque, la cual no va asociada a la especie arbórea concreta. En el mismo sentido, tampoco se encontró relación alguna con el recubrimiento arbóreo, ni específico ni general, de las estaciones de muestreo. Esto nos indicaría que su presencia no tiene una relación directa con la presencia de estrato arbóreo encima, y cuando la hay, la relación es negativa, por lo que los micromamíferos son indiferentes al estrato arbóreo, y necesitarían de la presencia de espacios abiertos (Comas et al.). La formación de estos espacios formaría parte de los procesos naturales de autoregeneración que se dan en los bosques maduros.

6. Conclusiones

El tipo de bosque no explica la variabilidad en los datos de estructuración y composición de las comunidades de himenópteros y micromamíferos, y cuando lo hace (como en el caso de la abundancia total de himenópteros), la variabilidad explicada es muy baja. No obstante, en el caso de los himenópteros, el análisis multivariante separaba claramente unas familias más asociadas con los abetales y otras con los pinares, aunque no van asociadas directamente a estas especies arbóreas, sino a la estructura forestal que se genera en cada tipo de bosque.

La variación de las variables estructurales del bosque a nivel de microhábitat sí que explican parte de la variabilidad en los datos de estructuración y composición de las comunidades de himenópteros y micromamíferos, pero siempre explicando un porcentaje no muy alto de la variabilidad (no superior al 30%). Esto podría indicar que existe algún factor muy heterogéneo que no se ha tenido en cuenta que influye mucho en la estructuración de las comunidades de himenópteros y micromamíferos. Esto sugiere la importancia de futuros estudios para analizar cuales son los factores relacionados con la estructura de los bosques maduros que permiten predecir la composición y estructura de las comunidades de himenópteros y micromamíferos.

Las diferentes familias de himenópteros y especies de micromamíferos se relacionan con diferentes características estructurales del bosque. Así, cuanta más heterogeneidad de diferentes estructuras forestales encontremos en estos dos tipos de bosque, mayor diversidad de himenópteros y micromamíferos podemos encontrar. Es por ello, que es importante el mantenimiento de un importante grado de madurez del bosque, donde haya la existencia de bosques con un importante recubrimiento arbóreo y la existencia de una dinámica de claros importantes, donde ganan importancia los estratos inferiores (arbustivo y herbáceo), y con una importante acumulación de madera muerta en descomposición.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Organismo Autónoma de Parques Nacionales del Ministerio de Medio Ambiente. Agradecemos a Helena Barril la laboriosa tarea de separación e identificación de las muestras de himenópteros. Así mismo a Ingrid Regalado y Nacima Meghelli.

8. Bibliografía

COMAS, L., BOET, O., RASPALL, A., RETANA, J.; 2003. Les comunitats forestals de micromamífers de la Vall d'Espot. *Sisenes Jornades sobre recerca al Parc Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici:* 171-185.

BALMORF, A., GREEN, M.J.B., MURRAY, G.; 1996. Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: I. regiona tests. *Proc. Roy. Soc. London* 263: 1267-1274.

VANCE, C.C., SMITH, S.M., MALCOLM, J.R., HUBER, J., BELLOCQ, M.I.; 2007. Difference between forest type and vertical strata in the diversity and composition of Hymenopteran families and Myramid genera in Northeastern temperate forests. *Environomental Entomology* 36: 1073-1083.