



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Universitat Autònoma de Barcelona

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la Plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica

Víctor Cristóbal Bernal Díaz

2015

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la Plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica

Memoria presentada por

Víctor Cristóbal Bernal Díaz

Para optar al grado de Doctor

Con el Vº Bº:

Dr. Xavier Espadaler Gelabert
Profesor titular de la Unidad de Ecología

Víctor Cristóbal Bernal Díaz
Doctorando

Programa de Doctorado en Biología
Departamento de Biología Animal, de Biología Vegetal y de Ecología
Unidad de Ecología - CREAF
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA

Bellaterra, Diciembre de 2015

A mi familia:

a mis hijos, Héctor y Júlia, a mi mujer Sandra

a mis padres, Cristóbal y Teresa

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN.....	19
1. INTRODUCCIÓN.....	21
2. OBJETIVOS GENERALES.....	29
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	33
4.1. ZONA DE ESTUDIO.....	38
4.2. MUESTREO DE CAMPO.....	39
4.3. VARIABLES.....	40
4.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	45
5. RESULTADOS.....	57
6. DISCUSIÓN.....	93
7. CONCLUSIONES.....	113
8. REFERENCIAS.....	117
9. AGRADECIMIENTOS.....	133
10. ANEXOS.....	137
ANEXO I.....	139
ANEXO II.....	143
ANEXO III.....	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1. Frecuencias absolutas y relativas para cada especie de hormiga en los diferentes fragmentos de bosque de *la plana del Vallès*. Pie: **IE:** Invasora/Exótica. **P:** Parásita social/Esclavista. P. 62.

Tabla 5.2. Algunas estrategias vitales de las hormigas. P. 63.

Tabla 5.3. Resumen de los resultados del GLM en el que se explora la respuesta de la densidad de especies de hormigas (D) a las diferentes variables que describen el proceso de fragmentación. Se resaltan con asterisco las variables estadísticamente significativas. P. 71.

Tabla 5.4. Resumen de los resultados del GLM en el que se explora la respuesta de la riqueza de especies de hormigas (S) a las diferentes variables que describen el proceso de fragmentación. Se resaltan con asterisco las variables estadísticamente significativas. P. 76.

Tabla 5.5. Diferentes hipótesis para la explicación de la SAR en función de la correlación entre la alfa y la beta diversidad y el área de los fragmentos de bosque. Pie: Según el esquema de Schoereder et al. (2004). P. 80.

Tabla 5.6. Resumen de los Test marginales del modelo DISTLM a nivel de fragmento de bosque. Las variables significativas se resaltan con asterisco. P. 83.

Tabla 5.7. Resumen de los test marginales del modelo DISTLM a nivel de parcela. Las variables significativas se resaltan con asterisco. P. 84.

Tabla 5.8. Relación de esperados y cálculo de residuos para fragmentos de bosque de nueva aparición. La ecuación lineal que describe el modelo es $y=8,05+(0,0631*x)$ y es la utilizada para calcular los esperados. P. 86.

Tabla 5.9. Composición en grupos funcionales de hormigas de los fragmentos de bosque de la plana del Vallès (% del total de especies de cada nivel del factor considerado). TOTAL: distribución global, considerando todas los fragmentos estudiados. Ar: arborícolas; CC: especialistas de clima frío; Cr: crípticas; DD: dolicoderinas dominantes; GM: mirmecinas generalistas; Op: oportunistas; SC: subordinadas. P. 89.

Tabla 5.10. Número de especies indicadoras de ambientes perturbados, maduros y crípticas, según los dos criterios indicados de la *plana del Vallès*. $\chi^2= 0,39$; $P= 0,82$. P. 90.

Tabla 5.11. Número de especies indicadoras de ambientes perturbados, maduros y crípticas, de la *plana del Vallès* con la península ibérica según el criterio de Roig & Espadaler (2010). $\chi^2= 0,60$; $P= 0,74$. Pie: Según Roig & Espadaler (2010). P. 90.

Tabla 5.12. Relación de especies encontradas en los fragmentos de bosque en los que hay especies de hormigas invasoras o exóticas (IE) o bien parásitas sociales (P). P. 91.

Tabla 5.13. Resumen de variables y resultados del GLM donde se explora la relación entre la presencia/ausencia de especies de hormigas invasoras o exóticas (IE) o bien parásitas sociales o esclavistas (P) en los fragmentos de los bosques estudiados. P. 92.

Tabla 6.1. Modelo jerárquico de la diversidad de especies en la que los componentes específicos de escala de diversidad dentro y entre comunidades están vinculados aditivamente para generar la diversidad del siguiente nivel superior. Esquema basado en Wagner et al. (2000: Fig. 1). Pie: Todos los valores han sido obtenidos bajo la descomposición aditiva. Sólo se incluyen los

56 fragmentos con más de una parcela en los mismos. A este colectivo y sólo a este fin, se le llama paisaje. P. 102.

Tabla 6.2. Gradiente de tamaño de fragmento de bosque, número de parcelas que incluyen y riqueza de especies. Obsérvese, que manteniendo los 13 fragmentos menores de una ha, se conservarían más especies diferentes que conservando los tres que son superiores a 200 ha. Pie: Pendiente: de la relación especies-área. P. 103.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Representación del ámbito de estudio, el fragmento de bosque, con la zona de seguridad de 10 metros, y la parcela (unidad de muestreo de 100 m²). P. 36.

Figura 4.2. Aspecto de dos parcelas: pineda con sotobosque herbáceo, fácilmente transitable (arriba), y bosque mixto pino-encina (abajo). P. 37.

Figura 4.3. Proceso de transformación desde un entorno bastante natural (A) hasta otro prácticamente urbano (D). Es muy probable que los pasos intermedios (B y C) desemboquen en D. Los carteles numerados indican algunas de las parcelas de estudio (orto-fotos: *Institut Cartogràfic de Catalunya*). P. 39.

Figura 4.4. Ejemplo de la complejidad de los fragmentos de bosque según el tamaño relativo (grande, mediano y pequeño). Bajo cada fragmento se anota el identificador del mismo. Los círculos blancos indican la posición de la(s) parcela(s) de estudio. P. 42.

Figura 4.5. Detalle de los elementos utilizados para las trampas de caída, antes de ser colocados en una parcela. P. 47.

Figura 5.1. Obrera de *Aphenogaster subterranea* (izquierda) y de *Crematogaster scutellaris* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org. P. 60.

Figura 5.2. Frecuencias absolutas para cada especie de hormiga en los diferentes fragmentos de bosque de *la plana del Vallès*. Cada barra indica el número de parcelas en las que se ha encontrado la especie sobre un total de 241 parcelas de estudio. A destacar, la elevada frecuencia de unas pocas especies, y el elevado número de especies que únicamente se han encontrado en una o pocas parcelas. P. 61.

Figura 5.3. Obrera de *Chalepoxenus* (izquierda) y de *Polyergus rufescens* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org. P. 63.

Figura 5.4. Obrera de *Lasius meridionalis* (izquierda; Foto: www.antwiki.org) y de *Lasius carnolicus* (derecha; Foto: Zach Lieberman, www.antweb.org). P. 64.

Figura 5.5. Obrera de *Ponera coarctata* (izquierda) y de *Ponera testacea* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org. P. 65.

Figura 5.6. Obrera de *Lasius neglectus* (izquierda; Foto: Juan Jesús López Cortés. Web: Espadaler & Bernal, 2015 “*Lasius neglectus*. Una hormiga poligínica a veces invasora: <http://www.creaf.uab.es/xeg/Lasius/Espanol/morfologia.htm>) y de *Linepithema humile* (derecha; Foto: K. Gómez. www.hormigas.org). P. 65.

Figura 5.7. Curvas de acumulación de especies para cada uno de los dos años de muestreo. Las curvas se han generado mediante la repetición de 500 aleatorizaciones del orden en que se agregan las muestras. Las líneas discontinuas indican $\pm$ dos desviaciones típicas. Como puede observarse, las curvas de los dos años son muy similares. P. 67.

Figura 5.8. Curva de acumulación de especies, controlando –por simulación- el orden de las muestras. La curva se ha generado mediante la repetición de 500 aleatorizaciones del orden en que se agregan las muestras. Las líneas discontinuas indican $\pm$ dos desviaciones típicas. P. 68.

Figura 5.9. Distribución del número de especies de hormigas por muestra (241). En rojo, distribución lognormal. La distribución observada es significativamente diferente de la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov $d=0,12$; $P<0,01$) y es asimilable a una distribución lognormal (Kolmogorov-Smirnov $d=0,072$; $P<0,20$). P. 69.

Figura 5.10. Distribución del número de especies de hormigas por muestra (142). En rojo, distribución normal. El número medio de especies por fragmento encontrado es de $9,5 \pm 3,6$ (rango 3-22 especies; $n=142$). Se incluye arriba a la derecha la distribución de frecuencias del área de los 142 fragmentos. P. 70.

Figura 5.11. Densidad de especies de hormigas en función de los diferentes tipos de historia de los fragmentos de bosque. Las barras verticales indican el error estándar. $F_{2,238} = 4,77$; $P = 0,001$. P. 72.

Figura 5.12. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el porcentaje del perímetro del fragmento de bosque compartido con carreteras (PCA) transformado arcsen ($\sqrt{x/100}$). $P = 0,03$; R^2 ajustada = 0,01. P. 73.

Figura 5.13. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el índice de dimensión fractal medio (MPFD; logaritmo el perímetro del fragmento dividido por el logaritmo del área). $P = 0,09$; R^2 ajustada = 0,01. P. 73.

Figura 5.14. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y la media del ratio perímetro-área (MPAR; considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área del mismo). $P = 0,06$; R^2 ajustada = 0,01. P. 74.

Figura 5.15. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P = 0,02$; R^2 ajustada = 0,02. P. 74.

Figura 5.16. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y la distancia al borde (m) del fragmento (como logaritmo neperiano). $P = 0,28$; R^2 ajustada < 0,01. P. 75.

Figura 5.17. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y el índice de dimensión fractal medio (MPFD; logaritmo el perímetro del fragmento dividido por el logaritmo del área). $P = 0,37$; R^2 ajustada = 0,01. P. 77.

Figura 5.18. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y la media del ratio perímetro-área (MPAR; considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área del mismo). $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,10. P. 77.

Figura 5.19. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,24. P. 78.

Figura 5.20. Correlación entre la alfa diversidad (local) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P=0,33$; R^2 ajustada=0,01. P. 80.

Figura 5.21. Correlación entre la beta diversidad (local) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P<0,01$; R^2 ajustada=0,30. P. 81.

Figura 5.22. Correlación entre la alfa diversidad (paisaje) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P<0,01$; R^2 ajustada=0,30. P. 81.

Figura 5.23. Correlación entre la beta diversidad (paisaje) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P<0,01$; R^2 ajustada=0,20. P. 82.

Figura 5.24. Riqueza de especies de hormigas en función de los diferentes tipos de historia de los fragmentos de bosque. Las barras verticales indican el error estándar. $F_{2, 138} = 4,00$, $P=0,02$. P. 85.

Figura 5.25. Relación especies-área (SAR) en función de los tres tipos de bosque según tiempo y origen. La relación especies área de los fragmentos antiguos es el modelo con el cual se contrasta la relación observada en los fragmentos de nueva aparición. La ecuación lineal que describe el modelo es $y=8,05 + (0,0631*x)$. Este modelo se usa para generar los esperados (Tabla 5.8). P. 85.

Figura 6.1. Correlación entre el área del fragmento y la variable de forma MPAR (considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área de la misma). ($R^2 = 0,19$; $P < 0,001$). Entre los pequeños se observa un rango muy amplio de valores de MPAR mientras que los fragmentos más grandes, aquel cociente es menor. P. 101.

Figura 6.2. Variación de la riqueza de especies (S) en función del tamaño del fragmento de bosque (TB) (fragmentos de bosque pequeños (1): <7 ha, fragmentos de bosque medianos (2): 7-34 ha y fragmentos de bosque grandes

(3): 35-250 ha) y del número de parcelas visitadas (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8). El desplazamiento horizontal de S dentro de cada TB sólo es a efectos visuales para evitar cabalgamiento de los datos. Para un mismo esfuerzo de muestreo (número de parcelas visitadas) S no varía significativamente con TB. Un aumento del esfuerzo de muestreo (NP) hace aumentar S con independencia de TB. Aunque el muestreo proporcional o al azar caracteriza mejor la S de los fragmentos grandes, el efecto NP enmascara la SAR, o sea, al aumentar el tamaño del fragmento –aumenta forzosamente el número de parcelas- . P. 105.

RESUMEN

Efecto de la fragmentación de los bosques de la *Plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica

Resumen

Se analizó la respuesta de las comunidades de hormigas de los fragmentos de bosques mixtos de la *plana del Vallès* (noreste del área metropolitana de Barcelona) a la fragmentación del hábitat y la perturbación humana. Utilizamos 241 parcelas de muestreo (100 m²) distribuidos al azar en 147 fragmentos forestales. Dichos fragmentos se caracterizaron usando las variables predictivas: área del fragmento (0,17 a 218,38 ha), complejidad de la forma, uso del suelo adyacente, grado de aislamiento a otros fragmentos, historia, gestión forestal y nivel de la frecuentación humana.

Documentamos la presencia de 58 especies de hormigas, 22 géneros y cuatro subfamilias. La densidad de especies es de $7,35 \pm 1,96$ s.d. especies/100 m² (rango: 2-13) y la riqueza de especies de $9,5 \pm 3,6$ s.d. por fragmento (rango: 3-22). La diversidad Gamma se explica principalmente por el recambio de especies entre los fragmentos de bosque (diversidad beta). Los resultados indican que las medidas de biodiversidad (densidad, riqueza y composición de la comunidad), las especies indicadoras y los grupos funcionales, son poco sensibles a las variables predictoras. Aunque bastante variable, hemos detectado una deuda de extinción en 17 fragmentos de bosque de aparición reciente. La presencia de especies invasoras exóticas, se correlaciona con altos niveles de perturbación. En cambio, los parásitos sociales están asociados con restos bien conservados. Esos dos grupos de especies también están relacionados con diferentes mirmecocenosis (densidad de especies, riqueza, composición). Esto pone de relieve el valor de los dos tipos de hormigas como bioindicadores de la fragmentación y la calidad del hábitat.

Palabras clave: fragmentación del hábitat, hormigas, tamaño del bosque, aislamiento del fragmento de bosque, deuda de extinción, alfa, beta y gamma diversidad, SAR, grupos funcionales, especies invasoras, especies parásitas.

Effect of forest fragmentation on the myrmecofauna from the Lowland Vallès (NE Spain)

Summary

We analyzed the response of ant communities from mixed forest remnants of Lowland Vallès (northeast of Barcelona metropolitan area) to habitat fragmentation and human disturbance. We used 241 sampling plots (100 m²) randomly distributed over 147 forest remnants. Forest remnants were characterized using the predictor variables: remnant area (0.17-218.38 ha), shape complexity, adjacent land use and degree of isolation from other remnants, history, forestry management and level of human pressure.

We document the presence of 58 ant species, 22 genera and four ant subfamilies. Mean species density is 7.35 ± 1.96 s.d. species/100 m² (range: 2-13) and mean species richness 9.5 ± 3.6 s.d. per remnant (range: 3-22). Gamma diversity is mainly explained by the species turnover between forest remnants (beta diversity). Results indicate that biodiversity measures (density, richness, and community composition), indicator species and functional groups, are poorly responsive to predictor variables. Although rather variable, we have detected an extinction debt in 17 recently appeared forest fragments.

The presence of invasive, exotic species is correlated with high disturbance levels. Instead, social parasites are associated with well preserved remnants. Those two species groups are also related with different myrmecocoenoses (species density, richness, composition). This underscores the value of different types of ants as bio-indicators of fragmentation and habitat quality.

Key words: habitat fragmentation; ants; remnant area; remnant isolation; extinction debt; alfa-, beta- gamma diversity; SAR; functional groups; invasive species; social parasites.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La fragmentación del hábitat es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones (Forman, 1995; Haddad et al., 2015). Como tal, describe la aparición de discontinuidades en el mismo. La fragmentación, además de una pérdida importante de hábitats naturales, implica modificaciones en la calidad de los mismos (Burel & Baudry, 2002). Lleva consigo un aislamiento de las secciones así como un aumento del efecto de borde. Se trata de un proceso dinámico y complejo (Lindenmayer & Fischer, 2006) que siempre se asocia con los efectos perjudiciales producidos por la actividad humana. La fragmentación forma parte importante de los cambios en el paisaje y urbanización (Antrop, 2004), alterando los servicios de los ecosistemas (Mulder et al., 2015). La actividad urbanizadora, la industrialización, la agricultura y la expansión de carreteras y otras vías de comunicación constituyen las principales causas de la fragmentación.

La forma de los fragmentos y en especial el efecto de borde (o la relación perímetro/área) condiciona la posibilidad de mantener algunas poblaciones (Diamond, 1975). En la medida que se mantienen las condiciones internas del fragmento o aparezcan muy marcados efectos de borde así se verán afectados las condiciones de microclima (insolación, efectos de viento, lluvias) y a su vez se derivarán efectos biológicos diferenciados según las especies; para algunas puede ser positivo el aumento de los bordes y para otras les será negativo (van Halder et al., 2010). Siendo la fragmentación un proceso ecológico, las consideraciones de escala, tanto espacial como temporalmente, (Levin, 1992) son obligadas y también ofrecen un campo interesante a considerar (Soga et al., 2012).

Fragmentación y relación especies-área

Aunque pueda parecer criticable considerar los fragmentos como islas, fue una consecuencia muy lógica de desarrollo de la teoría de la biogeografía insular (MacArthur & Wilson, 1967) en ella, la relación especies área (SAR) fue uno de los tópicos que han dado más juego históricamente. Las variables

consideradas en aquella teoría, han sido transpuestas a los resultados de la fragmentación en medio terrestre (Nilson et al., 1998; Lomolino, 2000; Magura et al., 2001; Krauss et al., 2003; Brose, 2003; Galbiati et al., 2005). Además, en el estudio de la relación especies-área, siempre ha sido sumamente difícil separar los efectos del área *per se* del esfuerzo de muestreo (Connor & McCoy, 1979). El análisis numérico del SAR permite, en ocasiones, decidir cuál de la hipótesis propuestas (área *per se*, heterogeneidad de hábitat y muestreo pasivo) que explican la SAR (Schoereder et al., 2004) es la más adecuada.

La fragmentación y la genética de poblaciones

La fragmentación junto con la pérdida de hábitat y el efecto de borde son consideradas como las principales amenazas que afectan a la diversidad (Collinge, 1996; Fahrig, 1997; Pickkett et al., 1997, Fahrig & Jonsen, 1998; Fielder & Kareiva, 1998; Olff & Ritchie, 2002; van Halder et al., 2011).

En general, la fragmentación del hábitat reduce la diversidad y la densidad de los organismos (Jackson and Sax 2010), también disminuye el área disponible e interrumpe el flujo de individuos y genes creando poblaciones aisladas (Lacy & Lindenmayer, 1995; Matter et al., 2002; Keller & Largiader, 2003; Mabelis & Chardon, 2005; Haddad et al., 2015). En este sentido, la fragmentación también ha generado interés y ha sido estudiada desde el punto de vista de la genética de poblaciones.

Fragmentación y conservación

Los efectos de la fragmentación sobre la biodiversidad pueden ser muy variados (Fahrig 2003) especialmente en artrópodos, dónde resulta difícil extraer generalizaciones (Brown & Hutchings, 1997; Armbrrecht & Ulloa-Chacón, 1999, Pardo-Locarno et al., 2000, Braschler & Baur, 2005, Ewers & Didham, 2006). Teóricamente, no todas las especies son igualmente afectadas por la fragmentación (Didham et al., 1998). Las especies más vulnerables son aquellas con una baja densidad de población (Steffan-Dewenter & Tschardtke, 2000), las especializadas en su hábitat o en su alimentación (Lawton, 1995) y las que ocupan niveles tróficos elevados (Holt et al., 1999; Mulder, 2015). En el

caso de los artrópodos, las especies depredadoras y parásitas son más sensibles a dicho proceso (Bolger et al., 2008). Desde el punto de vista de la conservación (With, 1997) la fragmentación ha sido considerada extensamente desde la controversia “uno grande o varios pequeños” (single large or several small: SLOSS) (Godefroid & Koedam, 2003).

Alfa, beta y gamma diversidad

En relación a la riqueza de especies y, dentro del marco de la conservación, aparece como una herramienta muy útil la descomposición de la diversidad biológica, sobre todo en su forma aditiva -por fácil comprensión, frente a la multiplicativa- (Gering et al., 2003). Según aquella descomposición, aparecen tres términos, ampliamente usados: diversidad alfa o puntual, diversidad beta o recambio de especies y diversidad gamma o del paisaje. Obviamente, estos componentes básicos pueden verse afectados diferentemente por la fragmentación (Halffter & Moreno, 2005) y también pueden usarse para explorar como es la relación entre diversidad local y regional (Caley & Schluter, 1997; Loreau, 2000).

Deuda de extinción

El estudio y la interpretación del proceso y consecuencias de la fragmentación también están condicionados por la escala temporal. Así, el tiempo transcurrido desde un episodio que causó fragmentación, es una variable importante que puede hacer variar la imagen que se obtenga del estudio de algunas variables respuesta (Helm et al., 2006; Öster et al., 2007). Un concepto directamente relacionado con ello es el de la llamada deuda de extinción (Jackson i Sax, 2010). La deuda de extinción puede definirse como el número o proporción de especies (en las comunidades) o de poblaciones (para una especie determinada) que se extinguirán cuando se alcance un nuevo equilibrio después de una perturbación o un cambio ambiental (Kuussaari et al., 2009). Está basada en la constatación de que los efectos de la fragmentación, sean cuales sean, no son necesariamente congruentes en el tiempo. Algunos, p.ej. el efecto de borde, y según cual(es) sea(n) los organismos estudiados, pueden

manifestarse muy rápidamente, mientras que otros se retrasan en el tiempo y quedan como escondidos en una primera evaluación reciente después de la fragmentación. Así, la respuesta de la densidad de población, o el grado de aislamiento reproductivo causado, o la resiliencia y mantenimiento de presencia de una especie pueden ser muy lentos y no verse, aparentemente afectados, hasta un tiempo más o menos largo. Aquella deuda de extinción es variable según la historia vital del organismo focal, su densidad de población, interacciones con otros elementos del fragmento, etc., y no aparecer como efecto más que transcurrido cierto tiempo. Obviamente, también se dan la interacciones entre variables físicas, topológicas (p. ej. tamaño del fragmento) y la propensión al cambio o, directamente, de la extinción. Así, un fragmento pequeño puede motivar muy rápidamente la extinción de un organismo cuyo territorio o área de campeo lo supere ampliamente, pero no afectar a un organismo sésil o cuyo territorio sea mucho menor que el fragmento.

La importancia de conocer y evaluar la existencia de una deuda de extinción radica en la posibilidad de conocer que especies o comunidades están amenazadas, a pesar de que en la actualidad no se tengan evidencias, y actuar en consecuencia (Pino et al., 2011).

Fragmentación e introducción de especies invasoras

En general, los lugares más alterados son los que alojan un mayor número de especies invasoras (Fox & Fox, 1986). Asociadas con frecuencia a la fragmentación, las invasiones biológicas como la de la hormiga argentina *Linepithema humile* (Mayr) (Suarez et al., 1998), suponen también un grave peligro para el mantenimiento de la biodiversidad. Aunque una mayor diversidad implica una mayor resistencia a la invasión (Elton, 1958), la alteración de los factores abióticos, que conlleva la fragmentación, también facilita la entrada de especies exóticas (Holway et al., 2002).

Fragmentación y hormigas

Los insectos sociales y, principalmente, las hormigas y termites, son muy abundantes en la gran mayoría de ecosistemas terrestres, constituyendo una

parte considerable de la biomasa de los mismos. Son un componente importante de estos ecosistemas y desempeñan una gran diversidad de papeles. Especialmente las hormigas, cuya actividad tiene una gran repercusión en el funcionamiento de los ecosistemas, mediante la depredación y dispersión de semillas, removiendo grandes cantidades de suelo, recogida de cadáveres (Retana et al., 1991), dispersando plantas herbáceas y estableciendo gran cantidad de relaciones con otros organismos, que abarcan desde la depredación, la simbiosis, el inquilinismo, el parasitismo a la cleptobiosis (Hölldobler & Wilson, 1990; Folgarait, 1998). Ello hace que hayan jugado un papel central en la comprensión de los efectos de la fragmentación y la pérdida de hábitat en las comunidades y ecosistemas (Crist, 2009). Mayormente, los estudios se refieren a zonas tropicales (Morini et al., 2007; Dias et al., 2008; Lozano et al., 2009) aunque hay algunos de zonas templadas (Nakamura et al., 2007; House et al., 2011).

Las hormigas como bioindicadores

El valor bioindicador de la alteración de los hábitats por parte de los insectos (McGeoch et al., 2007) y, concretamente, de las hormigas, ha sido demostrado ampliamente (Andersen, 1997; de Bruyn, 1999; Andersen et al., 2002; Andersen & Majer 2004; Wike & Martin 2005; Majer et al., 2007). Los grupos funcionales de hormigas han sido utilizados también en la zona mediterránea para detectar los cambios en el uso del suelo que causan importantes alteraciones a nivel ecológico (Gómez et al., 2003) y en restauración (Ottonetti et al., 2006).

En el presente trabajo,

1. Se caracteriza la fauna mirmecológica de los fragmentos de bosque de la *plana del Vallès* para después valorar la respuesta de diferentes medidas de la biodiversidad (densidad de especies, riqueza de especies y composición específica de la comunidad de hormigas) a diferentes variables predictoras que puedan caracterizar el proceso de la fragmentación. Concretamente, valoramos lo siguiente:

Si el tamaño, la conectividad a otras masas forestales, los usos del suelo adyacente, las relaciones área-perímetro, la historia y, como caracterizadores de la presión antrópica, la frecuentación humana y la gestión del bosque, afectan a las diferentes medidas (cuantitativas y cualitativas) de la biodiversidad de hormigas.

2. Dada la dificultad, en muchos casos, de separar los efectos de la fragmentación de la relación especies-área (SAR) -ya que en ambos casos se asocia la disminución del área de los fragmentos de bosque con una disminución de la riqueza de especies- se estudian los componentes básicos de la diversidad de hormigas, alfa, beta y gamma y se analiza su variación con el área, para entender la aparentemente compleja relación especies-área.
3. Se comprueba la posible existencia de una deuda de extinción todavía no pagada, de los fragmentos de reciente aparición comparándolos con los más antiguos.
4. Se valora el papel indicador del proceso de fragmentación por parte de las hormigas, tanto a nivel de especies, como de grupos funcionales. En ese sentido, también se comparan las características de fragmentos de bosque que han podido ser invadidos por especies exóticas de hormigas, con aquellos que mantienen todavía especies que, teóricamente, son más sensibles al proceso de fragmentación del hábitat. Se valora el papel indicador de ambos grupos de hormigas invasoras/exóticas, (IE en adelante) y parásitas sociales/esclavistas (P en adelante) de dicho proceso. Específicamente nos preguntamos:
 - a) si el tamaño, la forma, la conectividad a otras masas forestales, y los usos del suelo adyacente son distintas en los fragmentos en los que hay IE o P.
 - b) como se relaciona la presencia de uno de los dos grupos a diferentes medidas de la biodiversidad (densidad de especies, riqueza de especies y composición específica de la comunidad de hormigas).

OBJETIVOS GENERALES

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica

OBJETIVOS GENERALES

2. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general es analizar la respuesta de la fauna mirmecológica de los fragmentos de bosque de la *plana del Vallès* a la fragmentación del hábitat y la perturbación antrópica de los bosques.

Con esta finalidad, se han descrito las características de dicha fauna y analizado la variación de la densidad, riqueza y composición específica a las diferentes variables que caracterizan el proceso de la fragmentación.

Finalmente, se ha valorado, desde diferentes aproximaciones (especies y grupos), el papel indicador de las hormigas de dicho proceso.

El trabajo se divide en dos bloques generales:

1. INVENTARIO MIRMECOLÓGICO DE LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE DE LA PLANA DEL VALLÈS

Donde, fundamentalmente, se caracteriza la fauna mirmecológica y se valida el muestreo realizado.

2. EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE HORMIGAS

En el que, propiamente, se valora la respuesta de las hormigas al proceso de la fragmentación y su papel como indicadoras del mismo.

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica

OBJETIVOS GENERALES

MATERIAL Y MÉTODOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo queda incluido dentro de un proyecto más amplio titulado: *La fragmentació dels boscos de la plana del Vallès* (Rodà et al. 2005) realizado por el *Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals* (CREAF) y financiado por la *Fundació Abertis*. Los objetivos generales del cual fueron: conocer como afecta la fragmentación de los bosques a la biodiversidad de tres grupos de organismos (plantas vasculares del sobosque, pájaros nidificantes y hormigas); y saber como interactúa la fragmentación con otras perturbaciones antrópicas (frecuentación, actuaciones silvícolas, etc.) sobre esta diversidad.

Con esta finalidad se estudiaron 147 fragmentos de bosque con una superficie inferior a 250 ha y sin continuidad con las grandes masas boscosas continuas de las sierras adyacentes. Los fragmentos están constituidos por *Quercus ilex* L., *Q. cerrioides* Willk. & Costa y diversas especies de pinos (*Pinus halepensis* Mill., *P. pinea* L. y *P. nigra* subs. *Salzmannii* (Dunal) Franco) (Guirado et al. 2005, 2007, 2008). Estos fragmentos se obtuvieron a partir de la primera edición del *Mapa de cobertes del Sòl de Catalunya* (CREAF-DMA 1993).

Sobre aquellos fragmentos, se generaron 252 puntos de muestreo (=parcela) al azar. Para excluir los efectos de borde más intensos, se definió una distancia de seguridad (buffer) de 10 m desde el límite de cada fragmento hacia el interior de la misma (Figura 4.1). La densidad media del muestreo corresponde a una parcela muestreada cada 17,5 ha de bosque. Como indicador del elevado dinamismo de usos del suelo en la zona estudiada, cabe señalar que 11 parcelas no pudieron prospectarse debido a que fueron finalmente urbanizadas o nos resultó imposible acceder a ellas.

Los bosques estudiados se clasificaron, a nivel de parcela, según la composición de su estrato arbóreo y el tipo de sotobosque (pinedas con sotobosque herbáceo, pinedas con sotobosque arbustivo y bosques mixtos pino-encina o encinares puros; Figura 4.2.) y a nivel de fragmento de bosque, por su tamaño (pequeño: <7 ha, medio: 7-34 ha y grande: 35-250 ha).

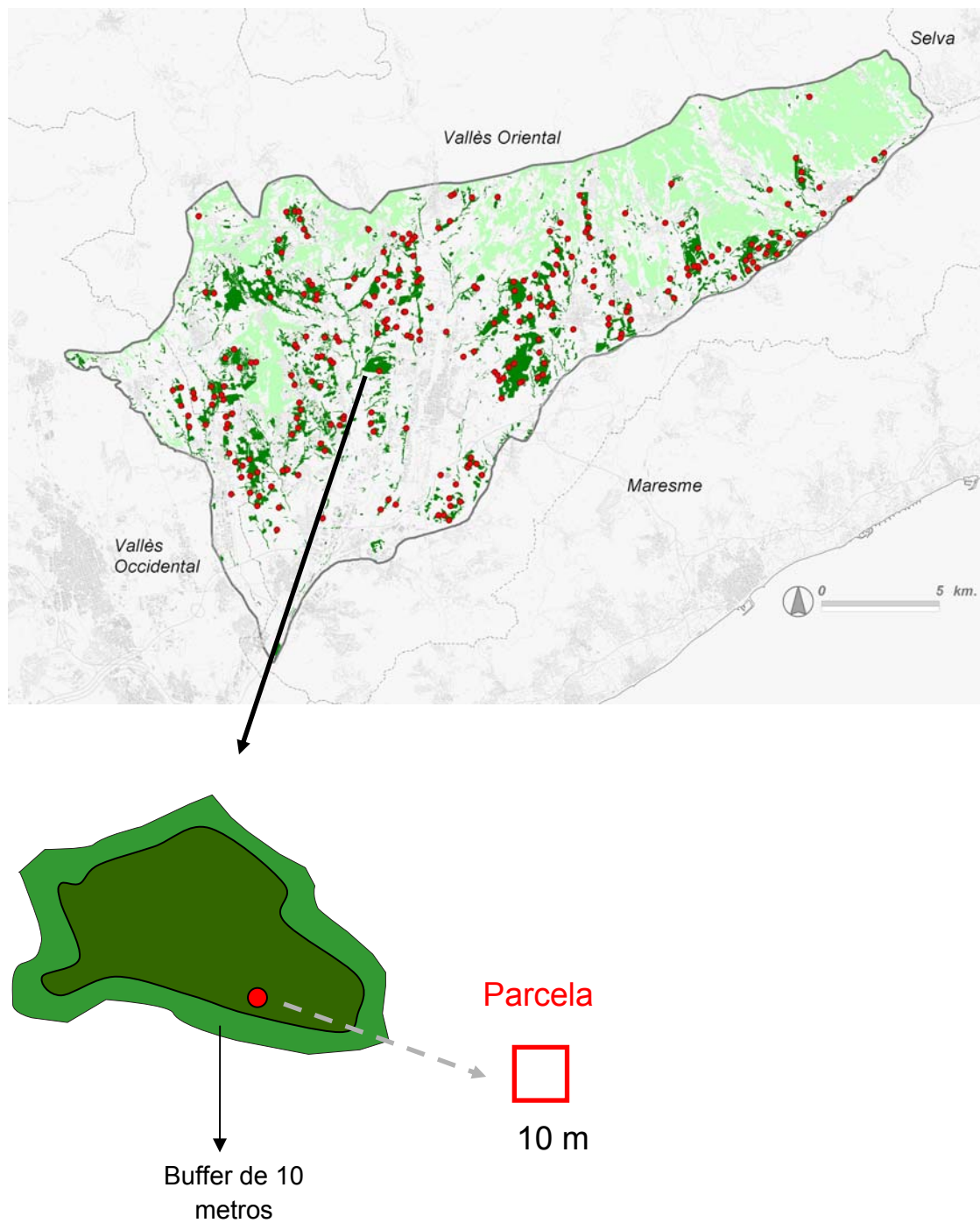


Figura 4.1. Representación del ámbito de estudio, el fragmento de bosque, con la zona de seguridad de 10 metros, y la parcela (unidad de muestreo de 100 m²).



Figura 4.2. Aspecto de dos parcelas: pineda con sotobosque herbáceo, fácilmente transitable (arriba), y bosque mixto pino-encina (abajo).

4.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la *plana del Vallès*, N41°30'38" E2°6'17', zona situada al nordeste del área metropolitana de la ciudad de Barcelona (Cataluña, nordeste de España). El área total del ámbito de estudio es de 35.478 ha; el 98% de esta superficie pertenece al *Vallès Oriental* y el 8% al *Vallès Occidental*. Incluye, total o parcialmente, 36 municipios, 31 de los cuales pertenecen al *Vallès Oriental*. El clima es mediterráneo, con medias de temperatura anuales alrededor de los 16°C y precipitaciones que oscilan entre los 600-700 mm/año (Guirado et al., 2007).

Constituye un complejo mosaico en el que se alternan zonas urbanas, infraestructuras viarias, campos de cultivos y bosques. Con un incremento de la población, en los últimos diez años, del 40% y un aumento de la superficie construida de un 20% desde mediados de los 90 (IDESCAT (*Institut d'Estadística de Catalunya*), 2010).

Como ejemplo, sólo diez años antes de finalizar el estudio, el 52,9% del terreno estaba todavía ocupado por cultivos, mientras que los bosques cubrían un 31,2% y el resto eran zonas urbanas, industriales e infraestructuras viarias (*Mapa de cobertes del Sòl* CREAM (MSC 1993, 2000)). Como consecuencia, la superficie forestal se encuentra en pleno proceso de fragmentación (Figura 4.3), constituyendo un lugar idóneo para este tipo de estudios. Si entendemos por "fragmento" un área boscosa que no contacta con otra, actualmente hay catalogados 1.466 espacios de este tipo, la mayoría de los cuales son de pequeño tamaño.

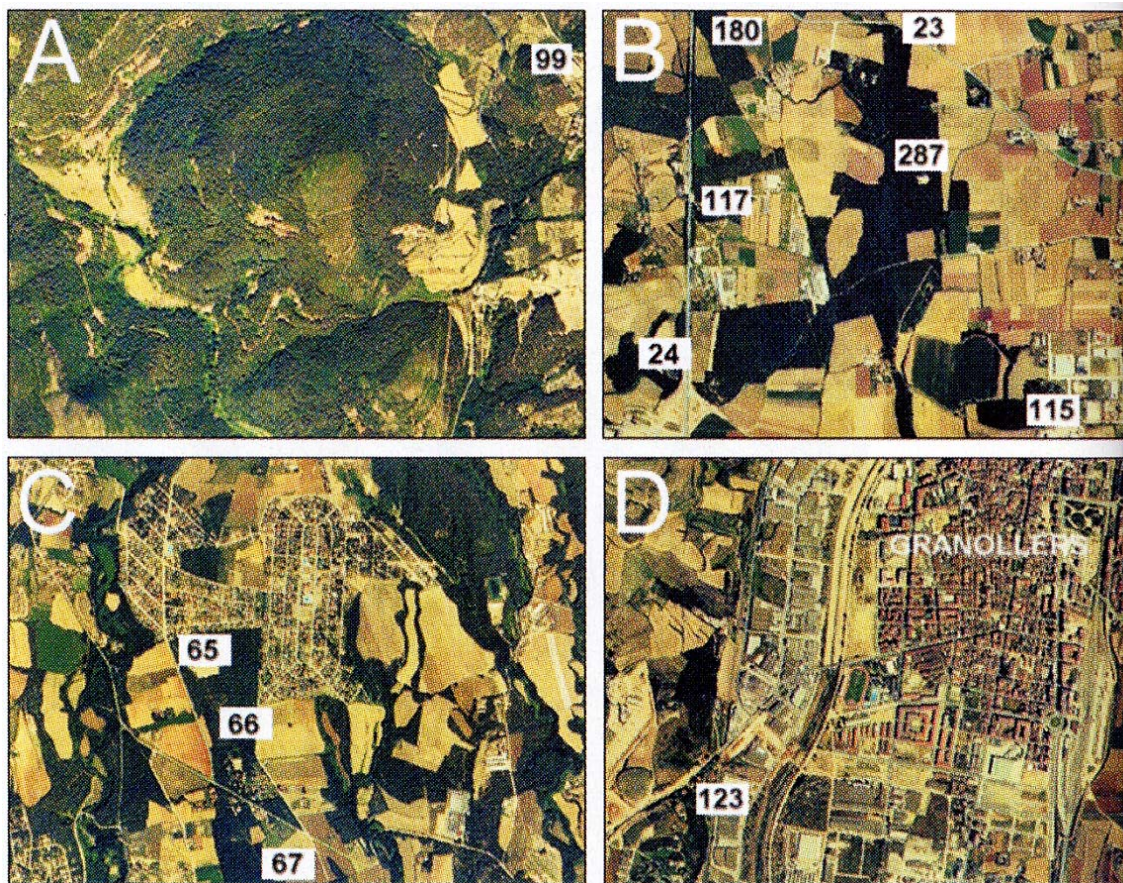


Figura 4.3. Proceso de transformación desde un entorno bastante natural (A) hasta otro prácticamente urbano (D). Es muy probable que los pasos intermedios (B y C) desemboquen en D. Los carteles numerados indican algunas de las parcelas de estudio (orto-fotos: *Institut Cartogràfic de Catalunya*).

4.2. MUESTREO DE CAMPO

El muestreo se realizó durante la primavera-verano de los años 2003 y 2004. El centro de la parcela se localizó mediante una unidad de GPS. Se delimitó un cuadrado de 10x10 m, indicando sus esquinas mediante tiras de plástico. Se procedió a una búsqueda en todos los microhábitats posibles: bajo piedras, en rendijas de piedras, sobre troncos, bajo la corteza de árboles, en el interior de agallas, bellotas y ramas muertas tanto en el árbol como en el suelo, escarbando al azar en el suelo, buscando indicios de actividad (acúmulos de arena, serrín), o capturando individuos que se veían pasar. El proceso duró aproximadamente una hora por parcela.

De cada especie se recogió una muestra, identificada en el lugar de recogida previamente, y se conservó en alcohol para verificar su identidad en el laboratorio. Las muestras se depositaran en el **Museo de Ciencias Naturales de Barcelona**.

Los muestreos se realizaron del 7 de mayo al 10 de octubre de 2003 (122 parcelas) y del 26 de abril al 30 de julio de 2004 (119 parcelas restantes).

Fechas de muestreo (entre paréntesis, códigos de las parcelas prospectadas en cada fecha; Anexo II):

07/05/2003 (74, 75, 76, 77, 90, 91, 232), 12/05/2003 (82, 83, 84, 92, 176, 231), 19/05/2003 (32,33, 63, 64, 65, 66, 67), 26/05/2003 (192, 193, 194, 195), 03/06/2003 (88, 89, 233), 05/06/2003 (131,132), 11/06/2003 (37, 44, 45, 68, 69, 228, 256), 12/06/2003 (57, 78, 80, 121), 18/06/2003 (56, 79, 86, 87, 120, 236, 266, 268), 25/06/2003 (81, 85, 239, 269, 270, 271), 04/07/2003 (141, 142, 163, 165, 166), 05/07/2003 (234, 235, 237, 238), 07/07/2003 (2, 14, 187, 188, 189), 09/07/2003 (140, 170, 191), 10/07/2003 (167, 168), 11/07/2003 (146, 147, 185, 186), 22/07/2003 (127, 160, 161, 162), 28/07/2003 (124, 125, 126, 158, 159), 30/07/2003 (118, 119, 157, 173, 174), 31/07/2003 (152, 153, 154, 155, 156), 05/08/2003 (134, 148, 149), 18/09/2003 (135, 137, 172, 281, 282), 25/09/2003 (15, 107, 108, 150, 288), 02/10/2003 (103, 104, 105, 106), 07/10/2003 (114, 184, 283, 284), 09/10/2003 (138, 139, 190), 10/10/2003 (99, 145), 26/04/2004 (58, 59, 60, 115, 198), 07/05/2004 (96, 100, 101, 102, 177), 18/05/2004 (93, 94, 109, 110, 217), 19/05/2004 (97, 204, 111, 112, 175), 20/05/2004 (23, 117, 180, 287), 24/05/2004 (25, 26, 179, 279), 25/05/2004 (7, 8, 24, 280, 286), 26/05/2004 (223, 226, 227, 264, 265), 27/05/2004 (16, 17, 18, 19, 276), 28/05/2004 (20, 39, 41, 42, 241), 04/06/2004 (182, 183, 205, 251, 252), 08/06/2004 (213, 258, 259), 10/06/2004 (54, 122, 210, 254), 14/06/2004 (36, 222, 225), 16/06/2004 (211, 212, 216,257), 18/06/2004 (70, 71, 72), 05/07/2004 (34, 220, 221), 07/07/2004 (35, 43, 207, 224, 245), 08/07/2004 (31, 244, 246, 247), 13/07/2004 (203, 208, 209, 240, 272, 273), 14/07/2004 (46, 47), 16/07/2004 (206, 248, 249, 253), 21/07/2004 (21, 274, 277, 285), 22/07/2004 (214, 255, 275), 26/07/2004 (178, 202, 260, 261), 27/07/2004 (48, 50, 52, 262, 263), 28/07/2004 (27, 28, 40, 53, 204), 30/07/2004 (29, 30, 61, 123, 278).

4.3. VARIABLES

Para valorar la respuesta de las hormigas al proceso de fragmentación, se seleccionó un conjunto de variables indicadoras del mismo (Anexo I). Dado que la fragmentación actúa a escala de paisaje (Fahrig 2003) se escogieron, de

todas las variables disponibles y utilizadas en otros trabajos previos (ver: Guirado et al. 2007, 2008), solamente aquellas que permiten caracterizar dicho proceso, no incluyendo las que hacen referencia a las condiciones del sitio (con excepción de la frecuentación humana y el tiempo desde la última actuación silvícola, utilizada en algunos apartados). Aunque no existe un claro consenso respecto a qué medidas de caracterización son las más idóneas (Tischendorf, 2001), los indicadores seleccionados hacen referencia a la estructura del paisaje y son utilizados con frecuencia en estudios similares sobre diferentes organismos (Anexo I) (Zschokke et al., 2000), tales como arañas (Miyashita et al., 1998, Bolger et al., 2008), mariposas (Benedick et al., 2006), carábidos (Jelaska and Durbesic, 2009), pájaros (Sigel et al., 2010) o pequeños mamíferos (Vieira et al., 2009):

Características del paisaje:

- a) **ÁREA DEL FRAGMENTO DE BOSQUE (A)** en algunos análisis como variable continua (ha) y en otro discretizada en tres clases de **tamaño del fragmento de bosque (TB)** (fragmentos de bosque pequeños (1): <7 ha, fragmentos de bosque medianos (2): 7-34 ha y fragmentos de bosque grandes (3): 35-250 ha). (Figura 4.4).
- b) **COMPLEJIDAD DE LA FORMA DEL FRAGMENTO** (Figura 4.4):
 - a. **índice de dimensión fractal medio (MPFD; Mean Patch Fractal Dimension Index)**, usado para mediciones, simulaciones y como una herramienta analítica espacial (Frohn, 1998), establecido como el logaritmo del perímetro del fragmento dividido por el logaritmo de su área (Elkie et al., 1999) .
 - b. **media del ratio perímetro-área (MPAR; Mean Perimeter-Area Ratio of Patch)** definida como el perímetro del fragmento dividido por el área del mismo.

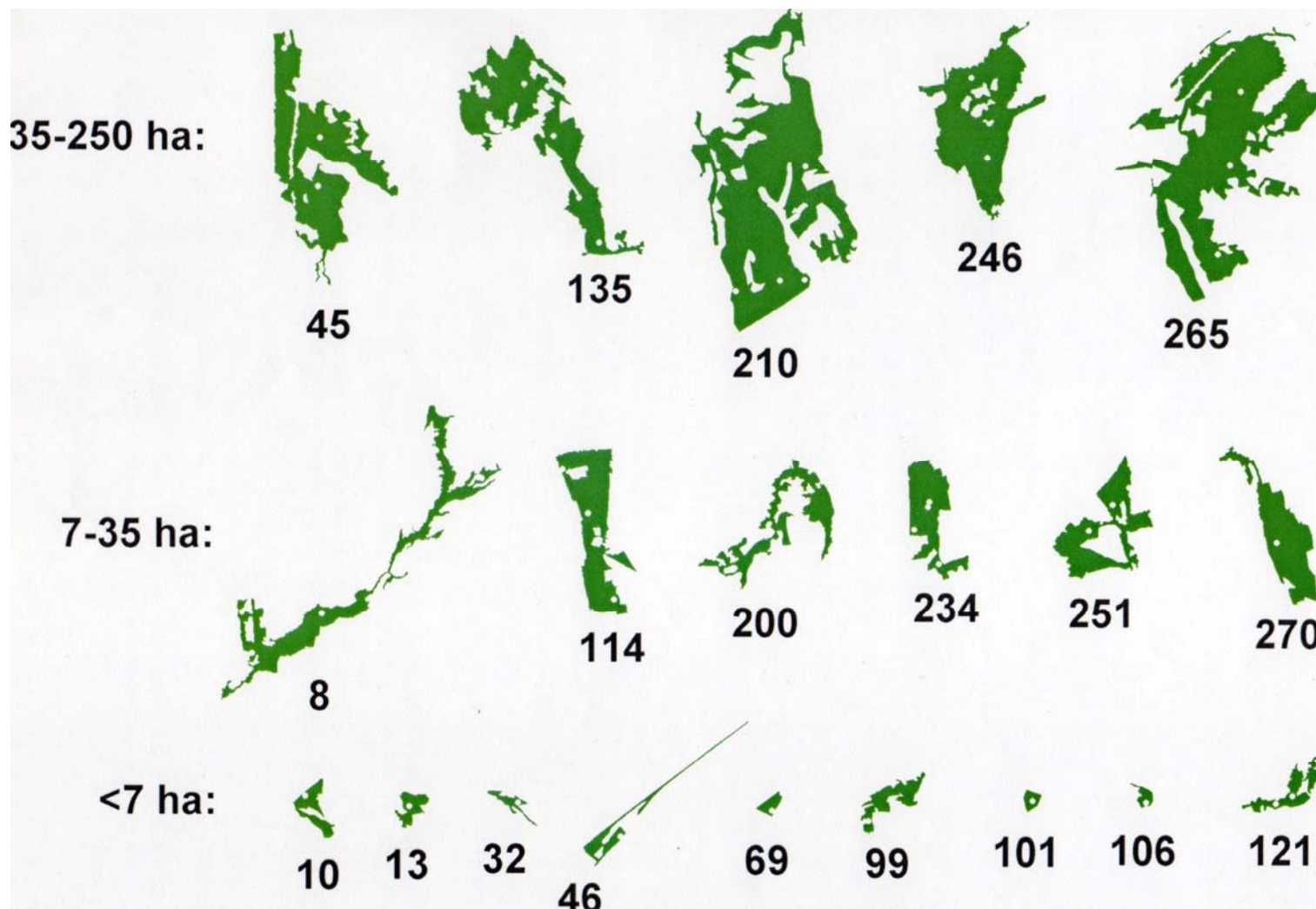


Figura 4.4. Ejemplo de la complejidad de los fragmentos de bosque según el tamaño relativo (grande, mediano y pequeño). Bajo cada fragmento se anota el identificador del mismo. Los círculos blancos indican la posición de la(s) parcela(s) de estudio.

- c) DISTANCIA DEL CENTRO DE LA PARCELA AL BORDE DEL FRAGMENTO DE BOSQUE (**B**) (metros) (referida a parcelas)
- d) USOS DEL SUELO ADYACENTE, correspondiente al porcentaje del perímetro del fragmento de bosque compartido con los principales usos:
 - a. **carreteras (PCA)**
 - b. **zonas urbanas (PZU)**
 - c. **matorrales (PZM)**
 - d. **pastizales y cultivos (PPC)**
- e) ESTIMAS DEL AISLAMIENTO DEL FRAGMENTO A OTROS BOSQUES:
 - a. **conectividad forestal inmediata (CONI)**: ha de bosque en la corona de 500 m alrededor del fragmento.
 - b. **conectividad forestal general (CONG)**: ha totales de los polígonos de bosque que están total o parcialmente a menos de 500 m del fragmento.

Aunque la distancia de 500 m fue seleccionada inicialmente por estar cerca del límite superior de la distancia de dispersión de las plantas de los bosques (Vanruremonde and Kalkhoven 1991, Grashof-Bokdam 1997), también se muestra como una distancia franqueable por el vuelo de reinas de hormigas (Espadaler and Suñer 1995, Mabelis and Chardon 2005, Seppä 2008).
- f) HISTORIA DEL FRAGMENTO DE BOSQUE (**H**) (1956-1993)
 - a. **fragmentos antiguos** (1), que ya existían como tales en 1956 (n=112)
 - b. **fragmentos recientes** (2), que se fragmentaron de áreas forestales más extensas en periodo de 1956-1993 (n=13)
 - c. **fragmentos de nueva aparición** (3), áreas que no eran bosque en 1956 pero si en 1993 (n=17)

Condiciones del sitio:

- g) TIEMPO DESDE LA ÚLTIMA ACTUACIÓN SILVÍCOLA (**TUAS**) (referida a parcelas), evaluada en cuatro categorías de más antigua a más reciente.
- a. **Gestión antigua o nula:** sin evidencias de gestión (1)
 - b. **Cepas cortadas:** gestión relativamente reciente (2)
 - c. **Ramas cortadas sin hojas:** gestión reciente (3)
 - d. **Ramas cortadas con hojas:** gestión muy reciente (4)
- h) NIVEL DE FRECUENTACIÓN HUMANA (**F**) (referida a parcelas), evaluado en tres categorías.
- a. **Poco frecuentado** (1): cuando no se han encontrado signos evidentes de pisadas, o cuando estos son escasos y el bosque no tiene ningún tipo de deshecho.
 - b. **Medianamente frecuentado** (2): cuando se ha detectado cierto tipo de pisadas y los deshechos encontrados han sido escasos o moderados.
 - c. **Altamente frecuentado** (3): cuando el grado de pisadas y la abundancia de deshechos ha resultado elevados.

Como medidas de la biodiversidad se utilizaron tres variables distintas, fácilmente interpretables (Magurran 1988). A nivel de parcela, la **densidad de especies (D)**, es decir, el número de especies encontradas por unidad de muestreo y, a nivel de fragmento de bosque, la **riqueza de especies (S)** definida como el número total de especies distintas encontradas por fragmento. Por último, tanto a nivel de parcela como de fragmento, se utilizaron los datos de **presencia y ausencia**, de las distintas especies encontradas, como medida de la **composición específica de la comunidad**. Estas tres variables se usan como tal o con sus expresiones alfa, beta o gamma según sea conveniente en la discusión.

4.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para los análisis se utilizó los programas Statistica 6.0 (Statsoft 2001), la ampliación PERMANOVA+ 1.0.2 al paquete PRIMER 6.1.12 (Clarke & Gorley, 2006), Species Diversity and Richness (Henderson & Seaby, 1998), EstimateS 7.00 (Colwell, R. K., 2005) y PC-ORD v.4 (McCune y Mefford, 1999).

Cuando se indican medidas de variación es siempre desviación estándar (DE).

4.4.1. INVENTARIO MIRMECOLÓGICO DE LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE DE LA PLANA DEL VALLÈS

4.4.1.1. Características de la fauna mirmecológica

Todos los datos obtenidos se introdujeron en una base de datos ACCES (2003) la cual permitía el acceso a diferentes tipos de información por múltiples vías, por ejemplo, en cuantas parcelas aparecía la especie *Aphenogaster senilis*, cuantas parcelas tenían diez especies, etc. Esta base de datos también contenía la información, vinculada a parcela y fragmento, de la base de datos general de características extrínsecas e intrínsecas, geográficas y ecológicas (Guirado et al., 2007, 2008). Posteriormente, se reconfiguró mediante tablas dinámicas en un solo fichero EXCEL (2003) con el cual se trabajó directamente con los programas de estadística necesarios (STATISTICA, PRIMER, PERMANOVA +, PCORD, Species Diversity and Richness, EstimateS).

4.4.1.2. Comunidad de hormigas: especies encontradas y completitud del inventario.

4.4.1.2.1. Número de especies encontradas y estimadas. Completitud del inventario

Se valoró el número de especies encontradas a través de diferentes estimadores de completitud del inventario (Bootstrap, Chao-2 (presencia/ausencia), Jackknife de primer orden y Rarificación). Dado que las estimas de cada uno son ligeramente distintas, se usó el protocolo propuesto por Brose et al. (2003) para escoger cuál de ellos es el más apropiado.

4.4.1.2.2. *Curva de acumulación de especies. Comparación de los dos años de muestreo*

De manera previa al análisis del conjunto de los datos, se verificó la homogeneidad de los mismos de los dos años de muestreo (2003 y 2004). Para ello se comparó con un test t el número de especies por muestra y, visualmente, las curvas de acumulación de especies de los dos años (PCORD McCune & Mefford (1999)).

4.4.1.2.3. *Riqueza de especies*

Se calculó el número medio de especies por fragmento y se representó con fines descriptivos la distribución del número de especies de hormigas por muestra.

4.4.1.2.4. *Valoración del método de muestreo por comparación con trampas de caída*

Para verificar si los inventarios visuales discrepan de muestreos pasivos (trampas de caída), se muestreó con el segundo sistema 12 parcelas escogidas al azar (Anexo III). En ellas se dispusieron 9 trampas de caída (Figura 4.5) por parcela (polietilenglicol), distribuidas en una red de 3x3 equidistantes. Se mantuvieron abiertas durante una semana, se recogieron (8 y 9 de junio del 2009) y se identificó el contenido. El número de especies observado se comparó mediante una t de Student de datos apareados con el muestreo visual.



Figura 4.5. Detalle de los elementos utilizados para las trampas de caída, antes de ser colocados en una parcela.

4.4.2. EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE HORMIGAS

Dado el carácter no experimental del trabajo, de la interpretación de los análisis estadísticos no pueden derivarse relaciones de causa efecto.

4.4.2.1. Respuesta de la densidad de especies de hormigas (D) a los efectos de la fragmentación

Análisis de la densidad de especies de hormigas por parcela mediante un modelo lineal general (GLM), el modelo se realizó asumiendo una distribución de Poisson y una función de enlace de tipo log con eliminación de variables tipo *backward*. Dado que la varianza de la variable dependiente observada excede

la varianza nominal, los errores estándar de las estimaciones de los parámetros y estadísticas relacionados fueron calculados teniendo en cuenta la sobredispersión, algo frecuente cuando trabajamos con recuentos reales. Se incluyeron como variable dependiente la densidad de especies y como variables explicativas el nivel de frecuentación humana (F), la gestión forestal reciente (GFR), la historia del fragmento de bosque (H), la complejidad de la forma del fragmento (MPFD y MPAR), el área del fragmento de bosque (A), la distancia al borde (B) las estimas de aislamiento del fragmento (conectividad forestal inmediata (CONI) y conectividad forestal general (CONG)), los usos del suelo adyacente (carreteras (PCA), zonas urbanas (PZU), matorrales-pastizales (PMP) y cultivos (PC)). Salvo en el caso de la complejidad de la forma del fragmento (MPFD y MPAR) dada la asimetría del resto de variables se incluyen en forma de logaritmo neperiano, los usos del suelo adyacente, dado que son proporciones, se transformaron según $\arcsen(\sqrt{x/100})$. Como control de pseudo replicación se incluye el identificador del fragmento como variable aleatoria y, dado que no aportó nada al modelo, se repitió sin este. En el fondo, estamos analizando el promedio de la densidad de especies (D) por fragmento.

4.4.2.2. Respuesta de la riqueza de especies de hormigas (S) a los efectos de la fragmentación

Análisis de la **riqueza de especies** de hormigas por fragmento mediante un modelo lineal general (GLM), el modelo se realizó asumiendo una distribución de Poisson y una función de enlace de tipo log y eliminación de variables tipo *backward*, de la misma forma que en el análisis anterior, los cálculos se realizaron teniendo en cuenta la sobredispersión. Como variable dependiente, se incluyó la riqueza de especies y como variables explicativas la complejidad de la forma del fragmento (MPFD y MPAR), el área del fragmento de bosque (A), las estimas de aislamiento del fragmento (conectividad forestal inmediata (CONI) y conectividad forestal general (CONG)), los usos del suelo adyacente (carreteras (PCA), zonas urbanas (PZU), matorrales-pastizales (PMP) y

cultivos (PC)). Salvo en el caso de la complejidad de la forma del fragmento (MPFD y MPAR) dada la asimetría del resto de variables se incluyeron en forma de logaritmo neperiano. Los usos del suelo adyacente, dado que son proporciones, se transformaron según $\arcsen(\sqrt{x/100})$. Dado que el número de parcelas es proporcional al área de los fragmentos este aparece como un factor muy importante de la riqueza de especies encontrada. Por tanto, se incluyó en el modelo, como variable *offset*, para controlar los efectos del esfuerzo de muestreo (Schoereder et al., 2004).

4.4.2.3. Tipos de biodiversidad

En este apartado se incluyen los componentes básicos de la diversidad (alfa, beta y gamma) que no servirán, en parte, para entender la aparentemente compleja relación especies-área.

4.4.2.3.1. Alfa, beta y gamma

Se calculan los valores para las distintas diversidades a nivel de Fragmento y paisaje (=conjunto de fragmentos de bosque estudiados).

4.4.2.3.2. Relaciones especies-área (SAR)

Schoereder et al. (2004) proponen cuatro hipótesis (artefacto de muestreo, muestreo pasivo, área *per se*, diversidad de hábitat) para explicar el SAR. La diferenciación de las cuatro hipótesis implica el análisis de las diversidades alfa y beta y su variación con el área. Para ello se realiza un Análisis de la **alfa y beta diversidad locales (dentro de los fragmentos)** mediante un modelo lineal general (GLM), el modelo se realizó asumiendo una distribución de Poisson y una función de enlace de tipo log y eliminación de variables tipo *backward*, incluyendo como variable dependiente la alfa o beta diversidad y como variable explicativa el área y, dado que el número de parcelas es proporcional al área de los fragmentos, este se incluyó en el modelo para controlar los efectos del esfuerzo de muestreo.

4.4.2.4. Composición específica de la comunidad de hormigas

Para explorar la composición específica de las comunidades de hormigas de los fragmentos estudiados, se realizó un modelo lineal basado en la distancia multidimensional de similitudes (Índice Bray-Curtis; módulo DISTLM de PERMANOVA + 1.0.2 adjunto al Software PRIMER (Anderson et. al. 2008)). Como variables explicativas descriptivas del proceso de fragmentación, se incluyeron las siguientes: la complejidad de la forma del fragmento (MPFD y MPAR), el área del fragmento de bosque (A), las estimas de aislamiento del fragmento (conectividad forestal inmediata (CONI) y conectividad forestal general (CONG)) y los usos del suelo adyacente (carreteras (PCA), zonas urbanas (PZU), matorrales-pastizales (PMP) y cultivos (PC)). El número de parcelas es una componente importante en generar la cantidad de especies que se encuentran en un fragmento (ver resultados). Aquel número es proporcional al área de los mismos y se incluyó en el modelo para controlar su efecto. Se recuerda que el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Magurran, 2006) usando datos de presencia/ausencia equivale al coeficiente de Sørensen. El coeficiente varía de 0 a 100 y evalúa cuantitativamente el parecido de las comunidades, dos a dos.

Adicionalmente a nivel de parcelas y con fines meramente descriptivos, se realizó un análisis similar, pero incluyendo, suplementariamente, como variables explicativas aquellas referidas a parcelas (Frecuentación humana (F), gestión forestal reciente (TUAS), distancia al borde (B) y la historia del fragmento (H)). Para controlar los posibles efectos de pseudoreplicación se añade al modelo, y en primer lugar, el identificador de fragmento. Dado que el foco de interés es el fragmento y no la parcela, los resultados de este análisis de la comunidad de hormigas de una parcela no se discuten en profundidad.

4.4.2.5. Deuda de extinción: efecto del tiempo y del origen de los fragmentos.

Para evaluar una posible deuda de extinción, se ha adoptado una de las aproximaciones propuestas por Kuussaari et al. (2009), cuando, como es nuestro caso, no se dispone de datos preteriros de especies. Consiste en la comparación de las relaciones especies-área de los fragmentos de bosque estables y los fragmentos en regresión (en nuestro caso más antiguos y más recientes respectivamente) Si asumimos que los fragmentos más antiguos (más de 50 años) se encuentran en una situación de equilibrio con el medio, una riqueza más alta en los fragmentos más recientes sería consecuencia de una deuda de extinción todavía no pagada. Esto puede analizarse mediante el cálculo de residuos entre la riqueza observada en cada fragmento de bosque más reciente. La deuda de extinción puede determinarse por un exceso de especies observadas en comparación a las estimadas (Helm et al., 2006). Y se obtiene a partir de la ecuación de la relación especies-área de los fragmentos más antiguos (anteriores a 1956). Estos residuos son la variabilidad no explicada por el modelo especies-área. Si la media de los residuos no es significativamente diferente de cero puede asumirse que no hay deuda de extinción; si es positiva, hay deuda de extinción; y si es negativa indica que se han extinguido más especies de las esperadas y que, por tanto, hay un exceso de extinciones. Las diferencias respecto al valor cero se evalúan mediante una *t* de Student ((Helm et al., 2006; Kuussaari et al., 2009 y Pino et al., 2011).

Previa a dicha evaluación, se efectuó un análisis de covarianza (covariable: área, transformada en logaritmo neperiano), de la riqueza (S) respecto a los tres estados posibles de los fragmentos respecto de su historia (tiempo y origen; dado que la variable está referida a parcela, se colapso, en aquellos pocos casos en los que las parcelas pertenecían a categorías distintas de H, en la más antigua):

1. fragmentos antiguos, que ya existían como tales en 1956 (n=112). Este colectivo hace de contraste -fragmentos de bosque estables- para evaluar la deuda de extinción.

2. fragmentos recientes, que se fragmentaron de áreas forestales más extensas en periodo de 1956-1993 (n=13)
3. fragmentos de nueva aparición, áreas que no eran bosque en 1956 pero sí en 1993 (n=17)

Puesto que según Kuussaari et al. (2009) si la SAR no es significativa ya no procede el análisis de la deuda de extinción. De acuerdo con esto, se seleccionó como pertinente el conjunto de fragmentos de nueva aparición.

4.4.2.6. Especies indicadoras

Se ha realizado un análisis de especies indicadoras (ISA) con el método de Dufrêne & Legendre (1997), utilizando el programa estadístico PC-ORD v.4 (McCune y Mefford, 1999). El análisis se ha realizado a escala de parcela (n = 239 parcelas), utilizando las 38 especies que han sido encontradas en más de 4 parcelas. El valor indicador tiene una escala de 0 a 100, donde 100 corresponde a la indicación perfecta (una especie que se encuentra en todas las muestras correspondientes al nivel del factor considerado, y sólo en estas muestras; por tanto, la presencia de la especie se corresponde perfectamente, en el ámbito de los datos analizados, con ese nivel). El programa evalúa la significación estadística de los valores indicadores por el método de Monte Carlo con 1000 aleatorizaciones. Se ha aplicado la corrección por los tests múltiples de Benjamini-Hochberg (Benjamini & Hochberg, 1995, 2000).

4.4.2.7. Grupos funcionales

Se ha explorado el uso de las hormigas como bioindicadores. Hemos adoptado la tipificación en grupos funcionales que suele usarse en hormigas (Andersen, 1997; Gómez et al., 2003). Es una manera de evaluar, a través de ella, las respuestas de los ecosistemas a las perturbaciones ambientales, a menudo asociadas con los usos del suelo y que no requiere un conocimiento detallado

de su biología. Los grupos considerados, que son mutuamente excluyentes, han sido:

Ar (arborícolas): especies que nidifican dentro de la madera de los árboles

CC (especialistas de clima frío): especies de requerimientos frescos

Cr (crípticas): especies de sólo se aplica a la hormiga argentina

DD (dolicoderinas dominantes): exótica, invasora

GM (mirmecinas generalistas): de hábitos generalistas

Gr (granívoras): que comen granos

Op (oportunistas): que aprovechan un amplio espectro de microhábitats y de recursos

SC (subordinadas): que no atacan, que huyen si se acercan otras

Existe otra propuesta de tipificación de las especies ibéricas en grupos funcionales (Roig & Espadaler, 2010) que acaba agrupando los grupos funcionales en dos clases que indican ambientes perturbados (invasoras y exóticas (IE) y generalistas y oportunistas (GO)) o ambientes maduros o bien conservados (el resto salvo las crípticas). Se ha comparado con un test de contingencias el número de especies indicadoras de ambientes perturbados, de ambientes maduros y crípticas según las dos taxonomías para los fragmentos de bosques del *Vallès* y de estos con los datos de la península ibérica extraídos de Roig y Espadaler (2010).

4.4.2.8. Papel indicador de grupos de hormigas respecto a los efectos de la fragmentación

Del total de los 142 fragmentos estudiados, se seleccionaron 16 fragmentos de bosque de diferentes tamaños (rango: 0.53-195.72 ha). En los que se había

detectado la presencia de IE: la hormiga argentina (*Linepithema humile* (Mayr)) y la hormiga invasora de jardines (*Lasius neglectus* Van Loon et al.) y hormigas parásitas sociales o esclavistas (P): *Lasius meridionalis* (Bondroit), *Lasius carnolicus* Mayr, (parásitas sociales temporales), *Plagiolepis xene* Stärcke (parásita permanente no esclavista), *Chalepoxenus muellerianus* (Finzi) y *Polyergus rufescens* (Latreille) (parásitas permanentes esclavistas).

De los 16 fragmentos seleccionados, en 8 se encontró alguna de las especies IE (con un total de 14 parcelas) y en 7 alguna de las especies P (con 20 parcelas estudiadas). La detección de IE o P en alguna de las parcelas de cada fragmento lo define como perteneciente a IE o P. En uno de los fragmentos se encontraron ambos grupos, incluyéndose, para los análisis, en ambas categorías.

Para relacionar el proceso de fragmentación con la presencia de ambos grupos de hormigas, se seleccionó un conjunto de variables indicadoras del mismo, no incluyendo las que hacen referencia a las condiciones del sitio (ver apartado variables):

- a) área del fragmento de bosque (ha).
- b) complejidad de la forma del fragmento: índice de dimensión fractal medio (MPFD) y el ratio perímetro-área (MPAR).
- c) usos del suelo adyacente, correspondiente al porcentaje del perímetro del fragmento de bosque compartido con los principales usos (carreteras, zonas urbanas, matorrales, pastizales y cultivos);
- d) estimas del aislamiento del fragmento a otros bosques: conectividad forestal inmediata (ha de bosque en la corona de 500 m alrededor del fragmento) y conectividad forestal general (ha totales de los polígonos de bosque que están total o parcialmente a menos de 500 m del fragmento).

Como medidas de la biodiversidad se utilizaron tres variables distintas:

A nivel de parcela, la densidad de especies, es decir, el número de especies encontradas por unidad de muestreo y, a nivel de fragmento de bosque, la riqueza de especies (S) definida como el número total de especies distintas encontradas por fragmento. Por último, también a nivel de parcela, se utilizaron los datos de presencia y ausencia, de las distintas especies encontradas, como medida de la composición específica de la comunidad.

Para ambos tipos de fragmento (IE o P), se compararon los diferentes indicadores del proceso de fragmentación mediante un modelo lineal general (GLM), incluyendo dichos descriptores como variables dependientes y el tipo de fragmento como variable explicativa. Se comprobó previamente la normalidad de las variables mediante test de Kolmogorov-Smirnov, transformándose el área del fragmento y la conectividad general a $\log_{10}$ y los porcentajes de usos del suelo según $\arcsen(\sqrt{x/100})$. La densidad se comparó mediante una t de Student de varianzas separadas. La riqueza se analizó con un modelo lineal general (GLM). Introduciendo como variable explicativa IE o P y como variable dependiente $\log_{10}$ de S. Dado que el número de parcelas es proporcional al área de los fragmentos, éste aparece como un factor muy importante para explicar la riqueza de especies encontrada. Por tanto, se incluyó en el modelo como covariable para separar los efectos del muestreo (Schoereder et al., 2004). Se calculó el modelo completo y, al ser la interacción no significativa, se recalculó sin ella.

Para comparar la composición específica de las comunidades de hormigas de los fragmentos estudiados, se realizó un análisis de la varianza permutacional (PERMANOVA) de una vía (Anderson, 2001; McArdle & Anderson, 2001) mediante el coeficiente de similitud de Bray-Curtis (Magurran, 2006) usando datos de presencia/ausencia (equivalente por tanto al coeficiente de Sørensen) de todas las parcelas estudiadas. El coeficiente varía de 0 a 100 y evalúa cuantitativamente el parecido de las comunidades, dos a dos, incluyendo como variable explicativa IE o P.

Para los análisis se utilizó el programa Statistica 6.0 (Statsoft, 2001) y la ampliación PERMANOVA+ 1.0.2 al paquete PRIMER 6.1.12 (Clarke & Gorley, 2006).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. INVENTARIO MIRMECOLÓGICO DE LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE DE LA PLANA DEL VALLÈS

5.1.1. Características de la fauna mirmecológica

Después de efectuar 1.773 identificaciones específicas resultaron 58 especies de hormigas (Figura 5.2, Tabla 5.1 y Anexo II) que representan aproximadamente un 36% de las especies conocidas en Cataluña y un 20% de las que se conocen en la península ibérica (Espadaler, 1990; Espadaler, 1997).

Estas 58 especies están agrupadas en 20 géneros diferentes. De los cuales los más representados son *Camponotus* (9 especies), *Temnothorax* (9), *Lasius* (8 especies) y *Formica* (5 especies). No se han adoptado las consecuencias nomenclaturales del reciente trabajo de Ward et al. (2015).

5.1.1.1. Frecuencia de especies

Es destacable la elevada frecuencia de unas pocas especies, y el elevado número de especies que únicamente se han encontrado en una o pocas parcelas. La especies más frecuentes son *Aphenogaster subterranea* (207 parcelas; Figura 5.1, izquierda), *Crematogaster scutellaris* (198 parcelas; Figura 5.1, derecha), *Temnothorax lichtensteini* (175 parcelas), *Plagiolepis pygmaea* (164 parcelas) y *Lasius grandis* (114 parcelas). Mientras que de las menos frecuentes, 20 especies se han encontrado en menos de cinco parcelas.



Figura 5.1. Obrera de *Aphenogaster subterranea* (izquierda) y de *Crematogaster scutellaris* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org.

RESULTADOS

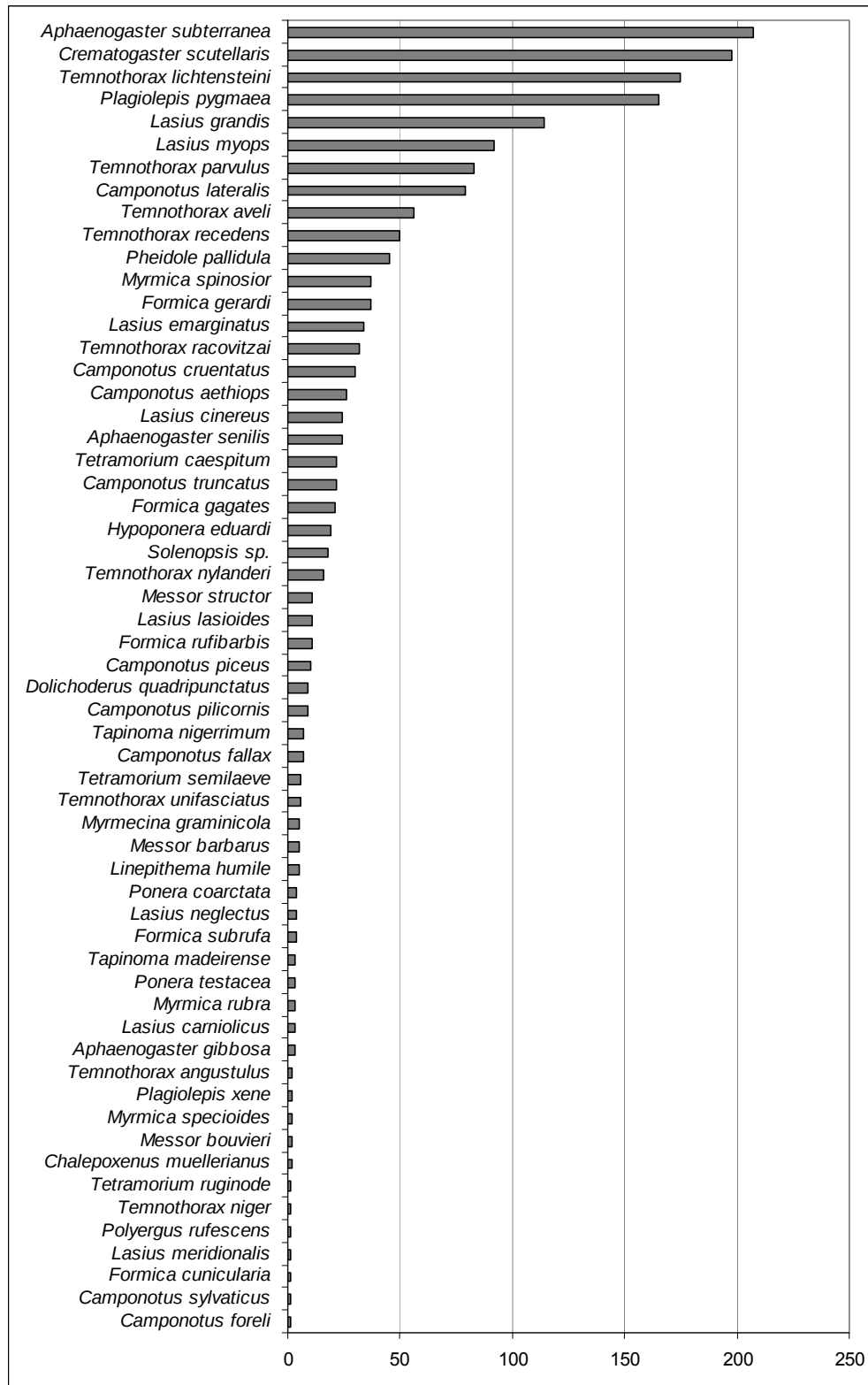


Figura 5.2. Frecuencias absolutas para cada especie de hormiga en los diferentes fragmentos de bosque de *la plana del Vallès*. Cada barra indica el número de parcelas en las que se ha encontrado la especie sobre un total de 241 parcelas de estudio. A destacar, la elevada frecuencia de unas pocas especies, y el elevado número de especies que únicamente se han encontrado en una o pocas parcelas.

RESULTADOS

Tabla 5.1. Frecuencias absolutas y relativas para cada especie de hormiga en los diferentes fragmentos de bosque de *la plana del Vallès*.

Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
<i>Camponotus foreli</i>	1	0,41
<i>Camponotus sylvaticus</i>	1	0,41
<i>Formica cunicularia</i>	1	0,41
<i>Lasius meridionalis</i> (P)	1	0,41
<i>Polyergus rufescens</i> (P)	1	0,41
<i>Temnothorax niger</i>	1	0,41
<i>Tetramorium ruginode</i>	1	0,41
<i>Chalepoxenus muellerianus</i> (P)	2	0,83
<i>Messor bouvieri</i>	2	0,83
<i>Myrmica specioidea</i>	2	0,83
<i>Plagiolepis xene</i> (P)	2	0,83
<i>Temnothorax angustulus</i>	2	0,83
<i>Aphaenogaster gibbosa</i>	3	1,24
<i>Lasius carnolicus</i> (P)	3	1,24
<i>Myrmica rubra</i>	3	1,24
<i>Ponera testacea</i>	3	1,24
<i>Tapinoma madeirense</i>	3	1,24
<i>Formica subrufa</i>	4	1,66
<i>Lasius neglectus</i> (IE)	4	1,66
<i>Ponera coarctata</i>	4	1,66
<i>Linepithema humile</i> (IE)	5	2,07
<i>Messor barbarus</i>	5	2,07
<i>Myrmecina graminicola</i>	5	2,07
<i>Temnothorax unifasciatus</i>	6	2,49
<i>Tetramorium semilaeve</i>	6	2,49
<i>Camponotus fallax</i>	7	2,90
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	7	2,90
<i>Camponotus pilicornis</i>	9	3,73
<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>	9	3,73
<i>Camponotus piceus</i>	10	4,15
<i>Formica rufibarbis</i>	11	4,56
<i>Lasius lasioides</i>	11	4,56
<i>Messor structor</i>	11	4,56
<i>Temnothorax nylanderii</i>	16	6,64
<i>Solenopsis sp.</i>	18	7,47
<i>Hypoponera eduardi</i>	19	7,88
<i>Formica gagates</i>	21	8,71
<i>Camponotus truncatus</i>	22	9,13
<i>Tetramorium caespitum</i>	22	9,13
<i>Aphaenogaster senilis</i>	24	9,96
<i>Lasius cinereus</i>	24	9,96
<i>Camponotus aethiops</i>	26	10,79
<i>Camponotus cruentatus</i>	30	12,45
<i>Temnothorax racovitzai</i>	32	13,28
<i>Lasius emarginatus</i>	34	14,11
<i>Formica gerardi</i>	37	15,35
<i>Myrmica spinosior</i>	37	15,35
<i>Pheidole pallidula</i>	45	18,67
<i>Temnothorax recedens</i>	50	20,75
<i>Temnothorax aveli</i>	56	23,24
<i>Camponotus lateralis</i>	79	32,78
<i>Temnothorax parvulus</i>	83	34,44
<i>Lasius myops</i>	92	38,17
<i>Lasius grandis</i>	114	47,30
<i>Plagiolepis pygmaea</i>	165	68,46
<i>Temnothorax lichtensteini</i>	175	72,61
<i>Crematogaster scutellaris</i>	198	82,16
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	207	85,89

IE: Invasora/Exótica. P: Parásita social/Esclavista.

5.1.1.2. *Especies destacables*

Se mencionan aquellas especies con interés entomológico:

a. Especies esclavistas (Tabla 5.2):

- i. *Chalepoxenus muellerianus* (Figura 5.3, izquierda), se ha encontrado en dos parcelas.
- ii. *Polyergus rufescens* (Figura 5.3, derecha), conocida como la hormiga amazona, ha aparecido en una parcela.

Tabla 5.2. Algunas estrategias vitales de las hormigas.

Parásitas temporales

Hormigas cuyas reinas entran en el nido de otra especie (matando o no a la reina legítima) y se hacen adoptar por las obreras. A corto plazo, en el hormiguero pueden verse obreras de las dos especies. Pero, a largo plazo, una vez que mueren las obreras huéspedes, queda una sociedad pura formada por la especie parásita.

Parásitas permanentes

Tras la llegada de la reina parásita, la reina legítima no muere y ambas especies coexisten en el nido. A veces, la reina parásita ni siquiera produce obreras, sino únicamente reinas y machos.

Esclavistas

La reina parásita suele acabar con la reina legítima. Una vez que emergen las obreras de la especie esclavista, se lanzan a la búsqueda de nidos de la especie esclavizada. Allí capturan pupas y las llevan a su nido, donde las nuevas hormigas se dedican a alimentar y cuidar a la reina esclavista, a su prole y a las mismas obreras que las esclavizan.



Figura 5.3. Obrera de *Chalepoxenus* sp. (izquierda) y de *Polyergus rufescens* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org.

b. Especies parásitas sociales (Tabla 5.2):

- i. *Lasius meridionalis* (Figura 5.4, izquierda), encontrada en una parcela.
- ii. *Lasius carniolicus* (Figura 5.4, derecha), encontrada en tres parcelas.

Ambas especies eliminan físicamente a la otra reina y consiguen que las obreras de la otra especie trabajen para ella y su puesta.

- iii. *Plagiolepis xene*, encontrada en dos parcelas. Esta especie coexiste con la reina legítima y solo actúan como parásitos no letales.



Figura 5.4. Obrera de *Lasius meridionalis* (izquierda; Foto: www.antwiki.org) y de *Lasius carniolicus* (derecha; Foto: Zach Lieberman, www.antweb.org).

En la *plana del Vallès*, las especies de este grupo y del anterior han sido encontradas vinculadas con los fragmentos grandes y medianos de bosque, y no se han encontrado nunca en los fragmentos pequeños.

c. Especies hipogeas:

Hemos encontrado tres especies: *Ponera coarctata* (4 parcelas; Figura 5.5, izquierda), *Ponera testacea* (3 parcelas; Figura 5.5, derecha) *Hypoponera eduardi* (19 parcelas).



Figura 5.5. Obrera de *Ponera coarctata* (izquierda) y de *Ponera testacea* (derecha). Fotos: K. Gómez. www.hormigas.org.

d. Especies invasoras o exóticas:

- i. *Lasius neglectus* (Figura 5.6, izquierda), conocida como la hormiga invasora de jardines, encontrada en cuatro parcelas.
- ii. *Linepithema humile* (Figura 5.6, derecha), conocida como hormiga argentina, encontrada en cinco parcelas.



Figura 5.6. Obrera de *Lasius neglectus* (izquierda; Foto: Juan Jesús López Cortés. Web: Espadaler & Bernal, 2015 “*Lasius neglectus*. Una hormiga poligínica a veces invasora: <http://www.creaf.uab.es/xeg/Lasius/Espanol/morfologia.htm>) y de *Linepithema humile* (derecha; Foto: K. Gómez. www.hormigas.org).

5.1.2. Comunidad de hormigas: especies encontradas y completitud del inventario

5.1.2.1. Número de especies encontradas y estimadas. Completitud del inventario

El número de especies encontradas (58) se compara con las estimas encontradas usando los estimadores siguientes:

Bootstrap: 62 especies

Chao-2 (basado en datos de presencia/ausencia): 63 ± 4 especies (DT)

Jackknife de primer orden: 65 ± 3 especies (DT)

Rarificación: $58 \pm 0,1$ especies (EE)

Aplicando el procedimiento de Brose et al. (2003) el estimador más apropiado resulta ser Jackknife de primer orden, según esto, la completitud del inventario es de un 89% (58/65).

5.1.2.2. Curva de acumulación de especies. Comparación de los dos años de muestreo

El número medio de especies por muestra, para las realizadas durante el 2003 ($7,21$ especies $\pm$ DE $2,15$; $n= 122$; Figura 5.7, arriba), no es significativamente diferente de el de las muestras estudiadas durante el año 2004 ($7,50 \pm$ DE $1,74$; $n= 119$) (test t; $t= -1,12$; $P= 0,30$). En el año 2003 se encontraron 54 especies; la estimación del número total de especies por el método Jackknife de primer orden es de $65 \pm$ DE $3,45$ especies. En el año 2004 (Figura 5.7, abajo) se encontraron 51 especies; la estimación por el método Jackknife de primer orden es de $62 \pm$ DE $3,15$ especies. Los datos no muestran diferencias significativas en ninguna de las dos variables, y por tanto, los datos de los dos años se han analizado conjuntamente (Figura 5.8).

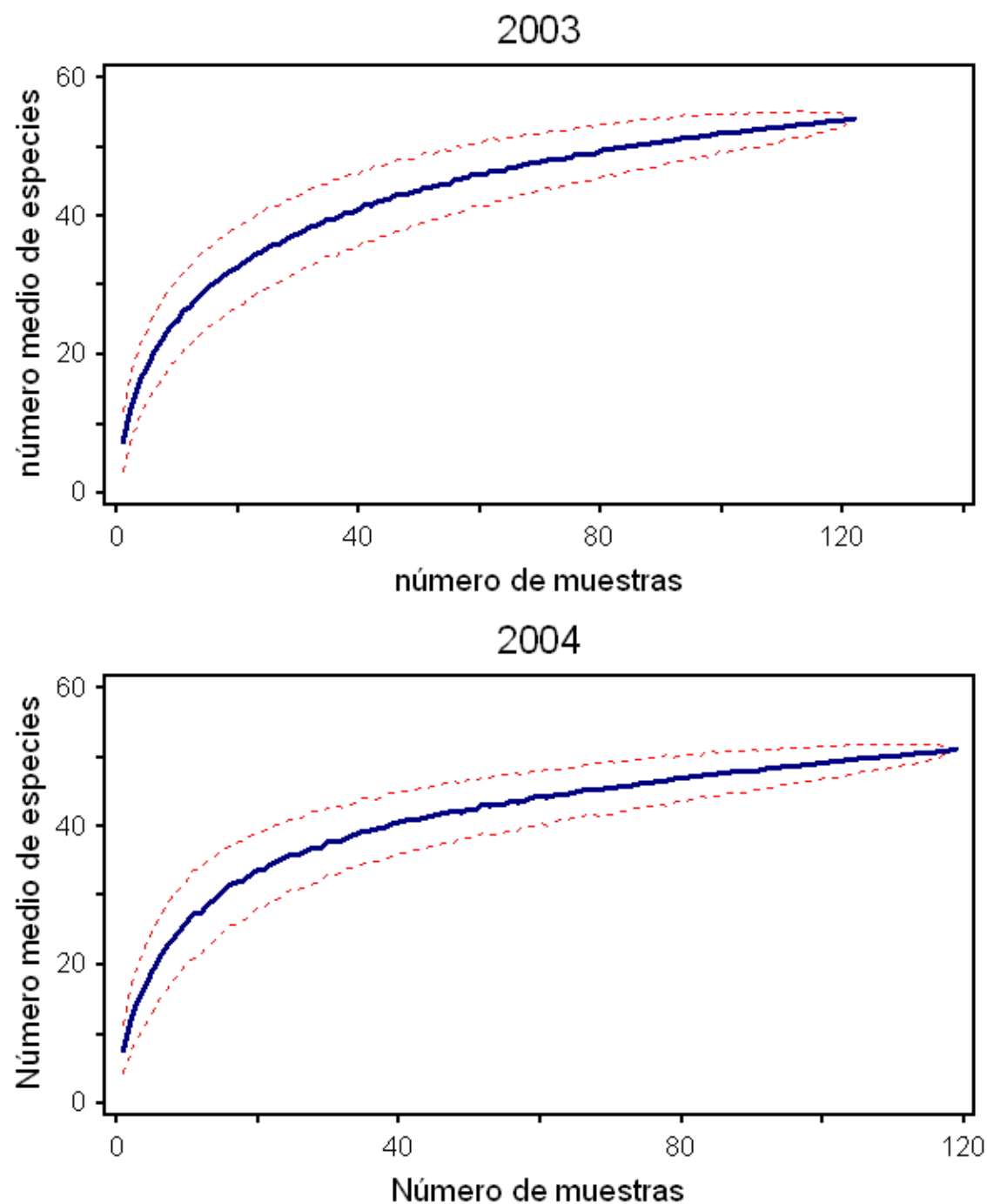


Figura 5.7. Curvas de acumulación de especies para cada uno de los dos años de muestreo. Las curvas se han generado mediante la repetición de 500 aleatorizaciones del orden en que se agregan las muestras. Las líneas discontinuas indican $\pm$ dos desviaciones típicas. Como puede observarse, las curvas de los dos años son muy similares.

El número medio de especies por muestra resultante del conjunto de los dos años y del total de las 241 muestras (parcelas) prospectadas es de $7,35 \pm 1,96$ (rango: 2 a 13). La distribución estadística de los valores de riqueza es asimilable a una distribución lognormal (Kolmogorov-Smirnov $d= 0,072$; $P<0,20$ (lognormal). (Figura 5.9). El número de géneros es de $5,92 \pm 1,45$ (rango: 2 a 10).

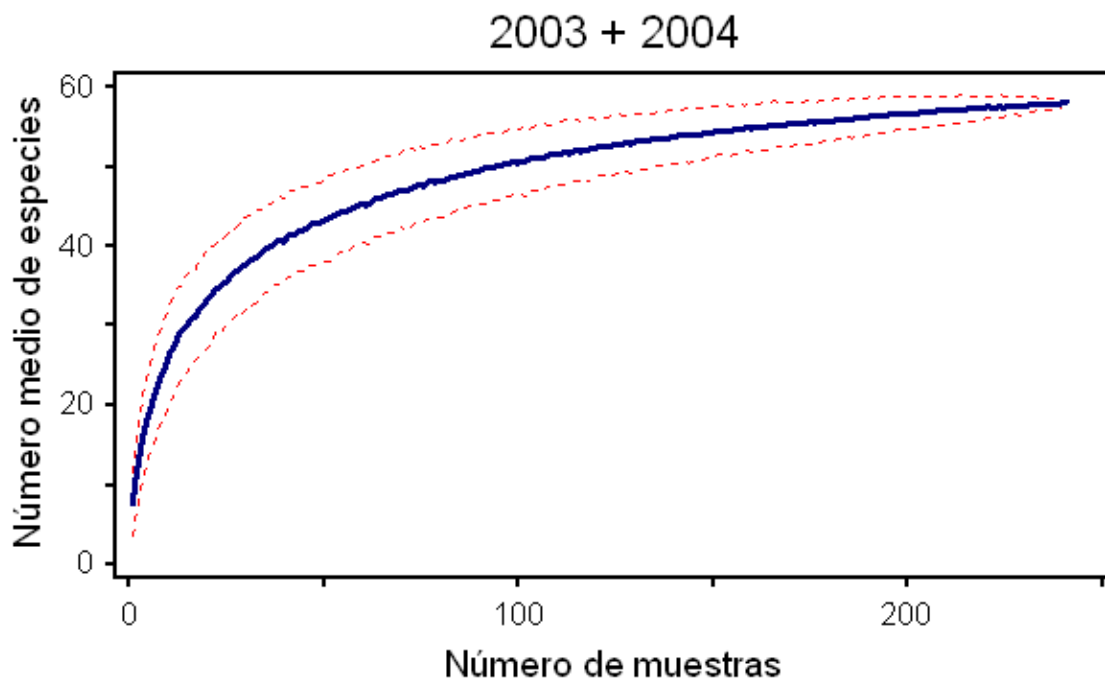


Figura 5.8. Curva de acumulación de especies, controlando –por simulación– el orden de las muestras. La curva se ha generado mediante la repetición de 500 aleatorizaciones del orden en que se agregan las muestras. Las líneas discontinuas indican $\pm$ dos desviaciones típicas.

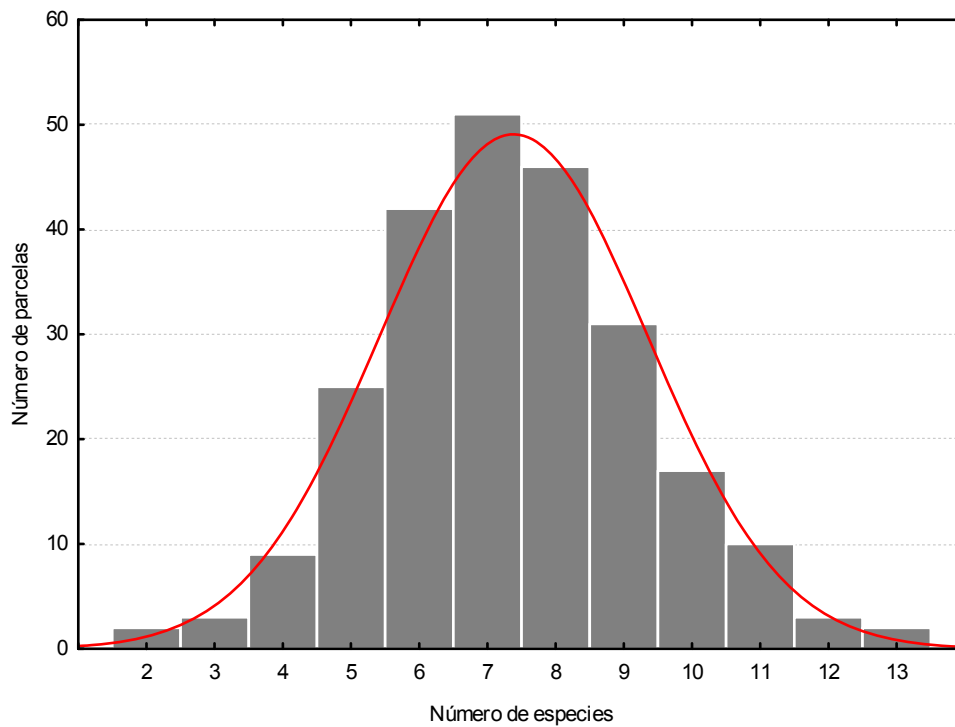


Figura 5.9. Distribución del número de especies de hormigas por muestra (241). En rojo, distribución lognormal. La distribución observada es significativamente diferente de la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov $d=0,12$; $P<0,01$) y es asimilable a una distribución lognormal (Kolmogorov-Smirnov $d=0,072$; $P<0,20$).

5.1.2.3. Riqueza de especies

El número medio de especies por fragmento encontrado es de $9,5 \pm 3,6$ (rango: 3-22 especies; $n=142$)

Los datos muestran claramente una distribución asimétrica sesgada por los valores superiores (Figura 5.10).

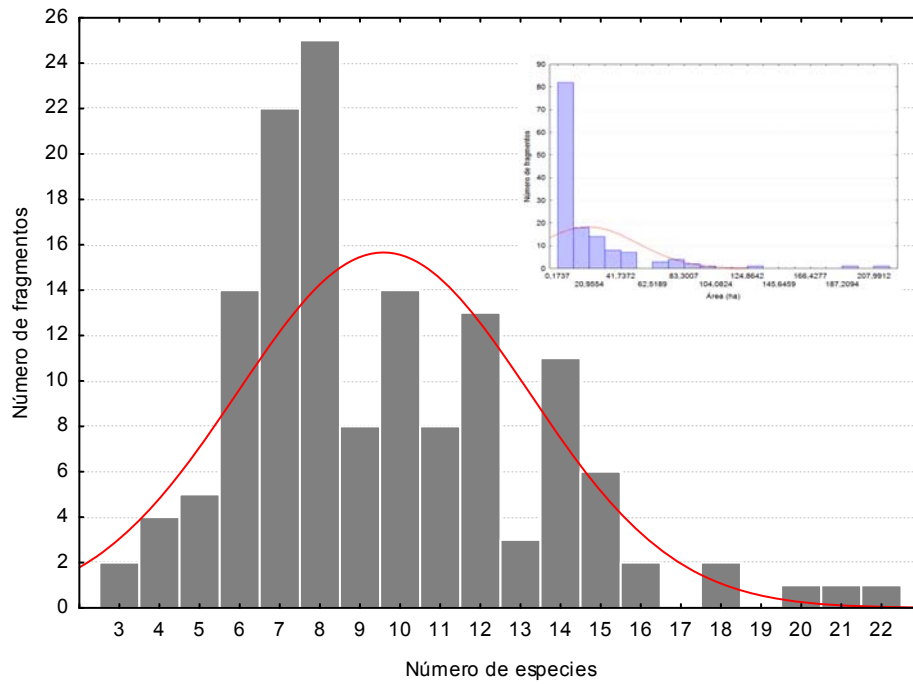


Figura 5.10. Distribución del número de especies de hormigas por muestra (142). En rojo, distribución normal. El número medio de especies por fragmento encontrado es de $9,5 \pm 3,6$ (rango 3-22 especies; $n=142$). Se incluye arriba a la derecha la distribución de frecuencias del área de los 142 fragmentos.

5.1.2.4. Valoración del método de muestreo por comparación con trampas de caída

Los resultados del análisis indican que no hay diferencia entre el número de especies capturadas visualmente y el de especies capturadas con trampas de caída ($t_{12} = 0,78$; $P = 0,45$).

5.2. EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE HORMIGAS

5.2.1. Respuesta de la densidad de especies de hormigas (D) a los efectos de la fragmentación

El modelo lineal general muestra que la densidad de especies está relacionada con las variables seleccionadas ($F_{13, 227} = 2,34$; $P = 0,01$), si bien (R^2 ajustada = 0,065) explica poco su variación. Las variables estadísticamente significativas son: H (Figura 5.11), PCA (Figura 5.12), MPFD (Figura 5.13) y MPAR (Figura 5.14) (ver tabla 5.3 y gráficos a continuación).

Tabla 5.3. Resumen de los resultados del GLM en el que se explora la respuesta de la densidad de especies de hormigas (D) a las diferentes variables que describen el proceso de fragmentación. Se resaltan con asterisco las variables estadísticamente significativas.

Factor	SS	g.d.l.	MS	F	p
Intersección	38,09	1	38,09	10,64	<0,01*
F	1,10	1	1,188	0,33	0,56
TUAS	0,52	1	0,52	0,14	0,70
H	19,63	1	19,63	5,48	0,02*
PCA	18,19	1	18,19	5,08	0,02*
PC	4,20	1	4,20	1,17	0,28
PMP	1,80	1	1,80	0,50	0,48
PZU	8,11	1	8,11	2,27	0,13
MPFD	28,55	1	28,55	7,98	<0,01*
MPAR	14,61	1	14,61	4,08	0,04*
B	0,03	1	0,03	0,01	0,93
A	2,64	1	2,64	0,74	0,39
CONI	0,4293	1	0,43	0,12	0,73
CONG	1,53	1	1,53	0,43	0,51
Error	812,19	227	3,58		

Con fines descriptivos, se representan a continuación y, de manera individual, las variables significativas del modelo, así como el área y la distancia al borde,

que, aunque no lo son en el modelo, son importantes en todos los estudios sobre fragmentación:

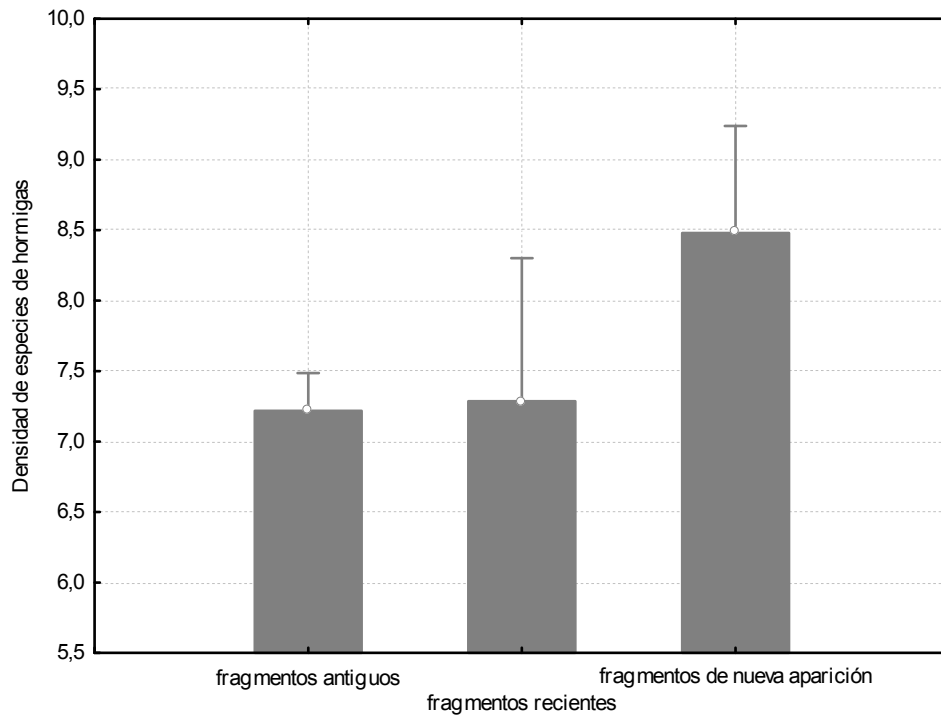


Figura 5.11. Densidad de especies de hormigas en función de los diferentes tipos de historia de los fragmentos de bosque. Las barras verticales indican el error estándar. $F_{2, 238} = 4,77$; $P = 0,001$.

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica
RESULTADOS

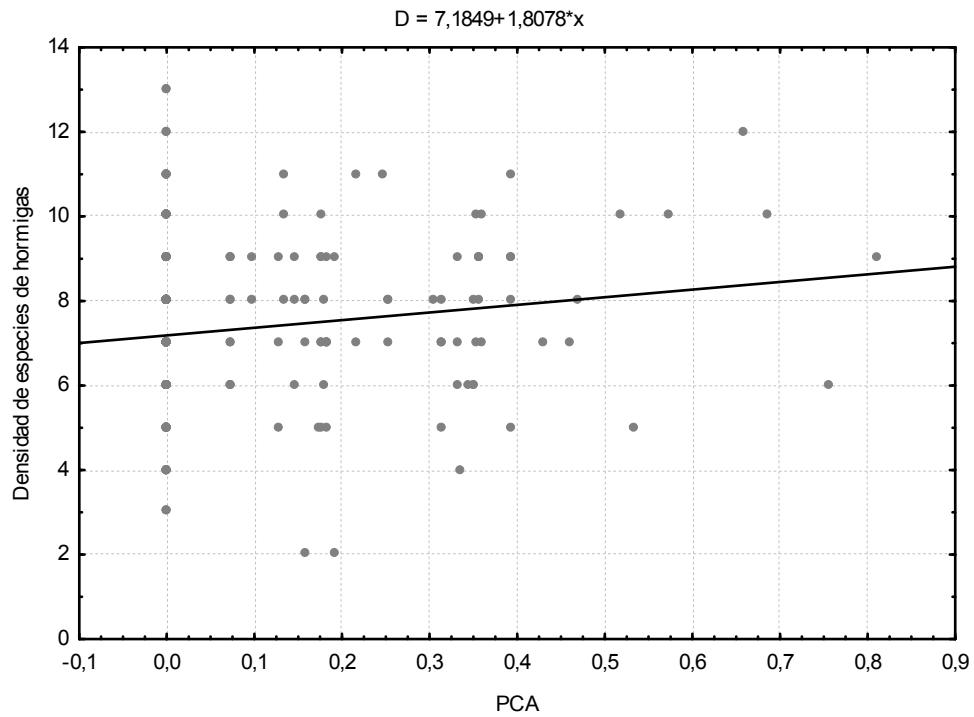


Figura 5.12. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el porcentaje del perímetro del fragmento de bosque compartido con carreteras (PCA) transformado arcsen ($\sqrt{(x/100)}$). $P = 0,03$; R^2 ajustada = 0,01.

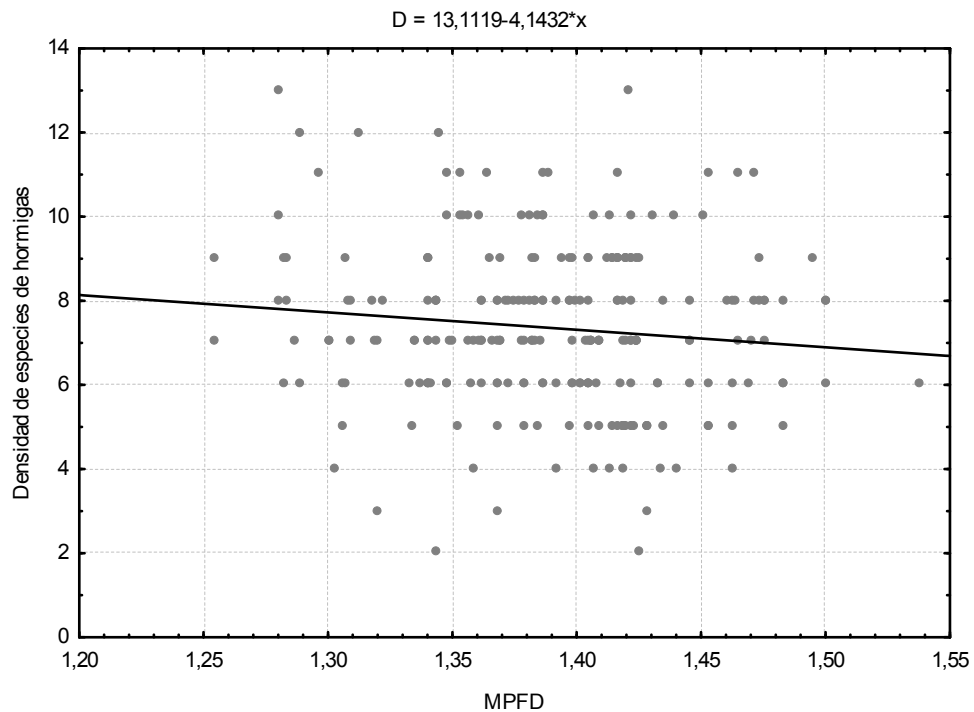


Figura 5.13. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el índice de dimensión fractal medio (MPFD; logaritmo el perímetro del fragmento dividido por el logaritmo del área). $P = 0,09$; R^2 ajustada = 0,01.

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica
RESULTADOS

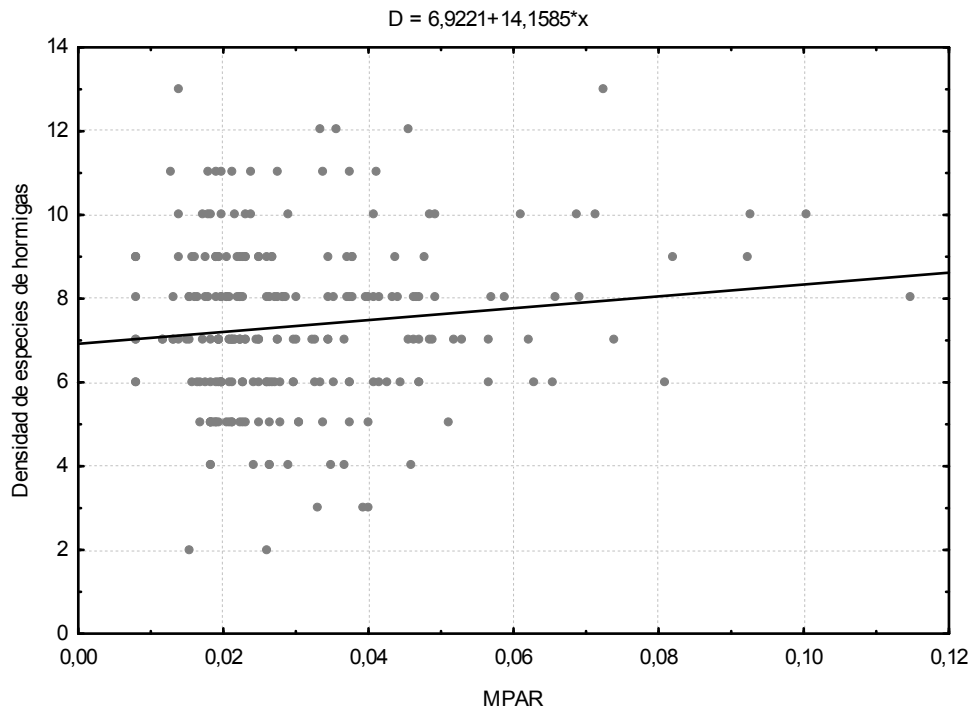


Figura 5.14. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y la media del ratio perímetro-área (MPAR; considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área del mismo). $P = 0,06$; R^2 ajustada = 0,01.

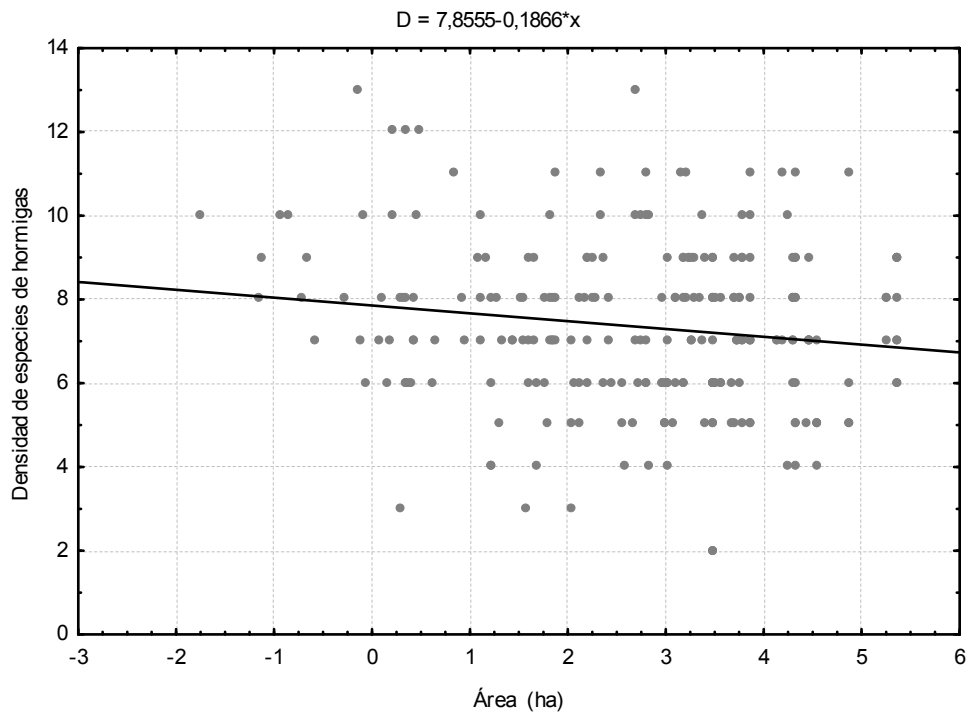


Figura 5.15. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P = 0,02$; R^2 ajustada = 0,02.

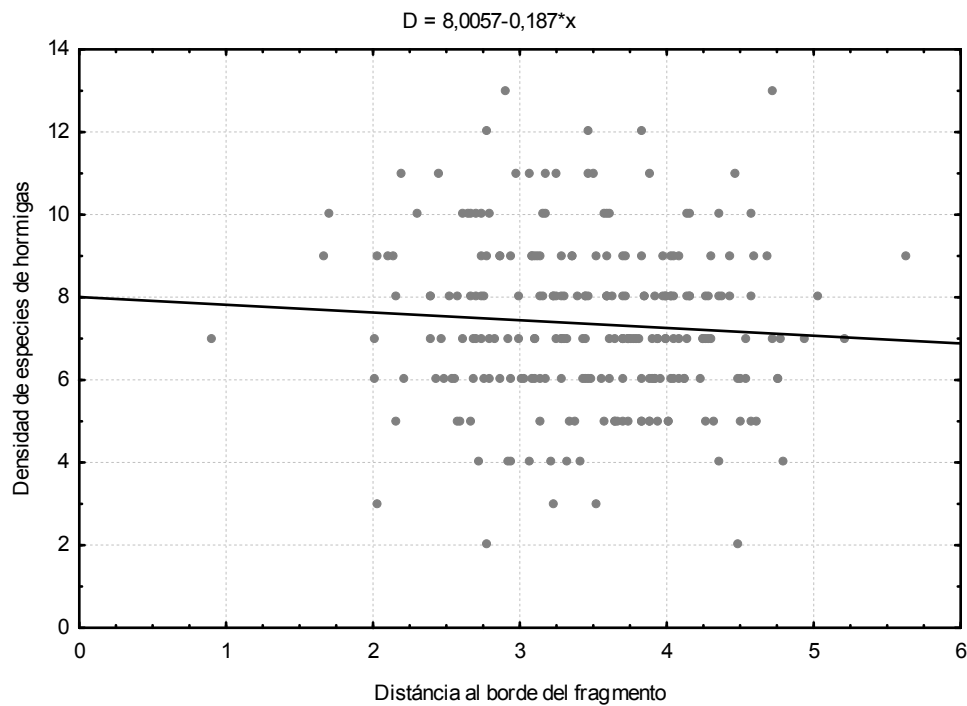


Figura 5.16. Correlación entre la densidad de especies de hormigas y la distancia al borde (m) del fragmento (como logaritmo neperiano). $P = 0,28$; R^2 ajustada $< 0,01$.

5.2.2. Respuesta de la Riqueza de especies de hormigas (S) a los efectos de la fragmentación

El modelo lineal general muestra que la riqueza de especies está relacionada con las variables seleccionadas ($F_{9, 132} = 7,92$; $P < 0,0001$) y explica un 31% de la variación de la riqueza (R^2 ajustada = 0,31). Las variables estadísticamente significativas son: MPFD (Figura 5.17), MPAR (Figura 5.18) y A (Figura 5.19) (ver tabla 5.4 y gráficos a continuación).

Tabla 5.4. Resumen de los resultados del GLM en el que se explora la respuesta de la riqueza de especies de hormigas (S) a las diferentes variables que describen el proceso de fragmentación. Se resaltan con asterisco las variables estadísticamente significativas.

Factor	SS	g.d.l.	MS	F	p
Intersección	155,32	1	155,3248	17,11560	<0,01*
PCA	12,18	1	12,1804	1,34219	0,25
PC	5,92	1	5,9251	0,65290	0,42
PMP	10,83	1	10,8340	1,19383	0,28
PZU	8,93	1	8,9288	0,98388	0,32
MPFD	156,28	1	156,2768	17,22050	<0,01*
MPAR	151,84	1	151,8372	16,73130	<0,01*
A	292,76	1	292,7602	32,25993	<0,01*
CONI	13,55	1	13,5523	1,49336	0,22
CONG	17,68	1	17,6778	1,94795	0,16
Error	1197,90	132	9,0750		

No se incluye la variable NP en el modelo para calcular el ajuste del modelo, pero sí como *offset*.

Con fines descriptivos, se representan a continuación y, de manera individual, las variables significativas del modelo:

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica
RESULTADOS

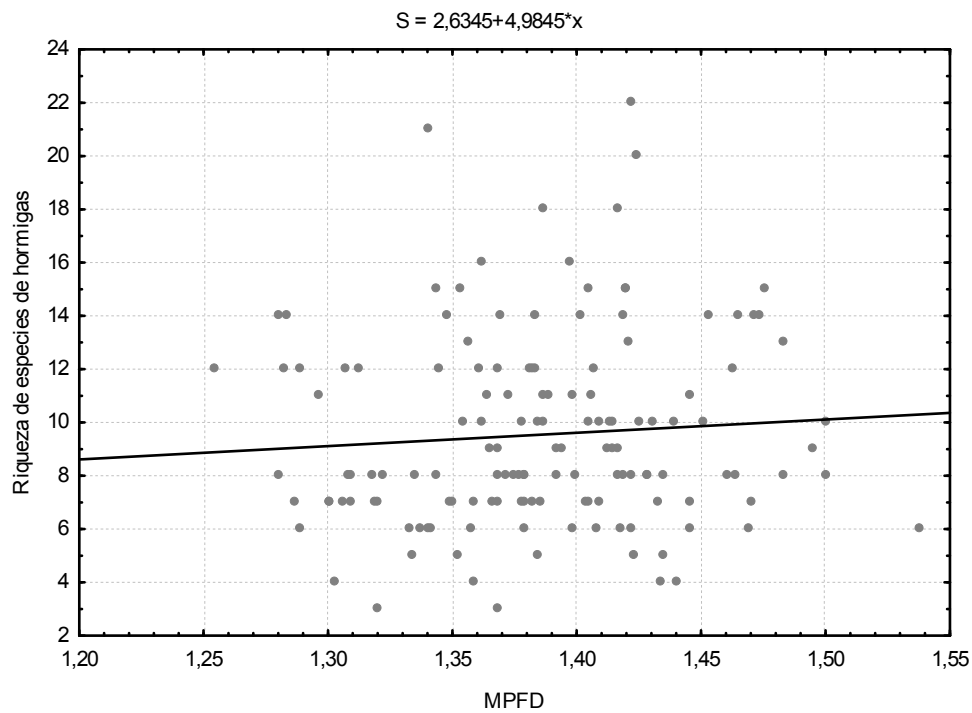


Figura 5.17. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y el índice de dimensión fractal medio (MPFD; logaritmo el perímetro del fragmento dividido por el logaritmo del área). $P = 0,37$; R^2 ajustada = 0,01.

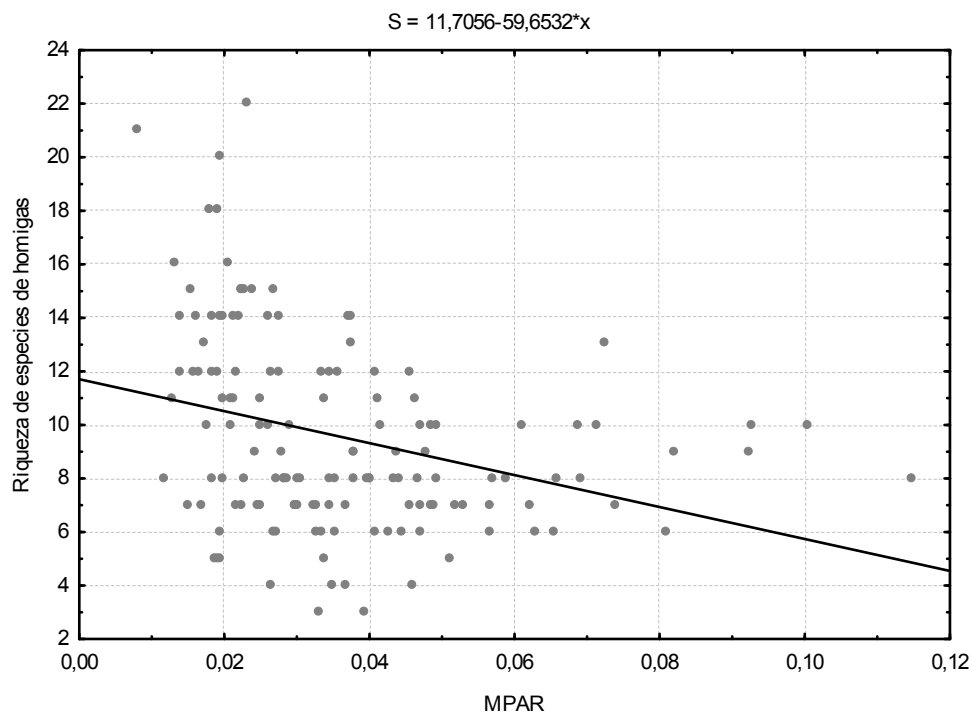


Figura 5.18. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y la media del ratio perímetro-área (MPAR; considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área del mismo). $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,10.

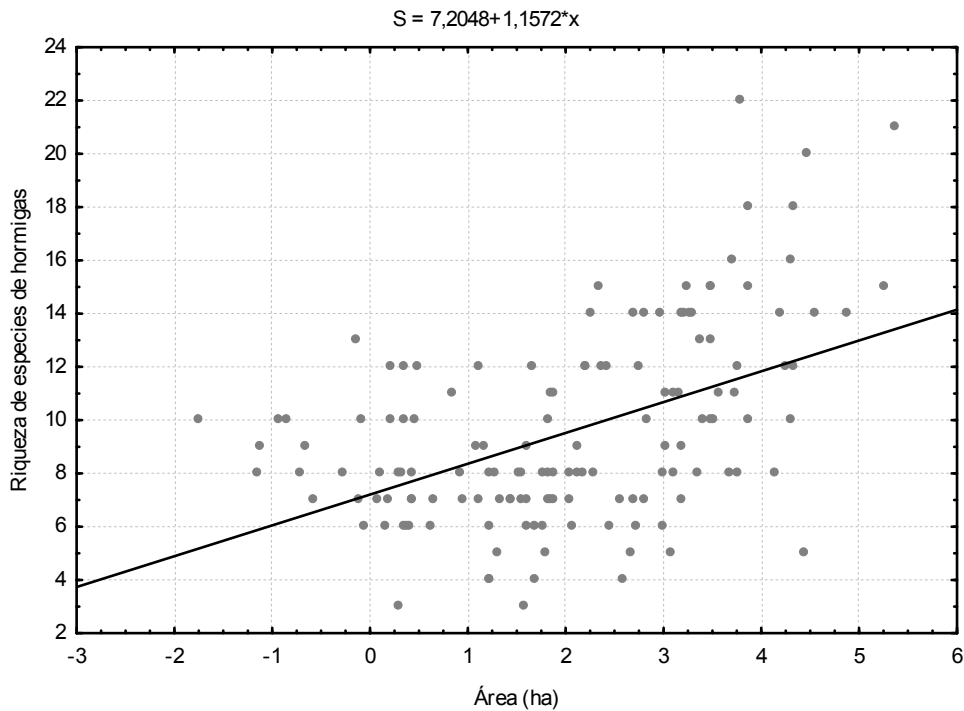


Figura 5.19. Correlación entre la riqueza de especies de hormigas y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,24.

5.2.3. Tipos de biodiversidad

5.2.3.1. Alfa, beta y gamma

(Para el cálculo de la beta diversidad no se tienen en cuenta los fragmentos con una sola parcela, ya que se genera una beta diversidad = 0 y por tanto sólo se han utilizado los 56 fragmentos que superan esta condición).

Se recuerda que el estudio se puede realizar a dos escalas espaciales:

Fragmento y paisaje (=conjunto de fragmentos de bosque estudiados)

A nivel de fragmento la diversidad alfa es de $7,30 \pm 1,40$ d.e. (rango: 4-11,5) especies/parcela. La diversidad gamma es de $12,67 \pm 3,27$ d.e. (rango: 7-22; Figura 5.20) especies/fragmento. La diversidad beta es de $5,37 \pm 2,84$ (rango: 1-14,16; Figura 5.21) especies/fragmento.

A nivel de paisaje –aquí la unidad de estudio es el fragmento- la diversidad alfa es $12,67 \pm 3,27$ d.e. (rango: 7-22; Figura 5.22) especies/fragmento. La diversidad gamma es de 58 especies. La diversidad beta es de $45,32 \pm 3,27$ especies (rango: 36-51; Figura 5.23)

5.2.3.2. Relaciones especies-área (SAR)

ESCALA LOCAL (FRAGMENTO):

Los modelos GLM tanto para la alfa diversidad ($F_{2, 139}=0,48$; R^2 ajustada= -0,01; $P= 0,62$), como para la beta diversidad ($F_{2, 53}= 62,90$; R^2 ajustada= 0,69; $P<0,01$. NP: $F_{1, 53}= 73,89$; $P<0,01$ y A: $F_{1, 53}= 0,06$; $P= 0,80$), indican que no existe correlación significativa entre estas variables respuesta y el área del fragmento de bosque (Figura 5.20 y 5.21).

ESCALA PAISAJE:

Los modelos GLM tanto para la alfa diversidad ($F_{2, 139}= 116,91$; R^2 ajustada= 0,62; $P<0,01$. NP: $F_{1, 139}= 121,90$; $P<0,01$ y A: $F_{1, 139}= 1,10$; $P= 0,30$), como para la beta diversidad ($F_{2, 53}= 26,23$; R^2 ajustada= 0,48; $P<0,01$. NP: $F_{1, 53}=31,03$; $P<0,01$ y A: $F_{1, 53}= 0,04$; $P= 0,84$), indican que no existe correlación significativa entre estas variables respuesta y el área del fragmento de bosque (Figura 5.22 y 5.23).

En ambos casos (local y paisaje) el área no tiene una correlación significativa con la alfa y la beta diversidad. Por tanto, según el esquema de Schoereder et al. (2004), la explicación para la SAR de los fragmentos de bosque de la *plana del Vallès* sería el muestreo pasivo (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Diferentes hipótesis para la explicación de la SAR en función de la correlación entre la alfa y la beta diversidad y el área de los fragmentos de bosque.

Beta diversidad	Alfa diversidad	
	si	no
si	Artefacto de muestreo	Heterogeneidad del hábitat
no	Área <i>per se</i>	Muestreo pasivo

Según el esquema de Schoereder et al. (2004)

Con fines descriptivos, se representan a continuación y, de manera individual, las variables alfa y beta a escala local y de paisaje:

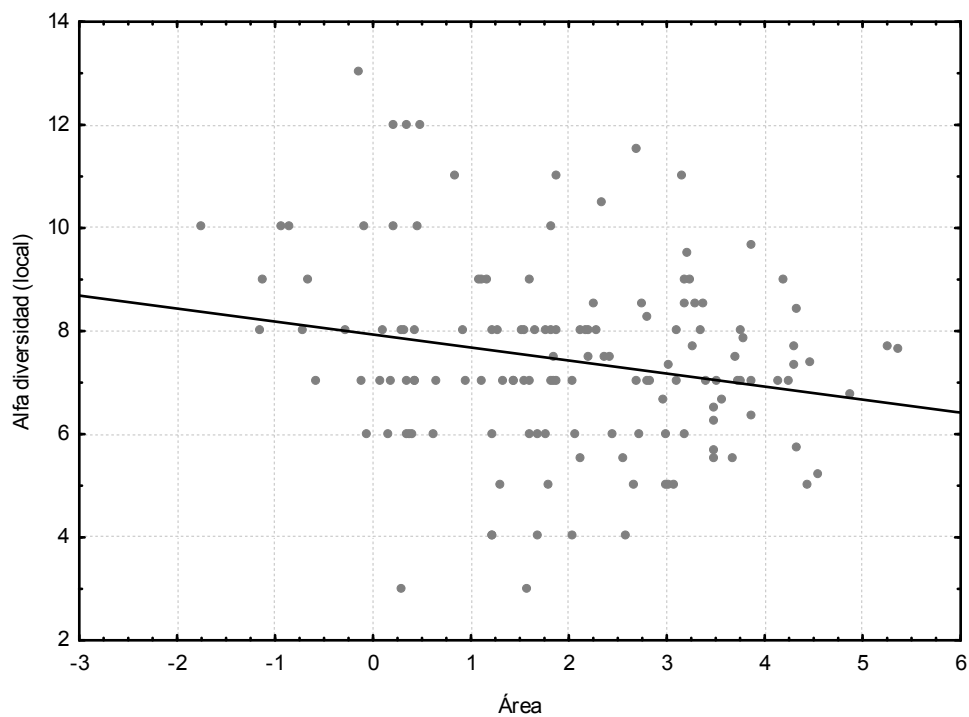


Figura 5.20. Correlación entre la alfa diversidad (local) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P=0,33$; R^2 ajustada=0,01.

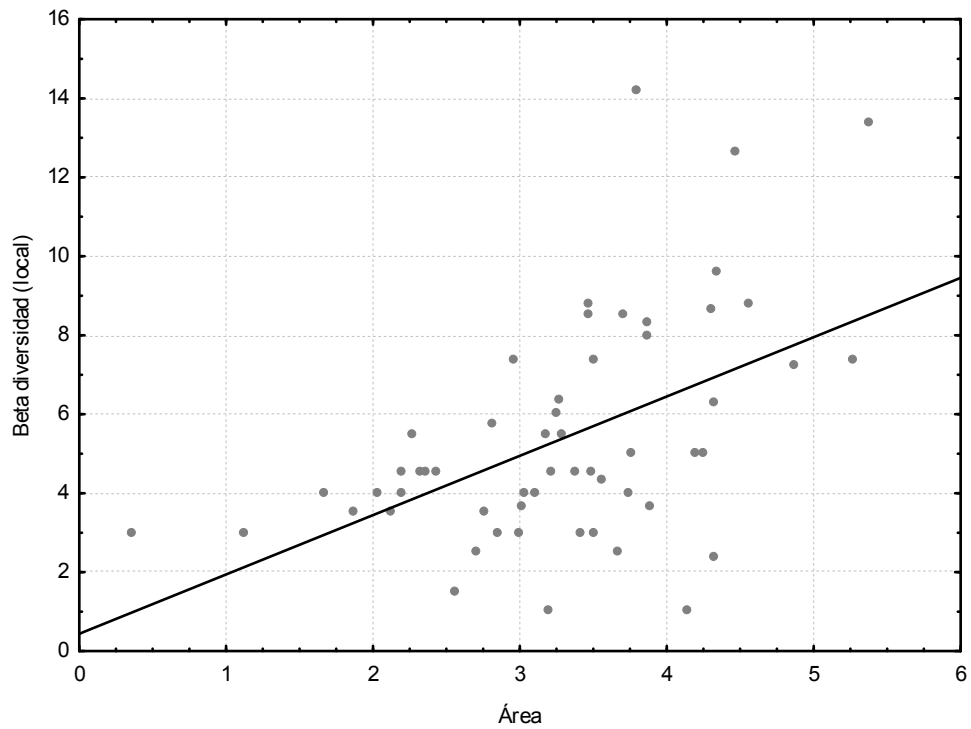


Figura 5.21. Correlación entre la beta diversidad (local) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,30.

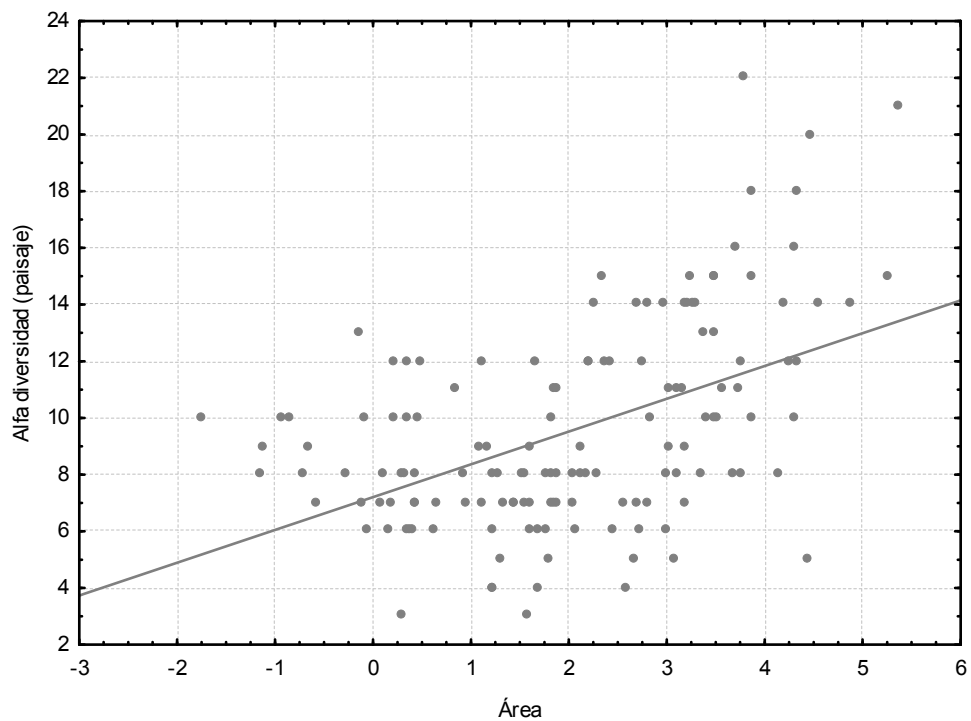


Figura 5.22. Correlación entre la alfa diversidad (paisaje) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,30.

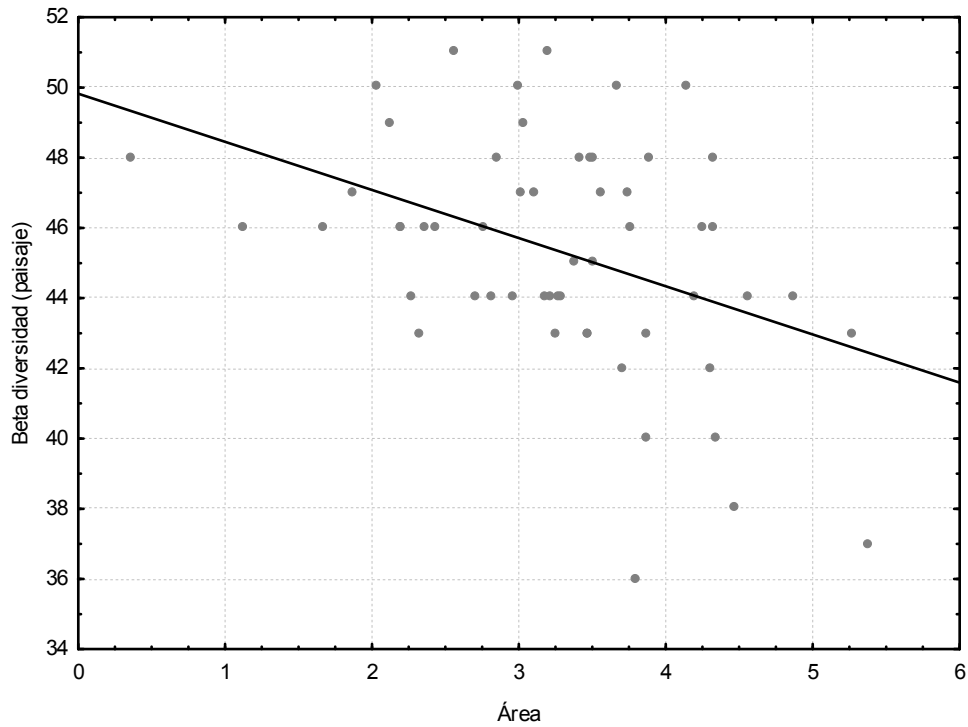


Figura 5.23. Correlación entre la beta diversidad (paisaje) y el área del fragmento de bosque. El área se expresa como logaritmo neperiano de la superficie del fragmento en ha. $P < 0,01$; R^2 ajustada = 0,20.

5.2.4. Composición específica de la comunidad de hormigas

El modelo DISTLM saturado a nivel de fragmento explica un 9% ($\text{Adj } R^2: 0,09$). A modo descriptivo se presentan los resultados del efecto marginal de las variables (consideradas aisladamente; Tabla 5.6):

Tabla 5.6. Resumen de los Test marginales del modelo DISTLM a nivel de fragmento de bosque. Las variables significativas se resaltan con asterisco.

Variable	SS	Pseudo-F	P
NP	11797,0	8,53	<0,01*
A	5997,0	4,21	<0,01*
PCA	697,7	0,48	0,85
PCC	3796,7	2,64	<0,01*
PZM	1874,0	1,29	0,27
PZU	4260,0	2,96	<0,01*
MPFD	2046,2	1,41	0,19
MPAR	5953,0	4,18	<0,01*
CONI	4787,2	3,34	<0,01*
CONG	2695,2	1,86	0,62

El modelo DISTLM saturado a nivel de parcela explica un 7% (Adj R²: 0,07). A modo descriptivo se presentan los resultados del efecto marginal de las variables (consideradas aisladamente; Tabla 5.7):

Tabla 5.7. Resumen de los test marginales del modelo DISTLM a nivel de parcela. Las variables significativas se resaltan con asterisco.

Variable	SS	Pseudo-F	P
ID FRAGMENTO	5089,7	3,06	<0,01*
A	2243	1,34	0,24
TUAS	4822	2,89	<0,01*
F	6245,1	3,76	<0,01*
H	4293,4	2,57	<0,01*
PCA	1522,7	0,91	0,52
PPC	6935,4	4,18	<0,01*
PZM	4294,8	2,57	0,01
PZU	5888,4	3,54	<0,01*
MPFD	2087	1,24	0,31
MPAR	6842,6	4,13	<0,01*
B	2690,2	1,61	0,13
CONI	5208,1	3,13	<0,01*
CONG	4610,6	2,76	<0,01*

5.2.5. Deuda de extinción: efecto del tiempo y del origen de los fragmentos.

El análisis de covarianza previo indica que existen diferencias entre los tres tipos de fragmentos (antiguos, recientes, de nueva aparición) para la riqueza de especies ($F_{2,138} = 4,00$; $p = 0,02$; Figura 5.25).

Las tres SAR son claramente distintas (Figura 5.25). Los bosques de nueva aparición muestran una pendiente superior a las del modelo (fragmentos de bosques antiguos). La diferencia entre los observados y los esperados (Tabla 5.8) correspondería a la deuda de extinción.

Efecto de la fragmentación de los bosques de *la plana del Vallès* sobre la fauna mirmecológica
RESULTADOS

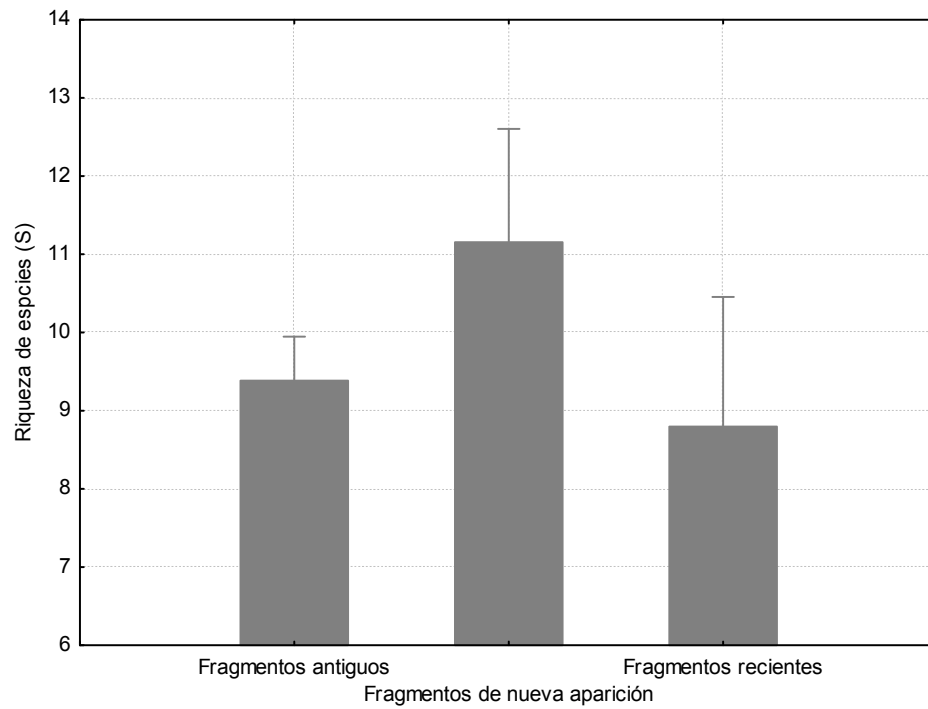


Figura 5.24. Riqueza de especies de hormigas en función de los diferentes tipos de historia de los fragmentos de bosque. Las barras verticales indican el error estándar. $F_{2, 138} = 4,00$, $p = ,02$.

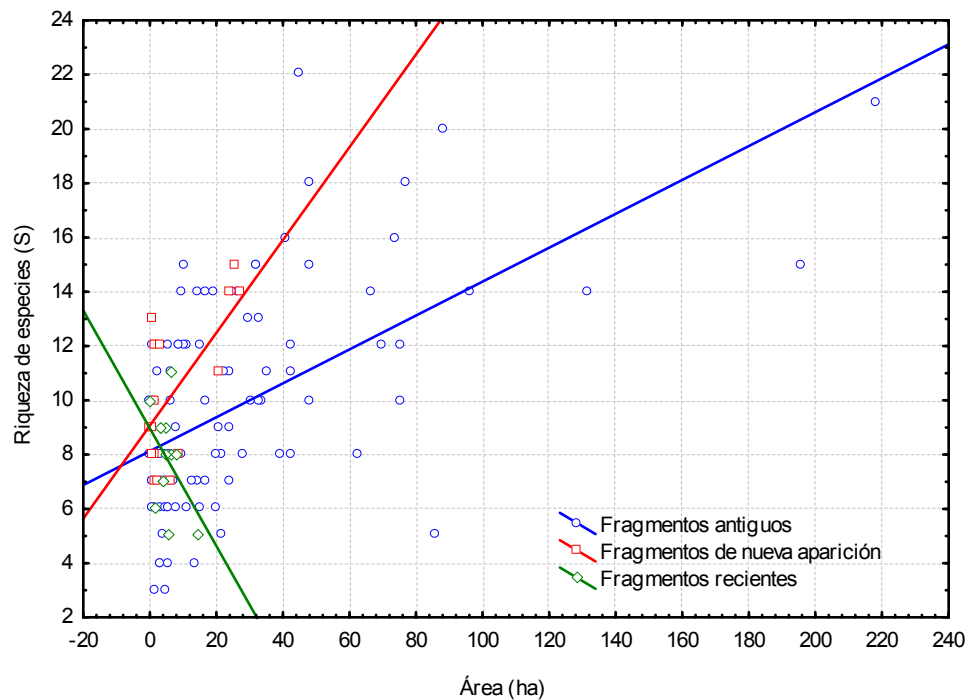


Figura 5.25. Relación especies-área (SAR) en función de los tres tipos de bosque según tiempo y origen. La relación especies área de los fragmentos antiguos es el modelo con el cual se contrasta la relación observada en los fragmentos de nueva aparición. La ecuación lineal que describe el modelo es $y = 8,05 + (0,0631 \cdot x)$. Este modelo se usa para generar los esperados (Tabla 5.8).

Tabla 5.8. Relación de esperados y cálculo de residuos para fragmentos de bosque de nueva aparición. La ecuación lineal que describe el modelo es $y=8,05+(0,0631*x)$ y es la utilizada para calcular los esperados.

Id_Fragmento	S	S esperados	A	Residuo
46	12	8,15	1,65	3,85
99	12	8,14	1,41	3,90
101	8	8,14	1,37	-0,14
123	9	8,07	0,33	0,93
205	7	8,15	1,53	-1,15
221	7	8,21	2,60	-1,21
251	11	9,35	20,60	1,65
258	10	8,15	1,60	1,85
387	14	9,56	24,026	4,43
452	14	9,76	27,10	4,24
455	9	8,08	0,52	0,92
677	8	8,10	0,80	-0,10
718	13	8,10	0,90	4,90
748	15	9,70	25,75	5,32
755	7	8,44	6,25	-1,44
853	12	8,24	3,10	3,76
1042	8	8,60	8,76	-0,60

El valor medio de los residuos ($1,83 \pm 5,63$) entre las riquezas observadas ($10,35 \pm 2,71$) y esperadas ($8,52 \pm 0,63$) por fragmento de bosque han resultado significativamente diferentes de cero y en positivo ($t_{16}=3,20$; $P=0,005$). Por tanto, y para estos fragmentos de nueva aparición, puede asumirse que hay deuda de extinción.

5.2.6. Especies indicadoras

Se relacionan a continuación las especies que se han identificado como posibles indicadores. Entre paréntesis aparece su valor indicador y la probabilidad de significación estadística, con y sin la corrección de Benjamini-Hochberg.

TAMAÑO DEL FRAGMENTO DE BOSQUE (TB)

Fragmentos pequeños:

Aphaenogaster senilis (12,8; P corregida = 0,038)

Lasius lasioides (8,0; P corregida = 0,051)

Fragmentos medianos:

Temnothorax parvulus (22,2; P corregida = 0,057)

Fragmentos grandes:

Ninguna especie indicadora

Los valores indicadores son bajos. Las especies indicadoras de fragmentos pequeños son más bien propias de lugares abiertos, con un grado de humedad inferior, mientras las de fragmentos medios son propias de ambientes más sombríos.

NIVEL DE FRECUENTACIÓN HUMANA (F)

Baja:

Sin especies indicadoras

Media:

Lasius cinereus (14,4; P = 0,007; P corregida = 0,27)

Alta:

Temnothorax lichtensteini (32,8; P = 0,040; P corregida = 0,38)

Lasius grandis (26,7; P = 0,019; P corregida = 0,24)

Linepithema humile (9,5; P = 0,007; P corregida = 0,13)

Lasius lasioides (7,0; P = 0,044; P corregida = 0,33)

Los valores indicadores son también relativamente bajos. Para este factor, hay una fuerte discrepancia entre los valores de significación antes y después de aplicar la corrección por los tests múltiples (posible error substancial de tipo II). Por otra parte, de las especies presuntamente indicadoras de parcelas muy frecuentadas, una (*L. lasioides*) también indica tamaños pequeños del fragmento de bosque. Es decir, esta especie se encontraría preferentemente en fragmentos pequeños y frecuentados. Otra especie, la hormiga argentina (*Linepithema humile*), indica claramente sitios degradados.

TIEMPO DESDE LA ÚLTIMA ACTUACIÓN SILVÍCOLA (TUAS)

Tras la aplicación de la corrección de Benjamini-Hochberg, no aparece ninguna especie indicadora para ninguno de los cuatro niveles del factor.

Aphaenogaster senilis (10,5; $P=0,011$; P corregida= 0,42 y *Camponotus piceus* (6,6; $P = 0,024$; P corregida = 0,46) podrían tener una leve asociación con parcelas con gestión forestal nula.

5.2.7. Grupos funcionales

Considerando todas las parcelas los grupos más representados en número de especies han sido (por orden decreciente):

Especies crípticas y oportunistas (17 especies cada uno), especialistas de clima frío y subordinadas (7 especies cada uno), arborícolas (4 especies), granívoras (3 especies), mirmecinas generalizadas (2 especies), dolícoderinas dominantes (1 especie).

En términos de porcentaje del total de ocurrencias de todas las especies han sido (por orden decreciente): Especies crípticas, oportunistas, especialistas de clima frío y mirmecinas generalizadas. Las especies que nidifican en la madera de los árboles (arborícolas) han representado solo el 5% de las ocurrencias de todas las especies.

Tabla 5.9. Composición en grupos funcionales de hormigas de los fragmentos de bosque de la plana del Vallès (% del total de especies de cada nivel del factor considerado). TOTAL: distribución global, considerando todas los fragmentos estudiados. Ar: arborícolas; CC: especialistas de clima frío; Cr: crípticas; DD: dolíceras dominantes; GM: mirmecinas generalistas; Op: oportunistas; SC: subordinadas.

Factor	Nivel	Ar	CC	Cr	DD	GM	Gr	Op	SC
TB	1	4.45	17.79	32.21	0.36	12.99	1.25	22.42	8.54
	2	5.39	15.69	34.55	0.48	13.63	0.79	21.08	8.40
	3	4.57	15.43	32.57	0.00	15.62	0.76	21.33	9.71
TUAS	1	4.01	16.05	31.81	0.00	14.90	0.86	22.64	9.74
	2	3.23	16.17	33.42	0.27	14.29	1.62	23.18	7.82
	3	5.13	16.38	33.76	0.28	13.96	0.71	21.37	8.40
	4	7.09	16.55	33.11	0.68	12.84	0.68	18.92	10.14
F	1	5.09	16.11	33.26	0.00	14.45	0.73	20.69	9.67
	2	4.98	16.33	33.47	0.20	13.55	1.20	22.91	7.37
	3	3.54	16.93	32.28	1.57	13.39	1.18	22.44	8.66
TOTAL		4.83	16.30	33.17	0.29	14.02	0.93	21.6	8.84

TB: (1) fragmentos de bosque pequeños: <7 ha, (2) fragmentos de bosque medianos: 7-34 ha y (3) fragmentos de bosque grandes: 35-250 ha). TUAS: (1) Gestión antigua o nula: sin evidencias de gestión, (2) Cepas cortadas: gestión relativamente reciente, (3) ramas cortadas sin hojas: gestión reciente, (4) ramas cortadas con hojas: gestión muy reciente. F: (1) Poco frecuentado, (2) medianamente frecuentado y (3) altamente frecuentado.

Se han analizado si las proporciones del número de especies correspondientes a los diferentes grupos funcionales difieren dentro de los factores analizados, utilizando para ello las 38 especies encontradas en más de 4 parcelas (Tabla 5.9).

Las proporciones son muy similares y no difieren estadísticamente (pruebas de χ^2): 1) TB, 2) TUAS y 3) F. En este último factor se acerca a la significación ($\chi^2=22,6$; $P=0,06$).

Según los criterios de Gómez et al. (2003) y Roig & Espadaler (2010) se llega a una misma conclusión en lo que respecta a la distribución de las especies indicadoras de ambientes perturbados, ambientes maduros y crípticas (Tabla 5.10). Así mismo, esta distribución no difiere de la más general de hormigas para la península ibérica ($n=270$ especies) (Tabla 5.11).

Tabla 5.10. Número de especies indicadoras de ambientes perturbados, maduros y crípticas, según los dos criterios indicados de la *plana del Vallès*. $\chi^2= 0,39$; $P= 0,82$.

	Perturbados	Maduros	Crípticas	Total
Gómez et al. 2003	17	24	17	58
Roig & Espadaler. 2010	15	23	20	58

Tabla 5.11. Número de especies indicadoras de ambientes perturbados, maduros y crípticas, de la *plana del Vallès* con la península ibérica según el criterio de Roig & Espadaler (2010). $\chi^2= 0,60$; $P= 0,74$.

	Perturbados	Maduros	Crípticas	Total
Península ibérica	60	121	89	270
Fragmentos de bosque de la plana del Vallès	15	23	20	58

Según Roig & Espadaler (2010)

5.2.8. Papel indicador de grupos de hormigas respecto a los efectos de la fragmentación

La presencia de los dos tipos de hormiga (Tabla 5.12), con un significado biológico muy contrastado, de signo contrario, está significativamente correlacionada con algunas de las características de los fragmentos estudiados y en el sentido que corresponde (Tabla 5.13).

Tabla 5.12. Relación de especies encontradas en los fragmentos de bosque en los que hay especies de hormigas invasoras o exóticas (IE) o bien parásitas sociales (P).

Especie	IE	P	Fragmentos en los que está presente
<i>Aphaenogaster gibbosa</i> (Latreille)		X	1
<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr	X	X	3, 5, 1
<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)	X	X	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille)	X		5
<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille)	X	X	4, 9, 13, 16
<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier)	X	X	1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15
<i>Camponotus pilicornis</i> (Roger)		X	1, 2, 14
<i>Camponotus sylvaticus</i> (Olivier)		X	1
<i>Camponotus truncatus</i> (Spinola)		X	3, 6, 12
<i>Chalepoxenus muellerianus</i> (Finzi)	X	X	12, 14
<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)	X	X	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16
<i>Formica gerardi</i> Bondroit	X	X	6, 7, 14
<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius	X		8
<i>Hypoponera eduardi</i> (Forel)	X	X	9, 15
<i>Lasius carnolicus</i> Mayr		X	2, 3, 6,
<i>Lasius cinereus</i> Seifert	X	X	1, 3, 8, 11
<i>Lasius emarginatus</i> (Olivier)	X	X	1, 9, 14, 15
<i>Lasius grandis</i> Forel	X	X	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16
<i>Lasius meridionalis</i> (Bondroit)		X	1
<i>Lasius myops</i> Forel	X	X	1, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 16
<i>Lasius neglectus</i> Van Loon et al.	X	X	8, 11, 13, 14
<i>Linepithema humile</i> (Mayr)	X		5, 7, 10, 15, 16
<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus)	X	X	6, 8
<i>Messor bouvieri</i> Bondroit		X	1
<i>Messor structor</i> (Latreille)	X		8
<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille)		X	1
<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus)		X	2
<i>Myrmica spinosior</i> Santschi	X	X	1, 5, 12, 14
<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)		X	1, 2, 3
<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)	X	X	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16
<i>Plagiolepis xene</i> Stärcke		X	1, 4
<i>Polyergus rufescens</i> (Latreille)		X	9
<i>Solenopsis</i> sp.		X	1, 6
<i>Tapinoma nigerrimum</i> (Nylander)		X	9
<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)	X	X	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)	X	X	3, 7, 10, 11, 12, 14, 15
<i>Temnothorax aveli</i> (Bondroit)	X	X	1, 3, 10, 12, 15
<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)		X	3, 6, 14
<i>Temnothorax recedens</i> (Nylander)	X	X	1, 2, 5, 6, 8, 12, 13
<i>Tetramorium caespitum</i> (Linnaeus)	X	X	1, 2, 6, 7, 8
<i>Tetramorium semilaeve</i> André	X	X	1, 8
TOTAL	26	37	

5.2.8.1. Características de los fragmentos de bosque

En conjunto, el modelo lineal general no muestra diferencias para las variables seleccionadas (Wilk's Lambda= 0,23; $F_{1, 15} = 1,96$; $P = 0,21$), aunque tanto el área del fragmento, las dos medidas de conectividad y la forma (media del ratio perímetro-área) son significativamente diferentes para ambos grupos de fragmentos. Salvo para el MPAR, los valores más altos de estas variables, se alcanzan en aquellos bosques en los que se ha encontrado el grupo de especies parásitas sociales y esclavistas en alguna de sus parcelas (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Resumen de variables y resultados del GLM donde se explora la relación entre la presencia/ausencia de especies de hormigas invasoras o exóticas (IE) o bien parásitas sociales o esclavistas (P) en los fragmentos de los bosques estudiados.

Variables dependientes	Mean SD		Adjusted R ²	F	P
	IE	P			
A	14,90 (12,25)	62,04 (58,21)	0,32	8,51	0,01*
CONI	25,72 (11,72)	75,93 (58)	0,36	6,49	0,02*
CONG	99,90 (150,96)	13.052, 60 (11.012,81)	0,5	14,66	0**
PCA	0,40 (1,21)	1,21 (2,31)	0,00	1,09	0,31
PPC	65,60 (28,66)	70,91 (28,6)	-0,04	0,31	0,6
PZM	14,50 (17,68)	11,60 (17)	-0,1	0,06	0,8
PZU	19,52 (20,74)	16,24 (17,7)	-0,05	0,19	0,7
MPFD	1,41 (0,03)	1,40 (0,06)	0,02	1,35	0,3
MPAR	0,04 (0,02)	0,02 (0)	0,3	8,03	0,01*

5.2.8.2. *Densidad de especies de hormigas*

El análisis estadístico muestra que las parcelas pertenecientes a los fragmentos de bosque IE tienen, significativamente, una menor densidad de especies ($5,94 \pm 1,92$ especies/100m²) que aquellas parcelas que pertenecen a los fragmentos en los que se encontró el grupo de las parásitas sociales/esclavistas ($7,21 \pm 1,59$); $t=2,295$; $P_{(2 \text{ colas})} = 0,033$.

5.2.8.3. *Riqueza de especies de hormigas*

Dado que la interacción entre el tipo de fragmento y la covariable nº de parcelas/fragmento no apareció como significativa: $F_{1, 13} = 0,08$; $P = 0,8$, se recalculó el modelo sin incluirla. El modelo lineal general muestra que la riqueza de especies varía, significativamente, tanto para el número de parcelas por fragmento: $F_{1,14} = 24,8$; $p=0,0002$, como para el tipo de fragmento: $F_{1,14} = 6,9$; $P = 0,02$. Los fragmentos de bosque P tienen, significativamente, un mayor número de especies diferentes ($13,75 \pm 4,10$ especies) que los IE ($9 \pm 2,12$).

5.2.8.4. *Composición específica de la comunidad de hormigas*

El análisis PERMANOVA muestra que la composición específica de las parcelas que pertenecen a fragmentos de bosque IE es significativamente distinta (Pseudo-F= 2,58; $P = 0,008$) de aquellas que pertenecen a fragmentos P. El valor medio de similaridad entre grupos es de 36,2. Dentro del grupo IE es de 33,2 y dentro de P de 43,1.

DISCUSIÓN

6. DISCUSIÓN

6.1. INVENTARIO MIRMECOLÓGICO DE LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE DE LA PLANA DEL VALLÈS

6.1.1. Características de la fauna mirmecológica

A pesar de que es bien conocido el aumento del número de especies de invertebrados desde las zonas polares hacia el trópico, no deja de ser muy remarcable, que en una porción tan pequeña de territorio, como el que se ha estudiado, se encuentren más especies de hormigas que en toda Finlandia o Gran Bretaña (Collingwood, 1979). En cualquier caso, es un patrimonio natural que no se puede menospreciar. Por lo menos, da una idea del potencial biológico que podrían alcanzar nuestros ecosistemas mediterráneos con unas medidas adecuadas de protección y gestión.

Aunque es remarcable la marcada desigualdad de frecuencias de especies, cabe destacar, que de las 20 especies que se han encontrado en menos de cinco parcelas, 9, pertenecen a lugares abiertos: *Aphaenogaster gibbosa*, *Camponotus foreli*, *Camponotus sylvaticus*, *Formica subrufa*, *Formica cunicularia* cfr., *Messor bouvieri*, *Tapinoma ambiguum*, *Temnothorax niger*, *Tetramorium forte*, y, por tanto, su baja frecuencia se debe a este motivo. Pueden representar incursiones puntuales de individuos hacía el interior del fragmento de bosque, o bien, ser indicadoras de que el fragmento de bosque era especialmente abierto. *Temnothorax angustulus* es una arborícola muy rara, con pocas citas en España. *Ponera coarctata* y *P. testacea* son hipogeas, y dado que viven bajo tierra, son siempre azarosas de encontrar si no es con métodos específicos (lavado de suelos, trampas y cebos subterráneos) que no hemos empleado en este trabajo. *Myrmica rubra* y *M. specioides* son de sitios muy húmedos, escasos en la *plana del Vallès*.

De las dos especies esclavistas encontradas en el presente estudio, *Chalepoxenus muellerianus* (2 parcelas), es sólo la segunda vez que se encuentra en Cataluña; es una especie clasificada en la Lista Roja de la UICN

como VU D2 ver 2.3 (1994): amenazada, con la categoría de vulnerable. La otra especie, la hormiga amazona (*Polyergus rufescens*) (1 parcela), tiene una distribución muy amplia en Europa y no parece estar amenazada de extinción.

De las especies parásitas sociales, dos de ellas, *Lasius carniolicus* - encontrada en tres parcelas - y *Lasius meridionalis* - encontrada en una parcela -, esta última es la primera vez que se encuentra en Cataluña. *Lasius carniolicus* había sido encontrada dos veces.

Las especies de este grupo y del anterior han sido encontradas vinculadas con los fragmentos grandes y medianos de bosque, y no se han encontrado nunca en los fragmentos pequeños, en contraposición de las especies invasoras o exóticas asociadas a parcelas degradadas y/o fragmentos de bosque de menor tamaño.

De las dos especies IE encontradas son bien conocidos los efectos de la hormiga argentina (*Linepithema humile*), llegada a Europa en 1894, invasora de casas en la costa mediterránea y que compite -con ventaja- con las especies locales (Buys, 1990). También se ha demostrado que afecta a diferentes procesos ecológicos, como la dispersión de semillas (Gómez & Oliveras, 2003), la emergencia de plántulas (Gómez et al., 2003) y la polinización (Blancafort & Gómez, 2005). La otra especie, *Lasius neglectus*, -encontrada en cuatro parcelas- es de llegada más reciente y tiene potencial para sustituir a la argentina en las zonas donde el clima es de tipo más eurosiberiano (Seifert, 2000). En España, se conocían once poblaciones en el momento de realizar el estudio, una de ellas, localizada en el transcurso de este trabajo (Rey & Espadaler, 2005; Espadaler & Bernal, 2015).

6.1.2. Comunidad de hormigas: especies encontradas y completitud del inventario

Aceptamos como válido y representativo el inventario (Tabla 5.1; Figura 5.2) a pesar de haber sido obtenido con un muestreo visual, ya que, aplicando dos métodos de muestreo distintos (visual vs *pitfalls*) el número de especies no era distinto.

La curva de acumulación de especies (Figura 5.7) permite suponer (visualmente) que se ha muestreado apreciablemente bien el colectivo de hormigas. Sin embargo, analíticamente, mediante los estimadores de riqueza no paramétricos, vemos que no se ha llegado a la completitud (58 observadas/65 esperadas = 89%). Siempre queda algo por hacer.

La consideración de la *check list* desde un punto de vista biogeográfico, como no podría ser de otra manera, indica que es una fauna puramente mediterránea, con algunos elementos centro europeos (*Ponera coarctata*, *Lasius meridionalis*).

Ecológicamente, las tres especies más abundantes (33% de identificaciones específicas) identifican inmediatamente el biotopo general estudiado: *Aphaenogaster subterranea* se encuentra en bosques más o menos cerrados *Crematogaster scutellaris* es especie arborícola y, por tanto, sugiere bosque. *Temnothorax lichtensteini* especie corticícola y fisurícola. Todas ellas especies que caracterizan bosques mediterráneos mixtos de montaña media y baja (Bernard, 1983; Blatrix et al., 2013).

6.2. EFECTOS DE LA FRAGMENTACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE HORMIGAS

6.2.1. Respuesta de la densidad de especies de hormigas (D) a los efectos de la fragmentación

Recordamos que esta densidad se refiere al número de especies encontradas en un cuadrado 10x10 m y que es de $7,35 \pm 1,96$ (rango: 2 a 13; n= 241). La escala relevante aquí, es la parcela.

Aun a riesgo de ser criticable, quizás aquel número de $7,35 \pm 1,96$ se puede interpretar como que hay estos 7 nichos distintos -para hormigas- en 100 m² de bosques del Vallès. Nuestro modelo explica significativamente la densidad de especies de hormigas (D) (P= 0,001), aunque la R² ajustada es muy pequeña (0,065), indicando que las hormigas no responden a nueve de las 13 variables incluidas en el modelo. De las que quedan como significativas en el mismo,

MPFD, MPAR y PCA muestran la tendencia a aumentar. La densidad de especies aumenta con el incremento de la complejidad de la forma del fragmento y con la proporción de carreteras que contactan con su perímetro. Contrariamente a lo que encontraron (Sobrinho & Schoereder, 2007) en hormigas de la hojarasca en fragmentos de bosque de Brasil. Probablemente, el mecanismo por el cual aquellas variables significativas afectan a la densidad, tenga que ver con la porosidad del fragmento que permite la entrada y mantenimiento de especies de la matriz, aunque no pertenezcan propiamente a la fauna de los bosques. La variable historia del fragmento (fragmentos antiguos, fragmentos recientes y fragmentos de nueva aparición) sí que indica claramente que la densidad de especies de hormigas es mayor en los fragmentos de nueva aparición (Figura 5.11), en éstos, habría dos componentes en la fauna, los heredados por el uso del suelo anterior y el de los que hayan podido incorporarse (colonizar) y establecerse debido a la aparición de las nuevas condiciones (árboles, sombra, estructuras físicas como ramas y ramillas, piñas, bellotas, etc. y nuevos microclimas derivados) propiamente de bosques. Recordemos que en estos fragmentos de nueva aparición parece haber un exceso de especies en comparación con los fragmentos más antiguos (ver más adelante deuda de extinción).

Puede llamar la atención que las medidas de aislamiento o de conectividad (CONI y CONG) así como las que reflejan perturbación antrópica (F y TUAS) no afecten a la densidad de especies, aunque como se verá más adelante, sí afecten a la identidad de las mismas. A pesar de que otros autores (Didham, 1997; Holway 2005) sí encuentran un efecto de borde en los primeros 50 metros, otros autores encuentran que dicho efecto puede disminuir (Carvalho & Vasconcelos, 1999; Kotze & Samways, 2001), aumentar (Majer et al., 2007) o permanecer estable hacia el interior de los bosques (Dauber et al., 2006; Sobrinho & Schoereder, 2007).

Finalmente, la ausencia de relación entre la densidad y el área es consistente con lo encontrado por Armbrrecht & Ulloa-Chacón (1999) con hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos o por y Ås (1999) con escarabajos que viven en troncos (xilófagos).

6.2.2. Respuesta de la riqueza de especies de hormigas (S) a los efectos de la fragmentación

La escala relevante aquí es el fragmento. El número medio de especies por fragmento encontrado es de $9,5 \pm 3,6$ (rango 3-22 especies; $n=142$) (Figura 5.10). El modelo lineal general muestra que la riqueza de especies está relacionada con las variables seleccionadas ($F_{9, 132} = 7,92$; $P < 0,0001$) y explica un 31% de la variación de la riqueza (R^2 ajustada = 0,31). Las variables estadísticamente significativas son: A y MPFD, MPAR. En el fondo se traduce directamente la SAR (ver más adelante) y una mayor relación perímetro/área hace disminuir la riqueza. Puede parecer contradictoria esta última afirmación ya que, en principio, se esperaría lo contrario, o sea, que la riqueza aumente con la relación perímetro/área. La explicación puede ser debida a la correlación significativa ($R^2 = 0,19$; $P < 0,001$) del área con la complejidad de la forma de los fragmentos (ver figura 6.1 a continuación): los fragmentos más pequeños – que suelen tener una sola parcela; beta diversidad = 0 – son más complejos en forma. En los fragmentos mayores, con más parcelas, el componente de beta diversidad permite aflorar más especies.

No podemos dejar de señalar que algunas variables consideradas explicativas e importantes en los estudios de fragmentación (Burel & Baudry, 2002; Fahrig, 2003; Tischendorf, 2001) (conectividad y matriz circundante) no generen variación en la riqueza de especies de hormigas. El grado de aislamiento de los fragmentos de bosque no explicó diferencias en la riqueza de especies de hormigas. Según la predicción, esperábamos que la riqueza de especies disminuyera con un aumento en el grado de aislamiento de los fragmentos. Esta contradicción aparente también se ha puesto de manifiesto en otros grupos. Así en estudios lepidopterológicos, Thomas *et al.*, (1992) encontraron relación significativa entre el grado de aislamiento o conectividad y la comunidad de mariposas, mientras que aquella relación no fue hallada por Steffan-Dewenter & Tschardtke (2000).

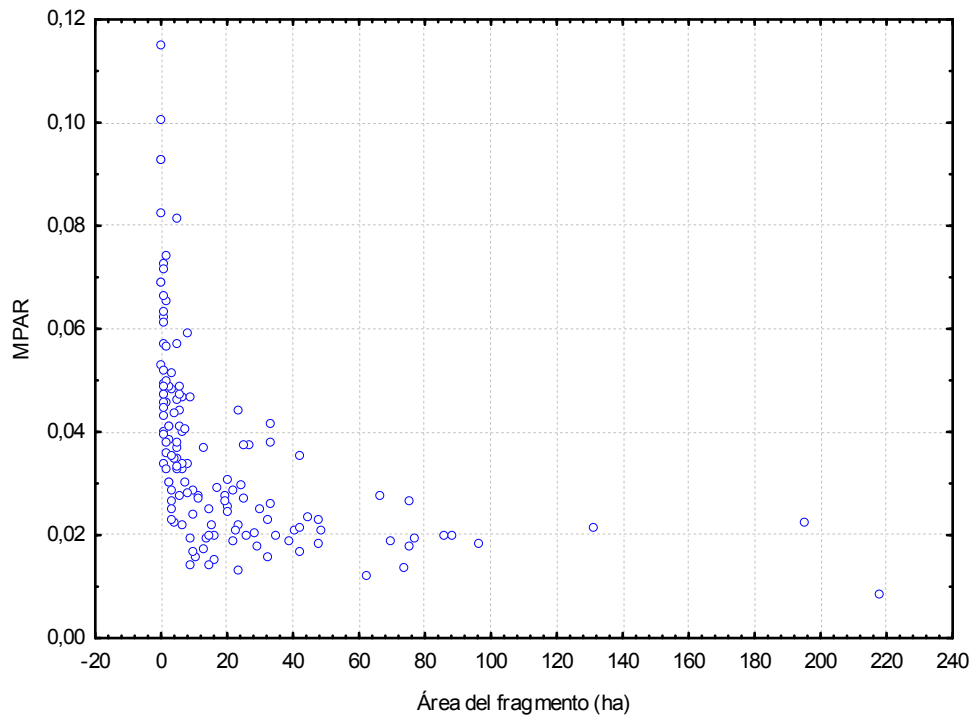


Figura 6.1. Correlación entre el área del fragmento y la variable de forma MPAR (considerada como el perímetro del fragmento dividido por el área de la misma). ($R^2 = 0,19$; $P < 0,001$). Entre los pequeños se observa un rango muy amplio de valores de MPAR mientras que los fragmentos más grandes, aquel cociente es menor.

6.2.3. Tipos de biodiversidad

6.2.3.1. Alfa, beta y gamma

La consideración de las tres escalas espaciales (parcelas, fragmentos, colectivo de fragmentos) obliga a diferenciar los valores de las diversidades alfa, beta y gamma según aquellas escalas (ver tabla siguiente).

Tabla 6.1. Modelo jerárquico de la diversidad de especies en la que los componentes específicos de escala de diversidad dentro y entre comunidades están vinculados aditivamente para generar la diversidad del siguiente nivel superior. Esquema basado en Wagner et al., 2000: Fig. 1).

	alfa	beta	gamma
Parcela (n=155)			7,30
Fragmento (n=56)	7,30	5,37	12,67
Paisaje (n=1)	12,67	45,32	58

Todos los valores han sido obtenidos bajo la descomposición aditiva. Sólo se incluyen los 56 fragmentos con más de una parcela en los mismos. A este colectivo y sólo a este fin, se le llama paisaje.

A escala de fragmento la diversidad media del mismo viene determinada, mayormente, por su alfa diversidad (57%; 7,30/12,67).

A escala de paisaje, la diversidad gamma está determinada más por el recambio de especies (beta diversidad) entre fragmentos (78%; 45,32/58) que por una excepcional riqueza a nivel local. Por tanto, para las hormigas y sólo para ellas, puede suponerse que el ambiente original era suficientemente heterogéneo. Quizás no está demás notar aquí que según datos antracológicos la mayor parte del territorio estudiado estaría ocupado por bosques de encinas, alcornoques, robles y pinos, hace ya 5.000 años (Molist et al., 2002). Una imagen similar sugieren los datos polínicos (Riera & Esteban, 1994). El número de especies actuales es resultado de la disimilitud en la composición de la comunidad de hormigas de los fragmentos que constituyen el paisaje.

Dada esta elevada beta diversidad, a nivel de paisaje, y, a fines de conservación, bajo la disyuntiva inherente del efecto SLOSS (*single large or several small reserves*) sería mejor proponer la conservación también de fragmentos pequeños. a). Lo cual ya fue propuesto por Simberloff (1982) y Espadaler & Bernal (2006). Así, el fragmento de bosque más grande (218 ha, 21 especies ~38% del total) y/o el más rico (22 especies) no sería capaz de preservar la diversidad total de hormigas (58) y, a su vez, en los fragmentos

pequeños no encontramos las especies que hemos resaltado como destacables mirmecológicamente (ver sección siguiente y tabla 6.2).

Tabla 6.2. Gradiente de tamaño de fragmento de bosque, número de parcelas que incluyen y riqueza de especies. Obsérvese, que manteniendo los 13 fragmentos menores de una ha, se conservarían más especies diferentes que conservando los tres que son superiores a 200 ha.

Tamaño del Fragmento (ha) ($\leq$)	Nº fragmentos	Nº parcelas	S	pendiente
1	13	13	35	-0,9312
2	21	22	37	-0,9521
4	14	15	25	-1,0666
8	26	29	36	-1,2163
16	18	28	35	-1,1398
32	22	42	36	-1,2536
64	16	47	46	-1,2426
128	9	30	39	-1,2119
256	3	15	28	-1,0639

Pendiente: de la relación especies-área

6.2.3.2. Relaciones especies-área (SAR)

La teoría ecológica proporciona tres explicaciones para el incremento de la riqueza de especies con el área del hábitat (Connor & McCoy 1979), una vez el artefacto de muestreo (Tabla 5.5): (1) la hipótesis del **muestreo**, dado que grandes áreas requieren grandes muestras de individuos, el incremento en la riqueza de especies con el área refleja simplemente un incremento en el tamaño de la muestra (Rosenzweig 1995), (2) la hipótesis de la **heterogeneidad del hábitat** postula que la heterogeneidad del hábitat probablemente se incrementa con el área (Williamson 1981, Rosenzweig 1995) y (3) la hipótesis del **área per se** (MacArthur & Wilson 1967) predice que la riqueza de especies es una función de la dinámica de colonización-extinción (Holt 1993). La teoría de biogeografía de islas también supone que la densidad poblacional para especies individuales permanece constante con el incremento del área (Connor *et al* 2000). Dado que la riqueza de especies es una función

positiva del área, esto implica que la densidad de un grupo de especies incrementa en áreas grandes (Hanski 1994).

Sobre cuál de las tres hipótesis es aplicable a la SAR de las hormigas de los fragmentos de bosque de la *plana del Vallès*, directamente podría descartarse el artefacto de muestreo, ya que el mismo es incluido y controlado en todos los análisis realizados. No podría hablarse de área *per se* ya que para un mismo esfuerzo de muestreo, los fragmentos más grandes ya manifestarían una mayor riqueza de especies (ver figura rara), o lo que es lo mismo, a escala local, del fragmento, la diversidad alfa aumentaría con el tamaño del fragmento. Con respecto a la diversidad beta, el muestreo proporcional (recordando que en nuestro caso, por diseño, es aleatorio, y aunque se acerca, no es directamente proporcional) nos permite tener una mejor caracterización de los fragmentos grandes y recoger, si existe, esa posible heterogeneidad. Los análisis GLZ indican que no existe relación significativa entre el área y la alfa o beta diversidad. En nuestro caso, los datos de hormigas nos permiten proponer que de las tres hipótesis que explican la SAR, la que más se adecua es la del muestreo pasivo. En resumen, los fragmentos más grandes acumulan más especies de la reserva regional. Separando, visualmente, el efecto del muestreo del efecto del área (Figura 6.2) puede comprenderse mejor este resultado.

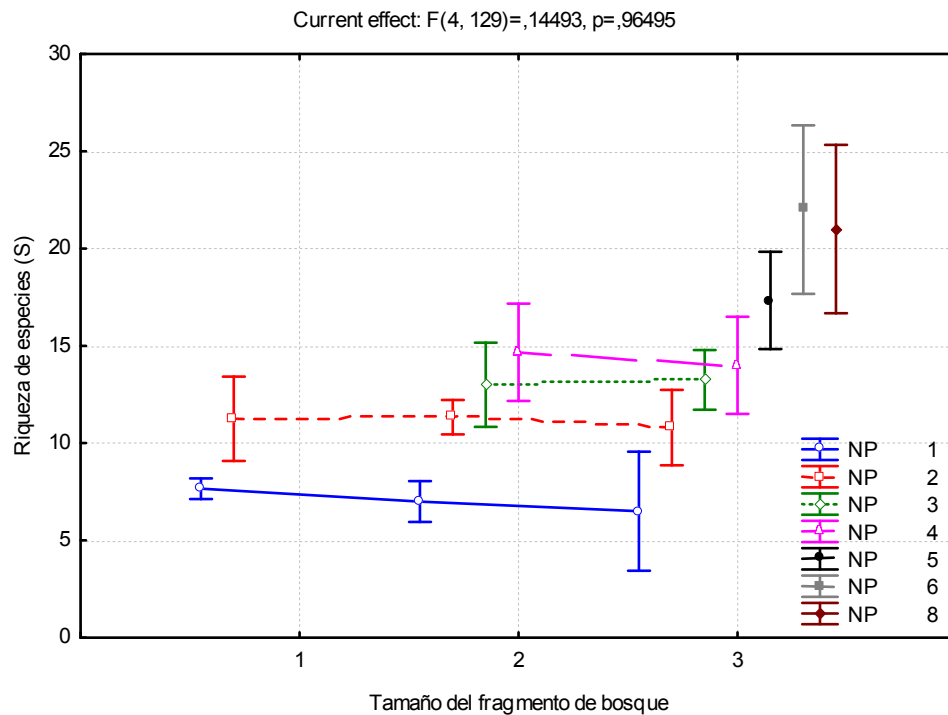


Figura 6.2. Variación de la riqueza de especies (S) en función del tamaño del fragmento de bosque (TB) (fragmentos de bosque pequeños (1): <7 ha, fragmentos de bosque medianos (2): 7-34 ha y fragmentos de bosque grandes (3): 35-250 ha) y del número de parcelas visitadas (1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8). El desplazamiento horizontal de S dentro de cada TB sólo es a efectos visuales para evitar cabalgamiento de los datos. Para un mismo esfuerzo de muestreo (número de parcelas visitadas) S no varía significativamente con TB. Un aumento del esfuerzo de muestreo (NP) hace aumentar S con independencia de TB. Aunque el muestreo proporcional o al azar caracteriza mejor la S de los fragmentos grandes, el efecto NP enmascara la SAR, o sea, al aumentar el tamaño del fragmento –aumenta forzosamente el número de parcelas–.

6.2.4. Composición específica de la comunidad de hormigas

En general la relación entre la fragmentación y composición de las comunidades de hormigas, ofrecen información complementaria de los efectos del área sobre la riqueza de especies (Crist, 2009).

En nuestro caso, el modelo DISTLM saturado a nivel de fragmento explica un 9% (Adj R^2 : 0,09). El área, a través del número de parcelas, afecta a la composición de la comunidad, así como algunas de las variables referidas a la matriz, a la forma y la conectividad. Los cultivos y zonas urbanas serían un foco de especies que pueden integrarse en los fragmentos y, sobretudo, en los márgenes de bosque, aunque sea con carácter temporal, afectando a la composición. En relación a la conectividad de los fragmentos con otros

bosques, recordemos que el límite de 500 metros se muestra como una distancia franqueable por el vuelo de reinas de hormigas (Espadaler and Suñer 1995, Mabelis and Chardon 2005, Seppä 2008) .

6.2.5 Deuda de extinción: efecto del tiempo y del origen de los fragmentos

La escala temporal condiciona el valor de los datos. Lo que vemos hoy en las comunidades de hormigas no tiene por qué ser consecuencia inmediata, directa, de la fragmentación. Los procesos de inmigración y extinción pueden tener tasas diferentes. Para los bosques de reciente aparición, y en la medida en que se concluye que hay más especies que las que debería haber (deuda de extinción), su riqueza es sólo aparente y debería disminuir en el tiempo. Carecemos de elementos de juicio para, de las aproximadamente 2 especies que hay en exceso, identificar cuáles son. Teniendo en cuenta que las hormigas son organismos de vida larga, con duraciones de 5-10 años o más para una sociedad (Hölldobler & Wilson, 1990), la deuda puede derivarse bastante en el tiempo (Rhode, 2005). Queda pendiente la confirmación de esta conjetura.

6.2.5. Especies indicadoras

En los fragmentos de bosque estudiados las especies de hormigas son indiferentes, o a lo sumo indicadores débiles, de los factores de fragmentación y perturbación. Se ha estudiado un conjunto de fragmentos que en el fondo son muy similares por tener un origen común (Molist et al., 2002). Ello puede ofrecer poco margen a la diferenciación de microhábitats necesaria para el uso de las hormigas como indicadores; al menos bajo la definición de especies indicadoras utilizada (Dufrêne & Legendre, 1997). Aunque analíticamente no se haya obtenido ninguna especie claramente indicadora, no deja de ser cierta la tendencia manifestada por las especies exóticas e invasoras de situarse en fragmentos de menor tamaño y más frecuentados y la complementaria

tendencia, de las especies parásitas y esclavistas, a encontrarse exclusivamente en los fragmentos mayores.

6.2.7. Grupos funcionales

El análisis de las proporciones del número de especies correspondiente a los diferentes grupos funcionales muestra que no difieren dentro de los factores analizados. El grado de variación de los factores estudiados (tamaño, TUAS, frecuentación) no se traduce en diferencias de los grupos funcionales. En el caso de la frecuentación se acerca a la significación ($\chi^2= 22,6$; $P= 0,06$): a una mayor frecuentación tienden a disminuir proporcionalmente las arborícolas y aumentar las dolíceras dominantes (hormiga argentina), las oportunistas y las granívoras.

La comparativa con los grupos funcionales, a nivel de la península ibérica, pone de manifiesto que la distribución de las hormigas de los fragmentos de bosque de *la plana del Vallès* en grupos funcionales, no es distinta de la del nivel superior. Por tanto, y bajo el prisma de grupos funcionales, la muestra estudiada, es perfectamente representativa de la variación peninsular.

6.2.8. Papel indicador de grupos de hormigas respecto a los efectos de la fragmentación

6.2.8.1. Características de los fragmentos de bosque

Los fragmentos de bosque P, poseen una mayor área, mayor conectividad (inmediata y general), por tanto, se encuentran mejor conectados a otras masas forestales y tienen una relación área-perímetro más baja, que los IE. Estos últimos están caracterizados por un menor tamaño, un mayor grado de aislamiento y una mayor densidad de borde. Los usos adyacentes del suelo no parecen tener ninguna influencia sobre los tipos de fragmento (IE, P), probablemente porque las parcelas estudiadas se encuentran como mínimo a 10 metros del borde de los fragmentos de bosque. La conectividad general

aparece como la variable más significativa (Tabla 5.13). La fragmentación aumenta el grado de aislamiento de los fragmentos de bosque y, por tanto, reduce la adecuada dispersión y colonización por parte de hormigas, disminuyendo la influencia de los diferentes usos del suelo adyacentes (Crist, 2009). Asimismo, ha sido propuesto que la simplificación estructural del hábitat favorece la aparición de oportunistas e invasoras (Bestelmeyer & Wiens, 1996).

6.2.8.2. *Densidad de especies de hormigas*

El número de especies por parcela es mayor en los fragmentos de bosque P. Los datos reflejan una mayor α -diversidad de estos fragmentos menos aislados, de mayor tamaño y menor relación área-perímetro de acuerdo con la teoría de biogeografía de islas (McArthur & Wilson, 1967). Los resultados obtenidos irían en la misma dirección que los observados por Benedick et al., (2006) en mariposas, en los que tanto α y β -diversidad están significativamente relacionadas de manera positiva con el tamaño del fragmento y negativamente con el aislamiento. Las parcelas de los fragmentos IE tienen una menor densidad de especies posiblemente debido a: 1) una mayor relación-área-perímetro de los fragmentos a los que pertenecen podría favorecer unas condiciones muy similares a las de la matriz (Sobrinho et al., 2003); 2) se ven afectadas por la entrada de invasoras con la consiguiente disminución de especies nativas (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 2003) y 3) a la multiplicidad de efectos asociados al proceso de la fragmentación (Fahrig, 2003).

6.2.8.3. *Riqueza de especies de hormigas*

A pesar de que a menudo las comunidades de hormigas no muestran una fuerte relación entre superficie de hábitat y riqueza de especies (Crist, 2009), la relación especies-área se ha considerado muy importante para describir los cambios de la comunidad debidos a la pérdida de hábitat en paisajes fragmentados (Watling & Donnelly, 2006). La mayor riqueza de especies encontrada en los fragmentos de bosque P, de mayor tamaño y mejor

conectados, es indicativa de un menor grado de afectación del proceso de fragmentación y puede relacionarse con una mayor β -diversidad y, por tanto, de mayor heterogeneidad de hábitat en estos bosques, que permite albergar mayor biodiversidad. Así, esta mayor conectividad que se traduce en una mayor riqueza fue puesta de manifiesto por AbenspergTraun et al. (1996) en fragmentos de bosque conectados con franjas de vegetación nativa en Australia.

Por otra parte, la presencia de hormigas invasoras, especialmente la hormiga argentina, se relaciona con una disminución de la densidad y riqueza de especies (Holway, 1999) aunque frecuentemente se confunde el efecto de la hormiga con el de otros factores de perturbación (Bolger et al., 2000). En resumen, la alteración del hábitat debida a la fragmentación provoca la desaparición de especies al cambiar las condiciones necesarias para su existencia y, a la vez, favorece la entrada de las especies exóticas. La presencia de invasoras se relaciona con una menor riqueza de especies (Holway et al., 2002) aunque, en nuestros datos, no podemos asegurar si como causa o efecto.

6.2.8.4. *Composición específica de la comunidad de hormigas*

Los estudios del efecto de la fragmentación sobre la composición de las comunidades de hormigas, ofrecen un patrón más consistente que los resultados contradictorios de los efectos del área sobre la riqueza de especies (Crist, 2009). En nuestro estudio hemos detectado valores inferiores de similaridad entre parcelas de los fragmentos IE, comparados con las de los fragmentos P. Y estos valores eran similares en magnitud a los encontrados por Dauber et al. (2006) comparando fragmentos de bosques pequeños y grandes, en los que los cambios en la composición de las especies fue atribuida a la variación en la cubierta vegetal y el pastoreo.

La mayor disimilaridad observada en aquellas parcelas de IE (dentro del grupo), que es mayor que la observada entre grupos (IE vs. P), no sería indicativa de una mayor diversidad de hábitat, sino de la presencia de zonas

más alteradas. Esto mismo encontró Zschokke et al. (2000) en su estudio experimental de pastizales calcáreos, en los que observó una mayor disimilaridad de las comunidades de hormigas dentro de los fragmentos que entre fragmentos. Ello reflejaría los efectos espaciales (dispersión limitada, agregación de varias especies en sus hábitats preferidos) que llevan a una segregación diferencial de especies entre fragmentos (Crist, 2009).

En nuestra opinión, dado que en nuestro caso la fragmentación genera directamente un aumento de la diversidad al incrementarse la heterogeneidad dentro de los fragmentos, se podría pensar, erróneamente a nuestro entender, que ello es positivo. Sin embargo dicho incremento, per se, no sería ciertamente deseable desde el punto de vista de la conservación del sistema (Opdam, 1991).

En conclusión para los cuatro aspectos aquí tratados, las características que hacen referencia a la estructura del paisaje de los fragmentos de bosque que han podido ser invadidos por especies exóticas, son significativamente distintas de aquellos que mantienen especies más sensibles al proceso de fragmentación. Los primeros son fragmentos con un menor tamaño, más aislados de masas forestales y con una mayor densidad de borde, mientras que los segundos se caracterizan justo por lo contrario. Varios estudios de comunidades mediterráneas del sur de California demuestran el papel fundamental de las modificaciones antropogénicas del entorno físico como determinante en la susceptibilidad de ser invadidos por la hormiga argentina (Holway et al., 2002).

Las medidas de biodiversidad (densidad, riqueza de especies de hormigas) también permiten separar estadísticamente tipos de fragmento, encontrándose una mayor densidad y riqueza de especies de hormigas en aquellos que mantienen aún especies parásitas/esclavistas. La composición de la comunidad también es significativamente distinta en ambos tipos, con una mayor disimilaridad en aquellos fragmentos con presencia de

exóticas/invasoras, reflejo probable de una mayor alteración del hábitat en los mismos.

A destacar el papel como indicador del grado de afectación de la fragmentación de los bosques de las tierras bajas del Vallés, de ambos grupos funcionales de hormigas. Nuestros datos concuerdan con el sentido actual del uso de las hormigas como buenos bioindicadores (Peck et al., 1998, Underwood & Fisher, 2006).

6.3. CONSIDERACIÓN FINAL

Para las hormigas la escala de 10 x 10 metros ya es un mundo. Su mundo. Las variables predictoras usadas no son necesariamente las adecuadas para describirlo. Aspectos como la cantidad de hojarasca, número de piedras, rocas más o menos fisuradas, presencia de ramillas y otros elementos vegetales en el suelo, densidad de tallos, son posiblemente más pertinentes a su mundo.

Por otro lado, es posible que la comunidad vegetal original desde hace unos 5.000 años fuera suficientemente homogénea como para no haber generado diferencias manifestadas actualmente. Serían necesarias aproximaciones experimentales para evaluar el efecto de las variables que fueran de interés.

PROPUESTAS A DESARROLLAR

- Relacionar la matriz de comunidades (n= 144) con la matriz de distancias físicas euclidianas de los 144 fragmentos entre sí. Los fragmentos más cercanos físicamente entre sí, serían similares en la composición específica que los que están más lejos.
- Revisitar 10 y 20 años después (Tominatsu et al., 2015) una proporción significativa de fragmentos de bosque.
- Beta diversidad tiene dos componentes (*turn-over* y *nestedness*) aunque la *nestedness* no parece ser usable (Almeida-Neto et al. 2011). Software: Baselga et Orne (2012) *Beta Part*.
- Patrones espaciales de la comunidad de cada fragmento a diferentes escalas (Legendre et al., 2013; Braaker et al., 2014).
- Testar algunas de las conclusiones obtenidas en esta tesis en bosques continuos.

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

1. En los fragmentos de bosque de la plana del Vallès estudiados se han censado 58 especies de hormigas agrupadas en 22 géneros que pertenecen a cuatro subfamilias. La distribución de frecuencias está fuertemente sesgada. Es destacable la elevada frecuencia de unas pocas especies, y el elevado número de especies que únicamente se han encontrado en una o pocas parcelas.
2. Las tres especies más abundantes (33% de identificaciones específicas) son: *Aphaenogaster subterranea*, *Crematogaster scutellaris* y *Temnothorax lichtensteini*. Se cita por primera vez para Cataluña la especie parásita social *Lasius meridionalis*.
3. Hay 7,35 especies por cada 100 m² en los fragmentos de bosque, y 9,5 especies por fragmento. Las medidas de biodiversidad (densidad, riqueza y composición específica) son poco sensibles a la mayoría variables predictoras usadas.
4. La diversidad a escala de paisaje (gamma) viene explicada por el recambio de especies entre los fragmentos de bosque (beta diversidad) y no por la diversidad dentro de los fragmentos. Los componentes de la diversidad alfa y beta no responden al área de los fragmento, por tanto, la relación especies área (SAR) vendría explicada por la hipótesis del muestreo pasivo.
5. Se ha puesto de manifiesto que existe una deuda de extinción en los 17 fragmentos de nueva aparición, aunque es muy variable. Hasta 5 especies pueden llegar a desaparecer en alguno de ellos.
6. Analíticamente no se haya obtenido ninguna especie claramente indicadora. Las especies de hormigas son indiferentes, o a lo sumo indicadores débiles, de los factores de fragmentación y perturbación.
7. La agrupación de las especies de hormigas en grupos funcionales no aporta información relevante para poder diferenciar los fragmentos según el tamaño, la frecuentación y el tiempo de la última actuación silvícola.

8. La presencia de especies invasoras y exóticas es indicadora de niveles altos de perturbación mientras que la presencia de especies parásitas sociales indica lo contrario. Estos dos grupos de especies afectan a la mirmecocenosis en sus componentes de densidad, riqueza y composición. Es destacable el papel indicado de estos dos grupos.

REFERENCIAS

8. REFERENCIAS

- Andersen, A. N. 1997. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography* **24**:433-460.
- Andersen, A. N., B. D. Hoffmann, W. J. Muller, and A. D. Griffiths. 2002. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. *Journal of Applied Ecology* **39**:8-17.
- Andersen, A. N., and J. D. Majer. 2004. Ants show the way Down Under: invertebrates as bioindicators in land management. *Frontiers in Ecology and the Environment* **2**:291-298.
- Anderson, M. J. 2001. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **58**:629-636.
- Anderson M.J.; Gorley R.N. y Clarke K.R. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E Ltd, Plymouth U.K.
- AntWeb. Disponible en: <http://www.antweb.org>. Acceso: 6/12/2015.
- Antwiki. Disponible en: www.antwiki.org Acceso: 6/12/2015.
- Antrop, M. 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and urban planning*, **67**(1): 9-26.
- Armbrrecht, I., and P. Ulloa-Chacón. 1999. Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. *Biotropica* **31**:646-653.
- Armbrrecht, I., and P. Ulloa-Chacón. 2003. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forests of Colombia. *Environmental Entomology* **32**:542-547.
- Ås, S. (1999). Invasion of matrix species in small habitat patches. *Conservation Ecology* **3**(1): 1.
- Benedick, S., J. K. Hill, N. Mustaffa, V. K. Chey, M. Maryati, J. B. Searle, M. Schilthuizen, and K. C. Hamer. 2006. Impacts of rain forest fragmentation on butterflies in northern Borneo: species richness,

- turnover and the value of small fragments. *Journal of Applied Ecology* **43**:967-977.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 1995. Controlling the false discovery rate –a practical and powerful approach to multiple testing. *J. R. Stat. Soc. B* **57**:289-300.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 2000. On the adaptive control of the false discovery rate in multiple testing with independent statistics. *J. Educ. Behav. Statist.* **25**:60-83.
- Bernard, F. 1983. *Les fourmis et leur milieu en France méditerranéenne*. Encyclopédie entomologique, 45. (149 pp). Editions Lechevalier. Paris.
- Bestelmeyer, B. T., and J. A. Wiens. 1996. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco. *Ecological Applications* **6**:1225-1240.
- Blancafort, X., Gómez, C. 2005. Consequences of the argentine ant, *Linepithema humile* (Mayr), invasion on pollination of *Euphorbia characias* (L.) (Euphorbiaceae). *Acta Oecologica* **28**:49-55.
- Blatrix, R., Glakowski, C., Lebas, C., & P. Wegnez. 2013. *Fourmis de France, de Belgique et du Luxembourg*. Delachaux et Niestlé.
- Bolger, D. T., K. H. Beard, A. V. Suarez, and T. J. Case. 2008. Increased abundance of native and non-native spiders with habitat fragmentation. *Diversity and Distributions* **14**:655-665.
- Bolger, D. T., A. V. Suarez, K. R. Crooks, S. A. Morrison, and T. J. Case. 2000. Arthropods in urban habitat fragments in southern California: Area, age, and edge effects. *Ecological Applications* **10**:1230-1248.
- Braschler, B., and B. Baur. 2005. Experimental small-scale grassland fragmentation alters competitive interactions among ant species. *Oecologia* **143**:291-300.
- Brose, U., Martinez, N. D., & Williams, R. J. 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology* **84**(9): 2364-2377.
- Brown, K. S., and R. W. Hutchings. 1997. Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies, p.91-110. Pages

- 616 in W. F. Laurance and R. O. Bierregaard, editors. Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities. Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Burel, F. and Baudry, J. 2002. Ecología del paisaje. Mundiprensa (Ed). Barcelona.
- Buys, B., Van der Meer, R. K., Jaffe, K., & Cedeno, A. 1990. Relationships between Argentine ants and honeybees in South Africa. Applied myrmecology: a world perspective. 519-524.
- Caley, M.J. & Schluter, D. 1997. The relationship between local and regional diversity. Ecology **78**: 70-80.
- Carvalho, K.S. & H.L. Vasconcelos. 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. Biological Conservation **91**: 151-157.
- Clarke, KR, Gorley, RN, 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Collinge, S. K. 1996. Ecological consequences of habitat fragmentation: implication for landscape architecture and planning. Landscape and Urban Planning **42**:157-168.
- Collingwood, C.A., 1979. The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomol. Scand **8**: 1-174.
- Connor, E.F. and E.D. McCoy. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. American Naturalist **113**:791-833.
- Connor, E.F., Courtney, A. C. and Yoder, J. M. 2000. Individuals-area relationships: the relationships between animal population density and area. Ecology **81**: 734-748.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.00. URL: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- CREAF-DMA, 1993. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 1ª edició. Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/mcsc/>
- CREAF-DMAH, 2004. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 2ª edició. Disponible en: <http://www.creaf.uab.es/mcsc/>

- Crist, T. O. 2009. Biodiversity, species interactions, and functional roles of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented landscapes: a review. *Myrmecological News* **12**:3-13.
- Dauber, J.; Bengtsson J. And Lenoir L. 2006. Evaluating effects of habitat loss and land-use continuity on ant species richness in seminatural grassland remnants. *Conservation Biology* **20**: 1150-1160.
- de Bruyn, L. A. L. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture Ecosystems & Environment* **74**:425-441.
- Diamond, J.M. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* **7**:129-146.
- Dias, N. S., Zanetti, R., Santos, M. S., Louzada, J., & Delabie, J. 2008. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Iheringia, Série Zoologia* **98**(1): 136-142.
- Didham, R.K. 1997. An overview of invertebrate responses to forest fragmentation, p. 303-320. In: A.D. WATT; N.E. STORK & M.D. HUNTER (Eds). *Forests and Insects*. London, Chapman & Hall, 406p
- Didham, R. K., J. H. Lawton, P. M. Hammond, and P. Eggleton. 1998. Trophic structure stability and extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* **353**:437-451.
- Dufrêne, M., & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs* **67**(3):345-366.
- Elkie, P., R. Rempel, and A. Carr. 1999. Patch analyst user's manual. Ontario Ministry of Natural Resources. Northwest Science and Technology, Thunder Bay, Ontario.
- Elton, C. S. 1958. *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Methuen, London.
- Espadaler, X. 1990. Claus per identificar les formigues (obreres) (Hymenoptera,

- Formicidae) del Vallès (Catalunya). El Medi natural del Vallès. Annals del CEEM,2:117-127. ADENC-CEEM.
- Espadaler, X., 1997. Catàleg de les formigues (Hymenoptera:formicidae) dels Països Catalans. Ses. Entom. ICHN-SCL IX (1995):23-42.
- Espadaler, X., and D. Suñer. 1995. Perquè hi ha formigues del Montgrí que no es troben a la Meda Gran? Orsis **10**:91-97.
- Espadaler, X., & Bernal, V. 2006. Hormigas de los bosquetes periurbanos de Barcelona. Lo aparentemente degradado también puede ser interesante. Quercus (**242**):27-29.
- Espadaler, X., and Bernal, V. 2015 *Lasius neglectus*. Una hormiga poligínica a veces invasora: <http://www.creaf.uab.es/xeg/Lasius/Espanol/distribucion.htm> Acceso: 1/12/2015).
- Espadaler, X. and Gómez, K. 2007 Hormigas ibéricas. Disponible: www.hormigas.org. Acceso: 6/12/2015).
- Ewers, R. M., and R. K. Didham. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. Biological Reviews **81**:117-142.
- Fahrig, L. 1997. Relative effects of habitat loss and fragmentation on population extinction. The Journal of Wildlife Management 603-610.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics **34**:487-515.
- Fahrig, L., & Jonsen, I. 1998. Effect of habitat patch characteristics on abundance and diversity of insects in an agricultural landscape. Ecosystems **1**(2): 197-205.
- Fielder, P. L., and P. M. Kareiva. 1998. Conservation Biology for the Coming Decade, Fielder, P.L. and Kareiva, P.M. edition. Chapman & Hall, New York.
- Folgarait, P. J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiversity and Conservation **7**:1221-1244.
- Forman, R.T.T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology **10**:133-142.

- Fox, M. D., and B. J. Fox. 1986. The susceptibility of natural communities to invasion, p. 57-66. *in* R. H. Groves and J. J. Burdon, editors. Ecology of biological invasions: and Australian perspective. Cambridge University Press, Cambridge.
- Frohn, R. C. 1998. Remote Sensing for Landscape Ecology: New Metric Indicators for Monitoring, Modeling, and Assessment of Ecosystems. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Galbiati, C., DeSouza, O., & Schoereder, J. H. 2005. Diversity patterns in termite communities: species-area relationship, alpha and beta diversity (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* **45**(3): 925-936.
- Gering, J.C., Crist, T.O., Veech, J.A. 2003. Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: Implications for regional conservation of biodiversity. *Conservation Biology* **17**:488-499.
- Godefroid, S., & Koedam, N. 2003. How important are large vs. small forest remnants for the conservation of the woodland flora in an urban context? *Global Ecology and Biogeography* **12**(4): 287-298.
- Gómez, C., D. Casellas, J. Oliveras, and J. M. Bas. 2003. Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the northwestern Mediterranean region. *Biodiversity and Conservation* **12**:2135-2146.
- Gómez, C., & Oliveras, J. 2003. Can the Argentine ant (*Linepithema humile* Mayr) replace native ants in myrmecochory? *Acta Oecologica* **24**(1), 47-53.
- Grashof-Bokdam, C. 1997. Forest species in an agricultural landscape in the Netherlands: Effects of habitat fragmentation. *Journal of Vegetation Science* **8**:21-28.
- Guirado, M. 2005. Fragmentation and human disturbances in peri-urban forests: effects on the vascular flora. Tesis doctoral inédita. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Guirado, M., J. Pino, and F. Roda. 2007. Comparing the role of site disturbance and landscape properties on understory species richness in fragmented periurban Mediterranean forests. *Landscape Ecology* **22**:117-129.

- Guirado, M., J. Pino, F. Roda, and C. Basnou. 2008. Quercus and Pinus cover are determined by landscape structure and dynamics in peri-urban Mediterranean forest patches. *Plant Ecology* **194**:109-119.
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... & Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, **1**(2).
- Halffter, G., y C.E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.), Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 5-18.
- Hanski, L. 1994. Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends Ecol Evol* **9**:131-135.
- Helm, A., Hanski, I. i Pärtel, M. 2006. Slow re- sponse of plant species richness to habitat loss and fragmentation. *Ecology Letters* **9**: 72-77.
- Henderson, P. A., & Seaby, R. M. H. 1998. Species diversity and richness. PISCES Conservation Limited.
- Holt, R. D., J. H. Lawton, G. A. Polis, and N. D. Martinez. 1999. Trophic rank and the species-area relationship. *Ecology* **80**:1495-1504.
- Holway, D. A. 1999. Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. *Ecology* **80**:238-251.
- Holway, D.A. 2005. Edge effects of an invasive species across a natural ecological boundary. *Biological Conservation* **121**: 561-567.
- Holway, D. A., A. V. Suarez, and T. J. Case. 2002. Role of abiotic factors in governing susceptibility to invasion: A test with argentine ants. *Ecology* **83**:1610-1619.
- Hölldobler, B., and E. O. Wilson. 1990. The Ants. Belknap Press Harvard, Cambridge, Massachusetts.
- House, A. P., Burwell, C. J., Brown, S. D., & Walters, B. J. 2012. Agricultural matrix provides modest habitat value for ants on mixed farms in eastern Australia. *Journal of Insect Conservation* **16**(1): 1-12.

- IDESCAT (Institut d'Estadística de Catalunya). 2010. Available from the Internet. URL: <http://www.idescat.cat/cat/poblacio/poblrecomptes.html>.
- Jackson, S. T., and D. F. Sax. 2010. Balancing biodiversity in a changing environment: extinction debt, immigration credit and species turnover. *Trends in Ecology & Evolution* **25**:153-160.
- Jelaska, L. S., and P. Durbesic. 2009. Comparison of the body size and wing form of carabid species (Coleoptera: Carabidae) between isolated and continuous forest habitats. *Annales De La Societe Entomologique De France* **45**:327-338.
- Keller, I., & Largiader, C. R. 2003. Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* **270**(1513): 417-423.
- Kotze, D.J. & M.J. Samways. 2001. No general edge effects for invertebrates at Afromontane forest/grassland ecotones. *Biodiversity and Conservation* **10**: 443-466.
- Krauss, J., Steffan-Dewenter, I., & Tschamntke, T. 2003. How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? *Journal of Biogeography* **30**(6): 889-900.
- Kuussaari, M., Bommarco, R., Heikkinen, R.K., Helm, A., Krauss, J., Lindborg, R., Öckinger, E., Pärtel, M., Pino, J., Rodà, F., Stefanescu, C., Teder, T., Zobel, M. i Stef- fan–Dewenter, I. 2009. Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology and Evolution* **24**(10): 564-571.
- Lacy, R. C., and D. B. Lindenmayer. 1995. A Simulation Study of the Impacts of Population Subdivision on the Mountain Brushtail Possum *Trichosurus Caninus* Ogilby (Phalangeridae, Marsupialia) in South-Eastern Australia .2. Loss of Genetic-Variation within and between Subpopulations. *Biological Conservation* **73**:131-142.

- Lawton, J. H. 1995. Population dynamic principles, p.147-163. Pages 248 in J. H. Lawton and R. M. May, editors. Extinction rates. Oxford University Press, Oxford.
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur award lecture. *Ecology* **73**(6): 1943-1967.
- Lindenmayer, D. B., and J. Fischer. 2006. Habitat Fragmentation and Landscape Change: An Ecological and Conservation Synthesis. Island Press Washington, DC.
- Lomolino, M. V. 2000. Ecology's most general, yet protean 1 pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography* **27**(1): 17-26.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between a,b,g diversity. *Ecology Letters* **3**: 73-76.
- Lozano-Zambrano, F. H., Ulloa-Chacón, P., & Armbrecht, I. 2009. Hormigas: relaciones especies-área en fragmentos de bosque seco tropical. *Neotrop Entomol* **38**(1): 44-54.
- Mabelis, A. A., and J. P. Chardon. 2005. Survival of the Black bog ant (*Formica transcaucasica* Nasanov) in relation to the fragmentation of its habitat. *Journal of Insect Conservation* **9**:95-108.
- Magura, T., Ködöböcz, V., & Tóthmérész, B. 2001. Effects of habitat fragmentation on carabids in forest patches. *Journal of Biogeography* **28**(1): 129-138.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Magurran, A. E. 2006. Measuring biological diversity. Blackwell, Malden.
- Majer, J. D., G. Orabi, and L. Bisevac. 2007. Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. *Myrmecological News* **10**:69-76.
- Matter, S. F., Hanski, I., & Gyllenberg, M. 2002. A test of the metapopulation model of the species-area relationship. *Journal of Biogeography* **29**(8), 977-983.
- McArdle, B. H., and M. J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* **82**:290-297.

- McArthur, R & Wilson, E.O 1967. The Theory of Island Biogeography. Princeton University Press. Princeton.
- McCune, B. and M.J. Mefford. 1999. PC-ORD. Multivariate Análisis of Ecological Data Version 4.0. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.)
- McGeoch, M. A., M. Schroeder, B. Ekbom, and S. Larsson. 2007. Saproxyllic beetle diversity in a managed boreal forest: importance of stand characteristics and forestry conservation measures. *Diversity and Distributions* **13**:418-429.
- Miyashita, T., A. Shinkai, and T. Chida. 1998. The effects of forest fragmentation on web spider communities in urban areas. *Biological Conservation* **86**:357-364.
- Molist, M., Burjachs, F., & Piqué, R. 2003. Paisatge, territori i hàbitat als vessants meridionals dels Pirineus, en el III mil·lenni. *XII Col·loqui internacional d'arqueologia de Puigcerdà. Homenatge al Dr. Domènec Campillo. Pirineus i veïns al 3er mil·lenni AC. De la fi del neolític a l'edat del bronze entre l'Ebre i la Garona*, 179-198.
- Mulder, C., Bennett, E. M., Bohan, D. A., Bonkowski, M., Carpenter, S. R., Chalmers, R., ... & Woodward, G. 2015. 10 Years Later: Revisiting Priorities for Science and Society a Decade After the Millennium Ecosystem Assessment. *Advances in Ecological Research*.
- Nakamura, A., Catterall, C. P., House, A. P., Kitching, R. L., & Burwell, C. J. 2007. The use of ants and other soil and litter arthropods as bio-indicators of the impacts of rainforest clearing and subsequent land use. *Journal of Insect Conservation* **11**(2): 177-186.
- Nilsson, S. G., Bengtsson, J., & As, S. 1988. Habitat diversity or area per se? Species richness of woody plants, carabid beetles and land snails on islands. *The Journal of Animal Ecology* 685-704.
- Olf, H., & Ritchie, M. E. 2002. Fragmented nature: consequences for biodiversity. *Landscape and urban planning* **58**(2): 83-92.
- Opdam, P. 1991. Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies. *Landscape Ecology* **5**: 93-106.

- Öster, M., Cousins, S. i Eriksson, O. 2007. Size and heterogeneity rather than land- scape context determine plant species richness in semi-natural grasslands. *Journal of Vegetation Science* **18**: 859-868.
- Ottonetti, L., L. Tucci, and G. Santini. 2006. Recolonization patterns of ants in a rehabilitated lignite mine in central Italy: Potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes. *Restoration Ecology* **14**:60-66.
- Pardo-Locarno, L. C., F. H. Lozano-Zambrano, and J. Montoya-Lerma. 2000. Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en fragmentos de bosque seco tropical de la cuenca media del río Cauca, Colombia. *Folia Entomol Mex* **110**:15-22.
- Peck, S. L., B. McQuaid, and C. L. Campbell. 1998. Using ant species (Hymenoptera : Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology* **27**:1102-1110.
- Pickkett, S. T. A., R. S. Ostfeld, M. Shachak, and G. E. Likens. 1997. The Ecological Basis of Conservation: Heterogeneity, ecosystem, and Biodiversity, Pickkett, S.T.A., Ostfeld, R.S., Shachak, M. and Likens, G.E. edition. Chapman & Hall, New York.
- Pino J, Guardiola M, Rodà F, Stefanescu C. 2011. El deute d'extinció: una amenaça latent en una Catalunya canviant?. *L'Atzavara* **20**: 17-27.
- Retana, J., Cerdà, X. & Espadaler, X. 1991. Arthropod corpses in a temperate grassland: a limited food supply? *Holarctic Ecology* **14**:63-67.
- Rey, S., & Espadaler, X. 2004. Area-wide management of the invasive garden ant *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae) in Northeast Spain. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* **21**(2):99-112.
- Riera-Mora, S., & Esteban-Amat, A. 1994. Vegetation history and human activity during the last 6000 years on the central Catalan coast (northeastern Iberian Peninsula). *Vegetation History and Archaeobotany* **3**(1):7-23.
- Rodà, F.; Guirado, M.; Pino, J.; Espadaler, X.; Bernal, V.; Ribas, J.; Basnou, C. 2005. La fragmentació dels boscos de la plana del Vallès. Informe. Fundació Abertis.

- Rohde, K. 2005. Non-equilibrium ecology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Roig, X., & Espadaler, X. 2010. Propuesta de grupos funcionales de hormigas para la Península Ibérica y Baleares, y su uso como bioindicadores. *Iberomyrmex* **2**: 28-29.
- Rosenzweig M L 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge, 458p.
- Schoereder, J. H., C. Galbiati, C. R. Ribas, T. G. Sobrinho, C. F. Sperber, O. DeSouza, and C. Lopes-Andrade. 2004. Should we use proportional sampling for species-area studies? *Journal of Biogeography* **31**:1219-1226.
- Seifert, B. 2000: A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* MUELLER, 1923 (Hymenoptera, Formicidae). - *Zoosystema* **22**: 517-568.
- Sobrinho, T.G. and Schoereder., J.H. 2007. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in forest fragments. *Biodiversity and Conservation* **16**: 1459-1470.
- Seppä, P. 2008. Do ants need conservation and does ant conservation need genetics? *Myrmecological News* **11**:161-172.
- Sigel, B. J., W. D. Robinson, and T. W. Sherry. 2010. Comparing bird community responses to forest fragmentation in two lowland Central American reserves. *Biological Conservation* **143**:340-350.
- Simberloff, D. 1982. Big advantages of small refuges. *Natural History New York, NY* **91**(4): 6-14.
- Sobrinho, T. G., J. H. Schoereder, C. F. Sperber, and M. S. Madureira. 2003. Does fragmentation alter species composition in ant communities (Hymenoptera : Formicidae)? *Sociobiology* **42**:329-342.
- Soga, M., Kanno, N., Yamaura, Y., & Koike, S. 2013. Patch size determines the strength of edge effects on carabid beetle assemblages in urban remnant forests. *Journal of insect conservation* **17**(2): 421-428.
- StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6.0. www.statsoft.com. Tulsa, OK (USA).

- Steffan-Dewenter, I., and T. Tscharntke. 2000. Butterfly community structure in fragmented habitats. *Ecology Letters* **3**:449-456.
- Suarez, A. V., D. T. Bolger, and T. J. Case. 1998. Effects of fragmentation and invasion on native ant communities in coastal southern California. *Ecology* **79**:2041-2056.
- Thomas, C. D., Thomas, J. A., & Warren, M. S. 1992. Distributions of occupied and vacant butterfly habitats in fragmented landscapes. *Oecologia* **92**(4): 563-567.
- Tischendorf, L. 2001. Can landscape indices predict ecological processes consistently? *Landscape Ecology* **16**:235-254.
- Underwood, E. C., and B. L. Fisher. 2006. The role of ants in conservation monitoring: If, when, and how. *Biological Conservation* **132**:166-182.
- van Halder, I., Barbaro, L., & Jactel, H. 2011. Conserving butterflies in fragmented plantation forests: are edge and interior habitats equally important?. *Journal of Insect Conservation*, **15**(4): 591-601.
- Vanruremonde, R. H. A. C., and J. T. R. Kalkhoven. 1991. Effects of Woodlot Isolation on the Dispersion of Plants with Fleshy Fruits. *Journal of Vegetation Science* **2**:377-384.
- Vieira, M. V., N. Olifiers, A. C. Delciellos, V. Z. Antunes, L. R. Bernardo, C. E. V. Grelle, and R. Cerqueira. 2009. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. *Biological Conservation* **142**:1191-1200.
- Ward, P. S., Brady, S. G., & Fisher, B. L. 2014. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* (2015), **40**: 61–81
- Watling, J. I., and M. A. Donnelly. 2006. Fragments as islands: a synthesis of faunal responses to habitat patchiness. *Conservation Biology* **20**:1016-1025.
- Wike, L. D., and F. D. Martin. 2005. Using Ant Communities for Rapid Assessment of Terrestrial Exosystem Health. Report WSRC-TR-2005-00283. In U. S. D. o. Energy, editor. Office of Scientific & Technical Information.

- With, K.A. 1997. The teory of conservation biology. *Conservation biology* **11**:6.
- Zschokke, S., C. Dolt, H. P. Rusterholz, P. Oggier, B. Braschler, G. H. Thommen, E. Ludin, A. Erhardt, and B. Baur. 2000. Short-term responses of plants and invertebrates to experimental small-scale grassland fragmentation. *Oecologia* **125**:559-572.

AGRADECIMIENTOS

9. AGRADECIMIENTOS

A Xavier Espadaler, por presentarme, como a tantos otros ha hecho, este maravilloso mundo de las hormigas. Por aguantar nervios, prisas y mi obsesión por el número de muestras. Por compartir conocimientos, paciencia, tiempo, mucho tiempo, parcelas, risas y, sobretodo, amistad.

A Ferran Rodà por contar y confiar en nosotros para este proyecto y a María Guirado por hacer fácil el traspaso de datos y los pormenores del mismo.

A Llorenç Badiella, director del *Servei d'Estadística Aplicada* por su asesoramiento técnico y revisión de los análisis estadísticos. Y, en este sentido también, a Daniel Sol por aclarar dudas con R y estadísticas varias.

A Raquel Piqué, por los datos antracológicos y polínicos, que ayudaron a entender mejor nuestros fragmentos de bosque.

A Patricia Prieto, Carolina Paris, Magda Puyol, Marta Barceló, Xavi Domene, Loles Asensio, Sandra Saura, Josep Piñol, Jordi Vayreda, Josep Peñuelas, Jordi Sardans, Jofre Carnicer, Joan Llusià y Camilo de los Ángeles, compañeros de CREA durante un tiempo, por hacer más entretenido y fácil el trabajo, por su interés, su ayuda y sus charlas profesionales y personales.

A mis sobrinos Georgina y Fer, por su disposición y su: “lo que haga falta tito”.

A mis padres y a Sandra, por todo, por vuestro apoyo y comprensión, por estar siempre ahí, para lo que haga falta. Por el sacrificio, sobre todo, de esta última etapa.

Gracias a todos

Esta investigación fue financiada por la **Fundación Abertis**.

ANEXOS

ANEXO I

**ANEXO I: Relación de variables predictoras
contínuas utilizadas**

Variable	Media	S.D.	N	MIN.	MÁX.
A	20,18	32,19	142	0,17	218,38
MPFD	1,39	0,05	142	1,25	1,54
MPAR	0,04	0,02	142	0,01	0,11
B	42,55	33,25	241	10	282,51
PCA	0,09	0,18	142	0	0,81
PZU	0,29	0,35	142	0	1,6
PZM	0,24	0,27	142	0	1,6
PPC	1,05	0,4	142	0	1,6
CONI	40,94	31,78	142	1,72	203,43
CONG	9223,98	1128,6	142	2,04	24501,22

ANEXO II

ANEXO II: Relación de parcelas visitadas y especies encontradas

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
2	941	431768	4606631	Caldes de Montbui	07/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Messor structor</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Camponotus aethiops</i>
7	360	437048	4611421	Santa Eulàlia de Ronçana	25/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Formica gerardi</i>
8	360	437288	4611751	L'Ametlla del Vallès	25/05/2004	<i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i>
14	879	431778	4607191	Caldes de Montbui	07/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax nylanderii</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus truncatus</i>
15	482	435358	4611651	Santa Eulàlia de Ronçana	25/09/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
16	853	443232	4607795	La Roca del Vallès	27/05/2004	<i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
17	853	443347	4607670	La Roca del Vallès	27/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i>
18	891	443422	4607437	La Roca del Vallès	27/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Myrmica spinosior</i>
19	691	443597	4607554	La Roca del Vallès	27/05/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
20	691	443832	4608005	La Roca del Vallès	28/05/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i>
21	691	444047	4608155	La Roca del Vallès	21/07/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
23	422	439998	4612141	Les Franqueses del Vallès	20/05/2004	<i>Formica gagates</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
24	535	438868	4610754	L'Ametlla del Vallès	25/05/2004	<i>Hypoponera eduardi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i>
25	462	438143	4610994	L'Ametlla del Vallès	24/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster gibbosa</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax recedens</i>
26	504	438541	4611454	L'Ametlla del Vallès	24/05/2004	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Formica gagates</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
27	550	448802	4610337	Llinars del Vallès	28/07/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus pilicornis</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
28	550	448884	4610562	Sant Antoni de Vilamajor	28/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Hypoponera eduardi</i>
29	629	448592	4609415	Llinars del Vallès	30/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Pheidole pallidula</i>
30	629	448982	4610007	Llinars del Vallès	30/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
31	582	445488	4610553	Cardedeu	08/07/2004	<i>Ponera testacea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
32	200	447183	4613897	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Myrmica spinosior</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax rabaudi</i>
33	200	447250	4613467	Cardedeu	19/05/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
34	270	445862	4612917	Les Franqueses del Vallès	05/07/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
35	390	446244	4611950	Cardedeu	07/07/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
36	69	450705	4615742	Sant Pere de Vilamajor	14/06/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gagates</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Formica gerardi</i>
37	296	455660	4613236	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i> <i>Camponotus lateralis</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Crematogaster scutellaris</i>
39	677	446556	4609596	Cardedeu	28/05/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Lasius grandis</i>
40	620	448052	4610068	Sant Antoni de Vilamajor	28/07/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Formica gerardi</i>
41	497	447399	4611407	Cardedeu	28/05/2004	<i>Tapinoma madeirense</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i>
42	480	447027	4611637	Cardedeu	28/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Myrmecina graminicola</i>
43	332	446479	4612657	Cardedeu	07/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i>
44	280	455275	4613472	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i> <i>Formica gagates</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
45	259	454928	4613664	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica gagates</i>
46	10	455618	4614894	Santa Maria de Palautordera	14/07/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus lateralis</i>
47	101	454854	4615491	Santa Maria de Palautordera	14/07/2004	<i>Messor structor</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Formica gagates</i> <i>Myrmica rubra</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax nylanderi</i>
48	424	451420	4611884	Sant Antoni de Vilamajor	27/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Lasius grandis</i>
50	424	451853	4612170	Sant Antoni de Vilamajor	27/07/2004	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
52	210	451825	4612265	Sant Antoni de Vilamajor	27/07/2004	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
53	556	448180	4610716	Sant Antoni de Vilamajor	28/07/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Tetramorium ruginode</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
54	793	441900	4608444	Les Franqueses del Vallès	10/06/2004	<i>Messor structor</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i>
56	718	440052	4609164	Canovelles	18/06/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Tetramorium semilaeve</i> <i>Messor structor</i> <i>Temnothorax recedens</i>
57	701	439532	4609344	Canovelles	12/06/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Messor structor</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica gagates</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Crematogaster scutellaris</i>
58	600	439396	4610332	L'Ametlla del Vallès	26/04/2004	<i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus aethiops</i>
59	600	439452	4610340	L'Ametlla del Vallès	26/04/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i>
60	672	439068	4609700	Canovelles	26/04/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Messor barbarus</i> <i>Formica subrufa</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus piceus</i>
61	694	448540	4609236	Llinars del Vallès	30/07/2004	<i>Formica gerardi</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Camponotus aethiops</i>
63	200	447076	4613700	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
64	200	447172	4613860	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i>
65	114	446828	4615252	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i>
66	114	447004	4614948	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Myrmica speciosior</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i>
67	114	447188	4614348	Cànoves i Samalús	19/05/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Myrmecina graminicola</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
68	234	456271	4613586	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Formica gagates</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Ponera coarctata</i>
69	234	456121	4613621	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Formica gagates</i>
70	45	455964	4616828	Sant Celoni	18/06/2004	<i>Camponotus piceus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Formica gagates</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
71	45	456204	4616236	Sant Celoni	18/06/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Formica gagates</i> <i>Myrmica spinosior</i>
72	45	456188	4615908	Santa Maria de Palautordera	18/06/2004	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i>
74	1189	441076	4601756	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
75	1189	441300	4601540	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
76	1189	441780	4602324	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Formica gerardi</i> <i>Ponera coarctata</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
77	1189	441364	4602148	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Camponotus piceus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Pheidole pallidula</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Temnothorax recedens</i>
78	1132	434276	4603644	Lliçà de Vall	12/06/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
79	1132	434476	4603676	Lliçà de Vall	18/06/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i>
80	1176	433276	4602556	Mollet del Vallès	12/06/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
81	1176	433196	4602140	Mollet del Vallès	25/06/2003	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius cinereus</i>
82	1111	442099	4603770	La Roca del Vallès	12/05/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
83	1111	442468	4603924	La Roca del Vallès	12/05/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Hypoponera eduardi</i>
84	1111	442180	4603924	La Roca del Vallès	12/05/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Lasius emarginatus</i>
85	1194	434100	4602068	Parets del Vallès	25/06/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster senilis</i>
86	1166	433783	4602967	Lliçà de Vall	18/06/2003	<i>Temnothorax niger</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Camponotus piceus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
87	1227	434020	4601140	Mollet del Vallès	18/06/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax parvulus</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
88	1186	438740	4602420	Granollers	03/06/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Lasius myops</i>
89	1198	438404	4601988	Montmeló	03/06/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Linepithema humile</i> <i>Camponotus cruentatus</i>
90	1185	441308	4602460	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
91	1210	440852	4601756	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
92	1141	442684	4603444	La Roca del Vallès	12/05/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i>
93	106	441500	4615300	La Garriga	18/05/2004	<i>Lasius lasioides</i> <i>Formica gagates</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
94	106	441380	4615244	La Garriga	18/05/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
96	273	439332	4613436	L'Ametlla del Vallès	07/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
97	341	439788	4612700	L'Ametlla del Vallès	19/05/2004	<i>Messor bouvieri</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
99	13	430708	4614380	Bigues i Riells	10/10/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Formica gagates</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i>
100	258	439612	4613628	La Garriga	07/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax angustulus</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Lasius cinereus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
101	254	438961	4613617	L'Ametlla del Vallès	07/05/2004	<i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Lasius grandis</i>
102	221	437900	4613828	L'Ametlla del Vallès	07/05/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster gibbosa</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
103	135	434796	4614588	Bigues i Riells	02/10/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
104	135	434956	4614572	Bigues i Riells	02/10/2003	<i>Tetramorium caespitum</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Messor bouvieri</i> <i>Temnothorax recedens</i>
105	135	434420	4614556	Bigues i Riells	02/10/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis xene</i> <i>Myrmecina graminicola</i>
106	135	434996	4614244	Bigues i Riells	02/10/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax recedens</i>
107	135	435164	4613828	Bigues i Riells	25/09/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium semilaeve</i> <i>Aphaenogaster gibbosa</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Camponotus sylvaticus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
108	135	435300	4613532	Bigues i Riells	25/09/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius meridionalis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Pheidole pallidula</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
109	8	441332	4614164	La Garriga	18/05/2004	<i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius grandis</i>
110	8	440852	4613887	La Garriga	18/05/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Hypoponera eduardi</i>
111	251	439852	4613508	La Garriga	19/05/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
112	251	439740	4613388	La Garriga	19/05/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
114	246	434108	4613380	Bigues i Riells	07/10/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius camolicus</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Myrmica rubra</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
115	549	440523	4610515	Les Franqueses del Vallès	26/04/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium semilaeve</i>
117	477	439140	4611404	L'Ametlla del Vallès	20/05/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Lasius grandis</i>
118	630	438564	4609900	Canovelles	30/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
119	630	438676	4610020	Canovelles	30/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
120	648	439700	4609282	Canovelles	18/06/2003	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Lasius grandis</i>
121	422	440052	4609508	Canovelles	12/06/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
122	755	442356	4608668	Les Franqueses del Vallès	10/06/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i>
123	1042	439484	4605428	Granollers	30/07/2004	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
124	1036	438108	4605292	Lliçà de Vall	28/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i> <i>Lasius grandis</i>
125	1025	437988	4605635	Lliçà d'Amunt	28/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
126	994	438020	4606092	Lliçà d'Amunt	28/07/2003	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius neglectus</i>
127	966	436312	4605566	Lliçà de Vall	22/07/2003	<i>Myrmica spinosior</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Pheidole pallidula</i>
131	849	434764	4607252	Lliçà d'Amunt	05/06/2003	<i>Linepithema humile</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i>
132	849	434636	4607652	Lliçà d'Amunt	05/06/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Lasius grandis</i>
134	661	436644	4609094	Lliçà d'Amunt	05/08/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Messor structor</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax recedens</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
135	661	436531	4609266	Lliçà d'Amunt	18/09/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Messor barbarus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Formica rufibarbis</i>
137	700	435252	4609292	Lliçà d'Amunt	18/09/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius emarginatus</i>
138	896	429972	4607148	Sentmenat	09/10/2003	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius neglectus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
139	896	429620	4607028	Sentmenat	09/10/2003	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i>
140	1007	430276	4605948	Sentmenat	09/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Hypoponera eduardi</i>
141	998	432133	4606048	Palau de Plegamans	04/07/2003	<i>Solenopsis</i> sp. <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
142	1106	432004	4604356	Palau de Plegamans	04/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Myrmica spinosior</i>
145	491	431364	4611124	Caldes de Montbui	10/10/2003	<i>Solenopsis</i> sp. <i>Pheidole pallidula</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
146	748	432213	4608759	Caldes de Montbui	11/07/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus piceus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Formica subrufa</i> <i>Solenopsis</i> sp.

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
147	748	431844	4608380	Caldes de Montbui	11/07/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
148	680	434860	4608828	Lliçà d'Amunt	05/08/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax recedens</i>
149	680	434788	4608948	Lliçà d'Amunt	05/08/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
150	661	436052	4609260	Lliçà d'Amunt	25/09/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tetramorium semilaeve</i> <i>Lasius neglectus</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
152	752	435732	4608428	Lliçà d'Amunt	31/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius myops</i>
153	752	435916	4608460	Lliçà d'Amunt	31/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
154	802	436276	4608284	Lliçà d'Amunt	31/07/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus lateralis</i>
155	802	436388	4608180	Lliçà d'Amunt	31/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Messor structor</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Temnothorax angustulus</i>
156	897	435508	4607412	Lliçà d'Amunt	31/07/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica subrufa</i>
157	897	435860	4607196	Lliçà d'Amunt	30/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Lasius emarginatus</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
158	1009	436852	4605924	Lliçà de Vall	28/07/2003	<i>Formica gerardi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius emarginatus</i>
159	1009	436836	4605812	Lliçà de Vall	28/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
160	1009	436676	4605564	Lliçà de Vall	22/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Lasius neglectus</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Chalepoxenus muellerianus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
161	1085	435868	4604780	Lliçà de Vall	22/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Linepithema humile</i> <i>Hypoponera eduardi</i>
162	1085	436052	4604484	Lliçà de Vall	22/07/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Lasius emarginatus</i>
163	998	431868	4605916	Palau de Plegamans	04/07/2003	<i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
165	1031	431884	4605428	Palau de Plegamans	04/07/2003	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus aethiops</i>
166	1031	431940	4605604	Palau de Plegamans	04/07/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
167	909	430484	4606924	Caldes de Montbui	10/07/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Chalepoxenus muellerianus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
168	909	430540	4606684	Caldes de Montbui	10/07/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
170	1007	430308	4605484	Palau de Plegamans	09/07/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
172	531	435684	4610844	Santa Eulàlia de Ronçana	18/09/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
173	640	438676	4609660	Canovelles	30/07/2003	<i>Linepithema humile</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
174	640	438276	4609420	Canovelles	30/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i>
175	251	439572	4613204	L'Ametlla del Vallès	19/05/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
176	1111	442228	4604180	La Roca del Vallès	12/05/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Temnothorax racovitzai</i>
177	309	438540	4612876	L'Ametlla del Vallès	07/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i>
178	455	453332	4611780	Vilalba Sasserra	26/07/2004	<i>Linepithema humile</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Lasius grandis</i>
179	387	438604	4611980	L'Ametlla del Vallès	24/05/2004	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax nylanderii</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax parvulus</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Dolichoderus quadripunctatus</i>
180	387	439180	4612132	L'Ametlla del Vallès	20/05/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
182	452	442473	4611333	Les Franqueses del Vallès	04/06/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Camponotus piceus</i>
183	452	442372	4611420	Les Franqueses del Vallès	04/06/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i>
184	246	434212	4612844	Bigues i Riells	07/10/2003	<i>Tetramorium caespitum</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Pheidole pallidula</i>
185	753	432932	4608196	Caldes de Montbui	11/07/2003	<i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Formica cunicularia</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
186	753	432459	4607988	Caldes de Montbui	11/07/2003	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
187	874	431244	4607180	Caldes de Montbui	07/07/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
188	874	431380	4606756	Caldes de Montbui	07/07/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
189	874	431684	4606828	Caldes de Montbui	07/07/2003	<i>Myrmecina graminicola</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i>
190	874	431284	4606428	Caldes de Montbui	09/10/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
191	874	431004	4605572	Palau de Plegamans	09/07/2003	<i>Formica subrufa</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Tetramorium semilaeve</i> <i>Lasius grandis</i>
192	982	435028	4606204	Lliçà de Vall	26/05/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Myrmica spinosior</i>
193	982	434860	4605860	Lliçà de Vall	26/05/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i>
194	982	434926	4605446	Lliçà de Vall	26/05/2003	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
195	982	434644	4605156	Lliçà de Vall	26/05/2003	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Camponotus lateralis</i>
198	766	438343	4607841	Canovelles	26/04/2004	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i>
202	326	453092	4612964	Llinars del Vallès	26/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica gagates</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i>
203	354	452404	4612684	Llinars del Vallès	13/07/2004	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax unifasciatus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
204	322	448220	4612643	Sant Antoni de Vilamajor	28/07/2004	<i>Pheidole pallidula</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Solenopsis sp.</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Messor structor</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus lateralis</i>
205	460	450644	4611732	Sant Antoni de Vilamajor	04/06/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius emarginatus</i>
206	527	444708	4610932	Les Franqueses del Vallès	16/07/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Myrmica specioidea</i>
207	385	445844	4612324	Cardedeu	07/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
208	468	444028	4611604	Les Franqueses del Vallès	13/07/2004	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Messor barbarus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Temnothorax recedens</i>
209	468	444076	4611228	Les Franqueses del Vallès	13/07/2004	<i>Formica gerardi</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius emarginatus</i>
210	583	443196	4609860	Les Franqueses del Vallès	10/06/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
211	283	454788	4613100	Santa Maria de Palautordera	16/06/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus cruentatus</i>
212	265	454382	4613022	Santa Maria de Palautordera	16/06/2004	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Formica gagates</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax nylanderii</i>
213	265	453940	4612100	Santa Maria de Palautordera	08/06/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Lasius lasioides</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Lasius cinereus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Camponotus pilicornis</i>
214	759	445060	4607564	La Roca del Vallès	22/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i>
216	265	454092	4613188	Llinars del Vallès	16/06/2004	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Formica gagates</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
217	123	443356	4615188	Cànoves i Samalús	18/05/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Lasius myops</i>
220	201	446012	4614100	Cànoves i Samalús	05/07/2004	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Tetramorium caespitum</i>
221	239	445556	4613740	Les Franqueses del Vallès	05/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica gagates</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus lateralis</i>
222	205	450436	4614092	Sant Antoni de Vilamajor	14/06/2004	<i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Lasius grandis</i>
223	17	456532	4619420	Campins	26/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Camponotus truncatus</i>
224	268	446310	4613420	Cardedeu	07/07/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
225	139	448750	4614504	Sant Pere de Vilamajor	14/06/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Formica gagates</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
226	46	459284	4616764	Sant Celoni	26/05/2004	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Tapinoma madeirense</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Camponotus foreli</i> <i>Solenopsis</i> sp. <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Messor barbarus</i> <i>Lasius grandis</i>
227	121	458236	4615108	Sant Celoni	26/05/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i>
228	170	457116	4614484	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Myrmica rubra</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax nylanderii</i>
231	1151	440948	4603444	Granollers	12/05/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Camponotus cruentatus</i>
232	1164	441588	4603052	Vilanova del Vallès	07/05/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Ponera coarctata</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
233	1195	439052	4602204	Granollers	03/06/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
234	1216	435948	4601628	Parets del Vallès	05/07/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Tetramorium caespitum</i>
235	1152	432516	4603356	Palau de Plegamans	05/07/2003	<i>Temnothorax nylanderii</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Lasius emarginatus</i>
236	1145	434924	4603452	Lliçà de Vall	18/06/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
237	1043	433204	4603564	Palau de Plegamans	05/07/2003	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Formica gerardi</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Temnothorax racovitzai</i>
238	1043	432900	4603412	Palau de Plegamans	05/07/2003	<i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Tapinoma madeirense</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
239	1043	432860	4604108	Palau de Plegamans	25/06/2003	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus aethiops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
240	479	444460	4611652	Les Franqueses del Vallès	13/07/2004	<i>Lasius cinereus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Ponera testacea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
241	431	447416	4612063	Cardedeu	28/05/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
244	555	445652	4610708	Cardedeu	08/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i>
245	383	445692	4611924	Cardedeu	07/07/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i>
246	561	445668	4610196	Cardedeu	08/07/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
247	526	445196	4610596	Cardedeu	08/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Camponotus piceus</i> <i>Temnothorax nylander</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
248	603	444716	4610164	Cardedeu	16/07/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax nylander</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
249	603	444292	4609932	Les Franqueses del Vallès	16/07/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius lasioides</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Hypoconera eduardi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
251	516	450556	4611204	Sant Antoni de Vilamajor	04/06/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax nylanderii</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Myrmica spinosior</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
252	516	450804	4610916	Sant Antoni de Vilamajor	04/06/2004	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Dolichoderus quadripunctatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Temnothorax nylanderii</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Myrmecina graminicola</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Hypoconera eduardi</i>
253	468	444236	4610596	Les Franqueses del Vallès	16/07/2004	<i>Lasius carnolicus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
254	583	443668	4610324	Les Franqueses del Vallès	10/06/2004	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
255	759	445268	4607676	La Roca del Vallès	22/07/2004	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Hypoconera eduardi</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Polyergus rufescens</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus cruentatus</i>
256	283	455156	4612772	Santa Maria de Palautordera	11/06/2003	<i>Lasius myops</i> <i>Camponotus fallax</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Solenopsis sp.</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Ponera coarctata</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus pilicornis</i> <i>Camponotus lateralis</i>
257	283	454707	4612789	Santa Maria de Palautordera	16/06/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Formica gagates</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Temnothorax lichtensteini</i>
258	265	453844	4612508	Llinars del Vallès	08/06/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus lateralis</i>
259	265	454020	4612692	Llinars del Vallès	08/06/2004	<i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Lasius myops</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Ponera testacea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Camponotus fallax</i>
260	210	451829	4613026	Sant Antoni de Vilamajor	26/07/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus piceus</i>
261	210	452124	4612420	Llinars del Vallès	26/07/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius myops</i>
262	210	451364	4612188	Sant Antoni de Vilamajor	27/07/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
263	210	451660	4612260	Sant Antoni de Vilamajor	27/07/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
264	32	459684	4617044	Sant Celoni	26/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax nylanderi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
265	99	456968	4615585	Sant Celoni	26/05/2004	<i>Lasius lasioides</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Messor barbarus</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Myrmica spinosior</i>
266	1178	432084	4602644	Palau de Plegamans	18/06/2003	<i>Camponotus truncatus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax recedens</i> <i>Lasius myops</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
268	1043	432880	4602698	Palau de Plegamans	12/06/2006	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
269	1071	432268	4603996	Palau de Plegamans	25/06/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Formica rufibarbis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Camponotus lateralis</i>
270	1071	432564	4603836	Palau de Plegamans	25/06/2003	<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i>
271	1071	432262	4604003	Palau de Plegamans	25/06/2003	<i>Formica rufibarbis</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius grandis</i>
272	433	444937	4611902	Les Franqueses del Vallès	13/07/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
273	433	445437	4611372	Cardedeu	13/07/2004	<i>Plagiolepis xene</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
274	691	444167	4609242	La Roca del Vallès	21/07/2004	<i>Lasius emarginatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Hypoponera eduardi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
275	691	445097	4609172	La Roca del Vallès	22/07/2004	<i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Lasius emarginatus</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
276	691	443522	4606680	La Roca del Vallès	27/05/2004	<i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Messor structor</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Tetramorium semilaeve</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i>
277	691	444401	4607383	La Roca del Vallès	21/07/2004	<i>Camponotus cruentatus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus piceus</i> <i>Formica gerardi</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
						<i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
278	629	448042	4609802	Llinars del Vallès	30/07/2004	<i>Myrmica spinosior</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Tetramorium caespitum</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius myops</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
279	462	438273	4611711	L'Ametlla del Vallès	24/05/2004	<i>Formica gagates</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax parvulus</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i>
280	462	437753	4610706	L'Ametlla del Vallès	25/05/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Messor structor</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i>
281	482	435718	4611069	Santa Eulàlia de Ronçana	18/09/2003	<i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
282	401	435163	4611081	Santa Eulàlia de Ronçana	18/09/2003	<i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Lasius cinereus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius camolicus</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Aphaenogaster senilis</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
283	401	433683	4612001	Santa Eulàlia de Ronçana	07/10/2003	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Pheidole pallidula</i> <i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Lasius myops</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>
284	401	433742	4610954	Santa Eulàlia de Ronçana	12/06/2006	<i>Camponotus lateralis</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Temnothorax parvulus</i>
285	691	444300	4607345	La Roca del Vallès	21/07/2004	<i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Camponotus cruentatus</i> <i>Formica gerardi</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Camponotus piceus</i>
286	462	437938	4610605	L'Ametlla del Vallès	25/05/2004	<i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Tapinoma nigerrimum</i> <i>Messor structor</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Camponotus lateralis</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Lasius grandis</i>

Parcela	Fragmento	UTMX	UTMY	Municipio	Fecha	Especies
287	422	439963	4611601	L'Ametlla del Vallès	20/05/2004	<i>Temnothorax parvulus</i> <i>Lasius myops</i> <i>Camponotus truncatus</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Temnothorax rabaudi</i> <i>Formica gagates</i>
288	482	435508	4611470	Santa Eulàlia de Ronçana	25/09/2003	<i>Temnothorax racovitzai</i> <i>Lasius grandis</i> <i>Lasius myops</i> <i>Plagiolepis pygmaea</i> <i>Temnothorax lichtensteini</i> <i>Aphaenogaster subterranea</i> <i>Crematogaster scutellaris</i>

ANEXO III

ANEXO III: Relación de parcelas y especies encontradas con el método de trampas de caída (pitfalls)

Parcela	Fragmento	Pitfall	Fecha	Especie
47Pitfall	101	1	08/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
47Pitfall	101	1	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
47Pitfall	101	2	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	3	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	4	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	5	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	6	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	7	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	8	08/06/2009	Perdido
47Pitfall	101	9	08/06/2009	Perdido
74Pitfall	1189	1	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	1	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	2	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
74Pitfall	1189	3	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
74Pitfall	1189	3	08/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
74Pitfall	1189	4	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	4	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
74Pitfall	1189	5	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
74Pitfall	1189	6	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
74Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
74Pitfall	1189	8	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
74Pitfall	1189	9	08/06/2009	0
75Pitfall	1189	1	08/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
75Pitfall	1189	2	08/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
75Pitfall	1189	2	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
75Pitfall	1189	3	08/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
75Pitfall	1189	4	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
75Pitfall	1189	5	08/06/2009	Perdido
75Pitfall	1189	6	08/06/2009	0
75Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
75Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
75Pitfall	1189	7	08/06/2009	<i>Temnothorax recedens</i> (Nylander)
75Pitfall	1189	8	08/06/2009	Perdido
75Pitfall	1189	9	08/06/2009	Perdido
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille)
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Temnothorax nylanderi</i> (Förster)
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
118Pitfall	630	1	08/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Camponotus pilicornis</i> (Roger)
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Messor structor</i> (Latreille)
118Pitfall	630	2	08/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
118Pitfall	630	3	08/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
118Pitfall	630	4	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	4	08/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit

Parcela	Fragmento	Pitfall	Fecha	Especie
118Pitfall	630	4	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	4	08/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
118Pitfall	630	4	08/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
118Pitfall	630	5	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	5	08/06/2009	<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille)
118Pitfall	630	5	08/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
118Pitfall	630	5	08/06/2009	<i>Messor structor</i> (Latreille)
118Pitfall	630	5	08/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
118Pitfall	630	6	08/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
118Pitfall	630	6	08/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	6	08/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
118Pitfall	630	6	08/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
118Pitfall	630	7	08/06/2009	<i>Camponotus aethiops</i> (Latreille)
118Pitfall	630	7	08/06/2009	<i>Camponotus cruentatus</i> (Latreille)
118Pitfall	630	7	08/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
118Pitfall	630	7	08/06/2009	<i>Messor structor</i> (Latreille)
118Pitfall	630	8	08/06/2009	<i>Lasius cinereus</i> Seifert
118Pitfall	630	9	08/06/2009	Perdido
186Pitfall	753	1	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
186Pitfall	753	2	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
186Pitfall	753	2	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
186Pitfall	753	3	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
186Pitfall	753	3	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	4	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	4	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
186Pitfall	753	5	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
186Pitfall	753	5	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	5	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
186Pitfall	753	6	09/06/2009	<i>Ponera testacea</i> Emery
186Pitfall	753	6	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
186Pitfall	753	7	09/06/2009	<i>Lasius emarginatus</i> (Olivier)
186Pitfall	753	7	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	7	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	8	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
186Pitfall	753	8	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
186Pitfall	753	9	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
271Pitfall	1071	1	09/06/2009	0
271Pitfall	1071	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
271Pitfall	1071	2	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
271Pitfall	1071	2	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
271Pitfall	1071	2	09/06/2009	<i>Messor structor</i> (Latreille)
271Pitfall	1071	3	09/06/2009	<i>Messor structor</i> (Latreille)
271Pitfall	1071	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
271Pitfall	1071	3	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
271Pitfall	1071	3	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
271Pitfall	1071	3	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
271Pitfall	1071	4	09/06/2009	0
271Pitfall	1071	5	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
271Pitfall	1071	5	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
271Pitfall	1071	5	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
271Pitfall	1071	6	09/06/2009	<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius
271Pitfall	1071	6	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
271Pitfall	1071	7	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel

Parcela	Fragmento	Pitfall	Fecha	Especie
271Pitfall	1071	8	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
271Pitfall	1071	9	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	1	09/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
54Pitfall	793	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	2	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	3	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
54Pitfall	793	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	4	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	4	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	5	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	5	09/06/2009	<i>Lasius myops</i> Forel
54Pitfall	793	5	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
54Pitfall	793	5	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	5	09/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
54Pitfall	793	6	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	6	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
54Pitfall	793	6	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
54Pitfall	793	6	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	6	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	7	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	7	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	7	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
54Pitfall	793	8	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
54Pitfall	793	9	09/06/2009	<i>Aphaenogaster senilis</i> Mayr
54Pitfall	793	9	09/06/2009	<i>Temnothorax nylanderi</i> (Förster)
54Pitfall	793	9	09/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
54Pitfall	793	9	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	1	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	1	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	2	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	3	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	4	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	5	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	6	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
85Pitfall	1194	7	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	7	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	7	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	8	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	8	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
85Pitfall	1194	8	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
85Pitfall	1194	8	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
85Pitfall	1194	9	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
85Pitfall	1194	9	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)

Parcela	Fragmento	Pitfall	Fecha	Especie
149Pitfall	680	1	09/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
149Pitfall	680	1	09/06/2009	<i>Tetramorium caespitum</i> cfr. (Linnaeus)
149Pitfall	680	1	09/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
149Pitfall	680	2	09/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
149Pitfall	680	2	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
149Pitfall	680	2	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
149Pitfall	680	2	09/06/2009	<i>Linepithema humile</i> (Mayr)
149Pitfall	680	3	09/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
149Pitfall	680	3	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
149Pitfall	680	4	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
149Pitfall	680	4	09/06/2009	<i>Myrmica spinosior</i> Santschi
149Pitfall	680	4	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
149Pitfall	680	4	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
149Pitfall	680	5	09/06/2009	<i>Tetramorium caespitum</i> cfr. (Linnaeus)
149Pitfall	680	6	09/06/2009	0
149Pitfall	680	7	09/06/2009	0
149Pitfall	680	8	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
149Pitfall	680	8	09/06/2009	<i>Tetramorium caespitum</i> cfr. (Linnaeus)
149Pitfall	680	9	09/06/2009	0
158Pitfall	1009	1	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	1	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
158Pitfall	1009	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	4	09/06/2009	0
158Pitfall	1009	5	09/06/2009	0
158Pitfall	1009	6	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	6	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
158Pitfall	1009	6	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
158Pitfall	1009	7	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	7	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
158Pitfall	1009	7	09/06/2009	<i>Lasius grandis</i> Forel
158Pitfall	1009	8	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	8	09/06/2009	<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille)
158Pitfall	1009	8	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
158Pitfall	1009	9	09/06/2009	<i>Temnothorax parvulus</i> (Schenck)
108Pitfall	135	1	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	1	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	1	09/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
108Pitfall	135	2	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	2	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	2	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
108Pitfall	135	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	3	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
108Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
108Pitfall	135	5	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	5	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
108Pitfall	135	6	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	6	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
108Pitfall	135	8	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	8	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)

Parcela	Fragmento	Pitfall	Fecha	Especie
108Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Plagiolepis pygmaea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
108Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
108Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
107Pitfall	135	1	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
107Pitfall	135	2	09/06/2009	0
107Pitfall	135	3	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
107Pitfall	135	3	09/06/2009	<i>Formica gerardi</i> Bondroit
107Pitfall	135	3	09/06/2009	<i>Solenopsis</i> sp.
107Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
107Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Temnothorax lichtensteini</i> (Bondroit)
107Pitfall	135	4	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
107Pitfall	135	5	09/06/2009	<i>Crematogaster scutellaris</i> (Olivier)
107Pitfall	135	6	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
107Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Aphaenogaster subterranea</i> (Latreille)
107Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)
107Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
107Pitfall	135	7	09/06/2009	<i>Temnothorax recedens</i> (Nylander)
107Pitfall	135	8	09/06/2009	<i>Pheidole pallidula</i> (Nylander)
107Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Formica subrufa</i> Roger
107Pitfall	135	9	09/06/2009	<i>Temnothorax racovitzai</i> (Bondroit)

