

HORMIGAS DE LOS BREZALES DE *CALLUNA* CANTÁBRICOS (NO ESPAÑA) (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)

[Ants of the Cantabrian *Calluna*-heathlands (NW Spain)
(Hymenoptera: Formicidae)]

Amonio David Cuesta-Segura,¹ Xavier Espadaler² y Fede García García³

Resumen

Los brezales dominados por *Calluna vulgaris* son un hábitat europeo cada vez más escaso, pero interesante en cuanto a la biodiversidad. Entre los años 2004 y 2007 se llevaron a cabo muestreos con trampas de caída y vareo de la vegetación en cuatro zonas de la cordillera cantábrica con brezales de *Calluna* y en 2008 se realizaron muestreos directos. En 2004, las hormigas representaron el 10,6% del total de artrópodos capturados en trampas de caída. Para el conjunto de todos los muestreos se encontraron 30 especies de formícidos, lo que convierte a los brezales cantábricos en los más diversos para este grupo. La comunidad estuvo dominada por las especies de los géneros *Formica* (7 especies), *Lasius* (9) y *Myrmica* (8). Hay que destacar la presencia en estos brezales de: *Lasius jensi* y *Teleutomyrmex schneideri* (ambas fueron primeras citas ibéricas); y de *Myrmica xavieri* y *Tetramorium alpestre* (con distribución poco conocida por ser de reciente descripción).

Palabras clave

Biodiversidad, brezales, *Calluna vulgaris*, cordillera cantábrica, Formicidae, nuevas citas, península ibérica.

Abstract

The heathlands dominated by *Calluna vulgaris* are a European habitat increasingly scarce, but interesting in terms of biodiversity. Between 2004 and 2007 samplings were carried out with pitfall traps and beating in four areas of the Cantabrian mountain range with *Calluna*-heathlands and in 2008 direct samplings were made. In 2004, the ants represented 10.6% of the total arthropods captured in pitfall traps. For the set of all samples, 30 species of ants were found, which makes the Cantabrian heaths the most diverse for this group. The community was dominated by the species of the genera *Formica* (7 species), *Lasius* (9) and *Myrmica* (8). It is necessary to emphasize the presence in these heathlands of: *Lasius jensi* and *Teleutomyrmex schneideri* (both were first Iberian records); and *Myrmica xavieri* and *Tetramorium alpestre* (with little known distribution for being of recent description).

Key words

Biodiversity, *Calluna vulgaris*, Cantabrian Mountain Range, Formicidae, heathlands, Iberian peninsula, new records.

1. C/ Río Oca, 19. E-09240, Briviesca (Burgos), España «dcuesta.bugman@gmail.com».

2. CREAf. Universitat Autònoma de Barcelona. E-08193 Cerdanyola del Vallès (Barcelona).

3. Asociación Ibérica de Mirmecología «chousas2@gmail.com».

Introducción

Los brezales con alto porcentaje de *Calluna vulgaris* (L.) Hull, 1808 están localizados en Europa formando una banda a lo largo de la costa atlántica desde el norte de Noruega hasta la península ibérica, incluyendo las Islas Británicas (Gimingham, 1972), y se incluyen en la Directiva Hábitats (códigos 4020, 4030 y 4060; European Commission, 1992) como ecosistemas de interés especial (Escudero et al., 2008). Este hecho, ha contribuido al aumento en las últimas décadas de los estudios científicos centrados en el conocimiento y la conservación de este tipo de hábitats (Fagúndez, 2013). En la península encuentran su localización más meridional, siendo más escasos y ocupando generalmente áreas más pequeñas, hallándose en la cordillera cantábrica las manchas más importantes (Calvo et al., 2002; Loidi et al., 2010; Fagúndez, 2013).

Al igual que en el resto de los brezales europeos, la quema y la corta para la obtención de pastos se utilizaron con regularidad en los brezales cantábricos, contribuyendo a mantener e incrementar la extensión de las comunidades de brezal (Aerts y Heil, 1993; Webb, 1998), con la particularidad de que en la cordillera cantábrica, estas prácticas tradicionales de gestión incluyeron históricamente los sistemas de pastoreo trashumantes, que implican el movimiento estacional del ganado a larga distancia (Webb, 1998; García et al., 2013). Sin embargo, la extensión de los brezales ha ido disminuyendo en Europa de forma más pronunciada durante las últimas décadas, debido fundamentalmente a cambios en el uso del suelo (Bobbink, 1991; Marrs, 1993; Pitcairn et al., 1995; Webb, 1998; Fagúndez, 2013). Las áreas de brezal presentes en la cordillera cantábrica evolucionan desde un estado maduro a uno degenerativo, como resultado de la falta de gestión, lo que probablemente afecte a su capacidad de regeneración frente a las perturbaciones (Mohamed y Gimingham, 1970; Berdowski y Siepel, 1988).

En general, los brezales de *Calluna vulgaris* son considerados paisajes semi-naturales o antrópicos, es decir, mantenidos a lo largo del tiempo por la actividad humana (Usher, 1992; Fagúndez, 2013), cuyas actividades han permitido determinar mosaicos de comunidades formadas por plantas en diferente fase de crecimiento (Watt, 1955), y con comunidades específicas de insectos (Gimingham, 1985; Gardner, 1991) y entre ellos las hormigas (Webb, 1986) asociadas a cada una de esas fases. Así, estos brezales destacan por tener una diversidad inusualmente elevada de insectos (Kirby, 1992; Usher, 1992) y comunidades de hormigas específicas y diferentes a otros brezales y hábitats colindantes (Assing, 1986, 1989). Siendo la humedad, el tipo de suelo y la estructura de la vegetación los factores más importantes que definen estas comunidades de hormigas (Maes et al., 2003).

Sin embargo, no existen trabajos previos sobre la comunidad de formícidos presentes en los brezales de *Calluna vulgaris* cantábricos y en este trabajo se investiga su composición durante el verano. Por tanto, este estudio exploratorio es el primer trabajo específico sobre estos insectos en brezales dominados por *Calluna vulgaris* de la península ibérica, considerada a nivel europeo una de las áreas más ricas tanto en número total de especies como en endemismos para la fauna en general y los artrópodos y hormigas en particular (Ortuño y Martínez-Pérez, 2011; de Jong et al., 2014; Lobo, 2015; Janicki et al., 2016).

El objetivo de este trabajo es por un lado elaborar un primer listado de la mirmecofauna existente en este tipo de hábitat y por otro, se trata de realizar una exploración preliminar sobre la ecología del grupo en este hábitat tan concreto.

Material y métodos

La mayoría de los datos utilizados en este artículo forman parte de las capturas realizadas durante la tesis doctoral del primer autor, centrada en la ecología de carábidos,

crisomélidos y chinches (Coleoptera: Carabidae, Chrysomelidae; Hemiptera: Heteroptera) en brezales cantábricos dominados por *Calluna vulgaris* (Cuesta-Segura, 2016), separándose y/o contándose las muestras de formícidos de forma secundaria. Para una información más detallada de la que se aporta a continuación sobre las zonas de estudio, las características de la vegetación en cada zona, o los tratamientos experimentales, ver Cuesta et al. (2009b) y Cuesta-Segura (2016).

Muestreos de 2004

El estudio se llevó a cabo en la vertiente leonesa de la cordillera cantábrica, donde los brezales de *Calluna vulgaris* son escasos y con distribución irregular, eligiendo el puerto de San Isidro, el valle de Riopinos de los Argüelles y el puerto de Vegarada. El área de estudio presenta una gran complejidad geológica y en ella predominan los suelos ácidos de baja fertilidad y a menudo arenosos, que sufren un proceso de podsolización (Marcos et al., 2009). Esta área se encuentra en el piso bioclimático subalpino, perteneciente a la Región Eurosiberiana (Rivas-Martínez et al., 1987) que se caracteriza por la ausencia de un periodo seco en la estación cálida, el verano, o por durar éste menos de dos meses. Esta área normalmente presenta nieve tardía que permanece como manchas en el paisaje hasta finales de mayo. La temperatura media anual es de 5,5 °C y la precipitación media anual es de 1319,5 mm.

En esta área, se seleccionaron cuatro zonas de brezal dominado por *Calluna vulgaris* (es decir, cuatro réplicas independientes de brezal), situadas entre 1560-1660 m.s.n.m. y separadas al menos por 2,5 km de distancia: San Isidro (zona SI, 30TUN 3082 47694), Riopinos 1 (zona RP1, 30TUN 3035 47687), Riopinos 2 (zona RP2, 30TUN 3007 47685) y Vegarada (zona VG, 30TUN 2982 47682). Estas zonas se consideraron brezales maduros (*sensu* Watt, 1955) ya que no hay registros durante los últimos

50 años de quema o corta. Desde el punto de vista edáfico estas zonas de estudio se asientan sobre umbrisoles (IUSS, 2006).

Para la captura de los insectos se utilizaron dos métodos de muestreo complementarios: «trampas de caída» para las especies que viven en el suelo; y «vareo de la vegetación» para las especies que viven en la parte aérea de las plantas (Southwood y Henderson, 2000).

Las trampas de caída (*pitfall traps*) empleadas fueron de plástico (88 mm profundidad, 65 mm diámetro), y se llenaron parcialmente con alcohol al 35 % y unas gotas de detergente, cubriéndose con tejadillos de 11 x 11 cm. El objetivo de añadir unas pocas gotas de detergente en las trampas de caída es reducir la tensión superficial, e incrementar la eficiencia de la trampa (Woodcock, 2005). En cada zona de estudio se colocaron aleatoriamente 48 trampas, lo que representa un total de 192 trampas. La distancia media entre trampas fue de siete metros debido al pequeño tamaño y a la distribución irregular de las zonas de estudio. Las capturas se recogieron cada 15 días durante julio y la primera quincena de agosto de 2004.

Para realizar el vareo de la vegetación (*beating*) se emplearon mangas entomológicas de 25 x 40 cm, situándolas bajo los arbustos y batiendo las ramas tres o cuatro veces sobre ellas. Este proceso se realizó en todas las zonas de muestreo de forma quincenal, coincidiendo con la colocación y retirada de las trampas de caída (excepto el primer día en VG por causa de la lluvia), y siempre utilizando la misma unidad de esfuerzo en cada muestreo (tres personas durante aproximadamente 15 minutos).

Muestreos de 2005, 2006 y 2007

Se establecieron cuatro parcelas de 20 x 20 m en tres de las zonas anteriores (SI, RP1 y RP2), desechando la zona VG por ser la más diferente para el conjunto de los artrópodos muestreados durante 2004 (Cuesta-Segura, 2016).

Tabla 1. Abundancia por zona y porcentaje total de las especies de hormigas capturadas mediante trampas de caída y vareo de la vegetación en 2004, así como la abundancia total y el número de especies por zona y tipo de muestreo. Zonas de estudio: SI (San Isidro); RP1 (Riopinos 1); RP2 (Riopinos 2); VG (Vegarada). Rangos de abundancia: I (1-4); II (5-19); III (20-49); IV (50-99); V (100-249); VI (250-499); VII (500-999). La captura de sexuales se indica en una segunda línea: reina (r), macho (m); especie capturada exclusivamente con sexuales (•). Para el par *T. alpestre/impurum* ver material y métodos.

Table 1. Abundance by area and total percentage of the species of ants captured by pitfall traps and beating in 2004, as well as the total abundance and number of species per zone and type of sampling. Study areas: SI (San Isidro); RP1 (Riopinos 1); RP2 (Riopinos 2); VG (Vegarada). Abundance ranges: I (1-4); II (5-19); III (20-49); IV (50-99); V (100-249); VI (250-499); VII (500-999). The capture of sexuals is indicated in a second line: queen (r), male (m); species captured exclusively with sexuals (•). For the *T. alpine/impurum* pair see material and methods.

	Trampas de caída					Vareo de vegetación				
	SI	RP1	RP2	VG	% Total	SI	RP1	RP2	VG	% Total
<i>Formica exsecta</i>				I	0,0					
<i>Formica fusca</i>									IV	14,0
<i>Formica lemani</i>		IV		VII	12,8		I (1r)		III	12,2
<i>Formica picea</i>	III	I	V	V	8,3	I		III	V	47,4
<i>Formica pratensis</i>	I		I (1r)		0,1					
<i>Formica rufibarbis</i>	I	IV			1,6	I (2m)	I (1r)		II	2,6
<i>Formica sanguinea</i>	V	VII	II		25,7		I			0,5
<i>Lasius distinguendus</i>	I (1r)	I (2r)	I (1r)	I (4r)	0,2 •					
<i>Lasius flavus</i>	III		I	II	0,7					
<i>Lasius fuliginosus</i>		I (1r)	I (1r)	II (5r)	0,2 •					
<i>Lasius grandis</i>	I (2r)	VI	I (1r)		6,7					
<i>Lasius jensi</i>		I (1r)	I (1r)		0,0 •					
<i>Lasius meridionalis</i>		I (2r)	I (2r)		0,1 •					
<i>Lasius mixtus</i>			I (1r)		0,0 •					
<i>Lasius piliferus</i>		I			0,1					
<i>Lasius platythorax</i>							I			0,3
<i>Leptothorax acervorum</i>	I (1r)	II	II	IV	2,4	I	I	I	II	4,3
<i>Myrmica aloba</i>	IV	II	II	IV	3,9				I	0,3
<i>Myrmica lobulicornis</i>	I			III	0,9					
<i>Myrmica ruginodis</i>	IV	IV	IV	II	4,6	I			I	1,3
<i>Myrmica scabrinodis</i>	V	III	III	V	7,6	I (1r, 1m)			I	1,3
<i>Myrmica schencki</i>	II				0,2					
<i>Myrmica wesmaeli</i>	III	V	III	V	8,7	II	I		I	2,8
<i>Temnothorax tuberum</i>	II	III	I	I	1,3		III		II	12,5
<i>Teleutomyrmex schneideri</i>		I (2r)			0,0 •					
<i>Tetramorium alpestre / impurum</i>	IV (3r, 1m)	VI (2m)	III (1r, 2m)	IV (1m)	13,9	I (1m)				0,5
Nº especies	16	18	17	14	24	7	7	2	10	13
Abundancia total	1142	2045	439	2118	5744	20	68	42	283	413

En cada zona una parcela se utilizó como control (C), otra se quemó (Q) de forma controlada en junio de 2005, la tercera se fertilizó (F) manualmente con gránulos de nitrato amónico cada mes desde julio hasta octubre de 2005 y desde junio hasta octubre de 2006 y 2007, y en la cuarta se combinaron los tratamientos de quema y fertilización (Q+F). La concentración total de fertilizante (56 kg N ha⁻¹ año⁻¹) fue equivalente al doble de los niveles máximos actuales de deposición en esta área (Rivero Fernández *et al.*, 1996), y su aplicación se realizó de forma equitativa en esos meses. El fuego se empleó porque fue el sistema de gestión tradicional más utilizado en el pasado, y la fertilización simuló la deposición atmosférica de nitrógeno debida a la contaminación y que en este tipo de brezales tiene como resultado un cambio de comunidad vegetal (Webb, 1998; Fagúndez, 2013; Cuesta-Segura, 2016).

Los insectos se capturaron mediante trampas de caída similares a las de 2004, pero llenas parcialmente con propilenglicol al 25% (en lugar de alcohol al 35%). Se colocaron seis trampas por parcela (24 por zona, 72 en total) y la distancia mínima entre las trampas fue de 5 m. Las trampas se recogieron cada 20 días desde julio hasta octubre en 2005 y desde junio hasta octubre en 2006 y 2007.

Durante estos tres años, solo se registró la abundancia total de la familia Formicidae.

Muestreos directos

Los días 9 y 10-VIII-2008 se realizaron muestreos por las zonas de estudio RP1 y VG, especialmente intensos cerca de RP1 con el objetivo de localizar nidos de *Tetramorium* parasitados con *Teleutomyrmex*. El muestreo directo en estas zonas resulta complicado por el escaso número de piedras sueltas que se pueden levantar. La capa de suelo es muy fina y muchas de las piedras que se ven, son roca madre. Desde esa fecha hasta la actualidad se ha muestreado por las zonas de estudio de forma puntual.

El autor y año de las especies presentes en estos brezales se citan en el listado, al final de resultados. Los datos de distribución mundial de las especies, aportados en el listado, han sido obtenidos de antmaps.org (Janicki *et al.*, 2016). Para la identificación de las muestras se han empleado las claves para el grupo: Collingwood (1978), Seifert (1988a, 1988b, 1992, 2000, 2005, 2007) y Wagner *et al.* (2017); además de la colección de referencia de los autores.

En relación a las especies de *Tetramorium* identificadas: en el material estudiado hay varios machos que, por venir de trampas de caída, no pueden de manera fehaciente, vincularse a las obreras. Con las obreras nos vemos incapaces de llegar a una identificación específica usando las claves de Wagner *et al.* (2017). Si se usa la clave de machos según Wagner *et al.* (2017: 125), hay dos tipos de información: a) tamaño del parámero (< a 991 micras en *T. alpestre* y superior a 1014 micras en *T. impurum*; b) configuración tridimensional del parámero, con referencia a varias figuras del trabajo o de su Material Suplementario. Usando el tamaño, en estos brezales hay machos que serían de *T. alpestre* y otros que serían de *T. impurum*. La configuración tridimensional no nos permite, o no hemos sabido, segregarlos de manera aceptable. Como material de comparación, tenemos machos de ambas especies, de otras localidades, algunas mencionadas, estudiadas e identificadas por Wagner *et al.* (2017). Frente a la duda en la determinación específica de algunos de los machos, preferimos incluir estas dos especies de forma conjunta como *T. alpestre/impurum* y considerarlas como una especie para los datos de la tabla y el total de especies de 2004, ya que no podemos delimitarlas bien por zonas; aunque ambas aparecen para el conjunto de las zonas de estudio y se han considerado de forma independiente en el listado y para calcular el número total de especies de estos brezales.

Resultados

Se capturaron durante los cuatro años (2004-2007) y con ambos sistemas de muestreo (trampas de caída y vareo de la vegetación) un total de 17105 ejemplares de la familia Formicidae. Con los muestreos directos de 2008 (en los que no se ha tenido en cuenta el número de individuos) se añadieron nuevas especies, elevando las especies conocidas en estos brezales a 30, con un claro dominio de los géneros *Formica*, *Lasius* y *Myrmica*.

En 2004, mediante trampas de caída, se capturaron 5744 individuos pertenecientes a 24 especies (Tabla 1), representando el 55% de los himenópteros capturados y el 10,6% del total de artrópodos (Cuesta-Segura, 2016). Además, seis especies: *Lasius distinguendus*, *L. fuliginosus*, *L. jensi*, *L. meridionalis*, *L. mixtus* y *Teleutomyrmex schneideri*, estuvieron representadas únicamente mediante unos pocos sexados (Tabla 1). Mediante el vareo de la vegetación, se capturaron 413 individuos de 13 especies (Tabla 1), que representaron el 45% de los himenópteros y el 1,3% del total de artrópodos capturados con este sistema de muestreo (Cuesta-Segura, 2016).

A nivel de especie y teniendo en cuenta ambos tipos de muestreo, *Formica sanguinea*, *Tetramorium alpestre/impurum* y *F. lemani* fueron las más abundantes (Tabla 1). Sin embargo, dos de estas especies quedaron excluidas del grupo de nueve que estuvieron presentes en las cuatro zonas de brezal: *Formica picea*, *Lasius distinguendus*, *Leptothorax acervorum*, *Myrmica aloba*, *M. ruginodis*, *M. scabrinodis*, *M. wesmaeli*, *Temnothorax tuberculatus* y *Tetramorium alpestre/impurum*.

A nivel de comunidad, se observaron patrones consistentes y opuestos para la abundancia total de formícidos en ambos métodos de muestreo (Figs. 1 y 2). Mediante trampas de caída, la abundancia total fue descendiendo a lo largo del periodo de muestreo, con mínimos para cada zona durante la primera quincena de agosto (Fig.

1), aunque en la zona de VG este descenso no fue tan marcado. Por el contrario, mediante el vareo de la vegetación, los valores de abundancia fueron aumentando progresivamente hasta su máximo durante el último vareo (15 agosto); este patrón se repite de forma clara para las zonas de SI, RP1 y VG, mientras que la zona RP2 no siguió ningún patrón (Fig. 2).

En los muestreos de 2005, 2006 y 2007, se capturaron mediante trampeo un total de 4984, 3607 y 2357 formícidos respectivamente, que se contabilizaron únicamente como abundancia a nivel de familia. La respuesta de la familia Formicidae a los tratamientos experimentales mostró unos patrones claros (Fig. 3). El fuego, fue el factor más influyente (tratamientos de quema y quema más fertilización) disparando la abundancia durante el primer año tras el fuego y disminuyendo esta progresivamente en 2006 y 2007 para todas las zonas (Fig. 3), llegando a abundancias inferiores a las del control en 2007 en la parcela quemada de RP2 y en las parcelas quemadas y fertilizadas de SI y RP2. La fertilización experimental se vio enmascarada, como hemos visto, cuando se combinó con el fuego; pero aplicada de forma individual aumentó ligeramente los valores de abundancia respecto al control, excepto en la zona RP1 durante 2005 y 2006 donde el aumento fue mayor y en la zona SI en 2007, donde se registró una disminución considerable de la abundancia (Fig. 3).

Los muestreos directos de 2008, añadieron al listado a *Myrmica sabuleti*, *Myrmica xavieri* y *Temnothorax pardoii*. Además, se asociaron un par de especies parásitas con sus respectivos hospedadores: *Formica sanguinea* con *F. lemani* y *Teleutomyrmex schneideri* con *Tetramorium impurum* (Cuesta et al., 2009a), pero ver la entrada de *Teleutomyrmex* en el listado de especies.

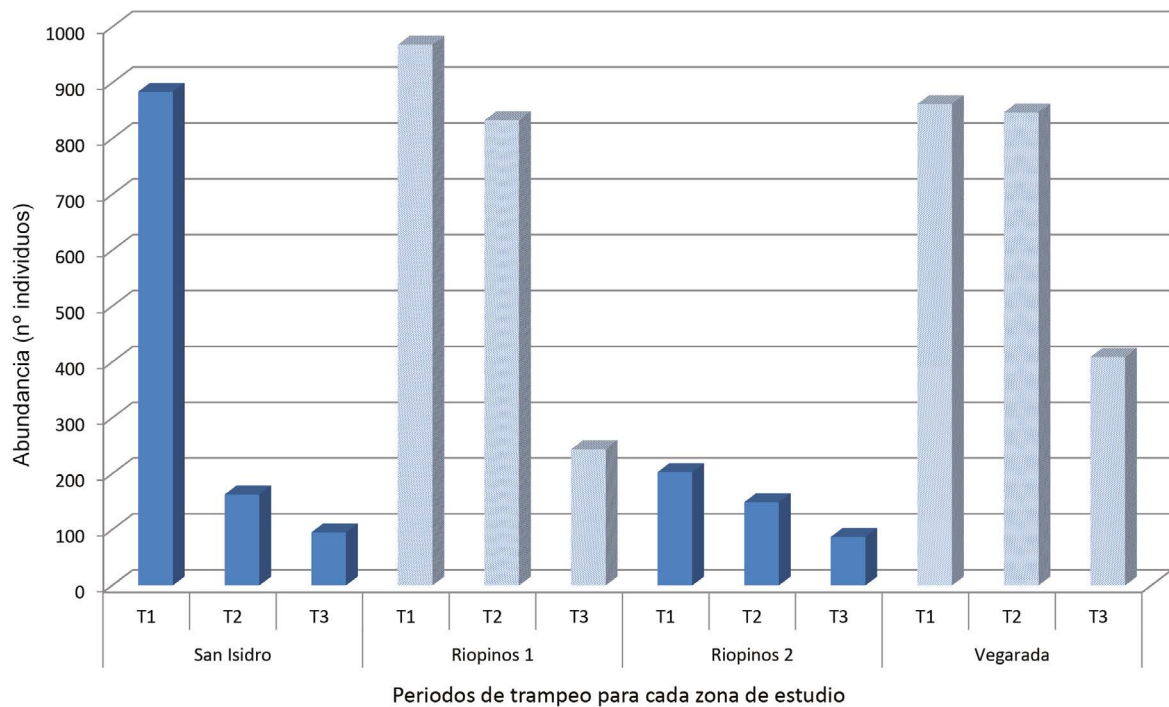


Figura 1. Sumatorio de la abundancia (n° individuos) de las 48 trampas de caída para cada periodo (T1= primera quincena de julio; T2= segunda quincena de julio; T3= primera quincena de agosto) y zona de muestreo en el 2004.

Figure 1. Sum of the abundance (number of individuals) of the 48 pitfall traps for each period (T1 = first half of July, T2 = second half of July, T3 = first half of August) and sampling area in 2004.

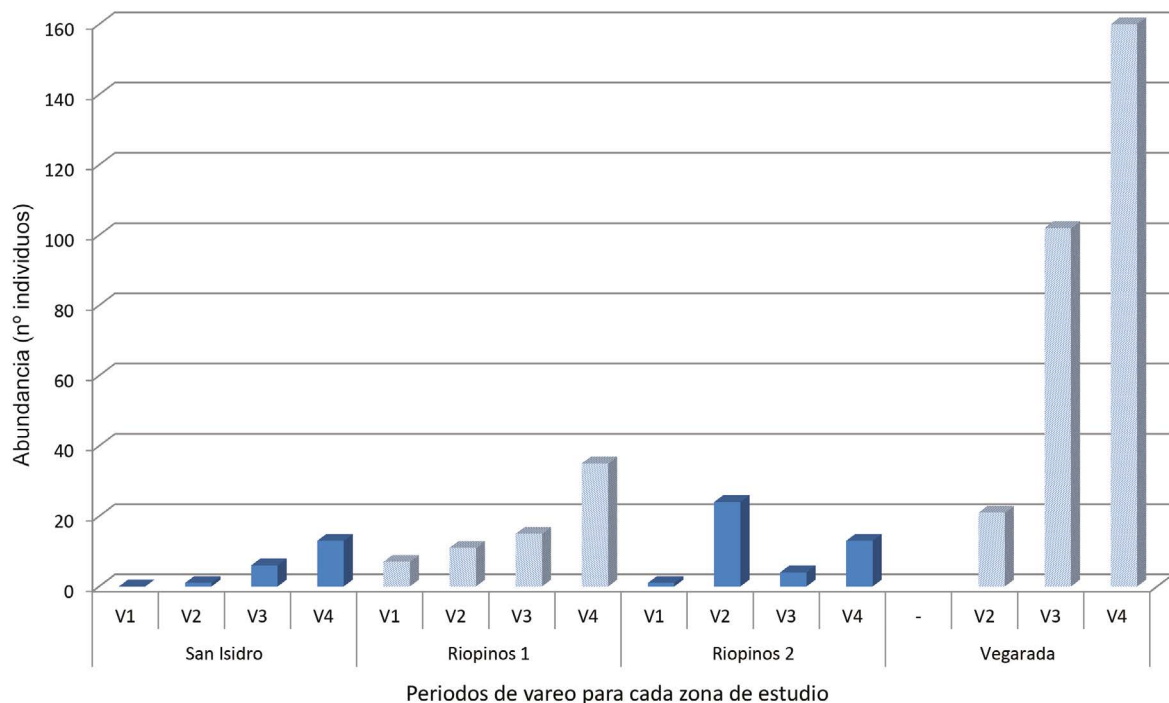


Figura 2. Sumatorio de la abundancia (n° individuos) de los tres vareos de vegetación para cada periodo (V1= primeros de julio; V2= mediados de julio; V3= primeros de agosto; V4= mediados de agosto) y zona de muestreo en el 2004.

Figure 2. Sum of the abundance (number of individuals) of the three beatings for each period (V1 = first of July, V2 = mid-July, V3 = first of August, V4 = mid-August) and sampling area in 2004.

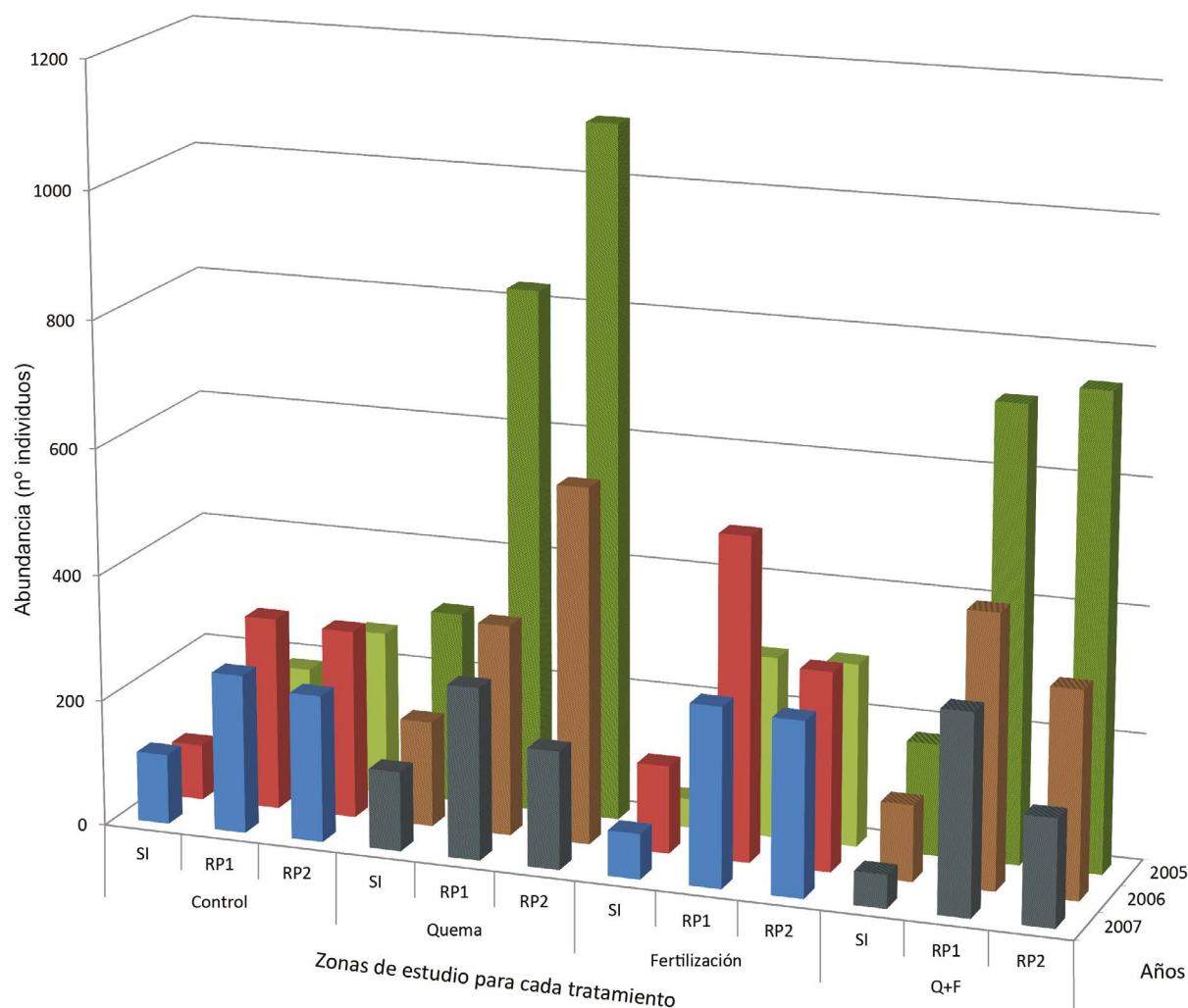


Figura 3. Abundancia total de hormigas (nº individuos) para cada zona (SI, RP1 y RP2) por tratamiento y año.

Figure 3. Total abundance of ants (number of individuals) for each zone (SI, RP1 and RP2) per treatment per year.

Listado comentado de las especies de formícidos presentes en los brezales de *Calluna vulgaris* cantábricos:

***Formica exsecta* Nylander, 1846**

De distribución paleártica, en la península se localiza en sistemas montañosos de la mitad norte. Pertenece al subgénero *Coptoformica*, de parásitas fundacionales y constructoras de nidos en domo con materia vegetal que cortan ellas mismas. Debido a la estructura de sus nidos y a su inferior población respecto a las del subgénero *Formica*, no pueden generar calor en sus nidos, por lo que su dependencia de la insolación directa es importante (Seifert, 2000).

***Formica fusca* Linnaeus, 1758**

De distribución holártica, es una especie abundante en el norte de la península. Durante los muestreos manuales sólo apareció una obrera en los brezales, pero en la zona de Vegarada, esta especie es la más abundante en los prados de diente adyacentes al brezal, zona en la que fue abundante mediante vareo. Posiblemente en cotas más bajas sea más frecuente, sustituyendo a *F. lemani*. Anida en el suelo, con nidos pequeños y comportamiento forrajeador tímido (Collingwood, 1979; Czechowski et al., 2002).

***Formica lemani* Bondroit, 1917**

De distribución boreoalpina, en la península se encuentra en altitud. Citada en el área de estudio por Espadaler y Cuesta (2006) y Cuesta-Segura *et al.* (2012). En agosto de 2008 se encontró con machos. De hábitos parecidos a *F. fusca*, pero con nidos más grandes y colonias frecuentemente poliginicas (Collingwood, 1979; Czechowski *et al.*, 2002).

***Formica picea* Nylander, 1846**

Especie paleártica con pocas citas peninsulares, todas en altitud (Espadaler, 1979; García y Cuesta-Segura, 2017), y normalmente asociada a áreas húmedas o cercanas a riachuelos. En agosto de 2008 se encontraron nidos con machos.

***Formica pratensis* Retzius, 1783**

Paleártica frecuente en la Iberia húmeda, con citas más escasas hacia el sur, restringiéndose entonces a sistemas montañosos. Constructora de nidos en domo en áreas abiertas.

***Formica rufibarbis* Fabricius, 1793**

Ampliamente distribuida por Eurasia y frecuente en las áreas húmedas y frescas de la península. Anida en lugares abiertos y soleados, siendo más agresiva que *F. fusca* (Collingwood, 1979; Czechowski *et al.*, 2002). En agosto de 2008 se encontraron machos en los nidos y una reina desalada.

***Formica sanguinea* Latreille, 1798**

Especie paleártica frecuente en la mitad norte peninsular. Anida en el suelo, habitualmente bajo grandes piedras y es una especie dominante. En ocasiones se encuentran acúmulos poco organizados de materia vegetal alrededor del nido, como fue el caso en 2008, donde se encontró con machos. En el área de estudio ya había sido citada por Espadaler y Cuesta (2006) y Cuesta-Segura *et al.* (2012). Es una especie dulótica facultativa sobre diversas especies del subgénero *Serviformica* (Collingwood, 1979; Czechowski *et al.*, 2002). En los brezales se encontró parasitando a *F. lemani*.

***Lasius distinguendus* (Emery, 1916)**

Se trata de una especie paleártica que pertenece al subgénero *Chthonolasius* de parásitas temporales sobre otras *Lasius*, del grupo de *L. niger* (Seifert, 1988a). Está representada por reinas, las especies de este subgénero son de actividad endógea y las obreras raramente caen en trampas de caída. En Europa, *L. distinguendus* habita prados xeroterms y parasita a *Lasius alienus* (Förster, 1850) (Seifert, 1988a). En el área de estudio la especie más emparentada con *L. alienus* sería *L. piliferus*.

***Lasius flavus* (Fabricius, 1782)**

Esta especie holártica es de hábitos endogeos, y explota pulgones radicícolas (Collingwood, 1979; Czechowski *et al.*, 2002). Es muy frecuente en ambientes frescos y húmedos, aunque su presencia no suele ser detectada en trampas de caída al no presentar apenas actividad superficial.

***Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798)**

Se encuentra en el paleártico occidental y anida en tocones de árboles. Es una parásita fundacional de *Lasius* del subgénero *Chthonolasius* (Collingwood, 1979; Czechowski *et al.*, 2002). Se encontraron reinas en las trampas de caída. Su presencia en los brezales al no disponer de lugar de anidamiento es dudosa, aunque podría vivir perfectamente en otros hábitats cercanos del mismo valle.

***Lasius grandis* Forel, 1909**

Posiblemente la especie del género más frecuente en la península. Bastante euritópica, anida en el suelo. Citada en el área de estudio por Espadaler y Cuesta (2006) y Cuesta-Segura *et al.* (2012).

***Lasius jensi* Seifert, 1982**

Del subgénero parásito *Chthonolasius*. Especie centroeuropea que en el área de estudio ya había sido citada por Cuesta-Segura *et al.* (2012) como primera cita para la península ibérica. Según Seifert (1988a), es una

habitante de prados xerothermos arcillosos, parásita de *L. alienus*. En el área de estudio la especie más emparentada con *L. alienus* sería *L. piliferus*.

***Lasius meridionalis* (Bondroit, 1919)**

Distribución paleártica. Del subgénero parásito *Chthonolasius*. Habitante típico de brezales arenosos en Centroeuropa según Seifert (1988a), parasitando a *L. alienus*, cuyo pariente más próximo en el área sería *L. piliferus*.

***Lasius mixtus* (Nylander, 1846)**

Especie paleártica. Del subgénero parásito *Chthonolasius*. En Europa central habita zonas abiertas con cierto grado de humedad, parasitando a *Lasius niger* (Linnaeus 1758) (Seifert, 1988a). Las especies más próximas a ese hospedador detectadas en las zonas de estudio serían *L. grandis* o *L. platythorax*.

***Lasius piliferus* Seifert, 1992**

Endémica de Francia y península ibérica, muy frecuente en el norte y los sistemas montañosos del resto de la península. Anida bajo piedras, en lugares abiertos.

***Lasius platythorax* Seifert, 1991**

Distribución europea. Habitante típicamente forestal que anida en la madera, aunque también se puede encontrar en prados húmedos (Seifert, 1992).

***Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793)**

Boreoalpina que en la península se encuentra asociada a altitud. Forma sociedades relativamente pequeñas, viviendo en grietas de rocas, madera muerta o bajo piedras. En el área de estudio ya había sido citada por Espadaler y Cuesta (2006) y Cuesta-Segura et al. (2012), en 2008 se encontró un nido bajo piedra.

***Myrmica aloba* Forel, 1909**

Endemismo ibérico y del sur de Francia (Radchenko y Elmes, 2010), distribuida

desde zonas costeras húmedas en el área mediterránea hasta montañas. En agosto de 2008 se encontró con sexuados.

***Myrmica lobulicornis* Nylander, 1857**

Especie sureuropea asociada a altitud (Radchenko y Elmes, 2010). En el Pirineo habita a cotas superiores que *M. wesmaeli* (Espadaler, 1979). Anida en el suelo.

***Myrmica ruginodis* Nylander, 1846**

Se distribuye por todo el paleártico, habiendo en bosques o prados de altitud. Soporta muy bien las bajas temperaturas (Radchenko y Elmes, 2010). En 2008 apareció bajo piedra cerca de un riachuelo.

***Myrmica sabuleti* Meinert, 1861**

De amplia distribución eurasiática, esta especie es muy similar a *M. spinosior* Santschi, 1931. Para diferenciarlas se ha medido la proporción entre aristas y lóbulos frontales según Radchenko y Elmes (2010). *M. sabuleti* es frecuente en el norte peninsular, mientras que *M. spinosior* lo es más en el resto del territorio.

***Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846**

Está ampliamente distribuida por el paleártico, siendo una especie frecuente en lugares abiertos relativamente húmedos (Radchenko y Elmes, 2010). En agosto de 2008 se encontró con sexuados.

***Myrmica schencki* Viereck, 1903**

Especie paleártica occidental cuyas citas ibéricas, no muy numerosas, se reducen al norte. Anida en lugares abiertos con insolaación (Radchenko y Elmes, 2010).

***Myrmica wesmaeli* Bondroit, 1918**

Endemismo ibérico y del sur de Francia, de sistemas montañosos, en el Pirineo es especialmente frecuente entre 1500 y 1800 m. de altitud (Espadaler, 1979). Suele anidar bajo piedra en lugares abiertos.

***Myrmica xavieri* Radchenko,
Elmes & Savolainen, 2008**

Endemismo ibérico que desde su descripción se ha citado pocas veces. La presente cita confirma su tendencia orófila. Nidos en el suelo, bajo piedra, en la zona del brezal donde había mucho suelo desnudo. Fue la más numerosa mediante muestreo directo cerca de la zona RP1, en agosto de 2008, encontrándose además sexuados en los nidos (Figs. 4, 5, 6 y 7). El grado de poliginia era grande, en algunos nidos superaban ampliamente las 5 reinas desaladas presentes.

***Teleutomyrmex schneideri* Kutter, 1950**

Rarísima parásita temporal de *Tetramorium*, conocida de los Alpes, Asia Central, Pirineos, y esta localidad de la cordillera cantábrica, de donde se citó por primera vez para la península por Espadaler y Cuesta (2006). En 2008, *Teleutomyrmex* se localizó en el área de estudio en un nido que contaba con reinas y machos (Figs. 8 y 9) (Cuesta et al., 2009a). No presenta obreras, y tanto reinas como machos son alados y de tamaño pequeño, como una obrera de las *Tetramorium* hospedadoras. Una vez fecundadas, las reinas se vuelven fisogástricas y se disponen



Figura 4. Reina de *Myrmica xavieri*, vista lateral.
Figure 4. *Myrmica xavieri* queen, lateral view.



Figura 5. Macho de *Myrmica xavieri*, vista lateral.
Figure 5. *Myrmica xavieri* male, lateral view.



Figure 6. Obrera de *Myrmica xavieri*, vista lateral.
Figure 6. *Myrmica xavieri* worker, lateral view.



Figura 7. Cabeza de obrera de *Myrmica xavieri*, vista frontal.
Figure 7. Head of *Myrmica xavieri* worker, frontal view.



Figura 8. Reina de *Teleutomyrmex schneideri*, vista lateral.

Figure 8. *Teleutomyrmex schneideri* queen, lateral view.



Figura 9. Macho de *Teleutomyrmex schneideri*, vista lateral

Figure 9. *Teleutomyrmex schneideri* male, lateral view.

sobre la reina hospedadora el resto de su vida. Antes de la descripción de *T. alpestre*, *Teleutomyrmex* se asoció con *T. impurum*, a partir de machos que emergieron del material recogido (Cuesta et al., 2009a), pero véase el comentario sobre el par *T. alpestre/impurum* del último párrafo en material y métodos.

***Temnothorax pardo* (Tinaut, 1987)**

Conocida de Francia, Marruecos y península ibérica, ampliamente distribuida, habita en grietas de las rocas y en ocasiones también de la madera.

***Temnothorax tuberum* (Fabricius, 1775)**

Paleártica occidental, en la península está presente en altitud. Citada en el área de estudio por Espadaler y Cuesta (2006) y Cuesta-Segura et al. (2012). En agosto de 2008 se encontraron sexados en sus nidos. Además esta población tenía un grado alto de poliginia, con muchos nidos con 4 o más reinas. Anida en grietas de las rocas.

***Tetramorium alpestre* Steiner, Schlick-Steiner & Seifert, 2010**

Especie sureuropea, conocida en la península de unas pocas localidades del Pirineo, sistema ibérico y sistema central (Wagner et al., 2017), en el área había sido citada,

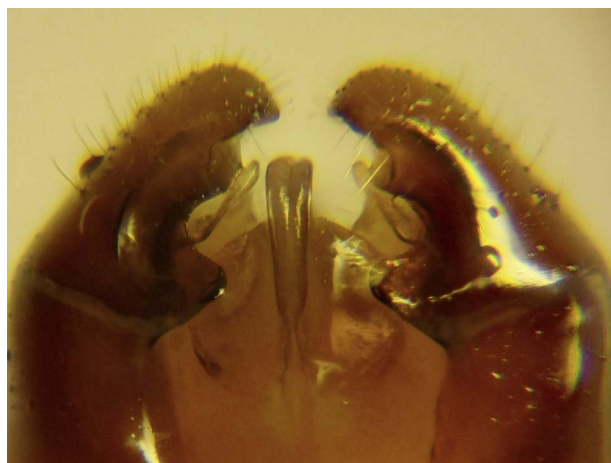


Figura 10. Genitalia del macho de *Tetramorium alpestre*, vista dorsal.

Figure 10. *Tetramorium alpestre* male genitalia, dorsal view.

como *T. alpestre* cfr por Espadaler y Gómez (2014). Pertenece al grupo de *T. caespitum* (Linnaeus, 1758) y está asociada siempre a altitud. En el área se encontraron reinas y machos, con cuya genitalia se pudo determinar la especie (Fig. 10); además las reinas son más pequeñas que en otras especies del grupo (longitud del mesosoma= 2,105 mm. (n= 5). Anidaba en el suelo, bajo piedras.

***Tetramorium impurum* (Förster, 1850)**

Pertenece, al igual que *T. alpestre*, al grupo de especies de *T. caespitum* y es reconocible, en cierto grado, por la morfología

de la genitalia del macho, siendo difícil diferenciarlas por la morfología de las obreras o reinas (Wagner et al., 2017). Citada en el área de estudio por Cuesta et al. (2009a) y Cuesta-Segura et al. (2012), pero véase el comentario sobre el par *T. alpestre/impurum* del último párrafo en material y métodos.

Discusión

Se citan un total de 30 especies de hormigas capturadas en los brezales de *Calluna* cantábricos mediante trampas de caída, vareo de vegetación y muestreos directos. Es necesario destacar la presencia en estos brezales de dos especies que fueron citadas por primera vez para la península ibérica con material de estas zonas: *Lasius jensi* y *Teleutomyrmex schneideri* (Espadaler y Cuesta, 2006; Cuesta-Segura et al., 2012). Además, otras especies de descripción reciente y de distribución escasamente conocida en la península están presentes en estos brezales: *Myrmica xavieri* y *Tetramorium alpestre*. Por otra parte, la cita de *Lasius meridionalis* representa la primera para la Comunidad Autónoma de Castilla y León, y las de *Formica picea*, *Myrmica lobulicornis*, *M. xavieri* y *Temnothorax pardo* las primeras para la provincia de León.

En relación a las seis especies de las que solo se capturaron sexos, es posible que la mayoría puedan vivir en el brezal, aunque sus obreras sean difíciles de localizar mediante trampas de caída o muestreo directo debido a sus hábitos endógeos. De ellas, la parásita social *Teleutomyrmex schneideri*, que carece de casta obrera, se encontró mediante muestreo directo en los veranos de 2008 (Cuesta et al., 2009a) y 2017 (L.M. Rodríguez Sedano y ADC-S Leg.). La especie que sí descartamos anidando en las zonas de brezal muestreadas es *Lasius fuliginosus*, ya que anida en tocones de árboles, aunque entre las zonas RP1 y RP2 existe un pequeño abedul que cuenta con árboles dispersos en su periferia e incluidos en el brezal, además de haber otros hábitats cercanos adecuados para esta especie en el valle.

En este estudio, el número total de especies capturadas (30 especies) es superior al registrado por Assing (1986) en Alemania (23 especies) o por Brian (1964) en Inglaterra (13 especies) para este mismo hábitat, u otros hábitat similares como los brezales húmedos de Bélgica (28 especies) (Maes et al., 2003). Esto convierte a los brezales de *Calluna* cantábricos en los más diversos que se conocen hasta ahora, a pesar de haber muestreado menor número de zonas, más homogéneas y durante menos tiempo que esos estudios. A favor tenemos que el periodo elegido, aunque breve, parece ser el más idóneo para muestrear hormigas según Maes et al. (2003), que capturaron el 71% de todas las especies registradas durante el año entre el 15 de julio y el 15 de agosto. Y en contra, que el número de especies registradas podría haberse ampliado con un periodo de muestreo mayor en 2004 o si se hubiesen separado e identificado las capturas de 2005, 2006 y 2007 a nivel de especie en lugar de solo contar su abundancia.

A nivel de comunidad, el patrón de descenso de la abundancia en las trampas de caída durante 2004 (Fig. 1), coincide con el descenso de capturas observado en verano en otros brezales europeos (Brian et al., 1965), generalmente asociado a un descenso de actividad por falta de humedad y aumento de las temperaturas. Sin embargo, este patrón es el opuesto en el vareo (Fig. 2), aunque las capturas son mucho menores (Tabla 1). El aumento de las hormigas capturadas mediante vareo a medida que avanza el verano, podría explicarse por una mayor intensidad de forrajeo de algunas especies en la parte aérea de la vegetación, buscando la melaza de pulgones y otros homópteros o bien presas abundantes, como pueden ser las ninfas y adultos del mío *Orthotylus ericetorum* (Fallén, 1807) o del ligeido *Kleidocerys ericae* (Horváth, 1908), ambos monófagos de *Calluna vulgaris* y muy abundantes en los brezales (representaron el 25% de todos los artrópodos capturados mediante vareo) o las larvas y adultos

del crisomélido, también monófago de *Calluna*, *Lochmaea suturalis* (Thomson, 1866) (5% de la abundancia total mediante vareo) (Cuesta-Segura, 2016). Especialmente marcado es el aumento en la zona de VG, que se debe principalmente a dos especies: *Formica fusca* [Vareo 2 (0 ejemplares); V3 (0); V4 (55)] y *F. picea* [V2 (18); V3 (45); V4 (84)]. En esta zona (VG), *F. fusca* es una especie muy abundante en los prados de diente que orlan los arroyos y que contactan con el brezal, al que entra claramente durante el vareo 4, posiblemente a forrajear por alguno de los motivos comentados anteriormente.

De la comunidad de formícidos, destacan claramente los géneros *Formica* (7 especies), *Lasius* (9) y *Myrmica* (8), teniendo la mayor parte de las especies encontradas de estos géneros, una distribución boreoalpina o eurosiberiana (Janicki et al., 2016), aunque dada la situación climática y biogeográfica del área de estudio, no resulta sorprendente el hecho de que sean precisamente estos los géneros que más representantes tienen también en el centro y norte de Europa en general y los que dominan en el resto de brezales europeos en particular (Brian, 1964; Assing, 1986; Webb, 1990; Maes et al., 2003). El género *Tetramorium* también está representado siempre en los brezales europeos, aunque por una sola especie, *T. caespitum* (Linnaeus, 1758) (Brian, 1964, 1976; Brian et al., 1965, 1966; Assing, 1986, 1989; Webb, 1986, 1990; Elmes, 1971; Maes et al., 2003). Esta especie, es la única hormiga de los brezales que acumula y se alimenta de las pequeñas semillas de *Calluna* y otras ericáceas, además de depredar otros insectos (Brian et al., 1965; Webb, 1986) y puede llegar a ser dominante en las fases maduras del brezal (Webb, 1986), cuando la producción de semillas de *Calluna* puede llegar a un millón por metro cuadrado y año (Gimingham, 1960). En los brezales cantábricos aparecen dos especies diferentes (*T. alpestre* y *T. impurum*), también del grupo *caespitum*. Hemos podido comprobar que el par considerado *T.*

alpestre / *impurum* también almacena semillas de *Calluna*, ya que se encontraron en varios nidos cámaras repletas de ellas. Debido a las recientes actualizaciones en taxonomía del grupo *caespitum* (Wagner et al., 2017) quizá deberían revisarse algunas de las identificaciones de los ejemplares que aparecen en los brezales europeos, aunque *T. caespitum* parece ser la especie más probable según los mapas de distribución aportados por Wagner et al. (2017).

En cuanto a la respuesta de la abundancia de la familia formicidae a los tratamientos experimentales, el descenso de la abundancia total a lo largo de los años (2005, 2006 y 2007) es un reflejo de lo ocurrido en las parcelas quemadas (Q y Q+F), ya que su abundancia aumentó considerablemente tras el fuego y fue bajando durante los tres años a los niveles de la control (Fig. 3). En la interpretación de estos resultados, hay que tener en cuenta que el mayor número de individuos capturados en las parcelas quemadas en parte puede deberse al incremento de la actividad/movilidad de algunas especies en dichas parcelas, que es detectado por las trampas de caída (Southwood y Henderson, 2000; Maes et al., 2003; Ausden y Drake, 2006). Esta mayor actividad, probablemente responde, a la ausencia de cobertura vegetal y al alto porcentaje de suelo descubierto de las parcelas quemadas (Cuesta et al., 2009b), que favorecen el desplazamiento libre de obstáculos. Aunque por otro lado, el previsible aumento de temperatura a nivel de suelo provocado por la tonalidad negra que aportan las cenizas y restos vegetales en dichas parcelas, puede afectar de forma diferente a las hormigas, ya que especies como *Formica fusca* y *Tetramorium caespitum* demostraron ser mucho más resistentes al calor en brezales británicos que varias especies de *Lasius* tras el fuego (Brian et al., 1965).

El tamaño relativamente pequeño de nuestras parcelas experimentales y el hecho de estar rodeadas por brezal no quemado, también puede facilitar la entrada de

hormigas forrageadoras a las zonas quemadas: 1) por una previsible mayor accesibilidad al banco de semillas del suelo tras desaparecer la vegetación, que beneficiaría a las especies de *Tetramorium*. En brezales británicos, se observó un aumento en la abundancia de *T. caespitum* en los diez primeros años tras el fuego, pasando a ser la especie más abundante (Brian et al., 1976). Sin embargo, durante 2006 y 2007 observamos un descenso de la abundancia que podría responder a una disminución en la disponibilidad del número de semillas tras varios meses después de la quema (Harrington y Driver, 1995), debida, por un lado, a que muchos otros taxones también se alimentan de semillas (por ejemplo algunos carábidos), y, por otro, a la germinación (Cuesta et al., 2009b). En el caso de los brezales estudiados, la recuperación de la vegetación es lenta, ya que en el año 2007 todavía existía un 88% de suelo descubierto (Cuesta et al., 2009b), y *Calluna vulgaris*, la especie dominante, necesita más de diez años para alcanzar el 50% de cobertura en el área de estudio (Calvo et al., 2002); y 2) por un aumento de las posibles presas, ya que para otros grupos de artrópodos, también existe un incremento en el número de individuos tras la quema, tanto en nuestros brezales (Cuesta et al., 2009b; Cuesta-Segura, datos no publicados), como en otros tipos de hábitat (Warren et al., 1987). Sin embargo, sin una identificación a nivel de especie, poco más podemos hacer que plantear los anteriores como algunos de los factores que pueden haber influenciado a los formícidos durante los tratamientos.

Del listado completo de especies, en la península ibérica ocho de ellas están asociadas a altitud: *Formica lemani*, *F. picea*, *Leptothorax acervorum*, *Myrmica lobulicornis*, *M. wesmaeli*, *M. xavieri*, *Teleutomyrmex scheneideri* y *Tetramorium alpestre*. Otras cinco especies se consideran endemismos ibéricos o casi ibéricos (ver comentarios en el listado): *Lasius piliferus*, *Myrmica aloba*, *M. wesmaeli*, *M. xavieri* y *Temnothorax par-*

doi, siendo aquellas no asociadas a altitud, frecuentes en los ambientes eurosiberianos del norte peninsular. También hubo especies con algún grado de protección, así, en la lista roja de la IUCN aparecen *F. pratensis* con «riesgo bajo/casi amenazada» y *T. scheneideri* como «vulnerable-D2» (Social Insects Specialist Group, 1996a, 1996b). A nivel nacional, en el Atlas y Libro rojo de los Invertebrados amenazados de España aparecen *F. pratensis* y *M. schenki*, ambas como «datos insuficientes» (Verdú et al., 2011).

Hay que destacar el número de parásitas sociales encontradas en los brezales cantábricos, ya que esas ocho especies (*Formica exsecta*, *F. sanguinea*, *Lasius fuliginosus*, *Teleutomyrmex schneideri* y cuatro especies del subgénero *Chthonolasius*: *Lasius distinguendus*, *L. jensi*, *L. meridionalis* y *L. mixtus*) representan un 26,7% del total de especies, un porcentaje muy elevado si lo comparamos con el 19% encontrado en Francia (Casevitz-Weurlersse y Galkowski, 2009), el 18% en la provincia de Burgos (García y Cuesta-Segura, 2017) o el 13% para la totalidad de la península (Gómez y Espadaler, 2007). Una buena representación de parásitas sociales, se ha ligado a un alto nivel de conservación del hábitat, ya que precisan de poblaciones densas del hospedador para subsistir (Espadaler et al., 2010).

Por todos los motivos expuestos en el presente trabajo y en otros sobre esta área de estudio (Espadaler y Cuesta, 2006; Cuesta-Segura et al., 2012; Cuesta-Segura, 2016), se insta a las autoridades a proporcionar algún tipo de protección para estos brezales y promover una gestión adecuada que favorezca su conservación y la de la importante biodiversidad que albergan.

Agradecimientos

El primer autor quiere mostrar su gratitud a todas aquellas personas que de alguna manera ayudaron y/o acompañaron en el trabajo de campo de su tesis doctoral. A sus directores y a la Universidad de León por la beca de doctorado.

Agradecemos a L.M. Rodríguez Sedano su compañía en la jornada de campo de este último verano y a M.P. Vasquez Cervantes su revisión al resumen en inglés. La mayoría de los muestreos se realizaron en el marco de los proyectos REN2003-05432/GLO del Ministerio de Ciencia y Tecnología y LE039A05 de la Junta de Castilla y León, a quien también agradecemos los permisos de captura.

Bibliografía

- AERTS, R.; HEIL, G.W. 1993. Heathlands. Patterns and Processes in a Changing Environment. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 223 pp.
- ASSING, V. 1986. Distribution, densities and activity patterns of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of *Calluna* heathlands in Northwestern Germany. *Entomologia Generalis*, 11 (3/4): 183-190.
- ASSING, V. 1989. The ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of North-West German *Calluna* heathlands. *Drosera*, 89: 49-62.
- AUSDEN, M.; DRAKE, M. 2006. Invertebrates. En: Sutherland, W. J. (ed.), *Ecological Census Techniques, a handbook*. Segunda edición. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 214-249.
- BERDOWSKI, J.J.M.; SIEPEL, H. 1988. Vegetative regeneration of *Calluna vulgaris* at different ages and fertilizer levels. *Biological Conservation*, 46: 85-93.
- BOBBINK, R. 1991. Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *Journal of Applied Ecology*, 28: 28-41.
- BRIAN, M.V. 1964. Ant distribution in a Southern English heath. *Journal of Animal Ecology*, 33 (3): 451-461.
- BRIAN, M.V.; HIBBLE, J.; STRADLING, D.J. 1965. Ant pattern and density in a Southern English heath. *Journal of Animal Ecology*, 34 (3): 545-555.
- BRIAN, M.V.; HIBBLE, J.; KELLY, A.F. 1966. The dispersion of ant species in a Southern English heath. *Journal of Animal Ecology*, 35 (2): 281-290.
- BRIAN, M.V.; MOUNTFORD, M.D.; ABBOTT, A.; VINCENT, S. 1976. The changes in ant species distribution during ten years post-fire regeneration of a heath. *Journal of Animal Ecology*, 45 (1): 115-133.
- CALVO, L.; TÁRREGA, R.; LUIS, E. 2002. Regeneration patterns in a *Calluna vulgaris* heathland in the Cantabrian mountains (NW Spain): effects of burning, cutting and ploughing. *Acta Oecologica*, 23: 81-90.
- CASEVITZ-WEULERSSE, J.; GALKOWSKI, C. 2009. Liste actualisée des Fourmis de France (Hymenoptera, Formicidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 114 (4): 475-510.
- COLLINGWOOD, C.A. 1978. A provisional list of Iberian Formicidae with a key to the worker caste (Hym. Aculeata). *EOS. Revista Española de Entomología*, 52: 65-95.
- COLLINGWOOD, C. A. 1979. Fauna Entomologica Scandinava. 8. The Formicidae (Hymenoptera) of Fennoscandia and Denmark. Scandinavian Science Press Ltd. Klampenborg: 174 pp.
- CUESTA-SEGURA, A.D. 2016. Respuesta de las comunidades de artrópodos a las perturbaciones y a los cambios en la estructura de la vegetación en ecosistemas de matorral de la Cordillera Cantábrica. Tesis-Universidad de León. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Área de Zoología. 153 pp.
- CUESTA, D.; GARCÍA, F.; GARCÍA-TEJERO, S.; ESPADALER, X. 2009a. Aportaciones a la biología del *Teleutomyrmex schneideri* Kutter, 1950: primer caso de cría en cautividad. *Iberomyrmex*, 1: 23.
- CUESTA, D.; TABOADA, A.; CALVO, L.; SALGADO, J.M. 2009b. Efectos de la quema como herramienta de gestión en la diversidad de carábidos (Coleoptera, Carabidae) en brezales dominados por *Calluna vulgaris* de la Cordillera Cantábrica. *Actas del 5ª Congreso Forestal Español*. 12 pp.
- CUESTA-SEGURA, D.; GARCÍA, F.; ESPADALER, X. 2012. The westernmost locations of *Lasius jensi* Seifert, 1982: first records in

- the Iberian Peninsula. *Myrmecological news*, 16: 35-38.
- CZECHOWSKI, W.; RADCHENKO, A.; CZECHOWSKA, W. 2002. The ants of Poland. Institute of Zoology, Varsovia. 200 pp.
- DE JONG, Y.; VERBEEK, M.; MICHELSEN, V.; BJØRN, P.; LOS, W.; STEEMAN, F.; BAILLY, N.; BASIRE, C.; CHYLARECKI, P.; STLOUKAL, E.; HAGEDORN, G.; WETZEL, F.; GLÖCKLER, F.; KROUPA, A.; KORB, G.; HOFFMANN, A.; HÄUSER, C.; KOHLBECKER, A.; MÜLLER, A.; GÜNTSCH, A.; STOEV, P.; PENEV, L. 2014. Fauna Europaea – all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal* 2: e4034. doi: 10.3897/BDJ.2.e4034
- ELMES, G.W. 1971. An experimental study on the distribution of heathland ants. *The Journal of Animal Ecology*, 40 (2): 495-499.
- ESCUADERO ALCÁNTARA, A.; OLANO MENDOZA, J.M.; GARCÍA CAMACHO, R.; BARRIEGO HERNÁNDEZ, P.; MOLINA MARTÍN, C.; ARRANZ SANZ, J.A.; MOLINA GARCÍA, J.I.; EZQUERRA BOTICARIO, F.J. 2008. Guía básica para la interpretación de los hábitats de interés comunitario en Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Valladolid. 432 pp.
- ESPADALER, X. 1979. Contribución al conocimiento de los formicidos (Hymenoptera: Formicidae) del Pirineo catalán. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. 193 pp.
- ESPADALER, X.; CUESTA, D. 2006. *Teleutomyrmex schneideri* Kutter, 1950 en España (Hymenoptera: Formicidae). *Graellsia*, 62 (2): 261-262.
- ESPADALER, X.; GÓMEZ, K. 2014. *Tetramorium biskrense* Forel, 1904 en España y Portugal peninsulares (Hymenoptera, Formicidae). *Boletín de la SEA*, 55: 303-305.
- ESPADALER, X.; ROIG, X.; GÓMEZ, K.; GARCÍA, F. 2010. Formigues de les Planes de Son i la Mata de València (Hymenoptera: Formicidae). *Els sistemes naturals de les Planes de Son i Mata de València*. Pp: 609-627. Institució Catalana d'Història Natural, Barcelona, 806 pp.
- EUROPEAN COMMISSION. 1992. Council Directive of 21 May 1992 on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora (92/43/EEC).
- FAGÚNDEZ, J. 2013. Heathlands confronting global change: drivers of biodiversity loss from past to future scenarios. *Annals of Botany*, 111: 151-172.
- GARCÍA, F.; CUESTA-SEGURA, A.D. 2017. Primer catálogo de las hormigas (Hymenoptera formicidae) de la provincia de Burgos (España). *Boletín de la SEA*, 60: 245-258.
- GARCÍA, R.R.; FRASER, M.D.; CELAYA, R.; MENDES FERREIRA, L.M.; GARCÍA, U.; OSORO, K. 2013. Grazing land management and biodiversity in the Atlantic European heathlands: a review. *Agroforestry Systems*, 87: 19-43.
- GARDNER, S.M. 1991. Ground beetle (Coleoptera: Carabidae) communities on upland heath and their association with heathland flora. *Journal of Biogeography*, 18: 281-289.
- GIMINGHAM, C.H. 1960. Biological flora of the British Isles. *Calluna* Salisb. A monotypic genus. *Journal of Ecology*, 48 (2): 455-483.
- GIMINGHAM, C.H. 1972. *Ecology of Heathlands*. Chapman and Hall, London. 266 pp.
- GIMINGHAM, C.H. 1985. Age-related interactions between *Calluna vulgaris* and phytophagous insects. *Oikos*, 44: 12-16.
- GÓMEZ, K.; ESPADALER, X. 2007. www.hormigas.org
- HARRINGTON, G.N.; DRIVER, M.A.; 1995. The effect of fire and ants on the seed-bank of a shrub in a semi-arid grassland. *Australian Journal of Ecology*, 20: 538-547.
- IUSS WORKING GROUP WRB. 2006. World reference base for soil resources 2006. Word Soil Resource reports N° 103. FAO, Rome.
- JANICKI, J.; NARULA, N.; ZIEGLER, M.; GUÉNARD, B.; ECONOMO, E.P. 2016. Visualizing and interacting with large-volume biodiversity data using client-server web-mapping applications: The design and implementation of antmaps.org. *Ecological Informatics*, 32:

- 185-193. www.antmaps.org. Consultado por última vez 21-XI-2017.
- KIRBY, P. 1992. Habitat management for invertebrates: a practical handbook. Royal Society for the Protection of Birds, Sandy. 149 pp.
- LOBO, J.M. 2015. Biodiversidad entomológica Ibérica. Revista IDE@-SEA, 3: 1-8.
- LOIDI, J.; BIURRUN, I.; CAMPOS, J.A.; GARCÍA-MIJANGOS, I.; HERRERA, M. 2010. A biogeographical analysis of the European Atlantic lowland heathlands. Journal of Vegetation Science, 21: 832-842.
- MAES, D.; VAN DYCK, H.; VANREUSEL, W.; CORTENS, J. 2003. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) of Flemish (north Belgium) wet heathlands, a declining habitat in Europe. European Journal of Entomology, 100: 545-555.
- MARCOS, E.; VILLALÓN, C.; CALVO, L.; LUIS-CALABUIG, E. 2009. Short-term effects of experimental burning on soil nutrients in the Cantabrian heathlands. Ecological Engineering, 35: 820-828.
- MARRS, R.H. 1993. An assessment of change in *Calluna* heathlands in Breckland, Eastern England, between 1983 and 1991. Biological Conservation, 65: 133-139.
- MOHAMED, B.F.; GIMINGHAM, C.H. 1970. The morphology of vegetative regeneration in *Calluna vulgaris*. New Phytologist, 69: 743-750.
- ORTUÑO, V.M.; MARTÍNEZ-PÉREZ, F.D. 2011. Diversidad de Artrópodos en España. En: Viejo Montesinos, J.L. (ed.), Biodiversidad. Aproximación a la diversidad botánica y zoológica de España. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 2ª época, 9, pp. 235-284.
- PITCAIRN, C.E.R.; FOWLER, D.; GRACE, J. 1995. Deposition of fixed atmospheric nitrogen and foliar nitrogen content of bryophytes and *Calluna vulgaris* (L.) Hull. Environmental Pollution, 88: 193-205.
- RADCHENKO, A.G.; ELMES, G.W. 2010. Fauna Mundi 3: *Myrmica* ants of the Old World. Natura Optima Dux Foundation. Varsovia. 789pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; GANDULLO, J.M.; ALLUE, J.L.; MONTERO, J.L.; GONZÁLEZ, J.L. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España. ICONA, Madrid.
- RIVERO FERNÁNDEZ, C.; RABAGO JUAN-ARACIL, I.; SOUSA CARRERA, M.; LORENTE IBÁÑEZ, M.; SCHMID, T. 1996. Cálculo y cartografía de cargas críticas para España. Aplicación del modelo SMB. CIEMAT, Madrid.
- SEIFERT, B. 1988a. A revision of the European species of the ant subgenus *Chthonolasius* (Insecta, Hymenoptera, Formicidae). Entomologische Abhandlungen Staatlichen Museum für Tierkunde Dresden, 51: 143-180.
- SEIFERT, B. 1988b. A taxonomic revision of the *Myrmica* species of Europe, Asia Minor, and Caucasia (Hymenoptera, Formicidae). Abhandlungen und berichte des naturkundemuseums Görlitz, 62, 3: 1-75.
- SEIFERT, B. 1992. A taxonomic revision of the palearctic members of the ant subgenus *Lasius* s. str. (Hymenoptera: Formicidae). Abhandlungen und berichte des naturkundemuseums Görlitz, 66 (5): 1-67.
- SEIFERT, B. 2000. A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae). Zoosystema, 22: 517-568.
- SEIFERT, B. 2005. Rank elevation in two European ant species: *Myrmica lobulicornis* Nylander, 1857, stat.n. and *Myrmica spinosior* Santschi, 1931, stat.n. (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecologische Nachrichten, 7: 1-7.
- SEIFERT, B. 2007. Die Ameisen Mittel-und Nordeuropas. Lutra-Verlag. Görlitz/Tauer. 386 pp.
- SOCIAL INSECTS SPECIALIST GROUP. 1996a. *Formica pratensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T41984A10593077. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T41984A10593077.en>. Descargado el 4-XII-2017.

- SOCIAL INSECTS SPECIALIST GROUP. 1996b. *Te-leutomyrmex schneideri*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T21569A9301467.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T21569A9301467.en>.
 Descargado el 4-XII-2017.
- SOUTHWOOD, T.R.E.; HENDERSON, P.A. 2000. Ecological Methods, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford.
- USHER, M.B. 1992. Management and diversity of arthropods in *Calluna* heathland. Biodiversity and Conservation, 1: 63-79.
- VERDÚ, J.R.; NUMA, C.; GALANTE, E. (eds.). 2011. Atlas y Libro rojo de los Invertebrados. Amenazados de España (Especies vulnerables). Volumen I: Artrópodos. Dirección General de Medio Natural y Política. Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y marino, Madrid. 719 pp.
- WAGNER, H.C.; ARTHOFER, W.; SEIFERT, B.; MUSTER, C.; STEINER, F.M.; Schlick-Steiner, B. 2017. Light at the end of the tunnel: Integrative taxonomy delimits cryptic species in the *Tetramorium caespitum* complex (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News, 25: 95-129.
- WARREN, S.D.; Scifres, C.J.; Teel, P.D. 1987. Response of grassland arthropods to burning: a review. Agriculture, Ecosystems and Environment, 19: 105-130.
- WATT, A.S. 1955. Bracken versus heather, a study in plant sociology. Journal of Ecology, 43: 490-506.
- WEBB, N.R. 1986. Heathlands. Collins, London. 223pp.
- WEBB, N.R. 1990. Insects associated with heather. En: Jones, A.W. (ed.), Year Book of the Heather Society 1990. The Heather Society, UK, pp. 14-24.
- WEBB, N.R. 1998. The traditional management of European heathlands. Journal of Applied Ecology, 35: 987-990.
- WOODCOCK, B.A. 2005. Pitfall trapping in ecological studies. En: Leather, S. (ed.), Insect Sampling in Forest Ecosystems. Blackwell Science Ltd, pp. 37-57.