

SIGUIENDO LA PISTA

Efecto de los factores abióticos en los parámetros estructurales de una comunidad de sotobosque de un pinar de repoblación y un robleal

Alba Alonso García¹, Elisa Neila Peruyero², Alba Sanmiguel Vallelado³, Olaia Sobrado Conde⁴

Área de Ecología. Alumnas del tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. Curso 2011/2012.

¹(aalong01@estudiantes.unileon.es), ²(eneilp00@estudiantes.unileon.es),
³(asanmvo0@estudiantes.unileon.es), ⁴(osobrco0@estudiantes.unileon.es)

Trabajo de investigación dirigido y supervisado por la Dra. Leonor Calvo Galán (leonor.calvo@unileon.es)

Comparamos la diversidad y composición de especies del sotobosque en un pinar de repoblación (*Pinus sylvestris*) y un robleal o melojar de *Quercus pyrenaica*. Nuestro principal objetivo fue conocer el efecto de la especie arbórea dominante sobre las características estructurales dentro de nuestra comunidad. Los bosques objeto de estudio tienen las mismas condiciones ambientales; para llevar a cabo el experimento se realizaron catorce muestreos en cada bosque, según un muestreo sistemático a partir de la cobertura lineal. La prueba de disimilaridad y posterior clasificación determinó que ambos sotobosques constituyen una única comunidad, sabiendo que el robleal alberga mayor riqueza de especies; esto último guarda relación con la cantidad de radiación solar que llega al sotobosque.

Los parámetros estructurales (riqueza, diversidad alfa y cobertura media por especies y biotipos) fueron significativamente superiores en el robleal frente al pinar de repoblación. Respecto a este último obtenemos mayor heterogeneidad. No se encontraron diferencias significativas en la uniformidad y diversidad global entre los dos tipos de sotobosque, aunque afectados a diferente nivel por el factor abiótico determinante. Así concluimos que, el efecto del bosque de *Pinus sylvestris* ejerce una influencia más negativa sobre la comunidad de sotobosque que *Quercus pyrenaica*.

Palabras Clave: cobertura, diversidad, índice de superficie foliar, *Pinus sylvestris*, *Quercus pyrenaica*, riqueza, sotobosque.

Introducción

Quercus pyrenaica presenta la parte más significativa de su distribución mundial en la Península Ibérica (Allue et al., 1991). Su corología es debida a tres características propias: su carácter submediterráneo, que le permite soportar la

sequía estival y la continentalidad acusada, su intolerancia a los suelos calizos (salvo circunstancias puntuales) y su gran capacidad para rebrotar de raíz y cepa que le beneficia en zonas con presión por incendios o pastoreo. En León es muy abundante en las estribaciones de la Cordillera Cantábrica y en la zona de los Montes de León, donde domina de 600 a 1600 m (López et al., 2009).

Importantes extensiones de bosques de rebollo se han eliminado para repoblar con pinos, como el *Pinus sylvestris*. En las primeras fases de la repoblación predominan las especies heliófilas pioneras. En las fases sucesivas, el dosel arbóreo se cierra, por lo que progresivamente las especies del sotobosque menos tolerantes a las condiciones de sombra son sustituidas por especies esciófilas. De la mano del hombre se realizan desbroces para eliminar, principalmente las especies herbáceas y de matorral. La finalidad de estas actuaciones es eliminar la competencia sobre las especies principales, además de la disminución del peligro de incendios y el aumento de los pastos (Gil y Torre, 2007).

La vegetación de los estratos inferiores del bosque (sotobosque) constituye la base de las redes alimentarias y el refugio de gran parte de la micro y mesofauna y además, sirve de protección al suelo frente a la erosión. Las características del sotobosque están asociadas a la cobertura del dosel, que regula diversos procesos físicos como la intercepción de las precipitaciones, la exposición al viento y la radiación solar (Quinteros et al., 2010). Este último es el factor abiótico determinante de los cambios en la composición de las comunidades vegetales del sotobosque (Candan et al., 2006). Además la luz es considerada el principal factor limitante de la cobertura vegetal y la riqueza (Barbier et al., 2007). Una mayor riqueza de especies del sotobosque podría deberse a una mayor disponibilidad de luz (Tárrega et al., 2006), es decir, la apertura del dosel arbóreo pone de manifiesto el incremento de especies (Schuman, 2003; Candan et al., 2006). Donde la cubierta del dosel arbóreo es densa, la diversidad del sotobosque disminuye; aumentando la dominancia de algunas especies tolerantes a la sombra (Quinteros et al., 2010).

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la especie arbórea dominante (repoblación de *Pinus sylvestris* o robleal de *Quercus pyrenaica*) sobre las características estructurales de las comunidades del sotobosque. Las repoblaciones de *Pinus sylvestris* son prácticas silviculturales. Estas prácticas generan la apertura del dosel y modifican estos procesos, influyendo sobre la cobertura y la estructura del sotobosque (Quinteros et al., 2010). Por ello una de las principales críticas a la repoblación con coníferas de rápido crecimiento es que presentan, en cuanto a parámetros estructurales, una baja diversidad, tanto horizontal (he-

terogeneidad espacial) como vertical (estratificación); componentes fundamentales de la diversidad del bosque. En algunos estudios (Tárrega et al., 2011) la diversidad de especies de plantas del sotobosque es mayor en los bosques de roble que en los pinares de repoblación. Estos últimos proporcionan sotobosques vasculares menos diversificados que los bosques de hoja ancha (Barbier et al., 2007). A pesar de la relevancia de la estratificación vertical, hay otros factores importantes relacionados con la identidad de las especies arbóreas dominantes que pueden afectar a la vegetación de sotobosque como el índice de superficie foliar (ISF) (Tárrega et al., 2011) que se define como la relación que existe entre la superficie de la hoja por unidad de superficie del suelo.

La hipótesis de partida es que al compararse robledales de *Quercus pyrenaica*, de hoja marcescente, con pinares de repoblación de *Pinus sylvestris*, de hoja perenne, debido a que los primeros poseen un ISF menor, se obtendrá una mayor abundancia y uniformidad de especies (Molles, 2006; Candan et al., 2006). Además, a mayor variabilidad de las condiciones de luz, también aumentará la riqueza de especies (Begon, 1999).

Material y métodos

Área de estudio

El lugar elegido para la realización del estudio, se encuentra en el municipio de Rioseco de Tapia, provincia de León, NW de la Península Ibérica (42° 43' 31"N, 5° 46' 43" W). En este lugar se encuentran las dos comunidades a estudiar: la repoblación de *Pinus sylvestris* (con una superficie de 5179 m²) y un melojar de *Quercus pyrenaica* (con una superficie aproximada de 43000 m²). Las dos se encuentran en la misma zona de estudio, entre el Arroyo del Valle de la Villa (al lado izquierdo del arroyo) y la carretera que une el pinar de Camposagrado y Rioseco de Tapia (LE-460).

El tipo de suelo sobre el que se asientan las comunidades estudiadas es el inceptisol. El perfil de este suelo en la zona concreta se caracteriza por ser suelo franco-arenoso con elementos gruesos y bastante pedregosidad. El contenido en materia orgánica alcanza 2,5 %. El pH está comprendido entre 4,5 y 5. La vocación de este suelo es claramente forestal (Aguado-Jolís, 1973).

Quercus pyrenaica es una especie esencialmente silicícola, que se desarrolla sobre rocas de carácter ácido. *Pinus sylvestris* también se desarrolla sobre estos sustratos, aunque se considera indiferente edáfica (López et al., 2009). El pinar de repoblación está formado por individuos de la especie *Pinus sylvestris*. Al tratarse de un pinar de repoblación la distribución de los pinos es

homogénea, habiendo una distancia vertical entre ellos de 1,80 metros y horizontal de 2 metros. En determinadas zonas, algunos individuos presentaban una altura inferior al resto. No se observaron usos ni modificación antrópica en el mismo. El melojar o robledal se clasificó como un bosque abierto, con algunos claros dispersos. Es un robledal joven, por el bajo porte de muchos de los individuos de *Quercus pyrenaica*.

Muestreo

Se ha usado en este estudio el muestreo de campo, para así luego determinar los parámetros estructurales. Para ello se ha utilizado el método de la cobertura lineal, que se define como la intercepción lineal de la proyección vertical de los individuos sobre una cinta métrica (**Fig. 1**). Se expresa como la relación entre el número de unidades que ocupa la especie y la longitud total considerada. El tipo de muestreo es sistemático esto quiere decir que las unidades de muestreo se distribuyen a intervalos regulares, según un criterio establecido y generalmente a partir de una unidad de muestreo elegido al azar. En estudios similares (Gallego Fernández, 2004; Druckenbroda et al., 2008; Tárrega et al., 2011) se ha utilizado este tipo de muestreo (Mostacedo, 2000).

Los muestreos en el pinar de repoblación se llevaron a cabo la última semana de marzo de 2012. En el caso del robledal en la segunda semana de abril de 2012. Tanto en el pinar de repoblación como en el robledal se tomó una parcela uniforme de 2500 m². En cada una de las parcelas se realizaron un total de 14 réplicas (de 10 metros de longitud cada una), dispuestas en dos filas de 7 réplicas, separadas horizontalmente 5 metros y verticalmente 10 metros. La disposición elegida fue N – S.



Figura 1. Metodología de muestreo empleada -cobertura lineal de las especies presentes en ambos sotobosques- Autor: Olaia Sobrado Conde.

Análisis de datos

Los datos recogidos en el campo se expresaron en forma de coberturas por especie y por inventario, como la relación entre el número de unidades (cm) que cubría cada especie en proyección vertical sobre la cinta y la longitud total de la misma (10 m), en tanto por cien. El cálculo del área mínima se ha realizado mediante un método que consiste en representar el número de especies acumuladas durante el muestreo, de forma que se identifica el tamaño óptimo del tamaño de la muestra cuando no aparecen más especies nuevas aunque se incremente el número de unidades de muestreo. Para establecer si los inventarios pertenecían a la misma comunidad, o por el contrario, cada tipo de inventario constituía una comunidad de sotobosque distinta, se calculó la disimilaridad o distancia euclídea entre ambos tipos de inventario (Piñol y Vilalta, 2006). El software utilizado fue el applet facilitado por Piñol y Vilalta en la versión online de su libro “Ecología con números”. Primeramente se calculó la matriz de disimilaridades, a partir de la cual se obtuvo a posteriori la clasificación jerárquica de los inventarios en forma de dendrograma. Se analizó la cobertura tanto a nivel de especie como a nivel de biotipo. Y con el promedio de los inventarios se obtuvieron los valores medios de cobertura de cada comunidad. Mediante la realización de un diagrama de rango-abundancia por comunidad y su comparación con los modelos teóricos (Begon et al., 1999), fue posible determinar qué tipo de distribución seguía cada una. La riqueza de especies (S = número de especies), como componente de la diversidad, fue calculada en cada inventario, además a nivel de comunidad se determinó la riqueza media y la total. La uniformidad ($J = H' / H'_{\text{máx}}$, siendo $H'_{\text{máx}} = \log_2 S$), como componente de la diversidad, se calculó a nivel de inventario.

A partir del cálculo de los parámetros anteriores, se determinó la diversidad alfa ($H'\alpha$) o diversidad microcósmica aplicando el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver ($H = \sum p_i \cdot \ln p_i$, donde p_i = abundancia la especie i / abundancia total; Shannon y Weaver, 1949) en cada inventario. A partir del Índice de Shannon, la diversidad alfa se expresó como el promedio de las diversidades de los inventarios pertenecientes a esa comunidad; la diversidad gamma ($H'\gamma$) o diversidad macrocósmica como el valor total de diversidad de cada zona de estudio; y la diversidad beta ($H'\beta = H'\gamma - H'\alpha$) o heterogeneidad. El análisis de varianza se realizó para un nivel de significación (P) del 0,05 y con este se determinó si existían diferencias significativas entre ambas comunidades en cuanto a cobertura, riqueza y los valores de diversidad ($H'\alpha$, $H'\gamma$, $H'\beta$). El software empleado fue SPSS Statistics 19.

Resultados

Se comprobó que el tamaño muestral escogido para los muestreos fue el suficiente, tanto para el muestreo realizado en el sotobosque del pinar de repoblación, como en el del robledal (**Fig. 2**), dado que para el tamaño muestral de 14 unidades de muestreo el valor del número de especies acumulado tiende a estabilizarse.

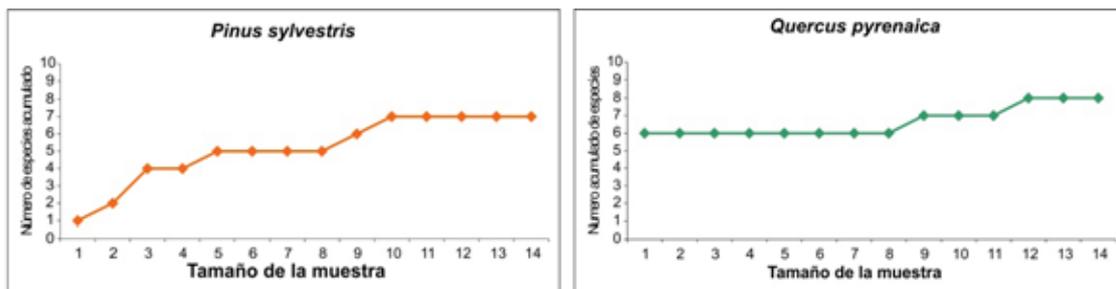


Figura 2. Número acumulado de especies en función del número de unidades de muestreo en sotobosque de pinar de repoblación de *Pinus sylvestris* (sup.) y del robledal de *Quercus pyrenaica* (inf.).

El análisis de disimilaridad y la posterior clasificación de las comunidades consideradas, mostró que ambas áreas de estudio pertenecían en realidad a la misma comunidad de sotobosque (**Fig. 3**). Por tanto, se comprobó que se estaba ante dos grupos diferenciados pertenecientes a una misma comunidad.

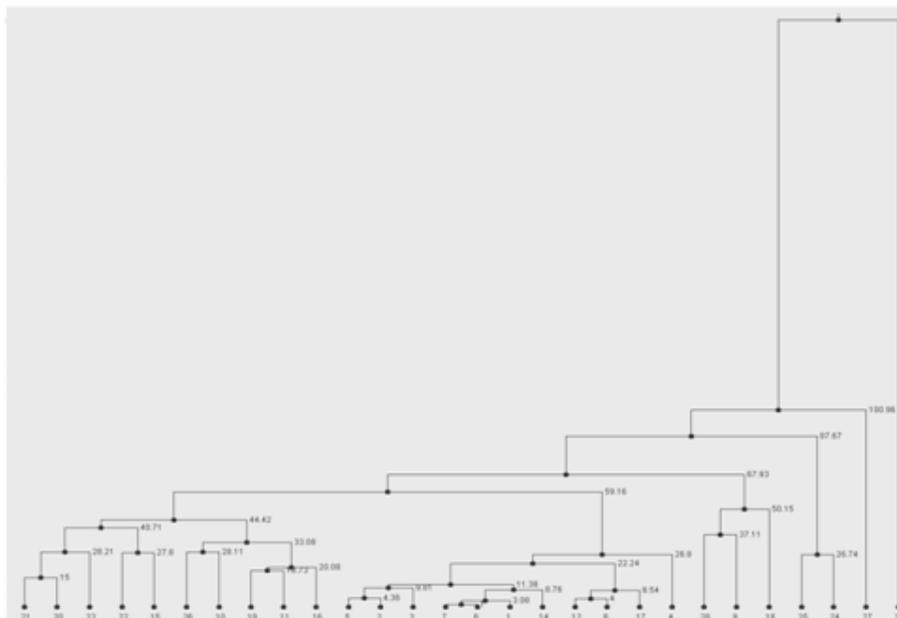


Figura 3. Clasificación jerárquica del total de inventarios realizados en el pinar y en el robledal. Los números del 1 al 14 pertenecen al sotobosque del pinar de repoblación de *Pinus sylvestris*, y los numerados del 15 al 28 son los correspondientes al sotobosque del robledal de *Quercus pyrenaica*.

Los grupos se unen a una distancia de 59,16. El primer grupo se corresponde con los inventarios realizados en el sotobosque del robledal y el segundo grupo con los realizados en el sotobosque del pinar de repoblación. Sin embargo, algunos inventarios pertenecientes tanto a una zona de estudio como a la otra, no siguen ese patrón de clasificación (siguientes cuatro grupos). Las especies vegetales comunes a ambos sotobosques fueron *Festuca sp.*, *Erica arborea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Calluna vulgaris* y *Genista florida*, además de varias especies musgos y líquenes (Musci). Encontramos diferencias significativas en cuanto a su cobertura en *Festuca sp.* (F=5,511; P=0,027), *Erica arborea* (F=13,013; P=0,001), *Arctostaphylos uva-ursi* (F=4,423; P=0,045) y Musci (F=23,768; P=0,000); presentando mayores valores de cobertura de estas el sotobosque de *Quercus pyrenaica*. *Rubis ulmifolius* se presentó exclusivamente en el sotobosque del pinar de repoblación, así como *Salix atrocinerea* y *Pterospartum tridentatum* se encontraron únicamente en el sotobosque del robledal (**Tabla 1**).

ESPECIES	INVENTARIOS														MEDIA	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
AREA DE ESTUDIO #1																
<i>Egletes herbácea spermas</i>																
<i>Festuca sp.</i>	4	1	0	10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1,18	2,75
<i>Egletes arbóreas</i>																
<i>Erica arborea</i>	0	0	0	0	3	0	0	19	41	8	30	23	40	0	11,71	15,75
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0,64	2,41
<i>Calluna vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	18	5	0	0	7	2,50	5,08
<i>Genista florida</i>	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	3	0	19	0	1,93	5,08
<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	8	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,21	6,35
<i>Musci</i>																
<i>Musci</i>	0	10	8	5	13	1	0	11	1	26	50	11	32	5	12,36	14,38
AREA DE ESTUDIO #2																
<i>Egletes herbácea spermas</i>																
<i>Festuca sp.</i>	3	8	8	2	6	2	2	0	0	8	7	5	3	26	5,71	6,51
<i>Egletes arbóreas</i>																
<i>Erica arborea</i>	19	44	20	98	30	21	36	4	51	88	75	26	26	65	43,07	28,46
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	33	0	0	0	15	0	0	17	0	0	17	21	79	0	13,00	21,85
<i>Calluna vulgaris</i>	7	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	14	27	0	4,50	7,52
<i>Genista florida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	23	0	2,79	7,21
<i>Salix atrocinerea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0,86	3,21
<i>Pterospartum tridentatum</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	0,80
<i>Musci</i>																
<i>Musci</i>	58	42	9	16	41	72	72	73	83	91	75	31	76	11	53,57	28,17

Tabla 1. Valores de cobertura (%) de cada especie en cada inventario, valor medio y desviación estándar (SD). (SP = sotobosque del pinar de repoblación de *Pinus sylvestris*, SQ = sotobosque del robledal de *Quercus pyrenaica*).

A través de los diagramas de rango-abundancia (**Fig. 4**) se observa que el sotobosque del robledal presenta mayor riqueza de especies vegetales. Si bien, en ambas comunidades no muestran grandes diferencias en el parámetro uniformidad.

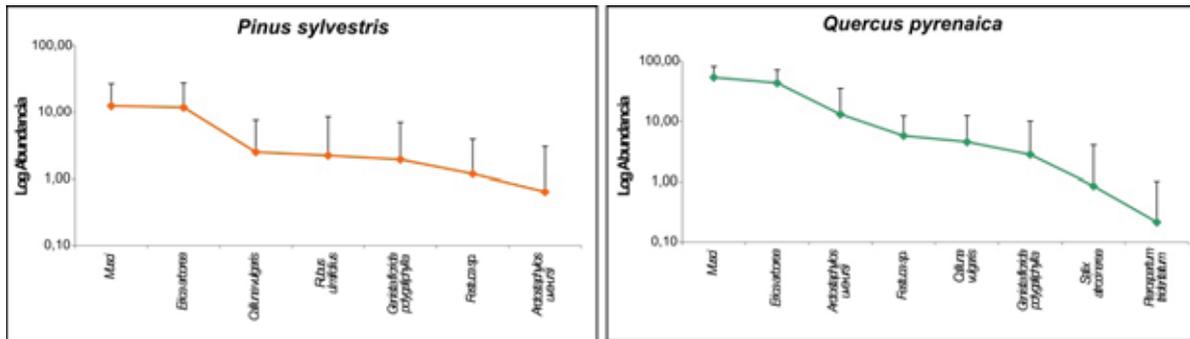


Figura 4. Diagrama rango-abundancia a partir de los valores medios de cobertura de las especies en cada inventario (desviación estandar) en el pinar (*Pinus sylvestris*) y en el robledal (*Quercus pyrenaica*).

En general, la especie que más cobertura presentó en ambos tipos de sotobosque fueron los musgos y líquenes, seguidos de *Erica arborea* (Tabla 1). El resto de las especies presentaron valores de cobertura notablemente más bajos. Ambos tipos de sotobosque presentan una distribución normal logarítmica de sus abundancias. Por ello se puede determinar que en la comunidad general de sotobosque predominan las especies de una abundancia intermedia, que está determinada por muchos factores ecológicos, que se sitúa en un ambiente rico y que el reparto de los recursos existentes es proporcional a la abundancia de cada especie.

El sotobosque del robledal presenta una cobertura media significativamente mayor ($F=36,023$; $P=0,000$) que el sotobosque del pinar de repoblación (Fig. 5).

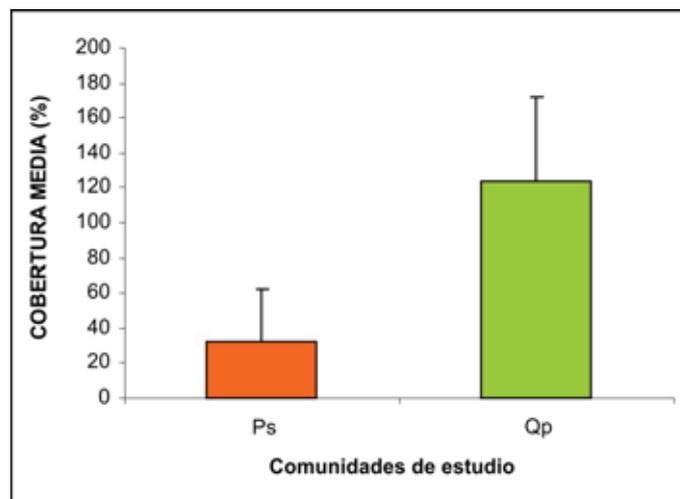


Figura 5. Valor de la cobertura media y desviación estándar de las dos comunidades de estudio Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

El biotipo más abundante es el constituido por los musgos y líquenes, ya que es el que más cobertura media presenta en ambas áreas de estudio; tomando unos valores significativamente mayores en el sotobosque del robleal ($F=23,768$; $P=0,000$). Las especies arbustivas son el siguiente biotipo con mayor cobertura media, tanto en el sotobosque del pinar de repoblación como en el del robleal; siendo los valores de este último significativamente más altos ($F=12,70$; $P=0,00$). El biotipo que menor cobertura media presenta en ambos tipos de sotobosque, es el correspondiente a las especies herbáceas perennes. Este presenta valores significativamente mayores en el sotobosque del robleal que en el del pinar ($F=5,51$, $P=0,00$) (**Fig. 6**).

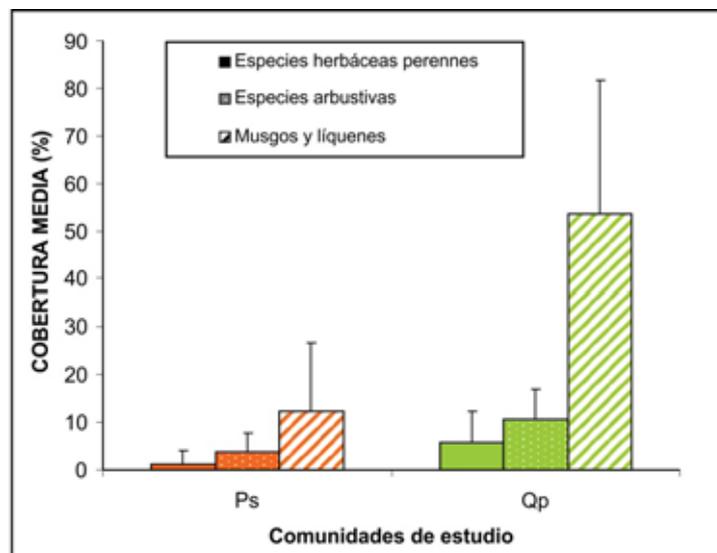


Figura 6. Valores medios y desviación estándar de cobertura por biotipos en las dos comunidades de estudio: Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

El sotobosque del robleal presenta una mayor riqueza total, ya que el número de especies existentes en esa área de estudio (8 especies) fue mayor que las presentes en el sotobosque del pinar de repoblación (7 especies). Más significativa es la diferencia de sus riquezas medias, siendo significativamente mayor la del sotobosque del robleal ($F=9,58$; $P=0,004$) (**Fig. 7**). Las uniformidades de ambos sotobosques no presentan diferencias significativas entre ellos ($F=0,54$; $P=0,47$) (**Fig. 8**). Es decir, no hay una fuerte dominancia en ninguna de las especies. Es reseñable la mayor desviación de los valores de uniformidad de los inventarios pertenecientes al sotobosque del pinar de repoblación.

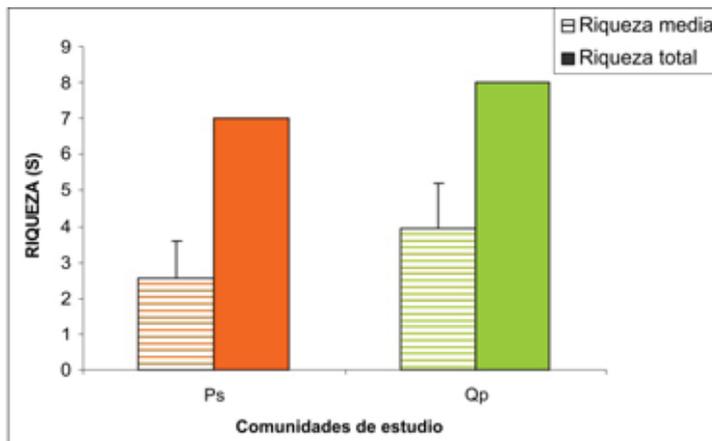


Figura 7. Valor de la riqueza media y riqueza total de las áreas de estudio. Aparece representada la desviación estándar en la riqueza media en las dos comunidades de estudio: Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

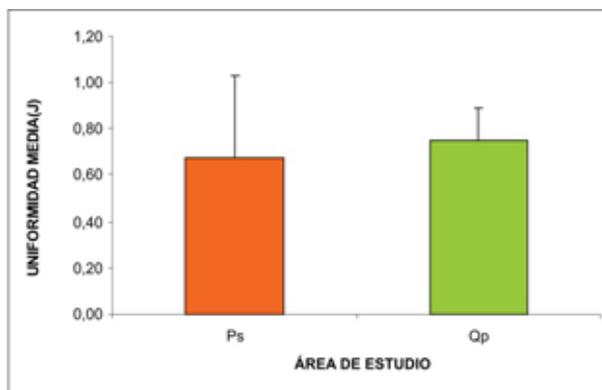


Figura 8. Valor de la uniformidad media y desviación estándar en las dos comunidades de estudio: Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

Los valores de diversidad alfa son mayores en los inventarios pertenecientes al área de estudio del sotobosque del roble que en los inventarios del sotobosque del pinar de repoblación. Por tanto, la diversidad alfa media del sotobosque del roble es significativamente mayor ($F= 5,85$; $P=0,02$) (**Fig. 9**, izda). En cuanto a la diversidad global, no se encontraron diferencias significativas entre ambos sotobosques (**Fig. 9** dcha). Lo mismo ocurre con la heterogeneidad ($H'\beta$), que presentó un valor mayor para el sotobosque del pinar de repoblación que para el del roble (**Fig. 10**).

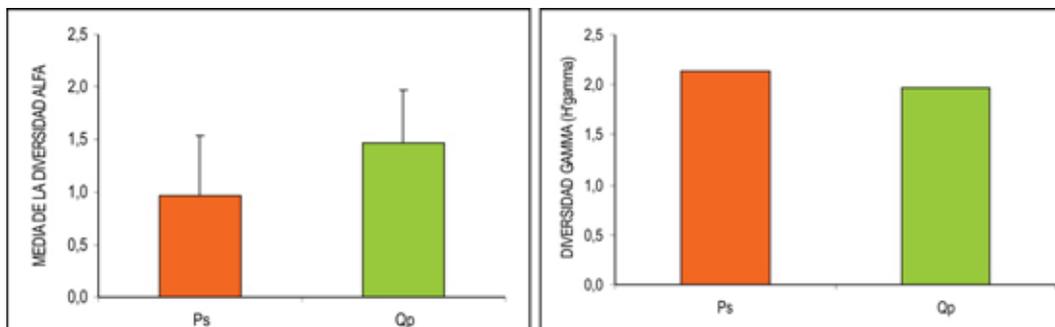


Figura 9. Valor de la diversidad alfa media y desviación estándar (izda) y valor de la diversidad gamma en las dos comunidades de estudio: Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

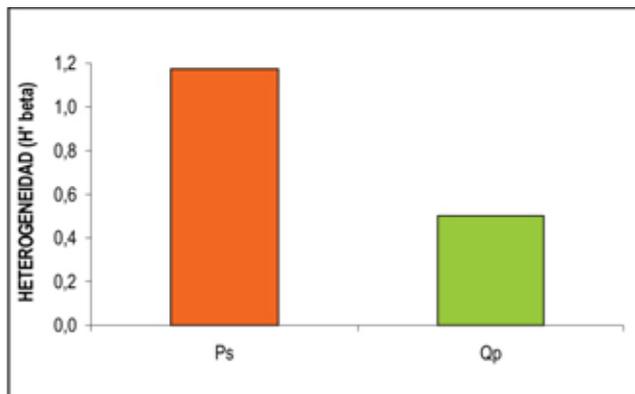


Figura 10. Valor de la heterogeneidad en las dos comunidades de estudio: Ps= *Pinus sylvestris*; Qp= *Quercus pyrenaica*.

Discusión

La especie que forma el dosel arbóreo de un bosque condiciona los factores abióticos que determinan los parámetros estructurales de la comunidad de sotobosque. Cada área de estudio muestreada constituyó un grupo dentro de una misma comunidad de sotobosque albergados bajo dos cubiertas arbóreas diferentes.

La cobertura por especies como la cobertura por biotipos, resultó ser significativamente mayor en el sotobosque del robledal que en el del pinar de repoblación. Los musgos resultaron ser el biotipo más abundante en ambas áreas de estudio. Consideramos que esto es debido a que la comunidad de sotobosque se sitúa en una ladera de umbría, lo que conlleva mayor humedad y predominio de especies esciófilas.

La riqueza del sotobosque del robledal fue mayor que la del pinar de repoblación, de forma más significativa en términos de riqueza media que en riqueza total. Dado que la riqueza de especies del sotobosque es función de la disponibilidad de luz (Tárrega et al., 2006), el dosel arbóreo que presenta el robledal permite una mayor entrada de luz al sotobosque, ya que, parte del año este queda al descubierto (debido a la marcescencia de sus hojas). Esta condición la refleja su menor Índice de Superficie Foliar. Este resultado se ve potenciado porque el robledal era un bosque abierto, ya que la apertura del dosel implica un mayor número de especies en el sotobosque, como han observado otros autores (Shuman et al., 2003).

En cuanto a la uniformidad de ambos grupos de estudio obtuvimos valores no previstos, ya que no presentaron diferencias significativas entre ellos, debido a que comparamos dos sotobosques pertenecientes a la misma comunidad (Tárrega et al., 2006).

Referente a la diversidad alfa media, resultó ser significativamente mayor en el sotobosque de robledal que en el sotobosque del pinar, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Tárrega et al. (2006). Esta idea también es reflejada por Barbier et al. (2008) cuando afirma que las especies de coníferas son menos favorables a la diversidad en el sotobosque que las de hoja caduca. Esta diferencia se debe fundamentalmente a que el dosel arbóreo es menos denso en el primero (Quinteros et al. 2010). Así, coincidiendo con la hipótesis planteada, mayores valores de riqueza y uniformidad en comunidades vegetales, implican mayores valores de diversidad.

El sotobosque del pinar de repoblación resultó ser más heterogéneo a causa de que el equirreparto fue menos uniforme. Este resultado no concuerda con lo establecido por Tárrega et al., (2006) que afirma que a una menor diversidad corresponde una menor heterogeneidad. Sin embargo, otros estudios (Neumann et al., 2001) no han encontrado ninguna relación evidente entre estos dos parámetros.

En resumen, concluimos que la luz es el factor abiótico que determina los parámetros estructurales de la comunidad de sotobosque estudiada, verificándose de este modo la hipótesis de partida. Los valores de riqueza, uniformidad, heterogeneidad y diversidad son más elevados en el sotobosque del robledal que en el sotobosque del pinar de repoblación. Así mismo, el biotipo más representativo en los sotobosques fue el de líquenes y musgos.

Por ello, es fundamental tener en cuenta estos aspectos para la adecuada gestión de este tipo de ecosistemas y de este modo conservar su biodiversidad.

Bibliografía

- Aguado-Jolís I. y colaboración Brigada I del Mapa Agronómico Nacional. 1973. Mapas provinciales de suelos. León. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Allue M. y San Miguel A. 1991. Estructura, evolución y producción de tallares de *Quercus pyrenaica* Wild. en el centro de España. Departamento de Sistemas Forestales. CIT-INIA. Madrid.
- Alonso E., Baretino D., Celis J., Gallego E., García M.E. y De Godos M. 1995. Instituto Tecnológico Geominero de España. Atlas del medio natural de la provincia de León. Diputación de León.
- Barbier S., Gosselin F. y Balandier P. 2008. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—a critical review for temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management*. 254:1-15.
- Begon M., Harper J.R. y Townsend C.R. 1999. Ecología. Individuos, poblaciones y

- comunidades. Ed. Omega. Barcelona. 1172 pp.
- Candan F., Broquen P. y Pellegrini V. 2006. Cambios en el sotobosque asociados al reemplazo de la vegetación natural por *Pinus ponderosa* Dougl. con diferentes manejos (SO de Neuquén, Argentina). *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*. 15:50-65.
- Druckenbrod D. y Virginia D. 2008. Experimental response of understory plants to mechanized disturbance in an oak-pine forest. *Forest Ecological Indicators* 15:181-187.
- Gallego J.B. 2004. Factores que condicionan el espectro de distribución del matorral mediterráneo de la sierra de Grazalema, sur de España. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61:73-80.
- Gil L. y Torre M. 2007. Atlas forestal de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid.
- López Leiva C., Espinosa Rincón J. y Bengoa J. 2009. Mapa de vegetación de Castilla y León. Síntesis 1:400.000. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente.
- López C., Espinosa J., Bengoa J. 2009. Mapa de vegetación de Castilla y León. Síntesis 1:400000. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente.
- Molles C. 2006. Ecología: Conceptos y aplicaciones. 3ª edición. Ed. Mac Graw-Hill. Barcelona.
- Mostacedo B. y Fredericksen T.S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Neumann M. y Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management*. 145:91–106.
- Piñol J. y Martínez-Vilalta J. 2006. Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación. Lynx Editions, Bellaterra. Barcelona.
- Quinteros P., Hansen, N. y Kutschker, A. 2010. Composición y diversidad del sotobosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) en función de la estructura del bosque. *Ecología Austral*. 20:225-234.
- Schumann, M.E., White, A.S. y Witham, J.W. 2003. The effects of harvest created gaps on plant species diversity, composition and abundance in a maine oak-pine forest. *Forest Ecology and Management*. 176: 543-561.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Tárrega, R., Calvo, L., Marcos, E. y Taboada, A. 2006. Forest structure and understory diversity in *Quercus pyrenaica* communities with different human uses and disturbances. *Forest Ecology and Management*. 227:50-58.