



5º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL

# 5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

---

REF.: 5CFE01-223

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

## Determinación de la diversidad específica y del contenido de carbono en el matorral de pinares y robledales del norte de España.

HERRERO, C., BRAVO, F.

Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia. Universidad de Valladolid.

### Resumen

Se ha determinado el contenido de carbono en el matorral en la comarca natural de Páramos y Valles, en el Norte de Palencia. Para ello, se han establecido 12 transectos lineales de 25 m de largo por 1 m de ancho, 9 en pinares de repoblación y 3 en robledales naturales, donde se ha medido la altura y la cobertura de las distintas especies de sotobosque. El índice de Shannon ha informado sobre la biodiversidad existente en cada masa forestal. Muestras de cada una de las especies inventariadas han sido analizadas para cuantificar su contenido de carbono.

En la gestión forestal de los ecosistemas forestales, la información sobre la composición de la diversidad biológica, atendiendo a sus densidades y distribución así como a su capacidad de acumulación de dióxido de carbono, es un aspecto de vital importancia en el momento de cambio climático actual.

**Palabras clave:** sotobosque, fijación de CO<sub>2</sub>, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Quercus pyrenaica*.

### 1. Introducción

El estrato arbustivo y de matorral desempeña un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas forestales mediterráneos (DI CASTRI et al., 1981; NAVARRO y BLANCO, 2006). Diversas funciones como favorecer el mantenimiento de la biodiversidad, reducir el riesgo de erosión, regular la disponibilidad hídrica, proteger el hábitat de comunidades faunísticas o participar en etapas de la sucesión de la vegetación arbórea, hacen que el conocimiento de la dinámica, funcionamiento y composición del sotobosque y del matorral sea considerado clave para desarrollar prescripciones técnicas y selvícolas de gestión de nuestros bosques.

La diversidad específica y su relación con la gestión forestal ha sido estudiada por numerosos autores en el ámbito mediterráneo (NUÑEZ et al., 2003; MONTÈS et al., 2008). Dentro del concepto de diversidad debemos considerar dos factores: la riqueza (o número de especies) y la uniformidad (o equitabilidad, término que analiza en qué medida las especies son abundantes por igual). Una alta uniformidad indica que las especies son iguales o virtualmente iguales en abundancia y por tanto, se equipara con una elevada diversidad (MAGURRAN, 1989). Otros aspectos de las comunidades de matorral también han sido ampliamente abordados como la ecofisiología, estrategias reproductivas y productividad de distintas especies (SHMIDA & WHITTAKER, 1981; TÁRREGA et al., 1995; MADRIGAL et al., 2008), la sucesión post-fuego (CALVO et al., 1998; NUÑEZ et al., 2003), el efecto de la competencia (JÄDERLUND et al., 1996; BRAVO et al., 2001; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ y BRAVO, 2001) o el efecto facilitador del mismo en la supervivencia del regenerado (SHUMWAY, 2000).

Como en otras formaciones vegetales, el estudio de la biomasa o la fitomasa es una variable fundamental en la investigación de la dinámica de los ecosistemas, en el nivel de biodiversidad que sustenta, en el papel que realiza en el ciclo de carbono y en

su sostenibilidad en un contexto de cambio climático (NABUURS & MOHREN, 1995; WARING & RUNNING, 1996). La estimación de la biomasa en los ecosistemas puede ser realizada por métodos directos (destructivos o extractivos) o métodos indirectos (mediante análisis dimensional) (ETIENNE, 1989). El primer método está basado en la recogida y secado de todas las plantas pertenecientes a la unidad de muestreo, mientras que los métodos indirectos consisten en medir diferentes variables morfológicas e introducirlas en modelos matemáticos para determinar directamente la biomasa total. La mayor exactitud de los primeros contrasta con un menor coste en los segundos (URESK et al., 1977). Diversas ecuaciones de fitomasa han sido ajustadas para distintas comunidades de matorral y sotobosque (URESK et al., 1977, ROBLES & PASSERA, 1995; PORTÉ et al., 1997; NAVARRO y BLANCO, 2006). Estas ecuaciones han servido para estimar la cantidad de biomasa y carbono acumulado en distintos grupos de especies arbustivas y de matorral y simular su evolución a lo largo del tiempo.

## 2. Objetivo

Los objetivos de este trabajo son (1) cuantificar parámetros que expresan la biodiversidad (la riqueza específica y caracterización estructural) y (2) determinar el contenido de carbono del sotobosque y matorral de los pinares de repoblación de pino laricio (*Pinus nigra* Arnold.), pino negral (*Pinus pinaster* Ait.) y pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.), así como los robledales naturales de rebollo (*Quercus pyrenaica* Wild.) en la comarca natural de Páramos y Valles (Palencia).

## 3. Metodología

La comarca natural “Páramos y Valles”, constituye el nexo de unión entre las cumbres de la Montaña Palentina y las extensas llanuras de la Tierra de Campos. Ubicada en la zona central de la provincia de Palencia, entre las coordenadas geográficas (42° 18', -4° 55') y (42° 48', -4° 14'), posee una altitud media entre los 800 y 1000 metros. El clima refleja una cierta influencia atlántica y las características propias del área mediterránea (ORIA DE RUEDA et al., 1996). La vegetación natural de esta comarca se puede caracterizar por grandes bosques de roble melojo, junto con alguna encina y quejigos en las zonas de mayor aridez. Debido a las políticas de repoblación iniciadas en los años 60's, diversas repoblaciones de pinares de pino silvestre, negral y laricio, fueron establecidas en la comarca para la regeneración de los suelos y la protección contra la erosión de laderas y cárcavas (ORIA DE RUEDA et al., 1996). En la actualidad, estos pinares han sido intervenidos con clareos y claras, labor que ha propiciado la naturalización de las masas y que ha permitido la obtención de un beneficio económico, así como la apertura de claros en la masa que permiten el crecimiento de gran cantidad de especies arbóreas, arbustivas, de matorral y herbáceas. En los claros y en los bordes de estos pinares se observan con más frecuencia breznas (*Calluna vulgaris* L.), carracinas (*Erica cinerea* L.), graspos (*Erica vagans* L.), o gayubas (*Arctostaphylos uva-ursi* L.) y en los claros y bordes de los robledales se localizan ejemplares típicos de la orla retamoidaea formada por codesos (*Adenocarpus complicatus* L.), hiniestas negras (*Cytisus scoparius* L.), endrinos (*Prunus spinosa* L.), espinos majoletos (*Crataegus monogyna* Jacq.) o rosales silvestres (*Rosa canina* L.), (ORIA DE RUEDA et al., 1996).

Para el estudio de la comunidad arbustiva y de matorral, se instalaron doce transectos de 25 m de largo y 1 m de anchura en los dos ecosistemas considerados en la comarca, pinares de repoblación (n=9 transectos) y robledales naturales (n=3 transectos). Dentro de los pinares de repoblación, se consideró la composición

específica dominante, estableciendo 3 transectos por cada tipo de masa considerado (3 en pinares de *Pinus nigra*, 3 en los de *Pinus pinaster* y 3 en pinares de *Pinus sylvestris*). Estos transectos estaban ubicados 12 masas representativas de la zona que cubrían distintos grados de desarrollo arbóreo y calidad. En estos transectos, mediante el método de cuadrantes contiguos, se estudiaron los patrones de distribución de las especies o su abundancia (DALE, 1999). Para ello, se subdividió el transecto en 25 subparcelas de 1 m<sup>2</sup> donde se tomaron datos de las especies presentes, la altura y el porcentaje de cobertura en proyección vertical respecto al área total del cuadrado (valor que representa la importancia de cada una de las especies presentes. El número de especies muestreadas constituyó la riqueza específica de la zona, clasificada en los distintos transectos, ecosistemas y tipos de masa considerados (pinar de repoblación (pinares de *Pinus nigra*, *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*) y robleal (masas naturales de *Quercus pyrenaica*)).

La caracterización estructural de la comunidad forestal arbustiva se ha realizado mediante el análisis de la diversidad y la uniformidad de los transectos muestreados. El análisis de la biodiversidad se llevó a cabo mediante el cálculo del índice de Shannon, (SHANNON & WEAVER, 1949) que considera que los individuos se muestrean al azar a partir de una población indefinidamente grande y asume que todas las especies están representadas en la muestra. El índice de Shannon se calcula a partir de la siguiente

ecuación 1 [Eq. 1]:  $H' = -\sum_{i=1}^s p_i * \log_2 p_i$  [Eq. 1], donde H'= diversidad, p<sub>i</sub>=proporción

de la especie i en la muestra, s=número de especies.

La uniformidad, definida por PIELOU (1969), fue calculada como la relación entre la diversidad observada y la diversidad máxima, cuya fórmula es [Eq. 2]:

$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$  [Eq. 2], donde J= uniformidad, H'=diversidad observada,

H'max=diversidad máxima posible para las mismas condiciones de riqueza y abundancia total. Cuando el valor de la uniformidad es bajo, próximo a 0, indica la dominancia de una o varias especies, mientras que si tiende a 1, indica que todas las especies son igual de abundantes. Como el Índice de Shannon, la uniformidad fue calculada para cada uno de los transectos y para cada tipo de masa (masas de *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*). Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) para detectar diferencias significativas en los parámetros analizados (Índice de Shannon, Uniformidad, Riqueza y Diversidad máxima) entre los distintos transectos, tipos de masa y los 2 ecosistemas.

Distintos ejemplares de cada una de las especies fueron recolectadas durante el inventario para cuantificar el contenido de carbono. Los ejemplares representativos fueron trasladados al laboratorio donde se secaron hasta peso constante. De estas muestras, se determinó el porcentaje de carbono total mediante calcinación en laboratorio con el método Mufla 550°C (MAPA, 1994). Se ajustó una regresión lineal que relacionaba la biomasa seca de las especies de matorral y el índice volumétrico, índice adimensional que informa sobre el volumen equivalente ocupado por el sotobosque (PORTÉ et al., 1997), con el paquete estadístico SAS 9,1 (SAS INSTITUTE INC, 2008). Mediante esta ecuación y el porcentaje de carbono por especie, fue posible determinar el contenido de carbono total acumulado en los ecosistemas estudiados.



#### 4. Resultados

El estudio llevado a cabo en los transectos longitudinales nos permitió calcular el índice de abundancia, de riqueza y de uniformidad del estrato arbustivo y de matorral de los pinares y robledales presentes en esta comarca.

De los 12 transectos realizados, sólo en dos de ellos, la presencia del matorral fue nula. Estos transectos estaban situados en parcelas de elevada densidad del arbolado. La riqueza de los 10 transectos restantes estuvo formada por un total de 18 especies distintas, con mayor representación de *Calluna vulgaris* y especies del género *Erica* y *Thymus*. El índice de Shannon fue calculado para cada uno de los transectos y osciló entre un valor mínimo de 0,5568 y un valor máximo de 2,4046, ambos obtenidos en masas de *Quercus pyrenaica*. El mayor valor obtenido en los pinares fue de 1,86.

El análisis de la varianza determinó diferencias significativas en la abundancia, riqueza e índice de Shannon ( $p < 0,1$ ), pero no en la uniformidad entre los dos ecosistemas muestreados (pinar de repoblación y robledal). En la figura 1 podemos ver los resultados medios del Índice de Shannon y de la uniformidad en función del tipo de masa considerado. Como se puede observar, el valor más pequeño de uniformidad se presenta en los pinares de *Pinus nigra*, donde pocas especies componen el estrato arbustivo. Estas especies son *Calluna vulgaris*, *Genistella tridentata* y especies del género *Erica*. Los pinares de silvestre y negral presentan un valor de uniformidad muy parecido, mientras que el mayor valor (0,8393) lo presentan los robledales, indicando que las especies son igualmente abundantes. Por otra parte, el índice de Shannon presenta un valor muy pequeño en los pinares de silvestre, siendo además muy parecido al de la uniformidad, debido a la elevada densidad del estrato arbóreo. Finalmente, cabe destacar el mayor valor de diversidad (figura 1) y abundancia (figura 2) encontrado en los robledales en comparación con los pinares. Al tratarse de matas de rebollar de estructura abierta, en las cuales, además, alguna vez se han producido pequeñas perturbaciones (incendios, pastoreo, roturado,...) que han producido colonizaciones de distintas especies con estrategias reproductivas adaptadas a este tipo de circunstancias, el número de especies encontrado fue siempre mayor y en mayor proporción que en los pinares.

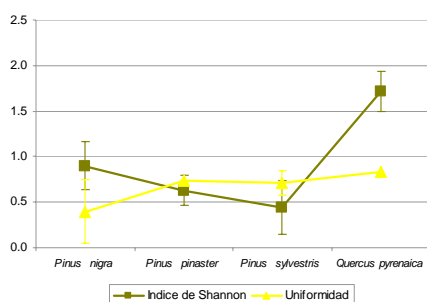


Figura 1: Índice de Shannon y diversidad máxima en los distintos tipos de masa considerados

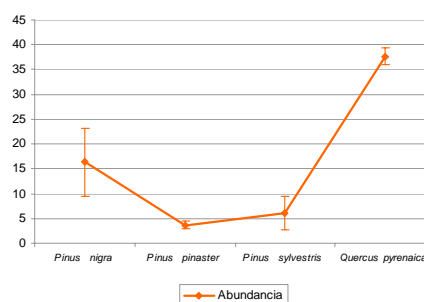


Figura 2: Abundancia de especies encontradas en los distintos tipos de masa

De interés resulta el valor encontrado en las masas de *Pinus nigra*. En uno de los transectos de esta especie no se encontraron especies arbustivas o de matorral, de los otros dos, uno presentó un valor pequeño de diversidad (Índice de Shannon=5,2) y el último, obtuvo un elevado valor (I. Shannon=43,84). Este último transecto, estaba ubicado en una masa que presentaba una densidad mucho menor (mayor presión de las claras efectuadas) que cualquiera de las otras masas de pinares muestreadas, lo que ha permitido que se establezca el brezal a lo largo y ancho de su superficie. De ahí el elevado valor que presenta. En el caso de los pinares de *Pinus pinaster* resultaron ser los

que menor abundancia de especies presentaron posiblemente por la escasa existencia de especies leñosas en el sotobosque, estando fundamentalmente constituido por herbáceas. Finalmente, los pinares de silvestre presentaron un valor un poco mayor que los de negral. La mayoría de los transectos muestreados en estas masas no presentaron presencia de matorral, estando constituidos por hojarasca.

Por otra parte, los datos medios de 18 especies de matorral recolectados sirvieron para ajustar una ecuación [Eq. 3] que relacionó la biomasa seca de cada especie con su índice volumétrico [Eq. 4] (PORTÉ et al., 1997). La ecuación resultante fue:

$$\text{Biomasa} = 80,4975 + 0,1018 * IV \quad [\text{Eq. 3}] \quad R^2 = 0,52$$

Donde

$$IV = \text{cobertura}(\%) * h(\text{cm}) \quad [\text{Eq. 4}]$$

La tabla 1 muestra los porcentajes de carbono obtenidos para las distintas especies. Este factor, multiplicado por la biomasa seca de cada una de las especies nos proporcionó el total de carbono acumulado por transecto, tipo de masa, especie y familias de especies.

Tabla 1: Porcentaje de carbono en las distintas especies de matorral y sotobosque

Familia	Especie	% C	Familia	Especie	% C
Cistaceae	<i>Cytisus scoparius</i>	51,56	Ericaceae	<i>Erica spp.</i>	56,72
	<i>Halimium alyssoides</i>	56,50		<i>Artostaphyllum uva-ursi</i>	55,70
Lamiaceae	<i>Lavandula stoechas</i>	55,05		<i>Calluna vulgaris</i>	55,47
	<i>Thymus spp.</i>	55,57	Leguminosae	<i>Genista spp.</i>	57,65
Aquifoliaceae	<i>Ilex aquifolium</i>	54,48			<i>Genistella tridentata</i>
			Rosaceae	<i>Crataegus monogyna</i>	56,16

Como era de esperar, el robleal y los pinares de *Pinus nigra* presentaron mayor contenido de carbono acumulado en el sotobosque, seguido de las masas de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*. La mayor proporción de brezo en los pinares de laricio hizo que el valor de carbono acumulado se asemejase al del robleal (figura 4). Finalmente, la figura 5 nos informa de las familias de especies que más carbono están acumulando en el estrato de sotobosque.

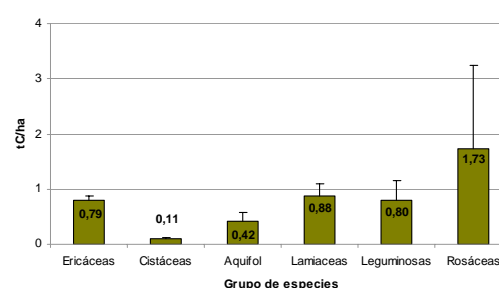
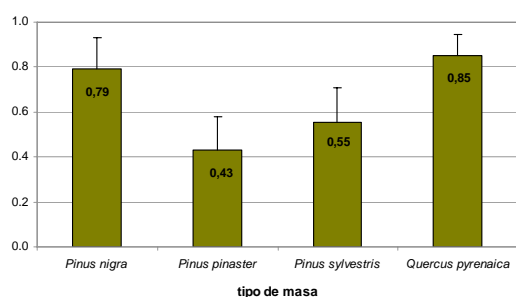


Figura 4: Carbono total acumulado (MgC/ha) por tipo de masa.

Figura 5: Carbono total acumulado (MgC/ha) por grupo de especies

A pesar de la pequeña representación de leguminosas y de rosáceas presentes en los transectos, su presencia resulta interesantísima al ser de las especies que más carbono acumulan en su porte. Por otra parte, las labiadas y las ericáceas, también constituyen un pilar fundamental en la acumulación de carbono en el sotobosque de esta comarca.

## 5. Discusión

El estrato arbustivo y de matorral es un componente esencial en los ecosistemas forestales mediterráneos. En la Península Ibérica, debido a la diferente topografía,

condiciones climáticas, edáficas y sobre todo por la incidencia de la humanidad a lo largo de los siglos, los matorrales y arbustos cubren más de 18 millones de hectáreas, lo que equivale al 35,6% de la superficie de España y a más de dos tercios de la superficie forestal (SAN MIGUEL et al., 2008). No solamente por la gran superficie que ocupan, sino por el papel ecológico que desempeñan, su funcionamiento y dinámica deben de ser considerados a la hora de conjugar los criterios medioambientales, sociales, económicos y de uso múltiple de una comarca.

Muchos estudios han proporcionado información detallada sobre las características, ecología y pautas de gestión de las principales especies y comunidades de matorral y arbustos de distintos territorios. Aunque las técnicas de gestión de cada comunidad de especies dependen de sus características intrínsecas, su ecología y objetivos perseguidos, hay aspectos generales independientes al tipo de formación que deben ser consideradas (SAN MIGUEL et al., 2008). Por una parte, la importancia de mantener la heterogeneidad y riqueza de especies es un aspecto fundamental para garantizar su perpetuación, para no reducir su biodiversidad y su potencial estabilizador. Según los resultados de este estudio, la composición del estrato arbustivo y de matorral presenta una gran dependencia de la estructura del dosel arbóreo superior al mismo. Tanto en los pinares como en los robledales, a mayor densidad del arbolado, el número de especies y su cobertura disminuyeron al reducirse la cantidad de luz que llega al suelo. En este sentido, los tratamientos selvícolas realizados en la comarca deben considerar la característica multifuncional de los bosques de cara a garantizar la presencia y abundancia de especies en el sotobosque de las masas forestales. Por otra parte, los resultados de este estudio muestran que la composición específica depende del ecosistema considerado. La abundancia de especies y la diversidad máxima siempre fueron superiores en los robledales que en los pinares de repoblación. A pesar de las características intrínsecas en cada tipo de ecosistema forestal (estructura arbórea, tipo de suelo, etc.) las diferencias pueden deberse también a la historia de cada tipo de masa en la comarca. Los rebollares de esta comarca han sido transformadas desde siempre por extracciones de leña, incendios, pastoreo, roturaciones del monte para uso agrícola,...etc, sin embargo, el progresivo abandono del medio rural ha propiciado un cierta recuperación de rebollares acompañados de especies de matorral, especies que en muchos casos presentan una clara estrategia de colonización (ORIA DE RUEDA, 1996). Por otra parte, las repoblaciones iniciadas en la década de los sesenta, han sido aclaradas hace 15-20 años. Una nueva apertura del dosel arbóreo, generaría la instalación de nuevas especies de matorral y sotobosque, especialmente en los pinares de silvestre, donde la presencia del estrato arbustivo es escasa.

Los valores obtenidos en este trabajo (fitomasa  $<250 \text{ g/m}^2$ ) son más bajos que los encontrados en regiones del sur de la Península Ibérica ( $>1000 \text{ g/m}^2$ ) (NAVARRO et al., 2006), debido que nuestra zona de estudio presenta una menor riqueza de especies, menor tamaño de los individuos, cubiertas arbóreas más densas y formaciones ecofisiológicas distintas. Por otra parte, con respecto a los niveles de carbono acumulado en este compartimento por hectárea, nuestros resultados son inferiores también a los encontrados por NAVARRO et al. (2006), cuyo rango que oscilaba entre 2,2 MgC/ha en la especie *Cistus ladanifer* hasta 9,8 MgC/ha en *Pistacia lentiscus*. Aunque en nuestra comarca hay especies como *Genista spp.* que acumulan 2,4 MgC/ha, la mayoría de las especies inventariadas presentan valores inferiores a 1,0 MgC/ha. Esto hace que la media por ecosistema considerado sea inferior a 1,0 MgC/ha. Nuestros resultados son más acordes sin embargo, con los encontrados por PORTÉ et al. (1997)



en las landas francesas (1,8 MgC/ha), ecosistemas más intervenidos y con características más parecidas a las nuestras.

La relación entre contenido de carbono y biodiversidad de los ecosistemas terrestres ha sido poco estudiada hasta ahora. Sin embargo, existe una preocupación creciente para gestionar los ecosistemas terrestres de cara a aumentar su capacidad de fijación de carbono para mitigar el cambio climático. Este enfoque puede suponer una pérdida de ecosistemas con bajo nivel de acumulación de carbono pero alto valor con respecto a la biodiversidad. Las prescripciones selvícolas de gestión aplicadas en esta comarca pueden ir orientadas hacia el mantenimiento de la biodiversidad y hacia la optimización de la fijación de carbono, maximizando la riqueza de este estrato y mantenimiento o priorizando la existencia de determinadas especies como leguminosas, rosáceas, labiadas y brezos, cuya acumulación de carbono supera en muchos casos el valor de 0,7MgC/ha fijada en esta comarca.

## 6. Conclusiones

La función del sotobosque en un ecosistema forestal es importantísima en numerosos procesos ecológicos, en el mantenimiento de la biodiversidad y en la fijación de carbono. Los robledales y los pinares de laricio de la comarca natural “Páramos y Valles” palentinos acumulan más de 0,4 MgC/ha, presentando los más altos niveles de riqueza y abundancia de especies en esta comarca. Sin embargo, actuaciones selvícolas que abran el dosel arbóreo son necesarios para la instalación de especies leñosas no arbóreas en los pinares de silvestre y pino negral.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la iniciativa INTERREG de la Unión Europea a través de su proyecto FORSEE: *Gestion durable des forêts: un réseau européen de zones pilotes pour la mise en oeuvre operationnelle* y a una beca de investigación de la Universidad de Valladolid.

## 8. Bibliografía

BRAVO F.; HANN D.W.; MAGUIRE D.A.; 2001. Impact of competitor species composition on predicting diameter growth and survival rates of Douglas-fir trees in southwestern Oregon. *Can. J. For. Res.* 31, 2237–2247.

CALVO L.; TÁRREGA R.; LUIS E.; 1998. Space-time distribution patterns of *Erica australis* L. subsp. *aragonensis* (Willk) after experimental burning, cutting, and ploughing. *Plant Ecol.* 137, 1–12.

DALE, M.R.T.; 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge Studies in ecology. Cambridge University Press. New York. 326 pp.

DI CASTRI, F.; GOODALL, D.W.; SPECHT, R.L.; 1981. Mediterranean-type shrublands. Ed. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam Oxford. 643 pp. New York.

ETIENNE, M.; 1989. Non-destructive methods for evaluating shrub biomass: a review. *Acta Oecologica* 10, 115-128.



- GARCÍA, J.A.; PUERTO, A.; MATÍAS, M.D.; SAÑDAÑA, J.A.; 1989. Diversidad y dominancia en las comunidades de matorral de la sierra de Béjar. *Studia Botánica* 8, 35-49.
- GONZÁLEZ MARTÍNEZ, S.C.; BRAVO, F.; 2001. Density and population structure of the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the High Ebro basin (northern Spain). *Ann. For. Sci.* 58, 277–288.
- JÄDERLUND A.; ZACKRISSON O.; NILSSÖN M.C.; 1996. Effects of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) litter on seed germination and early seedling growth of four boreal tree species. *J. Chem. Ecol.* 22, 973–986.
- MADRIGAL, J.; GARCÍA-RODRIGUEZ, J.A.; JULIAN, R.; PUERTO, A.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B.; 2008. Exploring the influence of shrubs on herbaceous communities in a Mediterranean climatic context of two spatial scales. *Plant Ecol*, 195, 225–234.
- MAGURRAN, A.E.; 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ed. Vedral. 200 pp. Barcelona
- MAPA; 1994. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Métodos oficiales de análisis. Tomo III. Edita MAPA. 662 pp. Madrid.
- MONTÈS, N.; MAESTRE, F.T.; BALLINI, C.; BALDY, V.; GAUQUELIN, T.; PLANQUETTE, M.; GREFF, S.; DUPOUYET, S.; PERRET, J.B.; 2008. On the relative importance of the effects of selection and complementarity as drivers of diversity-productivity relationships in Mediterranean shrublands. *Oikos*, 117, 1345-1350.
- NAVARRO, R.M.; BLANCO, P.; 2006. Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. *Invest Agrar: Sist Recur For*, 15(2), 197-207.
- NABUURS, G.J.; MOHREN, Y.G.; 1995. Modelling analysis of potential carbon sequestration in selected forest types. *Can. J. For. Res.* 25 (7), 1157-1172.
- NUÑEZ, R.; BRAVO, F.; CALVO, L.; 2003. Predicting of seed germination in *Pinus sylvestris* L. and four competitor shrub species after fire. *Ann. For. Sci.* 60, 75-81.
- ORIA DE RUEDA, J.A.; DÍEZ, J.; RODRIGUEZ, M.; 1996. Guía de las plantas silvestres de Palencia. ED. Cálamo. 335 pp. Palencia.
- PIELOU, E.C.; 1969. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical biology* 13, 131-144.
- PORTÈ, A.; DULHOSTE, R.; LOPEZ, S.; BOSC, A.; MEREDIEU, C.; TEISSIER DU CROS, R.; TRICHET, P.; BERNIER, F.; LOUSTAU, D.; 1997. Détermination de la biomasse aérienne du sous-bois de peuplements adultes de Pin maritime : contribution à la quantification des stocks de carbone forestier à l'aide d'indicateurs de couvert. Carbone, Forêt, Bois - 97 - VIIIème Colloque ARBORA



ROBLES, A.B.; PASSERA C.; 1995. Native forage shrub species in south-eastern Spain: forage species, forage phytomass, nutritive value and carrying capacity. *Journal of Arid Environment* 30, 191-196.

SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I.; 2008. Fruticicultura. Gestión de arbustados y matorrales. En: SERRADA, R.; MONTERO, G.; REQUE, J.A. (eds.). Compendio de Selvicultura aplicada en España. 877-907. Fundación Conde del Valle Salazar. Madrid.

SAS INSTITUTE INC.; 2008. SAS/STAT<sup>TM</sup> User's Guide, Release 9.1, Cary, N.C, USA.

SHANNON,C.E.; WEAVER, W.; 1949. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois. Res. Urbana.

SHMIDA, A.; WHITTAKER, R.H.; 1981. Pattern and biological microsite effects in two shrub communities, southern California. *Ecology*, 62, 234–251.

SHUMWAY, S.W.; 2000. Facilitative effects of a sand dune shrub on species growing beneath the shrub canopy. *Oecologia*, 124, 138–148.

TÁRREGA R.; LUIS E.; ALONSO I.; 1995. Comparison of the regeneration after burning, cutting and ploughing in a *Cistus ladanifer* shrubland. *Vegetatio*, 120 56–67.

URESK, D.; GILBERT, R.; MENKE, J.; 1977. Sampling big sagebrush for phytomass. *J. Range Manage*, 30 (4), 311-314.

WARING, R.H.; RUNNING, S.W.; 1996. Forest Ecosystems. Analysis at multiple scales. Ed. Academic Press. Harcourt Brace and Company. 370 pp. Nueva York.

