

Figura 1.- Mapa de localización de la Región de Procedencia 8 de Pinus pinaster Meseta Castellana y sus regiones de procedencia adyacentes, con los municipios muestreados señalados en rojo

# Riqueza y diversidad de plantas vasculares en tres municipios de Castilla y León. Influencia del aprovechamiento resinero sobre la misma

F. J. Auñón Garvía<sup>1</sup>, J. de Miguel<sup>1</sup> y J. M. García del Barrio<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup> INIA-CIFOR. Departamento de Ecología y Genética Forestal. Laboratorio de SIG, bases de datos y Análisis Territorial.  
<sup>2</sup> Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible UVA-INIA.  
 aunon.francisco@inia.es, jdmiguel@inia.es, jmgarcia@inia.es

RESUMEN

**E**l presente trabajo forma parte del proyecto Europeo SUST-FOREST desarrollado en el periodo 2011-2013. Se estudia la relación de la actividad resinera con la riqueza y diversidad de plantas vasculares en el ámbito de tres municipios castellano-leoneses. Se determina la presencia y abundancia de los distintos componentes de la flora vascular y se evalúa la aportación de los pinares a la riqueza y diversidad local y regional, así como la incidencia que tiene la actividad resinera en estas variables. La información derivada se puede consultar a través de una aplicación SIG-WEB alojada en la página del INIA.  
**Palabras clave:** Pinus pinaster, resinación, biodiversidad, flora vascular, SIG.

## INTRODUCCIÓN

La riqueza y abundancia de especies de plantas vasculares ha sido y es en la actualidad objeto de estudio y de debate. En estos últimos años, la preocupante situación del planeta ha llevado a muchos científicos a estudiar diferentes aspectos medioambientales, entre los que destaca el estudio de la biodiversidad como indicador de salud de los distintos ecosistemas.

Son varios los factores que afectan a la riqueza de especies a nivel local y regional: las condiciones climáticas (OHMAN Y SPIES, 1998), la fertilidad (HUSTON, 1999), o los relacionados con las perturbaciones, entre los que se puede incluir la gestión (COUSINS Y ERICSSON, 2002).

Por otro lado, dependiendo de la escala de observación en la que nos situemos, la relevancia de unas u otras especies en el conjunto general de la biodiversidad también variará (GARCÍA DEL BARRIO *et al.*, 2010).

Una buena parte de los trabajos relacionados con la riqueza y diversidad de especies de plantas vasculares se plantean desde el punto de vista de la catalogación florística (SORIANO *et al.*, 2002; GARCÍA, 1995; Proyectos ANTHOS y SIVIM) para la determinación de especies amenazadas (Libros y Listas Rojas), como respuesta a diferentes problemas medioambientales (ej: variación del nivel freático; PRADO, 2007), o el seguimiento a medio y largo plazo de la salud de los bosques (SORIANO *et al.*, 2005).

Sin embargo, son menos frecuentes los trabajos donde se haya relacionado alguna actividad forestal con su incidencia directa en la riqueza y diversidad de plantas vasculares, máxime cuando se trata de una actividad desarrollada durante más de un siglo como es la resinación.

El presente trabajo plantea un doble objetivo; en primer lugar cuantificar la aportación de los pinares a la riqueza y diversidad de plantas vasculares a nivel local y regional, y en segundo lugar estudiar la influencia que este aprovechamiento forestal (la resinación) tiene sobre dichos parámetros mediante la comparación entre pinares resinados y no resinados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realiza en tres municipios castellano-leoneses dentro de la Región de Procedencia 8 de *Pinus pinaster*, Meseta Castellana (Coca en Segovia, Íscar en Valladolid y Tardelcuende en Soria) donde la actividad resinera ha tenido distintas inciden-

cias a lo largo de los últimos años (Figura 1).

Los municipios de Coca e Íscar se localizan en el sector suroriental de la submeseta norte, dentro de la comarca natural conocida como Tierra de Pinares, constituyendo parte de la cuenca hidrográfica del Duero.

Coca se encuentra asentada sobre una extensa llanura de arenas silíceas que forman un paisaje plano de

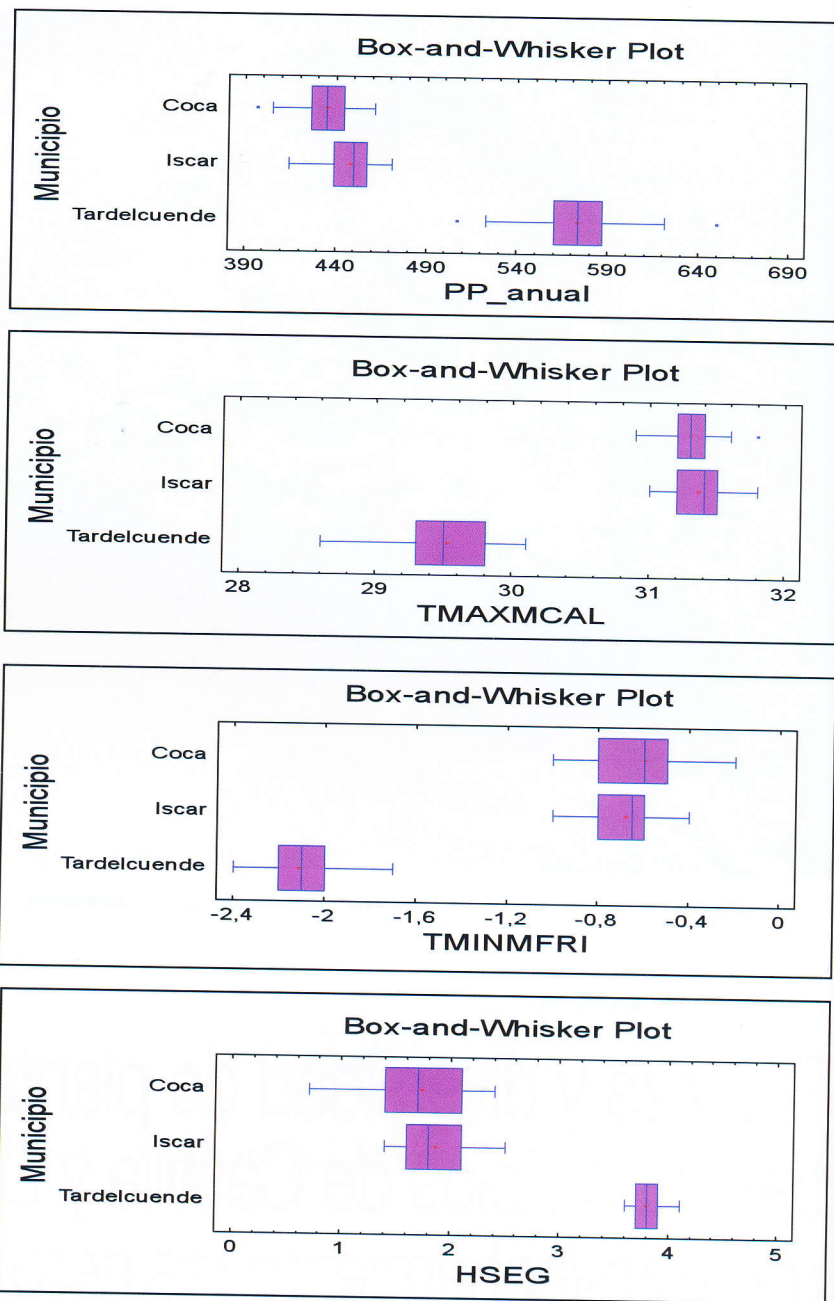


Figura 2.- Ejemplo de 4 variables climáticas calculadas a partir del modelo de diagnóstico fitoclimática de la España peninsular (**PP\_anual**: precipitación anual acumulada; **TMAXMICAL**: Temperatura media de las máximas del mes más cálido en °C; **TMINMFRI**: Temperatura media de las mínimas del mes más frío en °C; **HSEG**: Periodo de heladas seguras en meses) para los municipios de Coca, Íscar y Tardelcuende

Figura 3.  
muestr  
modifica

leves c  
825 m  
delada  
vegeta  
la hor  
bocadu  
Eresma  
Íscar  
este de  
el lími  
fisiogr  
ocupa  
municip  
entre 8  
te una  
empina  
reos ev  
parte d  
es una  
por má  
rios, q

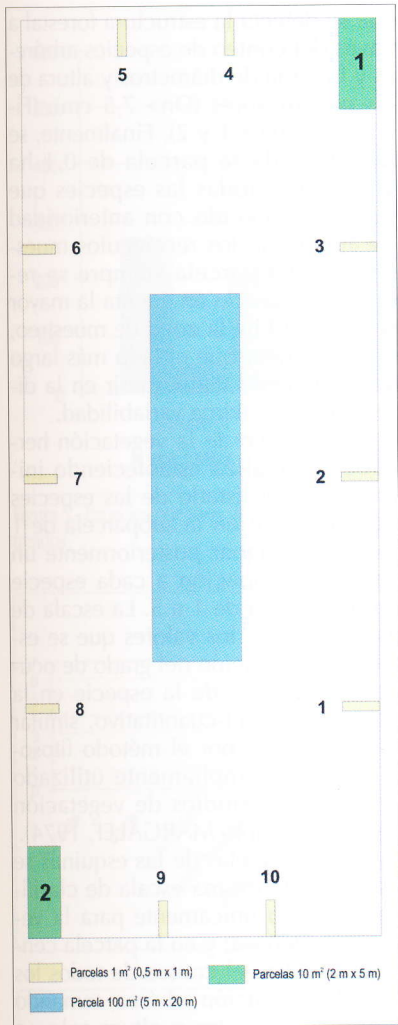


Figura 3.- Croquis de la parcela multiscalar de muestreo para determinación de flora vascular, modificada de Whitthaker

leves ondulaciones (entre los 735 y 825 metros) en forma de dunas modeladas por el viento y fijadas por la vegetación. Se encuentra situada en la horquilla formada por la desembocadura del río Voltoya en el río Eresma.

Íscar, situada en el extremo suroeste de la provincia de Valladolid, en el límite con Segovia, está definida fisiográficamente por un páramo que ocupa la zona noroccidental del municipio y mantiene una altitud de entre 850-870 metros, de la que parte una ladera conformada por un empinado talud de materiales calcáreos evaporíticos blandos. La mayor parte de la superficie del municipio es una extensa llanura conformada por materiales detríticos cuaternarios, que colmatan antiguos cauces



Foto 1.- Vista general del replanteo de la parcela de 20x50 m<sup>2</sup>



Foto 2.- Replanteo de la parcela central de 5x20 m<sup>2</sup>

fluviales, entre los ríos Pirón, Cega y Eresma.

El municipio de Tardelcuende se encuentra al oeste de la provincia de Soria; se localiza en el sector oriental de la submeseta norte, en la denominada Cuenca de Almazán, una amplia depresión tectónica rellena de materiales sedimentarios del Terciario que encauzan el curso alto del río Duero. Fisiográficamente se define por una superficie alomada sobre materiales poco consolidados,

con altitudes que oscilan entre los 970 y los 1.080 metros, presentando en su sector occidental pequeños afloramientos de las calizas mesozoicas. El río Izana parte el municipio a la mitad de norte a sur.

Desde el punto de vista climático también se mantiene esta relación espacial, estando los municipios de Coca e Íscar muy próximos entre ellos, mientras que Tardelcuende presenta temperaturas más bajas y mayores precipitaciones (Figura 2).

F. J. Auñón

F. J. Auñón

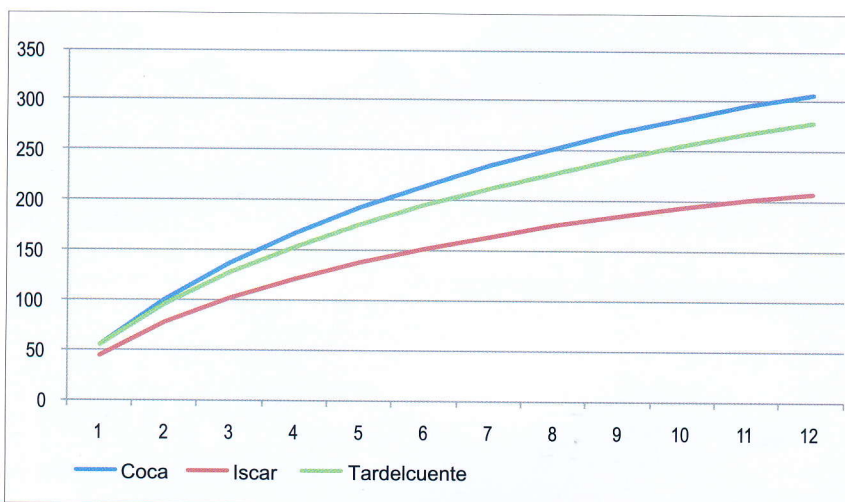


Figura 4.- Curva de acumulación de especies para los municipios de Coca, Íscar y Tardelcuente

El establecimiento de las relaciones climáticas entre los tres municipios se realiza a partir del modelo de diagnóstico fitoclimática de la España peninsular (GONZALO, 2007).

### Selección de parcelas multiescalares

La localización de las parcelas de muestreo se realiza tras una estratificación de los distintos usos de suelo del territorio de cada municipio a partir del Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50) teniendo en cuenta también, cuando procede, la altitud, la fracción de cabida cubierta de las masas forestales, la exposición, y la incidencia de vías de comunicación y cursos de agua. Esto permite seleccionar distintas unidades de muestreo que se pueden agrupar en dos tipos, núcleos de hábitats y zonas de contacto entre hábitats y/o elementos lineales. Este procedimiento permite localizar un mayor número de especies con un menor esfuerzo de muestreo (GARCÍA DEL BARRIO *et al*, 2006).

Para cada hábitat identificado se determina, según un proceso aleatorio, la localización concreta de la parcela o parcelas a muestrear, teniendo en cuenta que el número final de parcelas de pinar seleccionadas (que engloba pinares de *Pinus pinaster*, de *Pinus pinea* o masas mixtas de ambas especies) debía igualar al número de parcelas para el conjunto de los otros usos del suelo (ver la Figura 6 para otros usos del suelo en cada municipio). Se seleccionaron un total de 12 parcelas

por municipio (36 en total). De ellas, la mitad (18 parcelas) son pinares, de los cuales 12 están localizados en zonas de núcleo (6 resinados y 6 no resinados) y 6 en zonas de borde o contacto con otros hábitats y/o elementos lineales.

El trabajo se ha llevado a cabo en dos campañas, 2011 y 2012. Durante el primer año se muestrea un único municipio (Coca), dejando para la siguiente campaña los otros dos restantes (Íscar y Tardelcuente). La época de muestreo ha sido la primavera, pues es en esta estación cuando la mayoría de plantas vasculares producen su floración, lo que permite identificar la mayor parte de los taxones, dando tiempo además a los criptófitos, hemicriptófitos y terófitos a que rebroten o germinen para su identificación.

### Diseño de la parcela de muestreo y cuantificación de la flora vascular

Las parcelas de muestreo que se han utilizado para la determinación de la flora vascular son parcelas multiescalares propuestas por WITTHAKER y modificadas por STOHLGREN *et al*. (1995) (ORTEGA *et al*. 2004). Está compuesta por una parcela de 20 x 50 m<sup>2</sup> en las que se establecen 10 subparcelas de 0,5 x 2 m<sup>2</sup> a lo largo del perímetro para determinar la vegetación herbácea, 2 subparcelas de 2 x 5 m<sup>2</sup> en dos esquinas opuestas para la vegetación leñosa, subarborescente y arbustiva. En el centro de la parcela se establece otra subparcela de 5 x 20 m<sup>2</sup> en la

que se detecta la estructura forestal a través del conteo de especies arbóreas y la toma de diámetros y altura de los pies mayores (Dn > 7,5 cm). (Figura 3 y Fotos 1 y 2). Finalmente, se recorre toda la parcela de 0,1 ha anotándose todas las especies que no han aparecido con anterioridad en alguno de los rectángulos muestreados. La parcela siempre se replantea teniendo en cuenta la mayor variabilidad de la zona de muestreo, de tal manera que el lado más largo del rectángulo tiene que ir en la dirección de máxima variabilidad.

El muestreo de la vegetación herbácea se realiza estableciendo inicialmente el listado de las especies que aparecen en la subparcela de 1 m<sup>2</sup>, para asignar posteriormente un valor de ocupación a cada especie en una escala de 1 a 5. La escala de asignación de los valores que se establece en función del grado de ocupación relativo de la especie en la parcela es semi-cuantitativo, similar al establecido por el método fitosociológico y ampliamente utilizado en muchos estudios de vegetación (ver por ejemplo MARGALEF, 1974).

En las parcelas de las esquinas se establece la misma escala de clasificación pero únicamente para la vegetación leñosa; y en la parcela central se realiza el conteo de todos los pies de vegetación arbórea, tomando datos de diámetro y altura solo en los pies mayores (Dn > 7,5cm). También se le da un valor a la vegetación leñosa no arbórea con el mismo criterio anteriormente descrito. A las especies que aparecen únicamente en la prospección final del resto de la superficie de la parcela se les asigna un valor de ocupación mínimo, igual para todas ellas independientemente de su porte.

### Análisis de datos

Una vez depurados los listados de las especies de cada una de las parcelas muestreadas, se sustituye en cada taxón la escala de valoración semi-cuantitativa por un valor de ocupación que constituye la medida de abundancia. Para más detalle se puede consultar AUÑÓN (2013a).

El análisis de los datos se realiza a través del Software Estimates 8.2., desarrollado por Robert K. Colwell de la Universidad de Connecticut, USA (COLWELL, 2011). Este software

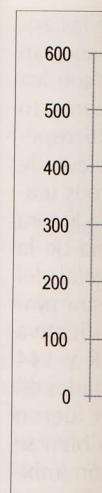


Figura 5.- Es muestreados

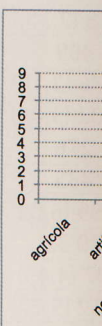
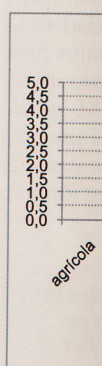
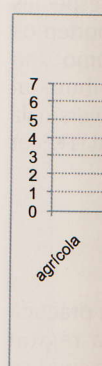


Figura 6.- Im nencial de SH

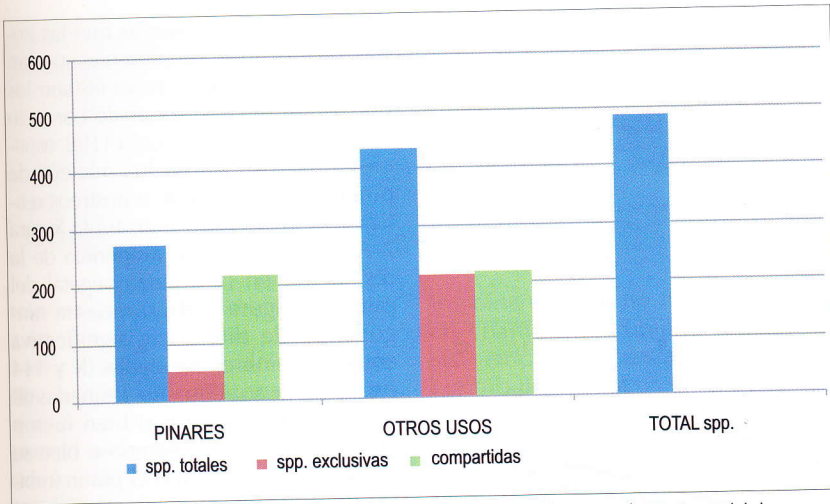


Figura 5.- Especies por usos de suelo (totales, exclusivas y compartidas), para los tres municipios muestreados

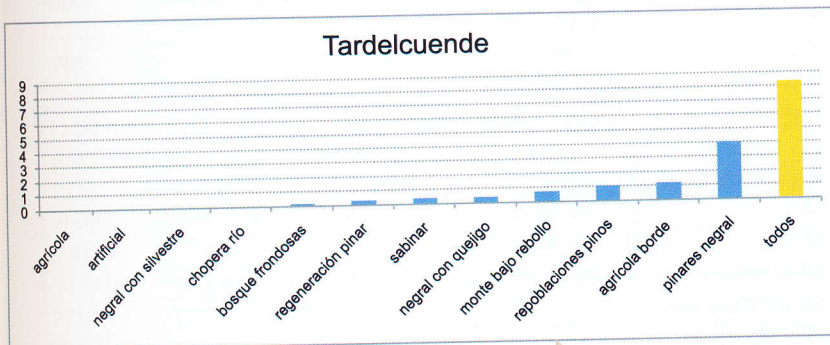
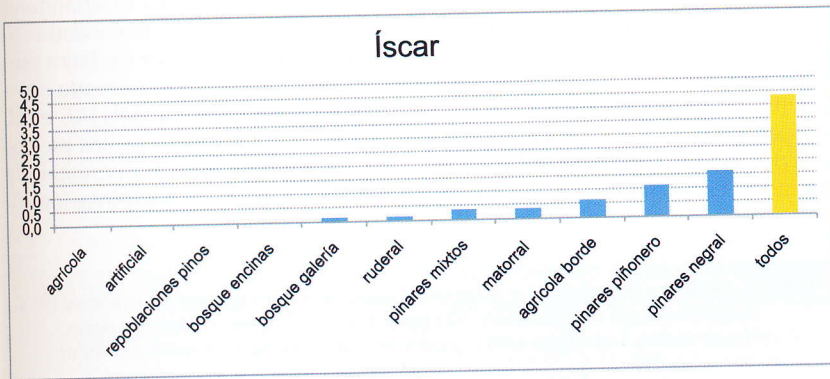
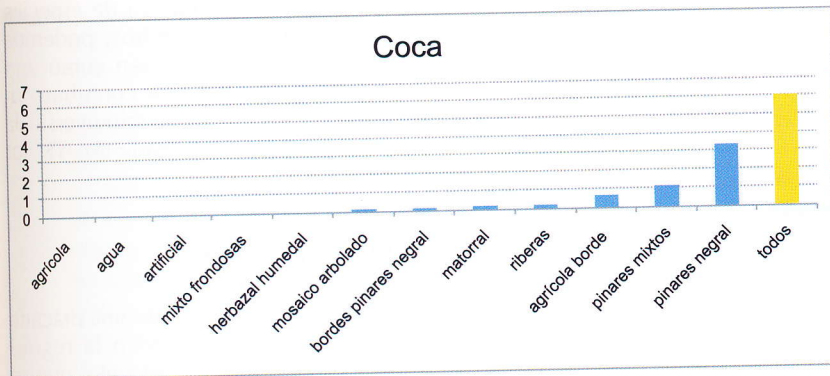


Figura 6.- Importancia de los distintos usos del suelo en la diversidad de especies (medida como exponencial de Shannon) para el conjunto del término municipal (A, Coca; B, Íscar; C, Tardelcuende)

re permite la estimación de la riqueza de especies y el cálculo de distintos índices de diversidad (como el exponencial del índice de Shannon usado en este trabajo) a distintos niveles de agregación (componentes  $\alpha$  y  $\gamma$ ), la construcción de las curvas de acumulación de especies, así como diversos índices de similitud entre los que hemos elegido el clásico índice de Jaccard, que expresa la medida en que dos muestras son semejantes en función de las especies que comparten.

La incidencia que los distintos usos del suelo tienen en la diversidad local y regional se calcula teniendo en cuenta la ocupación relativa de cada uso del suelo y su aportación a la diversidad, calculada a partir del exponencial del índice de Shannon, según se describe en ORTEGA *et al.* (2004). Con el objeto de hacer accesible la información que se ha generado en el presente trabajo, se ha desarrollado un visor SIG (con soporte ArcGis-Server 9) accesible a través de Internet.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los principales parámetros calculados se muestran en la Tabla 1. La riqueza de especies para el conjunto de los tres términos municipales alcanza un valor  $\gamma$  de 489 especies de flora vascular, pertenecientes a 61 familias distintas. Por términos municipales la riqueza de especies detectada ha sido de 307 (62,8% del total) para Coca, 208 para Íscar (42,5% del total) y 278 (57,1% del total) para Tardelcuende (Figura 4).

La agrupación de los muestreos en pinars y otros usos del suelo muestra de manera clara que tanto a nivel local ( $R \alpha$  por municipios) como regional ( $R \gamma$  de todos los municipios) los pinars son más pobres en número de especies que el conjunto de los otros usos del suelo. Además, del conjunto de especies detectadas, solo 54 (11% del total), distribuidas en 22 familias, se pueden considerar exclusivas de pinars, mientras que en el conjunto de los otros usos del suelo se han localizado como exclusivas 214 (43,8%) distribuidas en 46 familias (Figura 5).

Si bien desde el punto de vista de la riqueza de especies los pinars en

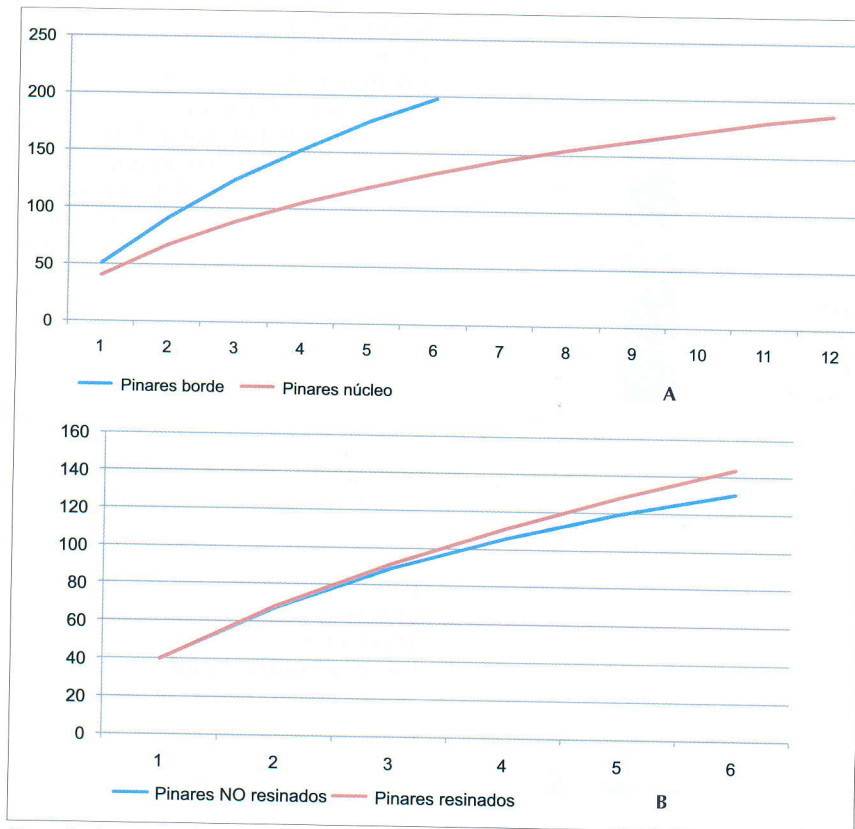


Figura 7.- A: especies detectadas en las parcelas de núcleo y borde de pinar. B: especies detectadas en las parcelas de pinares resinados y no resinados. Ambas gráficas para el conjunto de los municipios de Coca, Íscar y Tardelcuende

general presentan una contribución baja al total de la biodiversidad de flora vascular (hecho que también muestran los valores de diversidad medidos por el exponencial de Shannon recogidos en la Tabla 1), al incluir la ocupación del territorio como variable en la Figura 6 (A, B y C), obtenemos unos valores más acordes con el verdadero papel que los pinares representan en el conjunto de la diversidad regional. De hecho, estos pinares, en su mayoría nuevamente resinados, constituyen la matriz no agrícola del territorio, albergando al menos el 56,2 % de las especies de plantas vasculares de la región (todas las no exclusivas de los otros usos del suelo).

El análisis del grado de similitud de Jaccard que se muestra en la Tabla 2 refleja unos valores medios que no superan el 20% para la similitud intra-municipal (0,123 Coca, 0,188 Íscar y 0,173 Tardelcuende) en consonancia con la heterogeneidad de los usos del suelo muestreados, y una similitud inter-municipios

que pone de manifiesto la proximidad, en todos los sentidos, entre Íscar y Coca (0,131) y su mayor alejamiento de Tardelcuende (Coca 0,078 e Íscar 0,092 respectivamente).

En relación con los muestreos realizados específicamente en los pi-

nares, podemos observar que las zonas que proporcionalmente aportan más a la riqueza de especies son los bordes de pinar y zonas de contacto con otros usos del suelo (198 especies frente a 187 en los núcleos de pinar con la mitad de muestreos realizados) tal y como muestra la Figura 7 A. En cuanto a la incidencia de la resinación en la riqueza vegetal del pinar, la Figura 7 B no muestra ningún tipo de diferencia significativa entre los pinares resinados (R y 144 especies) y aquéllos no resinados (R y 131 especies) que o bien fueron abandonados hace tiempo o bien se dedican a la madera o el piñón (mixtos de *P. pinaster* y *P. pinea*). Si tenemos en cuenta que la resinación activa reduce otro riesgo ambiental que afecta a la riqueza de especies como son los incendios, podemos considerar la resinación como una actividad forestal que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad en la comarca estudiada (MUTKE et al, 2013).

## CONCLUSIONES

La resinación ha sido una práctica forestal desarrollada en la región desde hace más de un siglo, que se había visto abocada al abandono debido a la escasa rentabilidad económica provocada por los bajos precios de la miera en el mercado internacional (ver por ej. MUTKE et al. 2013). El incremento de los precios en los últimos años ha permitido la reactivación de esta explotación fo-

Tabla 1.- Valores  $\alpha$  (medios) y  $\gamma$  (acumulados) para la riqueza de especies (R) y el Exponencial de Shannon (SE) para los municipios y usos del suelo muestreados. Las cifras entre paréntesis son las desviaciones estándar

	Coca	Íscar	Tardelcuende	Todos
R $\alpha$	55,42 (2,8)	44,58 (2,85)	55,42 (3,46)	51,8 (2,78)
R $\gamma$	307	208	278	489
R $\alpha$ Pinares	42,5 (3,71)	32,67 (3,17)	56 (4,26)	43,76 (3,18)
R $\alpha$ Otros usos	68,33 (3,71)	56,5 (3,22)	54,83 (3,81)	60,02 (3,06)
R $\gamma$ Pinares	148	77	177	276
R $\gamma$ Otros usos	263	186	215	435
SE $\alpha$	12,92 (8,06)	9,67 (4,39)	10,8 (4,81)	10,99 (6,02)
SE $\gamma$	58,96	49,82	32,82	78,32
SE $\alpha$ Pinares	7,41 (4,95)	6,65 (1,38)	8,03 (3,84)	8,07 (4,45)
SE $\alpha$ Otros usos	15,63 (6,63)	14,15 (5,01)	17,05 (11,81)	15,52 (5,77)
SE $\gamma$ Pinares	21,64	14,03	16,15	28,85
SE $\gamma$ Otros usos	58,37	53,31	34,79	99,61

Tabla a dos)

Coca Íscar Tardelcuende

restal a este No que m queza planta das a sar, d edáfico

**Tabla 2.- Índice de similitud de Jaccard (media de la similitud entre parcelas dos a dos) para los municipios muestreados (azul y verde) incluyendo la variabilidad interna dentro de cada municipio (gris)**

	Coca	Íscar	Tardelcuende
Coca	0,123	0,131	0,078
Íscar	0,131	0,188	0,092
Tardelcuende	0,078	0,092	0,173

restal en zonas antaño abandonadas a este uso.

No se han encontrado evidencias que muestren un descenso en la riqueza y diversidad de especies de plantas vasculares en masas sometidas a resinación, lo que hace pensar, dadas las difíciles condiciones edáficas sobre las que se asientan

los pinares, que no hay alternativas en cuanto a la cubierta vegetal (ya sea agrícola o forestal) que puedan contribuir, al menos en los municipios de Coca e Íscar, al mantenimiento o mejora del conjunto de la diversidad vegetal de la comarca, ya que las grandes extensiones de pinar, pero también las manchas o is-

las entre cultivos, suponen un refugio no sólo para las especies vegetales sino también para la fauna asociada a ellas.

Por último señalar que toda la información relativa a este trabajo se presenta a través de una aplicación cartográfica SIG-WEB (AUÑÓN, 2013b) que, a través de una serie de herramientas de consulta y recuperación de información, permite la localización de las 36 parcelas muestreadas en los tres municipios y de la flora vascular localizada en este trabajo en cada una de ellas, además de otra serie de capas temáticas de gran utilidad. La URL de acceso a la misma es: [http://iniagis.inia.es/SUST\\_FOREST](http://iniagis.inia.es/SUST_FOREST) 🌲

AUÑÓN GARVÍA, F. J.; 2013a. Estudio de la diversidad de plantas vasculares en tres municipios resineros de Castilla y León y su relación con los usos del suelo de la región de procedencia 8 de *Pinus pinaster* Ait. Trabajo fin de grado. Universidad Católica de Ávila, Facultad de Ciencias y Artes.

AUÑÓN, F. J.; 2013b. Aplicación cartográfica de diversidad de flora vascular en tres TM de CyL. proyecto SUST-FOREST. INIA-CIFOR: [http://iniagis.inia.es/SUST\\_FOREST](http://iniagis.inia.es/SUST_FOREST)

COLWELL, R. K.; 2011. Estimates, Version 8.2: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows and Mac OS: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Colwell/#Software>

COUSIN, S. A. O.; ERIKSSON, O.; 2002. The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape, Sweden. *Landscape Ecology*, nº 17 pp 517-529.

GARCÍA, R.; 1995. Estudio de la flora y vegetación de las cuencas alta y media de los ríos Eresma, Pirón y Cega (Segovia). Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia.

GARCÍA DEL BARRIO, J. M.; DE MIGUEL, J.; ORTEGA, M.; SÁNCHEZ DE RON, D.; FERRERAS, C.; 2010. Diversidad Regional y Biogeografía: metodología para el seguimiento de la diversidad de plantas vasculares en comarcas forestales. En *Biogeografía, una Ciencia para la Conservación del Medio*. Pp. 55-64. Universidad de Alicante.

GARCÍA DEL BARRIO, J. M.; ORTEGA, M.; VÁZQUEZ DE LA CUEVA, A.; ELENA-ROSSELLÓ, R.; 2006. The influence of linear elements on plant species diversity of Mediterranean rural landscapes: Assessment of different indices and statistical approaches. *Environmental Monitoring and Assessment*, nº 119 pp 37-159.

GONZALO J.; 2007. Diagnóstico fitoclimático de la España peninsular. Actualización y análisis geostadístico aplicado. Tesis Doctoral.

HUSTON, M. A.; 1999. Local processes and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. *Oikos*, nº 86 pp. 393-401.

MARGALEF, R.; 1974. Ecología. Edic. Omega, Barcelona, 951pp.

MUTKE, S. Coord.; 2013. Bases para las buenas prácticas en la gestión del aprovechamiento resinero. INIA, Madrid: 96pp.

OHMAN, J. L.; SPIES, T. A.; 1998. Regional gradient analysis and spatial pattern of woody plant communities of Oregon forests. *Ecol. Monogr* nº 68 pp 151-182.

ORTEGA, M.; ELENA-ROSSELLÓ, R.; GARCÍA DEL BARRIO, J. M.; 2004. Estimation of plant diversity at landscape level: A methodological approach applied to three Spanish rural areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, nº 95 pp 97-116.

PRADO, I.; 2007. Estudio de la relación entre la distribución de las especies vegetales y el agua en el suelo en el Término Municipal de Gomezerrazín, Segovia. Proyecto fin de carrera. Universidad Politécnica de Madrid. E.U.I.T. Forestal.

Proyecto ANTHOS. Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid. <http://www.antbos.es/>

Proyecto SIVIM, Sistema de Información de la vegetación Ibérica y Macaronésica. Ministerio de Educación y Ciencia. <http://www.sivim.info/sivi/>

SORIANO, C.; GASTÓN, A.; BARRIEGO, P.; HERRERO, B.; GARCÍA, J. I.; 2002. Catálogo florístico del barranco del río Cega (Segovia, España). *Ecología* 16: pp 153-220.

SORIANO, C.; GASTÓN, A.; BARRIEGO, P.; HERRERO, B.; AMPUDIA, M.; 2005. Seguimiento de la vegetación en los bosques: aplicación a la red europea de seguimiento intensivo y continuo de ecosistemas forestales. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. 292 pp.

STOHLGREN, T. J.; FALKNER, M. B.; SCHELL, L. D.; 1995. A modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, nº 117 pp 113-121.