



## **III Jornada de Jóvenes Investigadores en la ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural**

### **INVESTIGACIÓN e INNOVACIÓN en el SECTOR FORESTAL**

**Lugar:** ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural.  
Aula 15 (Aulario ETSI Montes)

**Fecha:** 15 de Marzo, Semana Forestal 2016

## **RESÚMENES DE LAS COMUNICACIONES**

9:30-9:40 h. INAUGURACIÓN DE LA JORNADA

9:40-10:40 h. Primera Sesión

*El bosque, un entorno propicio para la meditación y la inspiración. Un análisis para la gestión del paisaje forestal*

Ismael López Labrador

*Estimación de los cambios en la biodiversidad específica y funcional en el Hayedo de Montejo (Madrid).*

Eduardo Ballesteros Sánchez

*ULMUS WARS. Proyecto LIFE+ Olmos Vivos*

Eva Miranda García-Rovés

*Paisajes de los nuevos bosques en España (1956-2008): evaluación de su estructura y conectividad.*

Sergio González Ávila

*Variabilidad ambiental y productividad en pino carrasco.*

Pablo García Fernández

10:45-11:45 h. Segunda Sesión.

*¿Ganarán los bosques a la desertificación en el norte de Argentina?*

Patricia Hernández

*Evaluación del efecto de la herbivoría sobre Senecio coincyi Rouy, especie endémica y protegida en Castilla y León.*

Alejandro Jiménez Valdés

*Nuevos sistemas agroforestales europeos: efecto del ganado sobre la riqueza de plantas herbáceas y estado del estrato arbóreo.*

Aida López Sánchez

*Aquí no hay quien viva. Dispersión en ambientes alterados y fragmentados.*

Carlos Ciudad Trilla

*Colonización e interacción de plántulas de Ulmus minor con el patógeno de la grafiosis y un hongo endófito.*

Begoña Coira y Sara Ormeño

11:45-12:15 h. Descanso.

12:15-13:15 h. Tercera Sesión.

*Marcaje de carbono 13 con CO<sub>2</sub> en planta: ¿cómo, por qué y para qué?*

Jose Carlos Miranda García-Rovés

*Análisis de series de tiempo de teledetección para evaluar la dinámica de distintas coberturas vegetales.*

Laura Recuero Pavón

*The use of decision support systems in forest management: analysis of FORSYS country reports.*

Silvana Nobre

*¿Cómo usar la paleobotánica para mejorar las predicciones de la distribución de las especies forestales ante el cambio climático?.*

Elena Moreno Amat

*La Huella de Carbono como indicador de la eficacia ambiental. Un caso de estudio de las tecnologías biológicas y químicas de remediación in situ.*

María José Fernández Alonso

*Tecnología LiDAR aplicada al inventario forestal: ¿está ya todo resuelto?*

Alberto Tordesillas Torres

13:20-14:20 h. Cuarta Sesión.

*Planificación forestal estratégica con objetivos múltiples: Aplicación al Monte "Pinar de Valsaín".*

Marta Ezquerro García

*Mejoras en la programación de cortas optimizando la red de caminos. El caso de las plantaciones industriales de Brasil.*

Pedro Belavenutti Martins

*Anatomía y propiedades de la madera del pino marítimo (Pinus pinaster Ait) después de respuestas gravitrópicas.*

Marta Vergarechea Alegría

*Masas forestales irregulares de pino silvestre: ¿hay buenos ejemplos en España y en la República Checa?*

Josef Gallo

*Arbolado urbano, simulación visual y métodos de investigación social en la ciudad de Londres*

Ana Macías Palomo

*Los cambios en la materia orgánica del suelo tras la forestación de pastizales de montaña en clima Mediterráneo y templado?*

Carlos Ortiz Oñate

14:30-14:45 h. Entrega de premios a las mejores comunicaciones.

**CLAUSURA DE LA JORNADA**

Las comunicaciones tendrán una duración de **cinco minutos**. Tras las exposiciones de cada sesión habrá un turno de preguntas y se desarrollará un pequeño debate entre los participantes en la sesión y el público asistente.

## EL BOSQUE, UN ENTORNO PROPICIO PARA LA MEDITACIÓN Y LA INSPIRACIÓN. UN ANÁLISIS PARA LA GESTIÓN DEL PAISAJE FORESTAL

**Ismael López Labrador**

G.I. Planificación y Proyectos. UPM.

[ismael.lopez.labrador@alumnos.upm.es](mailto:ismael.lopez.labrador@alumnos.upm.es)

### Resumen

En este trabajo se pretende analizar y valorar la relación que los diversos conceptos “bosque”, “inspiración”, “gestión” tienen entre sí, sus efectos sobre el ser humano y hacer propuestas para profundizar en la misma.

En el contexto plenamente aceptado de que la Naturaleza es inspiradora para las variadas acciones humanas, en este escrito se va a proponer y estudiar la hipótesis consistente en que el bosque, el medio forestal, como entorno plenamente perteneciente a la Naturaleza, proporciona un ambiente y genera emociones que estimulan la creatividad, el encuentro de ideas, y mejora la capacidad de pensamiento y entendimiento, afirmando concretamente que el bosque es una fuente de inspiración.

La tesis se divide en varias partes donde se detallarán los puntos principales de cada componente (exposición de las áreas naturales como entorno general y el bosque en particular, los beneficios que proporcionan; el sentido de lo sagrado del bosque; la búsqueda de la inspiración por el ser humano, análisis de conceptos concretos, etc.) para luego relacionarlos entre sí, con la referencia y apoyo de las preferencias del público, los testimonios históricos, y todo ello extraído de las diversas fuentes de selección criterios, siendo los artículos científicos y la literatura especializada las principales.

De la misma manera que para el diseño y gestión del paisaje forestal se tienen en cuenta los aspectos económicos, físicos y sociales, y de manera incipiente los psíquicos, se aporta una nueva visión que permite identificar, valorar e incorporar a la mencionada gestión del bosque, la dimensión mental y espiritual.

**Palabras clave:** influencia del bosque, meditación, inspiración, creatividad, gestión forestal.

## ESTIMACIÓN DE LOS CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD ESPECÍFICA Y FUNCIONAL EN EL HAYEDO DE MONTEJO (MADRID)

**Eduardo Ballesteros Sánchez**  
G.I. ECOGESFOR. UPM.  
[e.ballesteross@alumnos.upm.es](mailto:e.ballesteross@alumnos.upm.es)

### Resumen

La reducida extensión del lugar (120 ha) y la alta diversidad de especies vegetales hacen del Hayedo de Montejo un entorno único tanto de estudio como de preservación (Reserva de la Biosfera desde 2005).

Los sistemas allí presentes están sometidos a constantes variaciones motivados en buena parte por los cambios en los aprovechamientos. En relación a la intervención en los montes se han registrado un conjunto reducido de experiencias de resultados no convergentes que no aclaran suficientemente en sentido de la evolución de la diversidad.

Desde esta perspectiva se ha propuesto un análisis de la evolución de la diversidad en el Hayedo de Montejo como ejemplo de un monte que ha pasado de intervenido hasta el mediados de la década de los noventa del siglo XX a no intervenido hasta la actualidad.

El estudio se encuadra dentro del proyecto Bossanova (Bosques sanos y variados: gestión sostenible en sistemas forestales de la Comunidad de Madrid en el contexto del cambio global) desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) y dentro de la primera los grupos de Investigación de Genética, Fisiología e Historia Forestal y Ecología Forestal Sostenible (Ecogesfor).

Se ha propuesto desde un enfoque tradicional, de cambios en la diversidad de especies, hasta el análisis de los cambios en la diversidad funcional. Este último se ha incorporado debido a que en general los cambios en las especies y sus abundancias se consideran menos importantes que los cambios en la función que desarrollan las mismas en el ecosistema.

Para confrontar y analizar los cambios en el Hayedo con los cambios en la diversidad se disponen de los resultados del seguimiento de los cambios en la estructura (datos dasométricos de las especies principales) de dicha masa durante más de 10 años en 125 parcelas. Y además de la actualización del catálogo florístico del año 1980 y de la toma de datos de presencia-abundancia de la totalidad de las especies en dicha red de parcelas.

## ULMUS WARS. PROYECTO LIFE+ OLMOS VIVOS

**Eva Miranda García-Rovés**

Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal. UPM.

[eva.miranda@upm.es](mailto:eva.miranda@upm.es)

### Resumen

Ante el imparable avance de la enfermedad de la grafiosis, cuya presencia se detecta en España en 1932, nace el Programa Español del Olmo en 1986 impulsado desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (D.G. de Desarrollo Rural y Política Forestal) y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (U.P.M.).

El Programa comenzó con el estudio en profundidad de la enfermedad y los agentes implicados (hongo, escolítido y hospedante). Tras evidenciar que no se podía acabar con el hongo ni luchar de forma efectiva contra el escolítido se puso la atención en el hospedante, en concreto, en aquellos olmos (*Ulmus minor*) que, estando en zona infectada, no sucumbían a la enfermedad.

Durante casi 30 años de trabajo se localizaron muchos de estos supervivientes, se recolectó de ellos material genético para clonarlos (vía asexual y micropropagación) y se inició un ciclo de testado bajo un estricto protocolo en el Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales Puerta de Hierro (Madrid).

Una vez conseguidas las réplicas de los distintos olmos supervivientes se plantaron en parcelas y se esperó a que tuvieran cuatro savias, momento en el cual se inoculó la enfermedad durante dos años consecutivos y tras periódicas evaluaciones de marchitamiento se determinó su tolerancia a la enfermedad.

En este largo camino recorrido por cada clon, se han testado siete clones tolerantes a la grafiosis que ya han sido incluidos en el *Registro Nacional de Materiales de Base* por lo que pueden ser utilizados como material forestal de repoblación.

El proyecto LIFE+Olmo (2014-2019) pretende aplicar todo el conocimiento y los resultados obtenidos durante estos años en el Programa Español de Mejora del Olmo y hacerlos prácticos devolviendo esta especie a sus ecosistemas. El objetivo general es reintroducir a los olmos ibéricos en hábitats riparios de importancia comunitarios (LIC y ZEPA) y en territorios de la cuenca del río Tajo e integrar la conservación de las olmedas y su biodiversidad en los planes forestales de la región y en la legislación de protección de la naturaleza.

A su vez, para contar con mayor variabilidad genética entre los genotipos resistentes se continuará con la labor de búsqueda de olmos vivos por la geografía española.

El proyecto LIFE está dirigido por la E.T.S. de Ingenieros de Montes de la U.P.M., y tiene como socios a la D.G. de Desarrollo Rural y Política Forestal, la Confederación Hidrográfica del Tajo y los Ayuntamientos de San Sebastián de los Reyes y Aranjuez.

**Palabras clave:** clave: olmo, hongo, escolítido, grafiosis, resistencia, Programa Español del Olmo, LIFE+Olmo.

## PAISAJES DE LOS NUEVOS BOSQUES EN ESPAÑA (1956-2008): EVALUACIÓN DE SU ESTRUCTURA Y CONECTIVIDAD.

**Sergio González Ávila**  
G.I. ECOGESFOR. UPM.  
[sergio.gonzalez@upm.es](mailto:sergio.gonzalez@upm.es)

### Resumen

Tras siglos de pérdida gradual de terreno arbolado, en el siglo XX nuevos bosques comenzaron a aparecer en España. Este cambio de tendencia fue debido a diversos factores, como la implementación de un plan nacional de repoblación en la década de los 40 o el abandono de los terrenos agrícolas menos productivos. Así, lo que hemos llamado “nuevos bosques”, terrenos no arbolados en los que surge este tipo de formación vegetal, aparecieron debido tanto a la plantación de árboles como a la regeneración natural.

Nuestro objetivo ha sido evaluar a escala nacional si la aparición de estos bosques ha supuesto cambios importantes en los paisajes en los que lo han hecho. Además, analizamos su efecto considerando los cambios subsecuentes en la conectividad del hábitat forestal arbolado.

Los datos utilizados fueron los derivados del proyecto SISPARES ([www.sispares.com](http://www.sispares.com)), que consta de una red de 206 muestras territoriales de 4x4 km<sup>2</sup> seleccionadas de forma estratificada mediante la clasificación CLATERES. En cada muestra, mediante fotografías aéreas, se teselaron diferentes tipos de uso y cubierta (TUC), incluyendo bosques, matorrales y repoblaciones, en 4 fechas de análisis: 1956, 1984, 1998 y 2008.

En las capas de TUC se seleccionaron las teselas en las que aparecieron los nuevos bosques en cada uno de los tres periodos de SISPARES. Posteriormente, las teselas de cambio se caracterizaron mediante índices de paisaje con el fin de relacionar estructuras de paisaje y procesos ocurridos, en este caso los que dieron lugar a la aparición de nuevos bosques. Se trata así de identificar las estructuras de paisaje y los tipos de tesela que fueron más proclives a la aparición de bosques. Además, mediante la variación del índice ECA (Área Conexa Equivalente), calculado con el programa Conefor ([www.conefor.org](http://www.conefor.org)) en cada muestra territorial, se ha evaluado en qué medida los nuevos bosques han contribuido a la mejora de la conectividad de los mismos en España.

## VARIABILIDAD AMBIENTAL Y PRODUCTIVIDAD EN PINO CARRASCO.

**Pablo García Fernández**

Centro de Investigación Forestal y Depto. Sistemas y Recursos Naturales, UPM.  
[pablogarcia.893@gmail.com](mailto:pablogarcia.893@gmail.com)

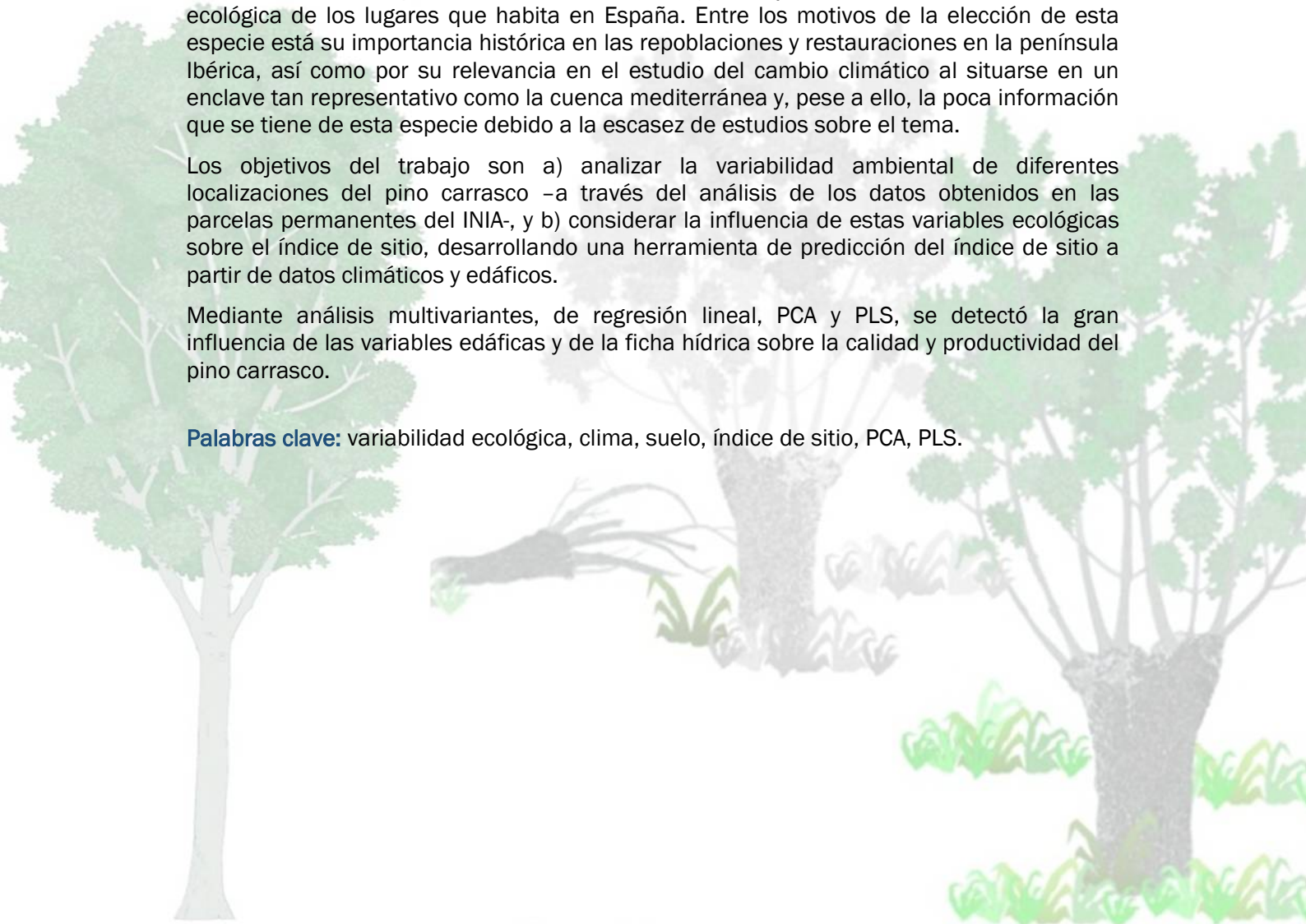
### Resumen

Se ha estudiado la productividad de *Pinus halepensis* y su relación con la variabilidad ecológica de los lugares que habita en España. Entre los motivos de la elección de esta especie está su importancia histórica en las repoblaciones y restauraciones en la península Ibérica, así como por su relevancia en el estudio del cambio climático al situarse en un enclave tan representativo como la cuenca mediterránea y, pese a ello, la poca información que se tiene de esta especie debido a la escasez de estudios sobre el tema.

Los objetivos del trabajo son a) analizar la variabilidad ambiental de diferentes localizaciones del pino carrasco –a través del análisis de los datos obtenidos en las parcelas permanentes del INIA-, y b) considerar la influencia de estas variables ecológicas sobre el índice de sitio, desarrollando una herramienta de predicción del índice de sitio a partir de datos climáticos y edáficos.

Mediante análisis multivariantes, de regresión lineal, PCA y PLS, se detectó la gran influencia de las variables edáficas y de la ficha hídrica sobre la calidad y productividad del pino carrasco.

**Palabras clave:** variabilidad ecológica, clima, suelo, índice de sitio, PCA, PLS.





## ¿GANARÁN LOS BOSQUES A LA DESERTIFICACIÓN EN EL NORTE DE ARGENTINA?

Patricia Hernández

Facultad Ciencias Forestales. Universidad Santiago del Estero, Argentina  
[patryhern@gmail.com](mailto:patryhern@gmail.com)

### Resumen

Santiago del Estero es una provincia del Norte de Argentina con ambiente semiárido y una cubierta boscosa vulnerable por razones climáticas y antrópicas, entre ellas la expansión de la frontera agrícola, el sobrepastoreo y la creciente demanda de leña y carbón, actividades realizadas por grandes productores o empresas. Sin duda el mayor peligro es la falta de planificación de las mismas respecto al impacto que causan en el recurso forestal que es el sustento de la comunidad campesina. Esas actividades sumadas a las condiciones ambientales extremas de la región ocasionan un acelerado avance de la desertificación.

Con el objetivo de aportar las bases para elaborar estrategias de conservación o restauración del monte nativo se plantean líneas de investigación que profundizan en el conocimiento de la biodiversidad forestal, la dinámica y estructura actual del bosque y los PFM. Se estudiaron 19 sitios de la ecorregión del Chaco Seco, en los cuales el análisis de la biodiversidad del bosque se centra en las especies del estrato arbóreo y arbustivo, y se evalúa su estado de conservación mediante índices paramétricos y no paramétricos; se analiza además la estructura horizontal y vertical del estrato arbóreo desde el punto de vista ecológico y productivo. En cuanto a la dinámica del bosque se aborda desde el estudio de crecimiento de las especies arbóreas que proporciona información fundamental para la elaboración de planes de manejo. En forma integrada a estos estudios, se elabora una base de datos de PFM que son primordiales para las comunidades campesinas, tanto para autoconsumo como para mercadeo.

Entre los resultados más importantes se afirma que las especies leñosas características de la región: *Aspidosperma quebracho blanco*, *Schinopsis lorentzii*, *Ziziphus mistol*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, están presentes en todos los sitios. El índice de Shannon oscila entre 2.02 y 2.6, mientras que la equitatividad se mantiene por encima de 0.7. Los valores de IVI revelan que las especies de la comunidad clímax se encuentran entre las cinco más importantes desde el punto de vista ecológico. Se muestra que el volumen promedio es de 22,52 m<sup>3</sup>/ha, con un máximo de 42,7 m<sup>3</sup>/ha y un mínimo de 10.5 m<sup>3</sup>/ha; el área basal promedio es de 8 m<sup>2</sup>/ha. Los valores del incremento radial anual (IRa) de las dos especies arbóreas principales es de 2.19 mm en *Schinopsis lorentzii* y 2.02 mm en *Aspidosperma quebracho- blanco*. La especie secundaria con mayor IRa es *Geoffroea decorticans* con 5.9 mm, le sigue *Prosopis ruscifolia* con 5.66 mm, *Prosopis alba* con 4.05 mm y *Prosopis kuntzei* con 3.2.

Las conclusiones generales indican que la matriz florística se mantiene independientemente del grado de perturbación, no así la estructura del bosque, y que existe alta correspondencia entre el volumen arbóreo (m<sup>3</sup>/ha) y los índices de diversidad arbóreo y arbustivo. El crecimiento de las especies principales y secundarias es medio a lento, con un incremento radial anual promedio de 2.1 mm para las especies principales y 4,2 mm para las especies secundarias. Estas investigaciones aportan información para fortalecer las estrategias de conservación y/o restauración del monte nativo en el Norte de Argentina, y para elaborar planes de manejo que planteen soluciones al desafío de aprovechar el recurso forestal y a la vez permitan conservarlo.

**Palabras clave:** Chaco Seco, biodiversidad vegetal, bosque nativo, semiárido.

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA HERBIVORÍA SOBRE *Senecio coinnyi* ROUY, ESPECIE ENDÉMICA Y PROTEGIDA EN CASTILLA Y LEÓN.

**Alejandro Jiménez Valdés**

Depto. Sistemas y Recursos Naturales. UPM.

[alejandro.jimenez.valdes@alumnos.upm.es](mailto:alejandro.jimenez.valdes@alumnos.upm.es)

### Resumen

*Senecio coinnyi*, es un taxón endémico de Castilla y León, catalogado como VU y protegido en Castilla y León con la categoría en peligro de extinción (EN)

En diversos trabajos se ha planteado que uno de los factores de amenaza más importantes son los herbívoros. Para comprobar esta hipótesis se ha realizado un ensayo *in situ* en dos poblaciones significativas para la especie. Se ha cuantificado el efecto a largo plazo de los herbívoros mediante el análisis de dos variables: la supervivencia y el crecimiento de los ejemplares plantados dentro y fuera de vallas de exclusión ganadera. El material experimental (plantas de 4 meses) fueron producidas en el vivero Forestal de Valladolid a partir de semillas colectas en campo. Los ejemplares se plantaron en octubre de 2014 según la siguiente tabla:

Población	Valla exclusión 1	Fuera de la valla	Valla exclusión 2	Fuera de la valla
El Tiemblo	50	50	50	50
Hoyocasero	50	50	50	50

Se han realizado visitas a las plantaciones cada 25 días durante un año (octubre 2014 a octubre de 2015). Encada una se ha medido: el estado de cada ejemplar (vivo o muerto) y su tamaño. La supervivencia se ha analizado mediante dos modelos: Lineal Generalizado (Binomial) y Kaplan-Meier; y el crecimiento mediante el Modelo Lineal General con medidas repetidas. Para ello se han utilizado los programas R y SPSS.

Los resultados muestran una mortandad total del 45% de los individuos fuera de los vallados (presencia de herbívoros), frente a un 8% dentro de los vallados (sin la presión de los herbívoros). Esta es una variable explicativa del modelo con un nivel de significación inferior al 0,01. Las curvas de supervivencia (fuera-dentro de las vallas) también son significativamente distintas según el modelo Kaplan-Meier con un nivel de significación inferior al 0,01 para cada una de las parcelas.

La presencia/ausencia de herbívoros es una de las variables explicativas, según el MLG con un nivel de significación inferior al 0,01 de las diferencias de crecimiento de las plantas constatadas entre los ejemplares plantados fuera y dentro de las vallas de exclusión.

Por tanto los el análisis de los resultados obtenidos permiten afirmar que los herbívoros, en especial el ganado doméstico, 1.- influyen en las tasas de crecimiento de los individuos y 2.- son un factor de mortandad significativa para *Senecio coinnyi*.

**Palabras clave:** conservación, *Senecio coinnyi*, herbívoros.

## NUEVOS SISTEMAS AGROFORESTALES EUROPEOS: EFECTO DEL GANADO SOBRE LA RIQUEZA DE PLANTAS HERBÁCEAS Y ESTADO DEL ESTRATO ARBÓREO.

Aida López Sánchez  
G.I. ECOGESFOR. UPM.  
[aida.lopez@upm.es](mailto:aida.lopez@upm.es)

### Resumen

En Europa los sistemas agroforestales son reconocidos focos de biodiversidad y producen diversos servicios ecosistémicos dentro un paisaje predominantemente agrícola. Además poseen un alto valor natural para la conservación. Estos sistemas están constituidos por un arbolado disperso sobre un estrato herbáceo, y tradicionalmente mantenían un uso ganadero extensivo. Sin embargo, su conservación está en peligro debido a cambios de uso determinantes como por ejemplo la intensificación agrícola, el abandono del uso ganadero o el avance de la urbanización. En Europa central encontramos un sistema singular conocido en Alemania como Streuobstwiesen consistente en árboles frutales plantados de forma dispersa sobre pastos herbáceos seminaturales, praderas o incluso, cultivos forrajeros. El pastoreo extensivo del ganado doméstico promueve la diversidad de plantas herbáceas; sin embargo, su manejo inadecuado puede provocar daños en el arbolado por descortezado. Para este estudio, se seleccionaron 42 Streuobstwiesen dentro de la zona Rhenish (Alemania) con distintas especies ganaderas (equino, bovino y ovino) y agrupándose en tripletes. La distancia máxima entre sitios dentro de un mismo triplete fue de 2km. Dentro de cada sitio se estableció una parcela de 1250m<sup>2</sup> en la cual se trazó un transecto de 2 x 50 m y donde se determinaron todas las especies herbáceas dentro del transecto. Adicionalmente, se localizó otro transecto en la zona desarbolada adyacente a la parcela. Todos los árboles incluidos en cada parcela arbolada se contabilizaron y se registró el daño reciente (< 2 años) como % de tronco descortezado. La densidad arbórea se determinó mediante imágenes aéreas usando el programa ArcGis 10.3. Además se obtuvo la carga ganadera de cada sitio. Por un lado, se analizó el efecto de la presencia del estrato arbóreo y el tipo de manejo ganadero sobre la diversidad de plantas del estrato herbáceo de los Streuobstwiesen. Además se estudió el impacto del ganado sobre el estrato arbóreo. Se registraron un total de 145 especies herbáceas distintas en los 42 sitios estudiados. La fracción de cabida cubierta varió entre 10-60% con una media de 23%. Las cargas ganaderas fueron similares en todos los sitios con cierta variabilidad en las zonas con pastoreo equino (572 ±464). El arbolado mejoró la diversidad herbácea incrementando el número de especies (18 %) dentro de los pastos arbolado comparado con zonas colindantes sin arbolado. Además el aumento de la carga ganadera supuso un efecto negativo en la diversidad herbácea debido a que el ganado es menos selectivo y tiende a homogeneizar los pastos. Finalmente, en general la presencia de daños recientes (<1 años) no fue muy alta en la zona de estudio ya que sólo el 8% de los árboles presentaron tal impacto. Si analizamos los árboles con daño reciente, las especies ganaderas produjeron un mayor impacto en el arbolado en ausencia de protectores individuales (colocados en los últimos 5 años). Por tanto, para mantener la diversidad del estrato herbáceo y conservar el conjunto de los sistemas agroforestales europeos es importante mantener unas cargas ganaderas adecuadas y protectores en los árboles para evitar futuros daños significativos.

**Palabras clave:** Streuobstwiesen, riqueza de especies, pastoreo, descortezado.

## AQUÍ NO HAY QUIEN VIVA. DISPERSIÓN EN AMBIENTES ALTERADOS Y FRAGMENTADOS.

Carlos Ciudad Trilla  
G.I. ECOGESFOR. UPM.  
[carlos.ciudad@upm.es](mailto:carlos.ciudad@upm.es)

### Resumen

La dispersión es un proceso fundamental en la dinámica poblacional de los organismos que habitan en ambientes alterados y fragmentados. El movimiento de individuos entre parches de hábitat mantiene la variabilidad genética, reduce la endogamia y puede rescatar poblaciones locales de la extinción gracias a la llegada de inmigrantes. Sin embargo, a pesar de su importancia, el conocimiento sobre los movimientos dispersivos de los organismos en paisajes afectados por procesos de fragmentación y alteración es muy limitado. En este trabajo se analiza la dispersión de las aves forestales en ambientes alterados y fragmentados, utilizando como especie modelo al pico mediano (*Leipicus medius*), un pájaro carpintero especialista de bosques caducifolios maduros. Para ello, se ha estudiado la influencia de la calidad del hábitat, la densidad poblacional, el tamaño y la conectividad de los parches de hábitat en la dispersión natal del pico mediano en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. Nuestros resultados indican que tanto el tamaño como la conectividad de los parches tuvieron poca influencia en la dispersión. Por el contrario, la calidad del hábitat (i.e. densidad de robles de gran diámetro [ $> 37$  cm de DBH]) afectó significativamente tanto a la tendencia a abandonar el parche natal como al asentamiento en nuevas áreas. Los juveniles nacidos en los parches de mayor calidad tuvieron una mayor probabilidad de permanecer en el parche natal, mientras que los dispersantes tendieron a asentarse en parches de mejor calidad, mostrando que la degradación del hábitat estimula la dispersión. Al margen de las características del hábitat, los juveniles prefirieron asentarse en los parches con una elevada densidad de población, sugiriendo que la atracción de coespecíficos puede desempeñar un papel clave en la colonización de los parches. Adicionalmente se han realizado análisis preliminares de los movimientos de dispersión de juveniles de pico mediano radio-marcados mediante el método BCPA ('Behavioral Change Point Analysis') para tratar de identificar posibles cambios comportamentales. Los resultados de estos análisis apuntan a que el proceso de dispersión es más complejo de lo que habitualmente se suele considerar, pudiendo diferenciarse varias fases distintas de dispersión, exploración y asentamiento.

**Palabras clave:** dispersión, fragmentación del hábitat, alteración del hábitat, gestión forestal, *Leipicus medius*, Cordillera Cantábrica.

## COLONIZACIÓN E INTERACCIÓN DE PLÁNTULAS DE *Ulmus minor* CON EL PATÓGENO DE LA GRAFIOSIS Y UN HONGO ENDÓFITO.

**Begoña Coira y Sara Ormeño**

Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal. UPM.

[begonia1991@gmail.com](mailto:begonia1991@gmail.com); [sm.ormeno@alumnos.upm.es](mailto:sm.ormeno@alumnos.upm.es)

### Resumen

La grafiosis es una enfermedad vascular causada por un hongo, *Ophiostoma novo-ulmi*, que afecta, entre otras, a la especie *Ulmus minor* (olmo común). Para evitar la desaparición de esta especie, durante más de 30 años, se ha tratado de obtener clones resistentes a la enfermedad que permitan recuperar las zonas de ribera en las que tradicionalmente se encontraba el olmo. Actualmente, se han identificado siete genotipos resistentes.

El proyecto que estamos llevando a cabo trata de investigar cómo se produce la colonización por *Ophiostoma novo-ulmi* en plántulas de 15-20 cm cultivadas *in vitro*. Además, en genotipos de olmos resistentes se ha detectado la presencia de ciertos hongos endófitos en una proporción mayor que en los genotipos susceptibles. Por este motivo, también se quiere estudiar cómo es la interacción de uno de esos hongos endófitos, *Rhodotorula cystobasidial*, tanto con la planta como con *Ophiostoma novo-ulmi*.

En el experimento se van a utilizar cuatro genotipos de olmo, dos de ellos son susceptibles y los otros dos resistentes a la grafiosis. La hipótesis de partida es que, a pesar de que estas plántulas están poco desarrolladas y no tienen las mismas características estructurales que un árbol adulto, sí que se apreciarán diferencias entre las susceptibles y las resistentes.

Por otro lado se han cultivado y enfrentado en la misma placa Petri *Ophiostoma novo-ulmi* y *Rhodotorula cystobasidial*. El resultado más destacable es que *Ophiostoma novo-ulmi*, cuyo crecimiento es más rápido, no parasita al endófito sino que crece a su alrededor.

**Palabras clave:** *Ulmus minor*, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Rhodotorula cystobasidial*, cultivo *in vitro*, endófito.

## MARCAJE DE CARBONO 13 CON CO<sub>2</sub> EN PLANTA: ¿CÓMO, POR QUÉ Y PARA QUÉ?

Jose Carlos Miranda García-Rovés

Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética Forestal. UPM.

[jc.miranda@upm.es](mailto:jc.miranda@upm.es)

### Resumen

En investigación forestal, cada vez son más comunes los trabajos que utilizan isótopos de carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo u otros, para facilitar el seguimiento de ciertos componentes no sólo a lo largo de la planta, sino también en su interacción con el sistema edáfico. En particular, si queremos conocer con mayor profundidad algún proceso relacionado con la mejor o peor capacidad fotosintética de la planta, un marcaje muy útil y relativamente fácil de llevar a cabo, es el marcaje con isótopos de carbono 13. Uno de los modos más fáciles de realizar este marcaje seguiría el siguiente esquema básico:

a) Las plantas a marcar tienen que encontrarse en un sistema estanco y controlado.

b) Bajo esas condiciones, la concentración de CO<sub>2</sub> de la atmósfera estanca disminuirá debido a la asimilación del mismo por las plantas mediante la fotosíntesis.

c) En el momento que la concentración de CO<sub>2</sub> disminuya lo suficiente se inyectará en ese sistema un flujo constante de CO<sub>2</sub> marcado. Esta situación será mantenida el tiempo suficiente para que la planta asimile una cantidad adecuada de carbono marcado, de tal manera que sea posible detectarlo con posterioridad.

Como ejemplo de esta técnica, se presenta parte de un estudio de riego en trigo. Se disponía de planta de trigo en 10 rhizotrones divididos en dos grupos:

- Riego frecuente : cada día se regaban con 25 ml de agua cada rhizotron

- Riego poco frecuente: cada 5 días se regaban los rhizotrones con 125 ml de agua.

Estas diferencias de riego generaban diferencias morfológicas en los sistemas radicales. Con el marcaje se pretendía observar:

I) Si existían diferencias en la distribución de los fotoasimilados en ambos tratamientos (fundamentalmente en distintas profundidades de los sistemas radicales).

II) Si existían diferencias en cuanto al ratio de carbono 13 en la microfauna edáfica a distintas profundidades, motivados por los exudados de las raíces de las plantas marcadas.

Para ello se recogieron muestras de raíces y de suelos durante 5 días desde el mismo día del marcaje además de tomar una muestra anterior al marcaje.

La respuesta a ambas cuestiones fue afirmativa. El análisis de isótopos de carbono mostró una mayor fijación de los fotoasimilados marcados en las raíces más profundas de las plantas regadas con poca frecuencia, mientras que las capas más superiores de suelo de los rhizotrones regados con mayor frecuencia, mostraban una microfauna más afectada por dichos fotoasimilados.

**Palabras clave:** isótopos estables, distribución de recursos, riego, rhizotron.

## ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO DE TELEDETECCIÓN PARA EVALUAR LA DINÁMICA DE DISTINTAS COBERTURAS VEGETALES.

**Laura Recuero Pavón**

Depto. Sistemas y Recursos Naturales. UPM.

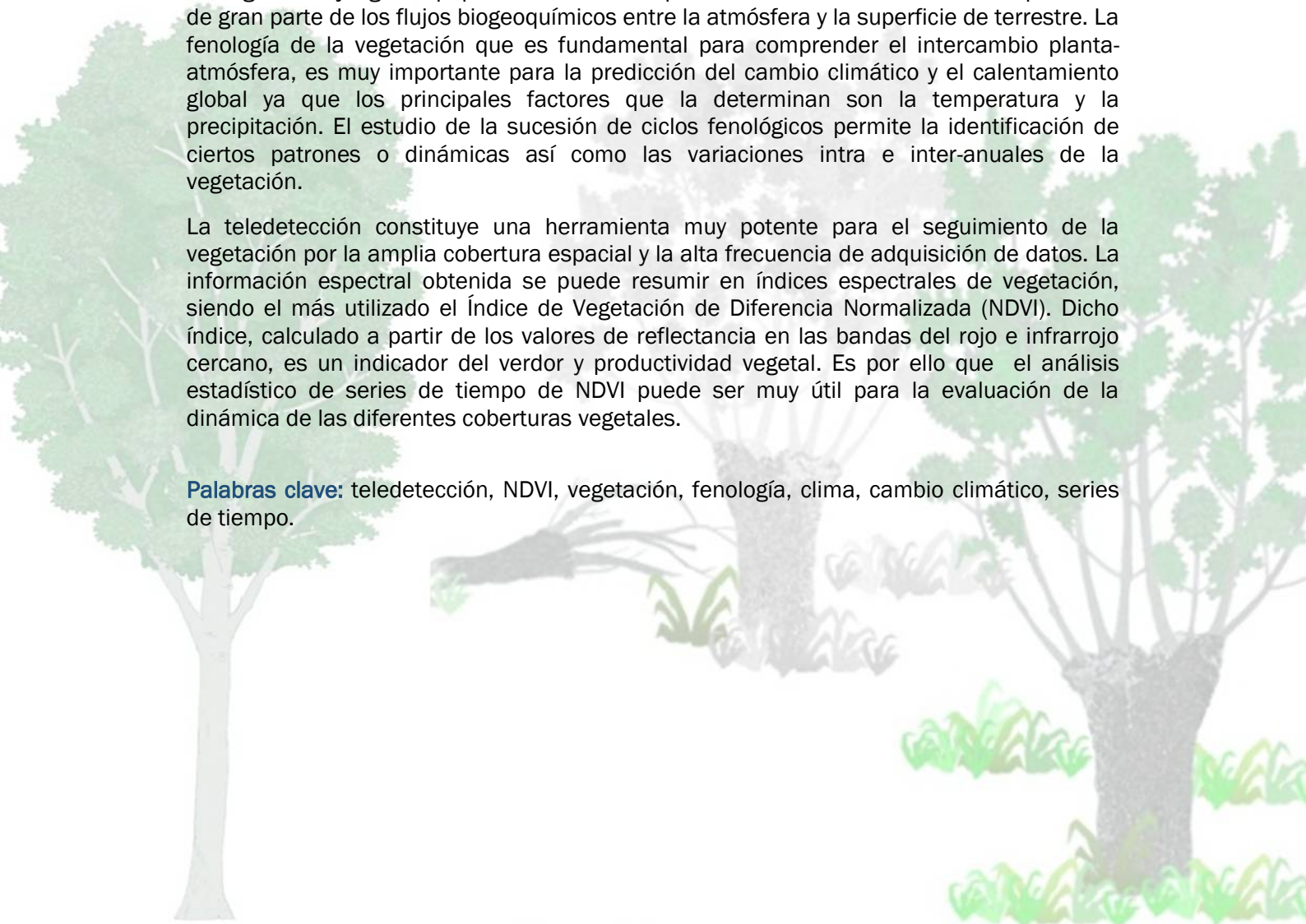
[laura.recuero.pavon@gmail.com](mailto:laura.recuero.pavon@gmail.com)

### Resumen

La vegetación juega un papel esencial en los procesos ecosistémicos siendo responsable de gran parte de los flujos biogeoquímicos entre la atmósfera y la superficie de terrestre. La fenología de la vegetación que es fundamental para comprender el intercambio planta-atmósfera, es muy importante para la predicción del cambio climático y el calentamiento global ya que los principales factores que la determinan son la temperatura y la precipitación. El estudio de la sucesión de ciclos fenológicos permite la identificación de ciertos patrones o dinámicas así como las variaciones intra e inter-anales de la vegetación.

La teledetección constituye una herramienta muy potente para el seguimiento de la vegetación por la amplia cobertura espacial y la alta frecuencia de adquisición de datos. La información espectral obtenida se puede resumir en índices espectrales de vegetación, siendo el más utilizado el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Dicho índice, calculado a partir de los valores de reflectancia en las bandas del rojo e infrarrojo cercano, es un indicador del verdor y productividad vegetal. Es por ello que el análisis estadístico de series de tiempo de NDVI puede ser muy útil para la evaluación de la dinámica de las diferentes coberturas vegetales.

**Palabras clave:** teledetección, NDVI, vegetación, fenología, clima, cambio climático, series de tiempo.



## THE USE OF DECISION SUPPORT SYSTEMS IN FOREST MANAGEMENT: ANALYSIS OF FORSYS COUNTRY REPORTS.

Silvana Nobre\*

G.I. Economía y Sostenibilidad del Medio Natural. UPM.

[silvana.nobre@gmail.com](mailto:silvana.nobre@gmail.com)

### Resumen

*From 2009 to 2013, a group of more than 100 researchers from 26 countries, under a COST-Action project named FORSYS, worked on a review of the use of forest management decision support systems (FMDSS). Guided by a template, local researchers conducted assessments of FMDSS use in their countries; their results were documented in Country Reports. In this study, we have used the Country Reports to construct a summary of FMDSS use. For the purposes of our analysis, we conducted a two-round categorisation of the main themes to describe the most relevant aspects of FMDSS use. The material produced was used to generate quantitative summaries of (i) the types of problem where FMDSS are used, (ii) models and methods used to solve these problems, (iii) knowledge management techniques, and (iv) participatory planning techniques. Beyond this, a qualitative analysis identified and summarised the local researchers' primary concerns, recorded in the conclusions to the Country Reports; we designated these 'lessons learned'. Results from the quantitative analysis suggested that most of the participant countries were making use of latest generation FMDSS. A few did not have practical problems that justified the use of such technology or they were still at the beginning of the process of building models to solve their own forest problems.*

De 2009 a 2013, un grupo de más de 100 investigadores de 26 países, bajo una Acción COST denominada FORSYS, trabajó en una revisión de la utilización de los sistemas de apoyo a decisiones de manejo forestal (FMDSS). Guiados por un patrón (*template*), los investigadores llevaron a cabo las evaluaciones locales de los DSS que se utilizaban en sus países. A través de este procedimiento, sus resultados fueron documentados en los informes nacionales (CR - *Country Reports*). En este estudio hemos utilizado los informes de los países para construir una evaluación compilada del uso de FMDSS. En el contexto de nuestro análisis, se realizó una categorización de dos rondas de los temas principales para describir los aspectos más relevantes del uso de FMDSS. El material producido se utiliza para generar resúmenes cuantitativos de (i) los tipos de problema en el que se utilizaban FMDSS, (ii) los modelos y métodos utilizados para resolver estos problemas, (iii) las técnicas de gestión del conocimiento, y (iv) las técnicas de gestión participativa. Más allá de esto, un análisis cualitativo permitió identificar y resumir las principales preocupaciones de los investigadores locales, ya registrados en las conclusiones de los informes de los países, y que han sido designadas como "lecciones aprendidas". Los resultados del análisis cuantitativo sugirieron que la mayor parte de los países participantes estaban haciendo uso de la última generación de FMDSS. Además, algunos países no tenían problemas prácticos que justificaron el uso de dicha tecnología mientras que otros estaban en el comienzo del proceso de construcción de modelos para resolver sus propios problemas forestales.

\* Silvana Nobre, Ljusk-Ola Eriksson<sup>2</sup>, RenatsTrubins<sup>2</sup>. <sup>2</sup>Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden; [ljusk.ola.eriksson@slu.se](mailto:ljusk.ola.eriksson@slu.se); [renats.trubins@slu.se](mailto:renats.trubins@slu.se)



## ¿CÓMO USAR LA PALEOBOTÁNICA PARA MEJORAR LAS PREDICCIONES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Elena Moreno Amat

G.I. Historia y dinámica del paisaje vegetal. UPM.

[emorenoamat@gmail.com](mailto:emorenoamat@gmail.com)

### Resumen

A pesar del amplio uso de los *Modelos de Distribución de Especies* (MDE: algoritmos que establecen relaciones estadísticas entre las presencias de una especie y las variables ambientales) en el estudio de la distribución actual de taxones y el impacto derivado del cambio climático, su aplicabilidad y la validez de sus predicciones es todavía objeto de estudio. Este trabajo trata de reducir la incertidumbre de los MDE evaluando el efecto de la complejidad del modelo en su capacidad predictiva y transferibilidad temporal mediante la incorporación de la información aportada por la paleobotánica. Los datos paleobotánicos (e.g. polen fósil y macrorrestos vegetales) son datos de gran valor ya que nos informan de la composición de la vegetación pasada con gran detalle y que permiten contrastar la validez de los MDE proyectados bajo condiciones climáticas del pasado.

En este estudio se han generado MDE en la actualidad con diferentes niveles de complejidad para las especies vegetales ibéricas *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. y *Corylus avellana* L y se han proyectado bajo condiciones climáticas del Holoceno medio (6.000 años BP), comparándose con datos de polen fósil. Se ha observado que la complejidad de los modelos afecta de forma importante a la capacidad predictiva de los mismos, especialmente al proyectarlos en diferentes periodos temporales. En los MDE actuales la capacidad predictiva del modelo aumenta al aumentar su complejidad para las dos especies, mientras que se encontró una tendencia diferente en los modelos del Holoceno medio. Los valores óptimos para predecir la distribución actual y pasada se encuentran en modelos con una complejidad intermedia. Como la obtención de predicciones fiables en los MDE es muy importante, especialmente en el estudio de impactos del cambio climático sobre las especies, se recomienda usar datos paleobotánicos para validar los modelos y seleccionar los parámetros de complejidad de los mismos que mejor funcionen para cada estudio y especie. Al ser los datos paleobotánicos escasos, se recomienda el uso de modelos más simples, con una complejidad intermedia, cuando el objetivo del estudio es la predicción de la distribución de una especie en el tiempo.

**Palabras clave:** modelos de distribución de especies, validación, calibración, complejidad, transferibilidad temporal, distribución ambiental, distribución geográfica, paleobotánica, polen fósil, *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa*.

## LA HUELLA DE CARBONO COMO INDICADOR DE LA EFICACIA AMBIENTAL. UN CASO DE ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS DE REMEDIACIÓN *IN SITU*.

María José Fernández Alonso

Depto. Sistemas y Recursos Naturales. UPM.

[mj.fernandez@upm.es](mailto:mj.fernandez@upm.es)

### Resumen

La contaminación del suelo por hidrocarburos de petróleo constituye un grave riesgo ambiental debido a su toxicidad. Se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas diversas tecnologías biológicas y químicas para recuperar *in situ* suelos y aguas afectadas por vertidos de petróleo. Sin embargo, las consecuencias ambientales del proceso de descontaminación no siempre son positivas. Las intervenciones humanas que tienen lugar durante la aplicación de las tecnologías recuperadoras pueden reducir localmente el problema ambiental pero, al mismo tiempo, pueden producir grandes emisiones de carbono a la atmósfera que afectan negativamente a una escala global. En este trabajo estudiamos comparativamente la efectividad ambiental de dos estrategias de recuperación *in situ*: la fitorecuperación y la oxidación química. Esta eficiencia se puede evaluar por medio del indicador huella de carbono, que tiene en cuenta las emisiones de gases de efecto invernadero producidas directa e indirectamente durante el desarrollo de la descontaminación, y a su vez, por el rendimiento del proceso en términos de reducción de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo para un periodo de tiempo específico.

Los resultados preliminares muestran que la oxidación química produjo las mayores emisiones secundarias que son causadas principalmente por la construcción de la infraestructura necesaria para la inyección de oxidante, así como por el consumo de productos químicos. Por otro lado, la estrategia de fitorecuperación produjo las emisiones más bajas pero con una tasa de eliminación de TPH de los suelos significativamente menor. Por lo tanto, el tratamiento biológico requiere de períodos más largos de remediación lo que implica una mayor contaminación residual.

**Palabras clave:** suelo contaminado, hidrocarburos totales de petróleo (TPH), oxidación química, fitorecuperación, análisis híbrido por niveles, análisis input-output.

## TECNOLOGÍA LIDAR APLICADA AL INVENTARIO FORESTAL: ¿ESTÁ YA TODO RESUELTO?

**Alberto Tordesillas Torres**

Depto. Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental. UPM.

[a.tordesillas@alumnos.upm.es](mailto:a.tordesillas@alumnos.upm.es)

### Resumen

La tecnología LiDAR es ya una realidad en la inventariación de masas forestales. Sin embargo, todavía existen aspectos a mejorar tales como las estimaciones de la distribución diamétrica, las estimaciones a nivel de rodal o la forma de estimar crecimientos a partir de la repetición de vuelos LiDAR. Por otro lado, cada vez están apareciendo nuevas aplicaciones al ámbito forestal, existiendo ya numerosos estudios en ecología del paisaje, cartografía de combustibles, hidrología o incluso en cartografía de mapas de calidad de hábitat para algunas especies de fauna.

El estudio realizado ha profundizado en la estimación de variables forestales a partir de información LiDAR en el Valle de la Fuenfría (Cercedilla, Madrid). En primer lugar se han estimado seis variables dasométricas (volumen, área basimétrica, biomasa total, altura dominante, densidad y diámetro medio cuadrático) en el año 2013, tanto a nivel de píxel como a nivel de rodal y monte. Asimismo, la aplicación de modelos mixtos puede suponer una mejora de las estimaciones debido a que tiene en cuenta el efecto rodal.

En segundo lugar, se han probado diferentes métodos para la estimación de la distribución diamétrica. Por un lado, el método de predicción de percentiles y, por otro lado, el método de predicción de parámetros. Este segundo método se probó para una función Weibull simple, una función Weibull doble y una combinación de ambas según la distribución que mejor se ajustaba a cada parcela. Por último se ha estimado el crecimiento en volumen y área basimétrica a partir de la comparación de los vuelos de los años 2002 y 2011.

**Palabras clave:** LiDAR, Cercedilla, modelos mixtos, modelización forestal, distribución diamétrica, evolución temporal.

## PLANIFICACIÓN FORESTAL ESTRATÉGICA CON OBJETIVOS MÚLTIPLES: APLICACIÓN AL MONTE “PINAR DE VALSAÍN”.

**Marta Ezquerro García**

G.I. Economía y Sostenibilidad del Medio Natural. UPM.

[marta.ezquerro@upm.es](mailto:marta.ezquerro@upm.es)

### Resumen

Los distintos métodos de gestión forestal han estado orientados casi en exclusiva hacia una visión económica de los montes, dejando a un lado aquellos bienes y servicios que no disponen de un precio de mercado. En general, existen numerosos montes españoles en los que existe una dualidad entre producción y conservación, donde la antaño primordial importancia de la producción maderera ha ido perdiendo peso ante la consideración de diferentes valores ecológicos. Sin embargo, esta nueva tendencia no ha venido acompañada, desde el punto de vista de la gestión, por un conjunto de herramientas claras que fomenten la conservación, y así en la práctica se prohíben en distinto grado las cortas comerciales, o bien se opta por la decisión de «no hacer nada», por no justificarse una mejor alternativa de gestión.

Comentado lo anterior, la primera pregunta que puede plantearse es si los métodos de gestión forestal actualmente empleados son válidos para acometer este desafío: integrar objetivos de conservación en un monte con una orientación productiva. Esta realidad justifica la importancia de construir modelos orientados a la conservación de las masas forestales, calculando el coste de oportunidad de adoptar ciertas medidas, como puede ser renunciar a ciertos beneficios monetarios derivados de las cortas finales. Por tanto, la gestión forestal aplicada en zonas con presencia de determinados valores singulares, debería favorecer objetivos como la conservación de la fauna silvestre y la preservación de sus hábitats, la consideración de factores como la captura de carbono, y además, considerar su evolución en base a las medidas de gestión empleadas.

Una forma de abordar la gestión de estos sistemas forestales, sería acudir a modelos de planificación forestal estratégica basados en la programación matemática. Considerando esta premisa, se desarrolla un modelo en el Pinar de Valsaín, donde además de la producción de madera existen otros criterios a considerar en la gestión. Los resultados obtenidos muestran el grado de conflicto existente entre los distintos objetivos considerados y suponen un primer paso a la hora de obtener soluciones que integren simultáneamente los valores considerados, a través del empleo de técnicas multicriterio.

**Palabras clave:** conservación, planificación estratégica, multicriterio.

## MEJORAS EN LA PROGRAMACIÓN DE CORTAS OPTIMIZANDO LA RED DE CAMINOS. EL CASO DE LAS PLANTACIONES INDUSTRIALES DE BRASIL.

**Pedro Belavenutti Martins**

G.I. Economía y Sostenibilidad del Medio Natural. UPM.

[inv.florestal@gmail.com](mailto:inv.florestal@gmail.com)

*NEW FOREST HARVESTING SCHEDULING PLANS  
OPTIMIZING THE ROAD NETWORK. THE CASE OF INDUSTRIAL PLANTATIONS IN BRAZIL*

### Resumen

In industrial forest plantations, the spatial distribution of management units for harvest scheduling influences the timber production costs and the non-renewable resources consumption, due to issues related to the transport logistic. In this context, this research aimed to generate harvest scheduling plans minimizing the unit production cost resulting from harvest activities and forest road maintenance, using the application of Floyd-Warshall network optimization algorithm to create timber production routes. Then, scenarios were simulated considering different harvest ages for *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. stands. The planning horizon was five years with annual periodicity. The study area was 23.330 hectares of forests, located in Parana state (southern Brazil). We compared the simulated scenarios according to the following parameter indicators: harvest income, building road network and the unit production cost. The results show that the decreasing of the minimum harvest age reduces the mean production of management units scheduled to be harvested. On the other hand, this freedom to choose young stands to be harvested decreases the number of roads to be built, what consequently increases the unit production cost. It was found that the inclusion of the timber production routes on forest planning decreases by up to 5.8% the unit production cost to achieve the same production target.

**Palabras clave:** forest management, integer linear programming, timber harvest scheduling, road maintenance cost, spatial constraints.

## ANATOMÍA Y PROPIEDADES DE LA MADERA DEL PINO MARÍTIMO (*Pinus pinaster* AIT) DESPUÉS DE RESPUESTAS GRAVITRÓPICAS.

Marta Vergarechea Alegría\*  
Centro de Investigación Forestal  
[vergarechea.marta@inia.es](mailto:vergarechea.marta@inia.es)

### Resumen

El pino marítimo (*Pinus pinaster* Aiton) es la conífera de la cual se obtiene el mayor volumen maderable en España. Sin embargo, la calidad y productividad de la madera se ve disminuida debido a la tendencia de esta especie de exhibir una falta de rectitud en el fuste, lo que lleva asociado, un aumento en los costes de transporte y manufacturación de la materia prima.

La madera de compresión (CW) es un tipo de madera que se origina en el lado inferior de ramas y tallos afectados por una inclinación, la madera formada en el lado opuesta a ésta se denomina madera opuesta (OW). Existen grandes diferencias entre CW y OW en coníferas, para todas las propiedades físicas y mecánicas, como por ejemplo una mayor densidad en CW, debido al engrosamiento de la pared celular en las traqueidas. Sin embargo, existen problemas asociados, como por ejemplo la dificultad trabajar la madera, o el aumento en los costes dentro de la industria de la pulpa y el papel, producido por los altos niveles de lignina de las traqueidas.

Con este experimento se ha intentado responder a las siguientes preguntas: (1) ¿Cómo la anatomía funcional de la madera de tallos y raíces se ve modificada por las necesidades del control postural de los árboles, en varios genotipos de pino marítimo? (2) ¿Existen diferencias entre raíces y tallos con respecto a la estructura de la madera de compresión, opuesta y normal?

Para ello, diez procedencias de *P. pinaster*, cinco con un crecimiento recto del tronco y cinco con una tendencia a sinuidad del tronco, fueron sometidos a una inclinación del tallo (45 °) con el objetivo de observar la respuesta del genotipo al estrés mecánico. Esta respuesta fue evaluada a través de características anatómicas, área de la sección transversal, área de la madera de compresión, radio mayor y menor de la sección, excentricidad y porosidades obtenidas en diferentes zonas dentro de la misma sección transversal. Todas estas variables fueron medidas en diferentes partes del árbol, tronco y raíz. Los resultados de este trabajo mostraron que la parte analizada (tronco y raíz) tuvo un papel significativo en todas variables, variación que podría estar asociada a diferentes adaptaciones del árbol al ambiente. La procedencia sólo tuvo un efecto significativo en el área de la sección transversal y en el radio mayor, sin embargo la interacción entre procedencia y parte del árbol tuvo un papel significativo en un mayor número de variables. El porcentaje en la formación de CW fue similar para los dos grupos de procedencias (rectas y torcidas), lo que podría indicar una mayor eficiencia de las procedencias rectas en el control postural.

Con este estudio, se refuerza la idea sobre la función de la madera de compresión como una estrategia de la planta para adaptarse al estrés mecánico, este concepto, debería tenerse en consideración con el fin de incrementar la información sobre el proceso de enderezamiento en los árboles. Además, se consolida la hipótesis de la existencia de un control genético de las distintas poblaciones de *Pinus pinaster* sobre la rectitud del fuste.

**Palabras clave:** *Pinus pinaster*, procedencias, madera de compresión, raíces, densidad.

\*Vergarechea Alegría, Marta<sup>1</sup>, Ruelle, Julien<sup>2</sup>, Sierra de Grado, Rosario <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Valladolid (UVA), <sup>2</sup> Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

## MASAS FORESTALES IRREGULARES DE PINO SILVESTRE: ¿HAY BUENOS EJEMPLOS EN ESPAÑA Y EN LA REPÚBLICA CHECA?

Josef Gallo

Depto. Sistemas y Recursos Naturales. UPM.

[pepag@seznam.cz](mailto:pepag@seznam.cz)

### Resumen

El trabajo fin de máster se centra en el estudio de diferentes regímenes selvícolas de pino silvestre; compara la diversidad estructural en parcelas con selvicultura regular e irregular en diferentes estaciones forestales en la República Checa y en España.

Se establecieron cuatro parcelas permanentes en los pinares de silvestre, de las cuales dos se situaron en el oeste de Bohemia, República Checa (parcelas CZ-1 y CZ-2), y dos se situaron en la Comunidad de Madrid, España (parcelas ES-1 y ES-2). Las parcelas se localizaron en masas forestales ejemplos que prácticamente muestran la transición de gestión regular a irregular - CZ-1: masa con estructura regular de DBH y baja complejidad de la masa como resultado de gestión y cosecha menos intensiva en el pasado; CZ-2: masa en la transición de masa regular a irregular, con cortas por entresaca y estructura compleja del rodal; ES-1: masa regular de baja intensidad de intervención en pasado y con baja complejidad; ES-2: masa irregular de alta intensidad de intervención y con alta complejidad.

En estas parcelas, se midieron los parámetros de crecimiento, se describió la estructura horizontal y vertical. Se usó un análisis de componentes principales sin restricciones para analizar las relaciones entre los atributos de las parcelas, parámetros estructurales, datos climáticos, y diversidad de las masas de pino silvestre y la afinidad de las 4 parcelas. Se barrenaron varios árboles y se estudiaron los *cores* para analizar el esquema del crecimiento anual.

Los resultados indicaron el estado de los rodales y las diferencias en las características entre parcelas individuales. Todas las parcelas tuvieron parecidas características de densidad, pero diferente estructura del DBH, como consecuencia de la diferente intensidad de los regímenes selvícolas. Las parcelas ES indicaron el ratio H: DBH más bajo en el arbolado. En las parcelas regulares (CZ-1, ES-1), la distribución espacial de los árboles fue, sobre todo, aleatorio (CZ-1), o aleatorio con tendencia orientada a regular (ES-1), mientras esta misma fue más agregada en las parcelas irregulares (CZ-2, ES-2) según la *L*-función.

En el análisis PCA, el primer eje explicó 55,8% de la variabilidad, los primeros dos ejes en conjunto, el 93,5% y los primeros tres ejes explicaron el 100,0% de la variabilidad de los datos. La altitud tuvo una correlación positiva con precipitaciones y pendiente, mientras que estos parámetros fueron negativamente correlacionados con la temperatura, edad del rodal y con el índice de la diversidad total. Las variables de volumen en pie, altura media y DBH se correlacionaron entre sí, mientras que estos parámetros se relacionaron negativamente con la cubierta de la masa (espesura del dosel, área de la proyección de copas), densidad del rodal y con los índices de diferenciación estructural. Las parcelas se distinguieron unas de otras, particularmente las parcelas ES-1 y ES-2.

El crecimiento promedio de los anillos en los últimos años fue más elevado en las parcelas tratadas con una gestión intensa por entresaca. La reacción del crecimiento fue patente en ciertas clases de DBH (14, 18, 22 y 46).

**Palabras clave:** entresaca, pino silvestre, estructura de masa forestal, anillos de crecimiento, Monte de Cabeza de Hierro, Plasy.

## ARBOLADO URBANO, SIMULACIÓN VISUAL Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL EN LA CIUDAD DE LONDRES

Ana Macías Palomo

Depto. Ingeniería y Gestión Forestal y Ambiental. UPM.

[anamaciaspalomo@gmail.com](mailto:anamaciaspalomo@gmail.com)

### Resumen

El estudio examina el uso potencial y actual de las técnicas de simulación visual aplicadas al campo de la gestión y la planificación del arbolado urbano y analiza las aplicaciones potenciales, así como los beneficios que aportarían. También se analizan las posibles barreras que surgirían de la implementación de esta nueva herramienta y se ofrece una lista de recomendaciones para superarlas.

La investigación tiene un carácter exploratorio que utiliza una combinación de técnicas de investigación cuantitativas y cualitativas, dónde se emplean cuestionarios y entrevistas personales semi-estructuradas para estudiar y analizar las opiniones y reacciones de los gestores de arbolado urbano de los distritos de la ciudad de Londres (Reino Unido), denominados TreeOfficers (LTOs). Para el desarrollo de la tesis se recopilaron y analizaron las respuestas al cuestionario del 41 por ciento de los LTOs pertenecientes al 88 por ciento de los distritos de Londres y se realizaron un total de 17 entrevistas personales.

Los resultados del análisis estadístico de las respuestas del cuestionario y los análisis cruzados de las distintas variables se complementaron con las conclusiones obtenidas del análisis temático de los datos cualitativos recopilados durante las entrevistas. Los usos potenciales de las técnicas de simulación visual aplicadas a la gestión y planificación del arbolado urbano sugeridos fueron obtenidos combinando las conclusiones de, primero, la comparación de las cuestiones que los LTOs consideraron que más tiempo y recursos necesitaban y que actualmente no era posible resolverlas satisfactoriamente con las herramientas y los procesos disponibles, con la información acerca de cómo se habían empleado las visualizaciones en situaciones similares en otros campos tales como planificación urbano, el paisajismo o la gestión forestal. Segundo, se analizaron las reacciones y opiniones de los LTOs ante un conjunto de visualizaciones presentadas durante las entrevistas, desarrolladas ad hoc para mostrar un abanico representativo de ejemplos de utilización de las técnicas de simulación visual, que, a su vez se complementaron con los usos adicionales que los propios LTOs sugirieron tras ver las visualizaciones presentadas.

Los resultados muestran que el uso actual de simulaciones visuales por parte de los LTOs es muy limitado pero si que reciben un gran número de visualizaciones de otros departamentos y como parte de la documentación presentada en las solicitudes de permisos para edificación o desarrollo urbanístico. Los resultados indican que las visualizaciones que son presentadas a los LTOs no son objetivas ni precisas por lo que se argumenta que esta situación es un factor importante que impide una toma de decisiones adecuada y una correcta transmisión de información al público y al resto de partes implicadas. Se sugiere la creación de un código que regule el uso de visualizaciones en el campo de la gestión y planificación del arbolado urbano.

**Palabras clave:** gestión arbolado urbano, simulación visual, *urban forestry*, visualizaciones.



## LOS CAMBIOS EN LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO TRAS LA FORESTACIÓN DE PASTIZALES DE MONTAÑA EN CLIMA MEDITERRÁNEO Y TEMPLADO?

Carlos Ortiz Oñate\*

Depto. Sistemas y Recursos Naturales. UPM.

[carlos.ortiz.onate@upm.es](mailto:carlos.ortiz.onate@upm.es)

### Resumen

En las últimas décadas, las regiones montañosas de Europa están sufriendo la forestación de pastizales. Este cambio en la cubierta vegetal tendrá consecuencias en los ciclos biogeoquímicos del carbono (C) y del nitrógeno (N). Está aceptado que el establecimiento de especies arbóreas lleva asociado un incremento de C en la biomasa aérea pero su efecto en el suelo no está claro. En este trabajo estudiamos cómo afecta la forestación de pastizales de montaña con coníferas (*Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L) Karst. and *Pinus cembra* L.) a la dinámica de la materia orgánica del suelo (MOS). Se establecieron 17 parcelas pareadas (10 en el Sistema Central de España y siete en los Alpes Centrales de Austria) donde se tomaron muestras de suelo del horizonte genético A y de la vegetación dominante para analizar los contenidos de C y N total del suelo y la abundancia natural de  $^{13}\text{C}$  del suelo y de la planta. Además, determinamos el efecto sobre la mineralización de C mediante incubación de laboratorio. La forestación llevó asociada un incremento en el ratio C:N del suelo en ambas regiones. Sin embargo, los contenidos de C del suelo no se vieron afectados y, sólo en la región Mediterránea el N disminuyó tras la forestación. La mineralización potencial de C no mostró un efecto de la forestación aunque si se observó que los suelos templados emitieron en torno al doble que los Mediterráneos. La forestación afectó a la abundancia natural de  $^{13}\text{C}$  sólo en la región mediterránea y, teniendo en cuenta que no hubo una relación entre la firma isotópica del suelo y del material vegetal en las parcelas forestadas, se pone de manifiesto que aun parte de la MOS tiene un origen de pastizal. La altitud se mostró como una variable muy explicativa en ambas regiones y en concreto se correlacionó positivamente con la firma isotópica del  $^{13}\text{C}$  del suelo y de la planta.

**Palabras clave:** forestación, ciclo de C, incubaciones de suelo, región montañosa, abundancia natural de isótopos estables.

\*Carlos Ortiz Oñate, Eduardo Vázquez, Agustín Rubio, Marta Benito, Andreas Schindlbacher, Robert Jandl, Klaus Butterbach-Bahl, Eugenio Díaz-Pinés.