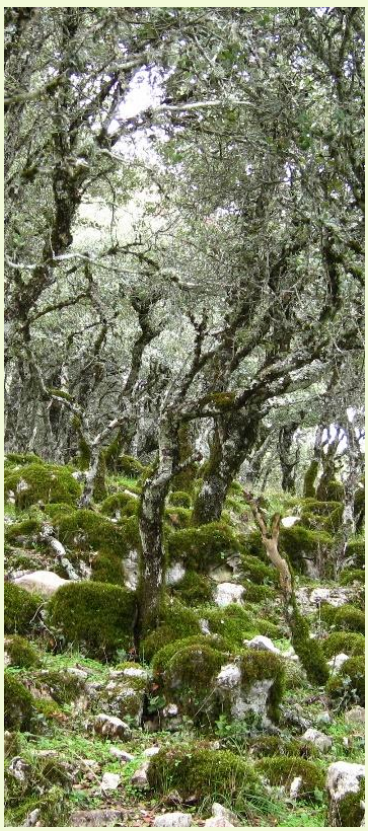
IV Reunión del grupo de Ecología, Ecofisiología y Suelos forestales

Bases ecológicas para la gestión adaptativa de sistemas forestales

Alcalá de Henares • 8 y 9 de mayo de 2019



Libro de resúmenes

Sociedad Española de Ciencias Forestales
SECF

Universidad de Alcalá

Universidad Rey Juan Carlos

Vicerrectorado de Extensión Universitaria

REMEDINAL TE
S2018/EMT-4338

IV Reunión del grupo de Ecología, Ecofisiología y Suelos forestales

Bases ecológicas para la gestión adaptativa de sistemas forestales

Alcalá de Henares, 8 y 9 de mayo de 2019

Comité organizador

- Enrique Andivia (Universidad Complutense de Madrid)
- Paloma Ruiz-Benito (Universidad Rey Juan Carlos)
- Marta Pardos (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias)
- Asier Herrero (Universidad de Alcalá)
- Verónica Cruz-Alonso (Universidad de Alcalá)
- Pedro Villar-Salvador (Universidad de Alcalá)

Comité científico

- Aitor Ameztegui (Universidad de Lleida)
- Elena Granda (Universidad de Alcalá)
- Mercedes Guijarro (Instituto Nacional de Investigaciones Agraria)
- Rosana López (Universidad Politécnica de Madrid)
- Jaime Madrigal-González (University of Geneva)
- Míriam Piqué (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya)
- José Luis Quero (Universidad de Córdoba)
- Sonia Roig (Universidad Politécnica de Madrid)
- Agustín Rubio (Universidad Politécnica de Madrid)
- Pedro Antonio Tíscar (Junta de Andalucía)
- Javier Vázquez-Piqué (Universidad de Huelva)
- Mercedes Uscola (Universidad de Alcalá)

Entidades colaboradoras y financiadoras

- Sociedad Española de Ciencias Forestales
- Universidad de Alcalá
- Universidad Rey Juan Carlos
- Remedinal TE

Índice

PONENCIAS INVITADAS……6

del Río M. *Complejidad de la interacción de especies en masas forestales: retos para la gestión*……...7

Gea-Izquierdo G. *Cambio global y vulnerabilidad a la sequía en bosques mediterráneos: hacia una visión interdisciplinar desde la ecología funcional*……8

Gómez-Aparicio L. *Integrando las interacciones planta-suelo en la gestión y conservación de los sistemas forestales ante el Cambio Global*……9

Martínez-Vilalta J. *Sequía y bosques: de los mecanismos fisiológicos a los impactos regionales*……10

Zavala MA. *Vulnerabilidad y riesgo de los ecosistemas forestales frente al cambio climático: aplicaciones a la adaptación*……11

COMUNICACIONES……12

Aguirre A. *Influencia de la mezcla de especies en la alometría de la copa y el crecimiento en área basimétrica de árboles individuales*……13

Ameztegui A. *Limitaciones del crecimiento en altura de especies forestales de alta montaña a través del análisis de datos LiDAR*……14

Andivia E. *La complementariedad en el uso de fuentes de nitrógeno como mecanismo de coexistencia de especies forestales mediterráneas*……15

Aroca-Fernández MJ. *Compactación en suelos forestales: ¿mejor pezuñas o neumáticos?*……16

Arteaga C. *Agotamiento de rebrote en* Quercus ilex *L. y* Quercus faginea *Lam. tras estrés hídrico agudo e inanición*……17

Astigarraga J. *Evaluación de los cambios en la estructura, la dinámica y la composición de los bosques ibéricos españoles*……18

Buscarini S. *Análisis comparativo de la relación crecimiento-clima de distintas especies de coníferas a lo largo de un gradiente altitudinal en el valle de Venosta/Vinschgau (Tirol del Sur, Italia)*……19

Calama R. *Determinación del carbono fijado en las repoblaciones forestales*……20

Calama R. *Crecimiento y resiliencia frente a la sequía: comparando masa mixta vs pura de* Pinus sylvestris *y* Quercus petraea……21

Candel-Pérez D. *Descomposición de la hojarasca en un bosque mixto en navarra: influencia de las claras forestales, el tipo de hojarasca y el dosel arbóreo*……22

Cintas JM. *Evaluación espacial del cambio climático reciente y la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales en España*……23

Cruz-Alonso V. *Restoration strategy modulates the effect of different shrub types on tree recruitment in Mediterranean forest*……24

de Frutos-López S. *Regeneración de masas de repoblación de* Pinus pinaster *Aiton. mediante entresaca por bosquetes*……25

de Frutos-López S. *Análisis espacio-temporal de la regeneración de una masa mixta pino-*Quercus……26

Díaz-Martínez P. *Sincronización en el crecimiento de especies coexistentes de pinos en respuesta al aumento de aridez*……27

Espelta JM. *¿Son los nuevos bosques más vulnerables al cambio climático?*.....28

García-Pérez JL. *Respuestas fisiológicas de cuatro especies planifolias ante un gradiente de cobertura en pinares de repoblación*……29

Gastón A. *Efecto de la fracción de cabida cubierta en la selección del hábitat forestal: el caso del lince ibérico*……30

Gazol A. *Evaluando la relación entre la resiliencia frente a la sequía del crecimiento de los árboles y la dinámica forestal en los bosques ibéricos peninsulares*……31

Gómez-Sanz V. *Papel del suelo en episodios de decaimiento de* Pinus halepensis *mill. En la comunidad valenciana*……32

González-Díaz P. *FSC España. La certificación forestal como instrumento para la adaptación de los bosques*……33

Granda E. *Regulación fotoperíodica de la conductancia estomática estacional*……34

Herrero A. *Análisis de la vulnerabilidad de las poblaciones vascas de tejo mediante el estudio de tasas demográficas*……35

Leverkus AB. *La plasticidad de la encina en respuesta a la aridez depende de las condiciones climáticas de la población de origen: implicaciones para la restauración*……36

López R. *Descifrando mecanismos de mortalidad tras sequía severa en anillos de crecimiento*……37

Madrigal-González J. Hedera helix *L. podría facilitar indirectamente la dominancia de árboles como* Corylus avellana *en bosques templados*……38

Marqués L. *Competition dynamics under recurrent droughts in dry-edge populations of* Pinus sylvestris……39

Martínez-Baroja L. *Dispersión masiva y efectiva de bellotas por urraca (*Pica pica*) en un mosaico agroforestal mediterráneo. ¡Sí, ellas también dispersan!*.....40

Martínez-Baroja L. *Determinantes del reclutamiento de encina (*Quercus ilex*) a partir de núcleos de dispersión en campos agrícolas mediterráneos abandonados*……41

Medina-Villar S. *Efectos del tojo (*Ulex europaeus*) sobre la vegetación acompañante en comunidades del centro-sur de chile*……42

Medina-Villar S. *Fitotoxicidad de la especie invasora,* Lonicera maackii*, bajo diferentes escenarios de cambio climático*……43

Merino-Martín L. *Diversidad y estructura de las comunidades bacterianas y fúngicas del suelo y de la rizosfera en bosque abierto y cerrado a lo largo de un gradiente de elevación: la importancia de las raíces para la coalescencia de comunidades bacterianas pero no de las fúngicas*……44

Molina C. *Identificación de masas forestales vulnerables al cambio climático en Navarra*……45

Monfort-Bague IP. *Respuesta fenotípica de especies rebrotadoras mediterráneas a la luz a lo largo de un gradiente altitudinal*……46

Morcillo L. *Factores bióticos y abióticos implicados en los procesos de decaimiento de bosques y matorrales mediterráneos secos y semiáridos*……47

Moya D. *Respuesta de actividad microbiana y comunidad vegetal a severidad de quemado y manejo post-incendio*……48

Nicolás-Nicolás A. *Los bosques mediterráneos de los parques nacionales españoles ¿avanzando hacia la madurez?*……49

Nicolau JM. *Restauración forestal en el actual contexto de cambio climático y despoblación rural: el proyecto "plantando agua", comarca de las cuencas mineras, Teruel*……50

Pardos M. *Diversificación de especies leñosas en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama*……51

Pardos M. *Respuesta temporal al ambiente lumínico y la sequía inducida en el regenerado de una masa mixta en el entorno mediterráneo*……52

Pardos M. *Efecto del envejecimiento de la masa sobre la capacidad reproductiva de* Quercus suber *en bosques maduros de espacios protegidos*……53

Pérez-Luque AJ. *¿Cómo varía la diversidad en los pinares de repoblación? Divulgando lo aprendido*……54

Ramírez-Valiente JA. *Diferencias inter- e intraespecíficas en respuesta a la sequía y a las bajas temperaturas en dos especies hermanas del género* Quercus……55

Roces-Díaz JV. *¿Cómo y por qué están variando los servicios ecosistémicos forestales en Cataluña durante las últimas décadas?*……56

Rodríguez-Vallejo C. *Crecimiento y respuesta a la sequía de masas repobladas de Pinus pinaster en la Sierra de Baza (Granada)*…….....57

Rolo V. *Influencia del arbolado de la dehesa en la relación entre la diversidad funcional y los flujos de carbono*……..58

Ruiz-Gómez FJ. *De la fisiología al microbioma: nuevos modelos de interacción entre* Phytopthora *spp. y* Quercus ilex *relacionados con la mortalidad del arbolado*…….59

Ruiz-Peinado R. *Estimación del carbono almacenado en la capa orgánica del suelo en formaciones forestales*……60

Sánchez-Pinillos M. *Variaciones en la vulnerabilidad al fuego de pinares no serótinos a lo largo de trayectorias sucesionales*……61

Sangüesa-Barreda G. *Del hemisferio norte al sur: hacia una comprensión global de la importancia de las heladas primaverales en la dinámica de especies caducifolias*……62

Sigala JA. *El rol del nitrógeno orgánico en el desarrollo de mecanismos de resistencia a sequía en plantas de* Pinus ponderosa……..63

Solé A. *Variación genética intra-específica en caracteres tempranos de eficacia biológica en poblaciones europeas de* Pinus pinaster *a diferentes escalas espaciales*……..64

Tabarés-Sibille V. *Efectos de las repoblaciones forestales y la aridez en la estructura taxonómica y funcional del sotobosque de* Pinus halepensis *Mill*…….....65

Tíscar PA. *Límites de la migración asistida como medida adaptativa al cambio climático en* Pinus nigra *subsp.* salzmannii…….....66

Vázquez-Piqué J. *Influencia de factores climáticos en la probabilidad de existencia de anillos ausentes: el caso del pino piñonero en el suroeste peninsular*……..67

Vergarechea M. *Sincronía en los patrones de crecimiento de* P. pinea *y* P. pinaster *ante un escenario de cambio global*……68

AUTORES PRINCIPALES……...69

RESÚMENES DE LAS PONENCIAS INVITADAS

Complejidad de la interacción de especies en masas forestales: retos para la gestión

Miren del Río[1, 2]

[1] *Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, Centro de Investigación Forestal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ctra. De la Coruña km 7,5 28040 Madrid*
[2] *Instituto Universitario de investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR)*
Email contacto: delrio@inia.es

Las masas mixtas representan un elemento clave en la gestión adaptativa ya que la diversidad de especies está asociada a un mayor nivel y una mayor estabilidad temporal de la productividad, una mayor resiliencia a daños bióticos y abióticos, a la vez que mejoran la provisión de servicios ecosistémicos. En los últimos años ha aumentado considerablemente el número de estudios sobre la interacción de especies en ecosistemas forestales, mostrando la gran complejidad de estas interacciones. Además de ser específicas para cada composición de especies, las interacciones inter-específicas dependen de la edad u ontogenia, densidad de la masa y condiciones ambientales Por otra parte, los estudios a distintos niveles de organización, es decir, de árbol a masa, no siempre ofrecen información consistente, por lo que son necesarios estudios a distintas escalas. Las interacciones entre especies pueden modificar los procesos de la dinámica forestal, i.e. regeneración, crecimiento y mortalidad, resultando en distintas estructuras de masa que se deben considerar cuando se hace el escalado a nivel de masa a partir de datos de árbol (distribuciones de tamaños, relación altura-diámetro, etc.). Los estudios a nivel de árbol ofrecen una buena aproximación para entender las interacciones entre especies que resultan en distintos patrones de crecimiento y mortalidad individual, cambios en la alometría, etc. Sin embargo, la mezcla de especies puede generar distinta estructura y dinámica a nivel de masa incluso cuando no existe efecto de la mezcla a nivel de árbol (efecto multiplicativo *vs.* aditivo), siendo el nivel de masa más relevante para la gestión forestal. Muchos estudios abordan solo un nivel de organización y, con frecuencia, los estudios a distintos niveles cubren diferentes condiciones (edad, densidad y condiciones ambientales). Por lo tanto, es importante integrar los distintos niveles y distintas escalas espacio-temporales de modo que nos permitan entender mejor la respuesta a los distintos factores que influyen en la interacción de especies. A través de este tipo de estudios globales sobre el efecto de la mezcla de especies en la productividad, estabilidad y resiliencia y provisión de servicios ecosistémicos se podrán desarrollar teorías generales que sirvan de base a la gestión forestal adaptativa.

Palabras clave: competencia, complementariedad, estructura, masas mixtas, resiliencia

Cambio global y vulnerabilidad a la sequía en bosques mediterráneos: hacia una visión interdisciplinar desde la ecología funcional

Guillermo Gea-Izquierdo[1]

[1]INIA-CIFOR. Ctra. La Coruña km 7,5. 28040 Madrid
Email contacto: gea.guillermo@inia.es

El cambio global supone una amenaza potencial para muchas especies, particularmente en ecosistemas como los Mediterráneos donde el estrés hídrico es limitante para el desarrollo de los bosques. Múltiples factores bióticos y abióticos interaccionan en tiempo y espacio condicionando la dinámica de los bosques. Algunas especies expresan un aumento es su vulnerabilidad ante el cambio climático e incluso mortalidad acelerada bajo determinadas condiciones ecológicas. Por ello es necesario comprender mejor la funcionalidad y los mecanismos relacionados con situaciones de vulnerabilidad ante el cambio global. Es necesario desarrollar análisis multidisciplinares para entender las dinámicas pasadas y así discutir cómo se desarrollarán los bosques en un futuro mucho más cálido y con mayor estrés hídrico, pero también bajo una atmósfera enriquecida en CO_2, entre otros cambios en ciclos de nutrientes y usos. Se presentarán distintas aproximaciones para analizar vulnerabilidad forestal, discutiendo la necesidad de realizar aproximaciones multifuncionales e interdisciplinares para poder entender la respuesta de las especies a los cambios ambientales. Se mostrarán ejemplos donde se explota la profundidad temporal de datos dendroecológicos para entender la respuesta ecológica al clima y a perturbaciones históricas (incluyendo usos humanos). Se discutirá la importancia de los legados abióticos tanto climáticos como de la gestión o explotación humana, resaltando las posibles limitaciones de nuestra visión actual y la necesidad de converger con una mayor comprensión paleoecológica y fisiológica. Se discutirán posibles limitaciones en el uso de estos datos y la necesidad de evitar malas praxis que lleven a conclusiones sesgadas. La distribución del carbono está relacionada directamente con el crecimiento y éste por tanto con fotosíntesis y transpiración. Por ello además se discutirán ejemplos de diferentes caracteres funcionales y su evolución en el tiempo en relación a la variabilidad climática y al enriquecimiento atmosférico de CO_2. Todo ello se ilustrará con modelos a distintas escalas espacio-temporales. para poder avanzar en la comprensión de la dinámica pasada y poder maximizar la sostenibilidad y diversidad forestal en un futuro incierto y con condiciones más estresantes que las soportadas por las especies en los últimos milenios.

Palabras clave: bosques mediterráneos, cambio global, dendroecología, vulnerabilidad, sequía.

Integrando las interacciones planta-suelo en la gestión y conservación de los sistemas forestales ante el cambio global

Lorena Gómez-Aparicio

Departamento de Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Avenida Reina Mercedes 10, 41012 Sevilla.
Email contacto: lorenag@irnase.csic.es

El estudio de las interacciones planta-suelo ha experimentado un enorme avance en la última década, gracias a una comunidad científica cada vez más convencida de que resulta clave conectar el subsistema aéreo y subterráneo de los ecosistemas terrestres para lograr un completo entendimiento de su funcionamiento. El estudio de las interacciones planta-suelo resulta particularmente relevante en un contexto de Cambio Global, tanto porque la respuesta de las plantas a los factores de cambio (ej. cambio climático) está condicionada indirectamente por las características edáficas, como porque el Cambio Global implica en sí mismo cambios directos de gran magnitud en el subsistema suelo (ej. introducción de organismos edáficos exóticos). En esta charla se usarán distintos ejemplos para ilustrar como la vulnerabilidad de los sistemas forestales a un incremento de la aridez está condicionada por variables físico-químicas del suelo (textura, profundidad, pH), así como por la composición y diversidad de su microbioma. Asimismo, se discutirá la creciente importancia de los patógenos edáficos exóticos como factores limitantes de la supervivencia y regeneración de especies leñosas mediterráneas. Desde una perspectiva aplicada, estos ejemplos ponen de manifiesto que la consideración de la heterogeneidad edáfica puede contribuir enormemente a realizar predicciones mucho más precisas y realistas de la vulnerabilidad de especies y ecosistemas al Cambio Global. Asimismo, el manejo de las propiedades edáficas, y en concreto de su microbioma, ha de ser considerado como una prometedora vía de investigación que puede ofrecer nuevas técnicas de adaptación de los bosques a escenarios ambientales caracterizados por mayor estrés abiótico y biótico. Finalmente, una mayor presencia en la gestión forestal del conocimiento reciente sobre interacciones planta-suelo llevará necesariamente a la revisión de técnicas tradicionales de actuación, como por ejemplo en la toma de decisiones sobre calidad de planta, micrositios de plantación y especies a utilizar en las repoblaciones forestales. El objetivo final de esta charla es ilustrar de manera clara la importancia de conocer el suelo en el que trabajamos y la necesidad de incluir las interacciones planta-suelo en la gestión adaptativa de nuestros bosques frente al Cambio Global.

Palabras clave: cambio climático, medidas de adaptación, microbioma edáfico, mortalidad arbórea, patógenos exóticos.

Sequía y bosques: de los mecanismos fisiológicos a los impactos regionales

Jordi Martínez-Vilalta[1,2]

[1] *CREAF, Campus UAB, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain*
[2] *Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biociencias. Universidad Autònoma de Barcelona, Campus UAB, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona, Spain*
Email contacto: Jordi.Martinez.Vilalta@uab.es

Se han detectado episodios de mortalidad forestal inducidos por sequía en la mayor parte de biomas, incluidos aquellos que no se consideran limitados por el agua. Es probable que el cambio climático implique un aumento en la frecuencia de estos episodios en muchas zonas de la Tierra, lo cual provocará cambios en la composición, estructura y funcionamiento de los bosques. La gestión adaptativa ha de considerar estos cambios, y para hacerlo necesitamos mejorar nuestra capacidad de monitorizar el estado de los bosques y de predecir dónde y cuándo es más probable que se produzcan procesos de decaimiento. Aunque nuestro conocimiento sobre la economía del agua y del carbono de las plantas bajo condiciones de sequía extrema ha mejorado sustancialmente, no disponemos todavía de indicadores fiables que nos permitan monitorizar y predecir el riesgo de mortalidad por sequía. En esta charla discutiré ventajas e inconvenientes de distintas medidas que se han propuesto como indicadores del riesgo de mortalidad, incluyendo tanto indicadores fenomenológicos (basados en los patrones de crecimiento) como rasgos fisiológicos basados en las relaciones hídricas y las propiedades hidráulicas de las plantas. Propondré que las medidas de contenido de agua en la vegetación proporcionan una opción prometedora, puesto que tienen una base fisiológica sólida y son relativamente fáciles de monitorizan a escala del paisaje mediante teledetección. Finalmente, discutiré algunos aspectos relacionados con la escala que considero importantes para desarrollar sistemas de monitorización y predicción que sean operativos; incluyendo la distinción entre nivel de árbol vs. nivel de rodal, respuesta inmediata vs. respuesta a medio plazo, vulnerabilidad absoluta vs. relativa, e indicadores de vulnerabilidad vs. indicadores de riesgo.

Palabras clave: contenido de agua, monitorización, predicción, relaciones hídricas, sequía.

Cuantificando la vulnerabilidad y riesgo de los ecosistemas forestales frente al cambio climático: oportunidades para la implementación de sistemas de seguimiento en España

Miguel Ángel de Zavala[1]

[1] *Grupo de Ecología Forestal y Restauración. Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá. Edificio de Ciencias 28805 Alcalá de Henares (Madrid)*
Email contacto: ma.zavala@uah.es

El cambio global se considera una de las principales amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad y la provisión de servicios en los ecosistemas forestales. En particular, las proyecciones climáticas indican que la Cuenca Mediterránea es una región particularmente vulnerable. Sin embargo, no existe consenso sobre cómo cuantificar y diagnosticar el riesgo y la vulnerabilidad frente a diferentes peligros. Este desconocimiento - junto a la dificultad de movilizar e implicar a los agentes implicados en la gestión y conservación de los ecosistemas- dificultan la implantación de estrategias de adaptación y sistemas de seguimiento. En esta comunicación se introducen posibles enfoques para diagnosticar el riesgo y la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales y se presentan diferentes protocolos de implementación y seguimiento de las medidas de adaptación y mitigación.

Palabras clave: adaptación, análisis de riesgo, mitigación, ordenaciones de montes, propiedad forestal.

RESÚMENES DE LAS COMUNICACIONES

Influencia de la mezcla de especies en la alometría de la copa y el crecimiento en área basimétrica de árboles individuales

Ana Aguirre [1], Miren del Río [2,3] y Sonia Condés [1]

[1] *Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. C/ José Antonio Nováis 10, 28040 Madrid.*

[2] *Centro de Investigación Forestal, INIA. Cra de La Coruña km 7.5, 28040, Madrid.*
[3] *iuFOR, Sustainable Forest Management Research Institute. Universidad de Valladolid e INIA, Palencia.*
Email contacto: ana.aguirre@upm.es

Promover la mezcla de especies se considera una medida de adaptación ya que las distintas especies pueden usar distintos recursos y mitigar, por ejemplo, el efecto del clima. Así, en los últimos años ha aumentado de forma considerable el interés por el estudio de las masas mixtas. En estos estudios se analizan a diferentes escalas los efectos de la mezcla, desde los estudios a gran escala en los que se determina cómo influye la mezcla en la productividad de la masa y cómo dicha influencia varía a lo largo de gradientes climáticos, hasta los estudios a escala árbol en los que se analiza la influencia de la competencia inter-específica en la alometría o en el crecimiento y mortalidad de árboles individuales. Dentro de estos estudios a escala árbol tienen especial interés los efectos de la mezcla en el tamaño de proyección de la copa, entendiendo esta superficie como una medida del espacio y de los recursos disponibles que tiene cada árbol para su desarrollo y crecimiento. El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de la mezcla tanto en la alometría de las copas como en el crecimiento en área basimétrica de árboles individuales, para determinar si, de alguna manera, los efectos que la competencia inter-específica causa en las copas pueden ser los principales causantes de los fenómenos netos de competencia o facilitación que se observan en el crecimiento, o si por el contrario se encuentran efectos de la mezcla en el crecimiento que no pueden ser atribuidos al desarrollo de las copas. Para llevar a cabo este análisis se ha trabajado con parcelas del Inventario Forestal Nacional en dos diferentes mezclas de especies. Para cada una de las mezclas, y para cada especie, se realizan de manera independiente dos modelos no lineales: alometría de copa, es decir diámetro de copa vs diámetro normal, y crecimiento en área basimétrica. En dichos modelos se introducen variables relacionadas con las competencias intra- e inter-específicas, para determinar en cada caso cuáles son las más significativas y como afectan a la variable respuesta. Los resultados demuestran que las conclusiones son función de las especies que componen la mezcla y que diferentes características funcionales se traducen en diferentes efectos.

Palabras clave: competencia inter-específica, diámetro de copa, efecto mezcla, masa mixta.

Limitaciones del crecimiento en altura de especies forestales de alta montaña a través del análisis de datos LiDAR

Aitor Ameztegui[1,2], Bernat Lavaquiol[1], Pere Gelabert [1], Marcos Rodrigues[1] y Lluís Coll[1,2]

[1] Departament d'Enginyeria Agroforestal. Universitat de Lleida. Av. Rovira Roura 191, 25198, Lleida.
[2] Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC). Ctra. Sant Llorenç, km.2 25280, Solsona, Lleida.
Email de contacto: aitor.ameztegui@eagrof.udl.cat

Las bajas temperaturas suponen un límite fisiológico para el desarrollo de la vegetación arbórea. Dicha limitación se hace máxima en el denominado *treeline* o límite superior del bosque, que se define como la cota a partir de la cual los árboles ya no son capaces de crecer en altura. Sin embargo, la limitación al crecimiento comienza a actuar a cotas muy inferiores. El modo en que el crecimiento en altura de la vegetación se ve condicionado a lo largo de gradientes altitudinales ha sido relativamente poco estudiado hasta la fecha. En primer lugar, la dificultad de acceso inherente a las zonas de montaña ha limitado la mayor parte de estudios a unos pocos gradientes o transectos, lo cual impide obtener patrones generales. Además, puesto que resulta más sencillo medir el diámetro de los árboles que su altura, la mayor parte de estudios se han centrado en aquella variable. El desarrollo y accesibilidad de fuentes de datos masivas o *big data*, como los procedentes de tecnología LiDAR, ofrecen una oportunidad única para realizar evaluaciones globales de la estructura forestal sin perder resolución. En este estudio utilizamos datos LiDAR procedentes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) sobre amplios rangos geográficos (Pirineo español) para evaluar la variación de la estructura forestal a lo largo de gradientes altitudinales. En concreto, evaluamos cómo la altura máxima de la vegetación arbórea disminuye a lo largo de dichos gradientes, y analizamos el papel de factores ecofisiográficos como la especie arbórea, la orientación, la continentalidad y la pendiente en dicha relación. Nuestros resultados muestran que el tamaño máximo del arbolado disminuye de forma cuadrática con la altitud, sobre todo a partir de los 1.600 metros de cota. Además, dicha relación es similar para todas las especies, lo que indica limitaciones no específicas al crecimiento arbóreo en zonas de montaña. En cambio, la relación altura-altitud se vio fuertemente condicionada por factores fisiográficos como la orientación o la continentalidad. Nuestros resultados abren la posibilidad de utilizar esta aproximación para evaluar la dinámica de la vegetación de montaña frente al cambio global a escalas regionales.

Palabras clave: altura, cota, LiDAR, Pirineos, treeline.

La complementariedad en el uso de fuentes de nitrógeno como mecanismo de coexistencia en especies forestales mediterráneas

Enrique Andivia[1], Mercedes Uscola [2] y Pedro Villar-Salvador [2]

[1] *Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis 12, 28030, Madrid.*

[2] *Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. Apdo. 20, 28805, Alcalá de Henares, Madrid.*

Email contacto: *e.andivia@gmail.com*

El nitrógeno (N) es un recurso fundamental para las plantas, pero el papel de la complementariedad en el uso del N como mecanismos de coexistencia de plantas en ecosistemas mediterráneos no ha sido estudiado. La complementariedad en el uso del N puede deberse a diferencias en la preferencia por las fuentes inorgánicas (nitrato y amonio) y orgánicas (p.ej. aminoácidos) del suelo y/o a la plasticidad en el uso de las mismas en respuesta a la presencia de otras especies. En este estudio, evaluamos la plasticidad en la preferencia por fuentes de N en dos especies mediterráneas (*Pinus halepensis* y *Cistus ladanifer*) en respuesta a la competencia inter- e intra-específica. Para ello llevamos a cabo un experimento en macetas y con marcaje isotópico de las fuentes de N donde las plantas crecieron en distintos tratamientos de interacción: pino o jara sola (controles), pino-pino, jara-jara y pino-jara. La jara no presentó diferencias en biomasa con respecto al control en ninguno de los tratamientos de interacción. Sin embargo, su crecimiento disminuyó cuando el vecino era más grande sin importar su identidad (pino o jara). El pino mostró una disminución de crecimiento en el tratamiento intra-específico pero no en el inter-específico. Además, el efecto negativo del tamaño del vecino sobre el crecimiento fue mayor cuando la interacción fue intra-específica que inter-específica. La preferencia por las fuentes de N de la jara cuando creció sola fue nitrato>glicina>amonio, mientras que la del pino fue glicina>nitrato=amonio. Al interaccionar con otra especie, la jara mostró una disminución en la preferencia por el nitrato y la glicina mientras que el pino aumentó su preferencia por la glicina. En la interacción intra-específica, la jara no modificó su preferencia por las fuentes de N pero el pino disminuyó su preferencia por la glicina. El tamaño del vecino no tuvo un efecto significativo sobre las preferencias por fuentes de N en ninguno de los casos. Nuestros resultados demuestran que ambas especies cambian su preferencia por las fuentes de N cuando interaccionan entre sí lo que podría reducir la competencia y favorecer la coexistencia en ambientes mediterráneos. Finalmente, demostramos que la interacción intra-específica también puede modular la preferencia por las fuentes de N.

Palabras clave: aminoácidos, amonio, competencia, nitrato, plasticidad.

Compactación en suelos forestales: ¿mejor pezuñas o neumáticos?

María José Aroca-Fernández[1], José Alfredo Bravo-Fernández[1], Juan Ignacio García-Viñas[1], José Anastasio Fernández-Yuste[2] y Rafael Serrada[3].

[1] Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. José Antonio Novais 10, 28040 Madrid
[2] Departamento de Ingeniería y Gestión Forestal Ambiental. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. José Antonio Novais 10, 28040 Madrid.
[3] Sociedad Española de Ciencias Forestales, Pza. Pablo Iglesias 1, 19001 Guadalajara.
Email contacto: pepa.aroca@gmail.com

La compactación edáfica derivada de los diferentes aprovechamientos forestales es actualmente un tema recurrente de debate, particularmente en el contexto español en el que existe un nivel creciente de mecanización en la extracción de madera. El presente trabajo tiene como objetivo analizar y comparar los niveles de compactación que han resultado a largo plazo del tránsito de maquinaria durante los aprovechamientos mecanizados de madera (apeo con motosierra y arrastre y transporte mediante skider de neumáticos), con el derivado del tránsito de ganado pastante (mayoritariamente vacuno y en extensivo), en un masa de pino silvestre situada en la Sierra de Guadarrama sobre suelos franco arenosos, en la que ambos aprovechamientos llevan realizándose más de seis décadas. Para ello, se cuantifica la resistencia a penetración del suelo entre 0 y 50 cm de profundidad en 180 puntos repartidos aleatoriamente en el monte en cuatro bloques de 100x100m y se ajusta un modelo mixto para dicha variable en función de la profundidad, considerando el tipo de perturbación como factor fijo para comprobar la existencia de diferencias significativas entre el efecto compactador del 1) alto tránsito de maquinaria, 2) alto tránsito de ganado, y 3) bajo tránsito de ambos. Los resultados obtenidos muestran que: 1) en la zona de estudio, tras el largo período de aprovechamientos documentado, no existen diferencias significativas en los primeros 50 cm de los perfiles medios de resistencia a penetración del suelo generados por maquinaria y ganado en las zonas de alto tránsito; 2) dichas zonas sí muestran por el contrario diferencias significativas con las de bajo tránsito, y éstas van en aumento hasta los 16,8 cm de profundidad en que se alcanza la máxima diferencia media (406,3 kPa); 3) a partir de esa profundidad la diferencia decrece hasta dejar de ser significativa en torno a los 36,8 cm. El caso aportado pone de manifiesto que, a la hora de predecir la compactación generada por un aprovechamiento, resulta imprescindible valorar no sólo el tipo de agente perturbador, sino también las características de las cargas que supone y el régimen de perturbación previsto, así como las características de la estación donde actúa.

Palabras clave: aprovechamientos mecanizados, degradación edáfica, ganado, pino silvestre, resistencia a penetración.

Agotamiento de rebrote en *Quercus ilex L.* y *Quercus faginea Lam.* tras estrés hídrico agudo e inanición

Carles Arteaga [1], José Javier Peguero-Pina[2], Domingo Sancho-Knapik[2], Eustaquio Gil-Pelegrín[2], José M. Moreno[3], David T .Tissue[4] y Víctor Resco de Dios [1]

[1] *Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal, AGROTECNIO Center, Universidad de Lleida. Av/Rovira Roure, 191, 25198, Lleida, Spain*
[2] *Unidad de Recursos Forestales, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria, Gobierno de Aragón, 50059 Zaragoza, Spain*
[3] *Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias del Medio Ambiente, Universidad de Castilla-La Mancha, Avda. Carlos III s/n, 45071, Toledo, Spain*
[4] *Hawkesbury Institute for the Environment, Western Sydney University, Richmond NSW 2753, Australia*
Email contacto: carles.arteaga@gmail.com

Los escenarios de cambio climático para la Península Ibérica proyectan aumentos significativos en la aridez y en el área quemada. Las especies rebrotadoras han aportado resiliencia a nuestras masas forestales frente a las perturbaciones, pero se desconoce cuál es el nivel de estrés o perturbación crítico a partir del cual se pierde la capacidad para rebrotar ("síndrome de agotamiento del rebrote"). En este trabajo testamos la hipótesis de que la capacidad de rebrote de *Q.ilex* y *Q.faginea* disminuye con el aumento de perturbaciones que sucesivamente eliminan biomasa aérea por la necesidad de invertir una gran cantidad de carbohidratos en cada rebrote y también porque los nuevos tallos serán más susceptibles a la cavitación. Para tal fin realizamos un experimento con varios niveles de luz (100% y 5% del ambiente) y de disponibilidad hídrica (0, 50% y 88% de pérdida de conductividad hidráulica) para ambas especies. Por otro lado, se eliminó la biomasa aérea una vez por año durante dos años consecutivos. Los tratamientos de luz buscaban llevar a las plantas a un estado próximo a la inanición de carbono y los tratamientos de agua pretendían simular tres escenarios de distinta gravedad de sequía. Observamos como la interacción entre estrés hídrico y agotamiento de reservas es fundamental en la capacidad rebrotadora, ya que la influencia del estrés hídrico dependía del tratamiento de luz: mientras la capacidad de rebrote disminuyó significativamente (del 50 al 30%) a medida que aumentó el estrés hídrico bajo condiciones de luz, la capacidad de rebrote se mantuvo en torno al 70% bajo condiciones de sombra, independientemente del nivel de sequía. Observamos también una mayor capacidad de rebrote de *Q. faginea* bajo todos los tratamientos, lo que apunta una mayor resiliencia de esta especie bajo escenarios de cambio climático. Estos valores nos ayudarán a establecer los valores críticos de agotamiento de la capacidad de rebrote, unos valores que podrán ser utilizados en el futuro para predecir cambios en la composición de especies en base a los escenarios de cambio climático en las áreas donde se den incrementos de aridez significativos.

Palabras clave: aridez, encina, quejigo, rebrote.

Evaluación de los cambios en la estructura, la dinámica y la composición de los bosques ibéricos españoles

Julen Astigarraga[1], Enrique Andivia[2], Miguel A. Zavala[1,6], Antonio Gazol[3], Verónica Cruz-Alonso[1], Sergio María Vicente-Serrano[4] y Paloma Ruiz-Benito[1,5]

[1] *Departamento Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. Campus Universitario. Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33, 600, 28805, Alcalá de Henares, Madrid*
[2] *Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais 12, 28040, Madrid*
[3] *BC3 Basque Centre for Climate Change, Scientific Campus of the University of the Basque Country Sede building 1, 48940, Leioa*
[4] *Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC). Avda. Montañana 1005, 50059, Zaragoza*
[5] *Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. Facultad de Ciencias. Universidad Rey Juan Carlos. Calle Tulipán s/n., 28933, Móstoles, Madrid*
[6] *Instituto Franklin, Universidad de Alcalá, Calle Trinidad 1, 28801, Alcalá de Henares, Madrid.*
Email contacto: julenastigarraga@gmail.com

El cambio climático está provocando aumentos en la temperatura y en la frecuencia de eventos extremos, como las sequías. Estos cambios, unidos al creciente abandono de los usos agrícolas y forestales están afectando a la estructura, composición y funcionamiento de los bosques (p.ej. regeneración, crecimiento y mortalidad). Sin embargo, el análisis de los impactos del cambio global en los bosques a escalas espaciales y temporales amplias supone aún un reto importante, incluyendo el área mediterránea, una de las regiones consideradas más vulnerables al cambio climático. En el presente trabajo analizamos las tendencias temporales en la estructura (densidad, área basal, tamaño medio, heterogeneidad de tamaño y número de árboles grandes), la demografía (regeneración, crecimiento y mortalidad) y la composición (porcentaje de gimnospermas) de los bosques en los últimos *c.* 35 años en España, utilizando parcelas permanentes del segundo, tercer y cuarto Inventario Forestal Nacional. Además, analizamos el efecto de la interacción entre el clima y la estructura forestal en estos cambios mediante el uso de modelos lineales mixtos. Los bosques españoles mostraron tendencias medias a aumentar su área basal, tamaño arbóreo medio y número de árboles grandes, al tiempo que su densidad y heterogeneidad se redujeron. Además, se observaron tendencias a reducir las tasas de crecimiento y aumentar las tasas de mortalidad, mientras que las tasas de regeneración no mostraron una tendencia clara. Por su parte, la proporción de gimnospermas se redujo. La interacción entre la estructura inicial del bosque y el clima moduló los cambios en la estructura, la demografía y la composición de los bosques españoles, generalmente con un mayor efecto de la estructura. Estos resultados tienen implicaciones teóricas y prácticas para conocer mejor la respuesta de la vegetación al cambio global y para la conservación y gestión de los bosques españoles.

Palabras clave: cambio climático, funcionamiento forestal, Inventario Forestal Nacional, mortalidad, productividad forestal.

Análisis comparativo de la relación crecimiento-clima de distintas especies de coníferas a lo largo de un gradiente altitudinal en el Valle de Ventosa/Vinschgau (Tirol del Sur, Italia)

Serena Buscarini[1]

[1] *Environmental Management of Mountain Areas. Faculty of Science and Technology. Free University of Bolzano. Piazza Università 1, 39100, Bolzano.*
Email contancto: serenabuscarini@hotmail.it.

Se prevé que los efectos del cambio climático, que conllevan un incremento de las temperaturas y una disminución de la precipitación, den lugar a veranos cada vez más secos y cálidos. Ello puede inducir a un incremento de la mortalidad en aquellas especies forestales que no puedan adaptarse a las nuevas condiciones climáticas pudiéndose traducir en una disminución de los servicios ecosistémicos que estos bosques proveen a la sociedad. Los bosques xéricos de los Alpes interiores han sido severamente afectados por episodios de sequía extrema durante las últimas décadas. Por esta razón, existe la necesidad de avanzar en la comprensión de los procesos que pueden llevar estos sistemas al colapso con el objeto de poder adoptar las medidas necesarias para anticiparse a ello. Para ello, se diseñó un estudio que se llevó a cabo en los bosques del valle de Mazia/Matsch, situados en la parte superior del valle de Venosta/Vinschgau, una de las regiones más secas de los Alpes. En el estudio se utilizaron técnicas dendroclimáticas para evaluar el impacto de factores climáticos en el crecimiento radial de individuos adultos de *Picea abies*, *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris* e inferir la capacidad de estas especies de tolerar futuros eventos extremos de sequía y calor. Para ello, se tomaron testigos de madera para cada especie a lo largo de transectos altitudinales desde 1070 a 1990 m.s.n.m situados en orientaciones de solana y en orientaciones norte (solamente *Picea abies*). Los testigos de madera se dataron y estandarizaron, y se usaron para calcular cronologías promedio para cada sitio. A continuación, se analizaron series de crecimiento-clima a través de funciones de respuesta estáticas y móviles para determinar la potencial correlación entre ambos factores des de una perspectiva temporal. En su conjunto, se observó que el crecimiento de los individuos de todas las especies arbóreas objeto de estudio estaba limitado por el clima cuando éstas se desarrollaban en las condiciones de menor altitud. *Picea abies* fue la especie que mostró mayor sensibilidad a los factores climáticos pues su crecimiento se redujo en condiciones de sequía a lo largo de todo el gradiente altitudinal muestreado.

Palabras clave: anillos de crecimiento, calentamiento global, *Picea abies*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris.*

Determinación del carbono fijado en las repoblaciones forestales

Rafael Calama [1,3], Eduardo López-Senespleda[1,3], Marta Pardos[1,3], Miren del Río[1,3], Guillermo Madrigal [1,3], Salvador Sastre[2], Gregorio Montero[1,3], María Menéndez[1] y Ricardo Ruiz-Peinado[1,3]

[1] *Departamento Dinámica y Gestión Forestal. CIFOR – INIA. Ctra A Coruña, km 7.5. 28040 Madrid.*
[2] *Departamento Ecología y Genética Forestal. CIFOR – INIA. Ctra A Coruña, km 7.5. 28040 Madrid.*

[3] *iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa. Avda Madrid sn, 24004 Palencia*
Email contacto: rcalama@inia.es

La cuantificación del C fijado por las repoblaciones forestales permite determinar la compensación de emisiones de carbono atmosférico asociada al uso del suelo, cambios de uso y selvicultura (LULUCF), elemento clave para la mitigación del Cambio Climático. Además, desde el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se requiere estimar el carbono fijado y la tasa de crecimiento de biomasa acumulada de los bosques en transición, es decir, desde su plantación hasta los 20 años, edad a la cual se estima que esas plantaciones pasan a comportarse como un bosque estable. Sin embargo, las herramientas disponibles para determinar la biomasa y C fijado en bosques adultos (basadas en el uso del IFN y ecuaciones alométricas de biomasa o volumen) no permiten obtener información sobre estas plantaciones jóvenes, ya que en su mayoría corresponde a árboles con diámetro menor al mínimo establecido. Para dar respuesta a esta demanda se plantea un proyecto a escala nacional orientado a determinar la capacidad de fijación y tasa de incremento en biomasa y C de las repoblaciones forestales realizadas en España desde el año 1993, que abarcan más de 1.000.000 ha. El proyecto, desarrollado en el INIA-CIFOR en colaboración con el MAPAMA, se centra en cuatro pilares fundamentales:

- Determinación precisa de las superficies reforestadas y principales especies utilizadas por provincias y años, mediante consultas de estadísticas forestales y cuestionarios
- Construcción de modelos alométricos de biomasa para pies menores para las principales especies utilizadas en repoblaciones, a partir de muestreos destructivos
- Construcción de modelos de incremento en biomasa para individuos, a través de muestras de crecimiento radial y análisis de tronco medidos en los muestreos destructivos
- Replanteo de parcelas en fincas repobladas, en las que a partir de mediciones dendrométricas y de los modelos antes desarrollados se determinará la biomasa fijada así como sus crecimientos pasados – futuros. Esos parámetros se relacionarán con la edad de la repoblación, densidad de plantación, especie y atributos ambientales para poder desarrollar modelos de biomasa fijada e incremento por las repoblaciones, que puedan ser aplicados al total de fincas repobladas.

Palabras clave: cambio climático, ecuaciones biomasa, LULUCF, mitigación.

Crecimiento y resiliencia frente a la sequía: comparando masa mixta *vs* pura de *Pinus sylvestris* y *Quercus petraea*

Rafael Calama[1,3], Guillermo Madrigal[1,3], Miren del Río[1,3], Ricardo Ruíz-Peinado[1,3], Cristina Alcalde[2], Nuria Cid[1] y Marta Pardos[1,3]

[1] Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, crtra A Coruña Km 7,5, 28040-Madrid
[2]Servicio Territorial de Medio Ambiente. Junta Castilla y León. C/ Linajes 1, 42003 Soria
[3]iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa. Avda Madrid sn, 24004 Palencia
Email contacto: rcalama@inia.es

El estudio de las masas mixtas ha recibido notable atención en los últimos años, al demostrarse que la riqueza en especies arbóreas es una característica importante, que mejora la resistencia y resiliencia individual de los árboles y aumenta la productividad. Este trabajo se centra en comparar la vulnerabilidad frente a episodios de sequía de una masa mixta de *Pinus sylvestris* y *Quercus petraea* comparada con dos masas puras de ambas especies, las tres masas colindantes y situadas en la Sierra Cebollera (Soria). Las masas tienen una edad de 50-60 años para *P.sylvestris* (repoblación con pies remanentes naturales) y de 60-115 años para *Q.petraea* (masa natural con dos estratos de edad). La vulnerabilidad se define por la resistencia (capacidad de hacer frente a una fuerza dañina, es decir, medida de plasticidad) y la resiliencia (velocidad de recuperación frente al daño, es decir, medida de elasticidad). Se inventarió todo el arbolado existente en 3 parcelas (1200 m^2): coordenadas, DBH, altura total, altura hasta la base de la copa y dos diámetros de copa perpendiculares. Además, se estimó el crecimiento radial a partir de 30 árboles en cada una de las parcelas puras y de 30 árboles por especie en la parcela mixta. Para ello, se extrajeron dos cores de crecimiento perpendiculares por árbol. Después del secado, montaje y lijado de los cores se midió el ancho de los anillos de crecimiento mediante tableta digitalizadora LINTAB y posterior análisis y sincronización con el software TSAP. Se estimaron los índices de resistencia, resiliencia y recuperación en respuesta a eventos de sequía. Los resultados mostraron que el impacto de la sequía sobre el crecimiento de los anillos fue diferente en las especies en masas puras, que cuando aparecían formando una masa mixta. Se puso de manifiesto que la respuesta a la sequía de un año dependía de la historia de competencia y perturbaciones pasadas y de la capacidad de recuperación tras la misma. Es por ello necesario estudiar los componentes de la resiliencia (resistencia, recuperación, resiliencia en sí misma) para comprender el efecto de la sequía sobre el crecimiento radial a lo largo del tiempo.

Palabras clave: cambio climático, crecimiento radial, facilitación, perturbación, vulnerabilidad

Descomposición de la hojarasca en un bosque mixto en Navarra: influencia de las claras forestales, el tipo de hojarasca y el dosel arbóreo

David Candel-Pérez [1], J. Bosco Imbert [1], Maitane Unzu [1], Juan A. Blanco [1] y Federico J. Castillo [1]

[1] Departamento Ciencias. Universidad Pública de Navarra. Campus de Arrosadía, 31006, Pamplona, Navarra
Email contacto: david.candel@unavarra.es

Los patrones de descomposición de hojarasca en masas mixtas tienen implicaciones para las relaciones entre biodiversidad y las funciones del ecosistema. La descomposición de la hojarasca es un proceso esencial en los ciclos biogeoquímicos y la liberación de nutrientes disponibles para las plantas. Se trata de un factor aún más importante en los bosques mixtos en los cuales una conífera y una frondosa comparten el hábitat, pero tienen diferentes requerimientos ecológicos, que pueden ser afectados de manera diferente por la gestión forestal y producir alteraciones importantes de la productividad y de otras funciones. De este modo, es necesario comprender los factores que controlan las tasas de descomposición y alteran los flujos de nutrientes en los bosques mixtos. En este estudio, se realizó un análisis de hojarasca en descomposición, en un bosque mixto de pino silvestre y haya en el Pre-Pirineo occidental (Navarra). Así, se estudiaron los efectos que diferentes intensidades de clara (0%, 20% y 40% de extracción del área basimétrica), tipos de hojarasca (acículas de pino, hojas de haya y mezcla de ambas) y dosel arbóreo (pino o mixto) tienen sobre la pérdida de peso y la composición química en dicha materia en descomposición a lo largo de un período de 3 años. Los resultados preliminares mostraron una mayor tasa de descomposición en la hojarasca procedente de mezcla de acículas de pino y hojas de haya que en las muestras puras de cada uno de los tipos de hojarasca, y asimismo una pérdida de peso superior bajo la cobertura arbórea mixta. El tiempo transcurrido tras la incubación de la hojarasca en las bolsas de descomposición afectó a la concentración de nutrientes y se observaron diferencias significativas en la composición química entre los diferentes tipos de hojarasca. La realización de las claras no tuvo un efecto apreciable en la tasa de descomposición. Estos resultados parecen indicar que existen sinergias positivas entre ambos tipos de hojarasca (pino y haya) y que las manchas mixtas existentes favorecen la descomposición. El efecto conjunto de estos factores (propios de las masas mixtas) sobre las tasas de descomposición es mayor que el de las claras.

Palabras clave: bosque mixto, claras forestales, descomposición, hojarasca.

Evaluación espacial del cambio climático reciente y la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales en España

Juan Manuel Cintas[1*], Sandra Blázquez-Cabrera[1], Enrique Ruiz Labrador[1] y Javier Montalvo[1,2]

[1] *Fundación Matrix. Investigación y Desarrollo Sostenible. Plaza Miralles, Local A5, Campus Universidad de Vigo, 36310, Vigo.*

[2] *Departamento de Ecología y Biología Animal. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. Campus Universitario, 36310, Vigo.*

Email contacto: juanmanuel.cintas@fundacionmatrix.es

El cambio climático reciente y futuro es un impulsor de profundas modificaciones en la estructura, funcionamiento y distribución de los ecosistemas forestales. El aumento de la temperatura y la variación en los patrones de precipitación pueden promover la proliferación de plagas, enfermedades e incendios forestales, desacoplar ciclos biológicos, reducir la producción primaria, disminuir la capacidad de sumidero de carbono del suelo o la resiliencia de los ecosistemas forestales, entre otros cambios. La conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos de bosques y plantaciones forestales, y su gestión adaptativa, requieren un conocimiento espacialmente explícito del cambio climático. En el marco del proyecto CLIMVAC se han generado y validado modelos del cambio climático reciente en España de alta resolución espacial (1 km^2). Mediante algoritmos avanzados (regression kriging) y datos de estaciones de la AEMET, los modelos obtenidos explican alrededor del 70% de la variabilidad del cambio en la temperatura media anual en el periodo 1998-2017 respecto al periodo de referencia 1971-1990. También se ha modelizado la diferencia de precipitación total anual entre ambos periodos. Considerando los cambios de ambas variables climáticas se ha definido y cartografíado el grado de exposición al cambio climático reciente. Por otra parte, se ha considerado la distribución de las principales clases de ecosistemas forestales derivada del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE), y su susceptibilidad o sensibilidad intrínseca al cambio climático. Mediante análisis espacial en un entorno SIG se ha ensayado exitosamente un método de evaluación preliminar de la vulnerabilidad al cambio climático que define categorías resultantes de la combinación del grado de exposición y la sensibilidad de los ecosistemas forestales. Los resultados obtenidos son valiosos por su alto interés científico y aplicado. Representan la primera evaluación de alta resolución espacial conocida del cambio climático reciente y de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales en España, un marco de referencia muy útil para una planificación y gestión forestal adaptativa y, en general, para la adaptación al cambio climático.

Palabras clave: adaptación, bosques, cambio climático, modelización, vulnerabilidad.

Restoration strategy modulates the effect of different shrub types on tree recruitment in Mediterranean forest

Verónica Cruz-Alonso[1], José María Rey Benayas[1], Paloma Ruiz-Benito[2] y Pedro Villar-Salvador[1]

[1] Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. Campus Universitario, ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33,6, 28805, Alcalá de Henares, Madrid
[2] Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. Facultad de Ciencias. Universidad Rey Juan Carlos. Calle Tulipán s/n., 28933, Móstoles, Madrid
Email contacto: veronica.cral@gmail.com

Shrubs are usually perceived as competitors of planted trees in active forest restoration despite shrub facilitation can help triggering tree recruitment during secondary succession. The aim of this work was to evaluate the role of contrasting shrub families as modulators of tree recruitment in Mediterranean abandoned fields following active (planted forests) or passive (secondary forests) restoration strategies along climatic and edaphic gradients in central Spain. We used the Spanish Forest Inventory to obtain tree recruitment and shrub abundance in forest types dominated by Mediterranean pines (*Pinus pinea* and *P. pinaster*) and mesic and Mediterranean oaks (*Quercus pyrenaica* and *Q. ilex*, respectively). We fitted models of tree recruitment (juvenile and seedling abundance) in each forest type depending on the restoration strategy, the shrub crown volume (of all species or of the main shrub families) and other environmental covariates. Overall, we found that in passive restoration there was higher tree recruitment than in active restoration in oak forests, but no differences were found in pine forests. The responses of tree recruitment to shrub volume were more pronounced for seedlings and planted forests than for juveniles and secondary forests. In oak forests, shrub family *per se* or interacting with the restoration strategy determined to some extent the shape and intensity of tree recruitment response, whereas in pine forests only total shrub volume was relevant for recruitment. In oak forests, *Leguminosae* had a neutral to positive effect on tree recruitment, and *Cistaceae* and *Labiatae* had a negative effect in mesic oak forests but a neutral and positive effect, respectively, in Mediterranean oak forests. Finally, *Rosaceae* had a positive effect in mesic oak forests. Recruitment of the major reference tree species in each forest type followed similar patterns to those found for the recruitment of all tree species. The modulator effect of shrub volume on tree recruitment depended on the forest type, the restoration strategy, the species interacting and the ontogeny of recruits. In oak forests, management of both tree and shrub cover in planted forests could be oriented to favour low to medium shrub cover to optimize tree recruitment.

Palabras clave: competition, facilitation, planted forest, recruitment, secondary forest.

Regeneración de masas de repoblación de *Pinus pinaster* Aiton. mediante entresaca por bosquetes

Sergio de Frutos López[1], Sergio Fernández Ramírez[1], David Barrero Gamonal[2], Guillermo Martínez González [2], Miguel Ángel Castilla Galán [1,2], Sonia Roig Gómez[1] y José Alfredo Bravo Fernández[1]

[1] Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. Jose Antonio Navais 10. 28040 Madrid
[2] LIGNUM Forestal. Calle Andorra, 65, 9º C, 28043 Madrid
Email contacto: sergio.defrutos.lopez@alumnos.upm.es

La entresaca por bosquetes (corta a hecho por bosquetes de superficies habitualmente inferiores a 5 ha) es un tratamiento poco empleado y estudiado en España, pero muy interesante por permitir la regeneración de especies de luz minimizando los riesgos de erosión e impacto paisajístico frente a las cortas a hecho en superficies mayores, favoreciendo además la diversidad específica y estructural. Por todo ello, es una opción excelente para gestionar repoblaciones protectoras con especies heliófilas, muy extendidas por nuestro país, y cuya adecuada gestión es especialmente necesaria en el contexto del actual cambio global. En el marco del proyecto FORADMIT ("Gestión forestal para la adaptación y mitigación: diversificación estructural y específica de pinares mediterráneos de repoblación", perteneciente a la convocatoria 2016 del Programa Estatal de Investigación y desarrollado por personal de la UPM) se instaló un dispositivo experimental en el M.U.P. nº 261 "Jócar" (Arbancón, Guadalajara), que presenta una repoblación protectora de *Pinus pinaster* de 60 años (413,8 pies/ha, 41,8 m^2/ha). El objetivo principal del ensayo es buscar el tamaño mínimo de bosquete lo suficientemente grande para permitir la regeneración de la especie principal, pero lo suficientemente pequeño para minimizar los riesgos citados. Además, se analiza si existe algún patrón espacial en el regenerado dentro del bosquete. El diseño consta de nueve parcelas control, nueve bosquetes pequeños (diámetro igual a 1,5 · H_o) y nueve bosquetes grandes (diámetro igual a 2,5 · H_o donde H_o: 17,5 m es la altura dominante de la masa circundante). Las cortas se realizaron en el invierno de 2017-2018, muestreándose en junio de 2018 por primera vez las 531 parcelas circulares de 1 m de radio repartidas con simetría radial en bosquetes y parcelas control. Los valores medios de la regeneración de *P. pinaster* instalada desde la anterior primavera fueron: 1.980 pies/ha (control), 3.878 pies/ha (bosquetes grandes) y 6.069 pies/ha (bosquetes pequeños). Apenas hay regenerado de más edad, lo que sugiere que la regeneración bajo cubierta no sobrevive. Hay diferencias significativas en la regeneración entre controles y bosquetes pequeños, considerándose ésta suficiente en ambos tamaños de bosquete. No se aprecia patrón espacial antes del parón estival.

Palabras clave: adaptación, cambio global, diversificación, mitigación, regeneración natural

Análisis espacio-temporal de la regeneración de una masa mixta pino-*Quercus*

Sergio de Frutos López[1,2], Ricardo Ruiz-Peinado Gertrudix[2], Eduardo López Senespleda[2], Sonia Roig Gómez[1], José Alfredo Bravo Fernández[1] y Miren del Río Gaztelurrutia[2]

[1] Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. C/ José Antonio Novais 10, 28040 Madrid
[2] Centro de Investigación Forestal (CIFOR-INIA). Ctra. de La Coruña, km. 7,5. 28040 Madrid
Email contacto: sergio.defrutos.lopez@alumnos.upm.es

La naturalización de las repoblaciones es una de las estrategias en desarrollo para la adaptación de estas masas forestales al cambio global. Para masas donde la presencia de frondosas bajo cubierta ya es significativa, adelantar la regeneración de la masa principal puede permitir un cambio significativo en la estructura y composición específica, pudiendo ser más resilientes frente al cambiante escenario climático. Sobre el cantón D2 del monte "Arroyo del Azor" (T.M. de Fuencaliente, Ciudad Real), que presentaba como masa principal un pinar de *Pinus pinaster* Aiton. repoblado de unos 60 años de edad y frondosas dispersas a golpes (*Quercus suber, Q. faginea* y *Arbutus unedo*, entre otras) se aplicó en 2011 la primera corta de una corta a hecho en dos tiempos, generando una estructura de pinar muy abierto, con unos 60 pies/ha, en el que se han respetado todas las frondosas adultas preexistentes. En ese contexto, se planteó un ensayo para valorar el éxito de este tipo de cortas en la diversificación y regeneración de estas masas. El muestreo se adaptó para recoger la variabilidad observada, estableciéndose 26 parcelas de 12,62 m de radio previamente a la corta en los tres tipos de estructura encontrados en el cantón: pinar puro, pinar con pies dispersos de *Quercus* (< 5 pies inventariables por parcela) y pinar con abundantes *Quercus* (> 5 pies por parcela). Dentro de las parcelas se realizó un inventario dasométrico, localizando y midiendo los pies mayores de 7,5 cm de diámetro; también se replantearon tres subparcelas de 1 m de radio para evaluar la regeneración: una en el centro de la parcela de inventario dasométrico y otras dos a 5 m del centro en direcciones norte y oeste. El inventario de las parcelas de regeneración se ha realizado cada otoño en el período 2011-2018, midiéndose el regenerado de *P. pinaster* y de los *Quercus* acompañantes por clases de altura, así como diversos parámetros ecológicos y fisiográficos. La regeneración del pinar puede considerarse exitosa (densidades entre 10.900 y 5.900 pies/ha en el cantón), mientras la de los *Quercus* sólo es exitosa en las parcelas de pinar con abundantes *Quercus*.

Palabras clave: adaptación, diversificación, naturalización, repoblaciones.

Sincronización en el crecimiento de especies coexistentes de pinos en respuesta al aumento de aridez

Paloma Díaz-Martínez[1], Paloma Ruiz-Benito[1], Jaime Madrigal-González[2] y Enrique Andivia[3]

[1] *Departamento Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. Facultad Ciencias Experimentales y Tecnología. Universidad Rey Juan Carlos. Calle Tulipán, s/n, 28933 Móstoles, Madrid, España*
[2] *Climate Change Impacts and Risks in the Anthropocene. Institute for Environmental Sciences. University of Geneva. 66 Boulevard Carl-Vogt, CH-1205, Suiza.*
[3] *Departamento Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis 12, 28040, Madrid.*
Email contacto: paloma.diaz@urjc.es

El aumento de las temperaturas y de la frecuencia y magnitud de sequías extremas constituye una de las mayores amenazas para la productividad forestal desde el siglo XX. El cambio climático está causando la sincronización de los patrones de crecimiento en los bosques, no solo a escala de rodal sino entre distintas regiones del planeta. Entender la variabilidad espacio-temporal del crecimiento arbóreo y del efecto relativo de las condiciones climáticas en rodales mixtos con especies de características ecológicas contrastadas puede contribuir a reducir la incertidumbre asociada a las predicciones de la dinámica forestal bajo distintos escenarios de cambio climático. En este trabajo evaluamos mediante técnicas dendroecológicas los patrones de crecimiento radial y la variabilidad temporal del efecto del clima (temperatura y aridez) entre 1951 y 2015 en tres especies coexistentes de pinos (*Pinus pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*) bajo un clima mediterráneo continental. Los resultados muestran una dinámica no lineal en el crecimiento a lo largo del s. XX. El crecimiento aumenta de forma lineal hasta 1990, a partir de este momento y coincidiendo con un aumento de las temperaturas y de la frecuencia de eventos de sequía, el crecimiento disminuye y se produce una sincronización del mismo entre las tres especies estudiadas. Además, se observa que a partir de 1990 la temperatura pasa de tener un efecto positivo sobre el crecimiento a tener un efecto negativo, mientras que la aridez triplica su efecto negativo reduciendo el crecimiento de los árboles y explicando el patrón observado. Nuestros resultados sugieren que el aumento de las temperaturas unido a la mayor frecuencia e intensidad de eventos de sequía severos aumenta la vulnerabilidad de los pinares mediterráneos, indistintamente de la identidad y características ecológicas de especie. La sincronización de los patrones de crecimiento entre distintas especies podría entenderse como una señal de alerta temprana de los impactos del cambio climático en los bosques mediterráneos.

Palabras clave: cambio climático, dendroecología, pinares, sequías, vulnerabilidad.

¿Son los nuevos bosques más vulnerables al cambio climático?

Josep Maria Espelta[1,2], Raquel Alfaro-Sánchez[1] y Joan Pino[1,2]

[1] CREAF. Edifici Biociències. Campus UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona
[2] Departament de Biologia Animal, Vegetal i Ecologia. Facultat de Biociències. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Cerdanyola del Vallès, Barcelona.
Email contacto: josep.espelta@uab.cat

El importante incremento de la superficie forestal por aforestación espontanea de tierras agrícolas y pastos abandonados acaecida en España en la segunda mitad del siglo XX, ha coincidido con notables cambios en las condiciones climáticas actuales y, previsiblemente, futuras. Estos bosques "recientes" pueden brindar servicios ecosistémicos clave, como el suministro de hábitat, la desfragmentación del paisaje y el aumento de las reservas de carbono. Sin embargo, desconocemos si pueden ser más o menos vulnerables que los bosques continuos frente al cambio climático. Por un lado, los nuevos bosques establecidos en antiguas áreas agrícolas pueden beneficiarse de los legados previos del uso del suelo (ej. mejor estructura física, mayor fertilidad) para su mayor crecimiento. Sin embargo, este efecto puede convertirse en una desventaja si conlleva cambios en los atributos funcionales que reduzca su capacidad para hacer frente a eventos climáticos negativos (ej. sequías). En este estudio analizamos si los bosques de hayas recientes (posteriores a 1956) y continuos (anteriores a 1956) en Cataluña difieren en sus patrones de crecimiento, densidad de la madera, sensibilidad al clima y respuesta a eventos climáticos extremos. Nuestros resultados indican un mayor crecimiento y una menor densidad de la madera en bosques recientes, incluso cuando se controla la edad de los árboles y la competencia. Además, los hayedos recientes mostraron una mayor sensibilidad al SPEI, la precipitación y la temperatura y a los eventos climáticos negativos y positivos extremos, en particular a los años más húmedos (i.e. doble número de eventos que los bosques continuos). La sobrecompensación del crecimiento durante años positivos, podría ser la clave que explique hasta el momento una recuperación y resiliencia similar o incluso superior de los nuevos hayedos en comparación a los bosques continuos después de episodios de sequía. Sin embargo, su mayor sensibilidad climática, junto con su mayor crecimiento y menor densidad de la madera, advierte sobre su potencial vulnerabilidad frente a un futuro empeoramiento de las condiciones climáticas.

Palabras clave: densidad de la madera, hayedos, legado en usos del suelo, sequía, vulnerabilidad.

Respuestas fisiológicas de cuatro especies planifolias ante un gradiente de cobertura en pinares de repoblación

José Luis García Pérez[1,3], Juan Antonio Oliet Palá[1], Pedro Villar Salvador[2] y Miguel Rodrigo García [1]

[1] *Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. Paseo de las Moreras s/n. 28040 Madrid.*
[2] *Departamento de Ciencias de La Vida. Universidad de Alcalá. Apdo. correos 20 28805 Alcalá de Henares. Madrid*
[3] *Campo Experimental La Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Chihuahua a Ojinaga Km 33.3, 32910, Aldama, Chihuahua, México.*
Email contacto: joseluis.garciap@alumnos.upm.es

La combinación de prácticas selvícolas con la introducción de especies de etapas tardías de la sucesión forestal puede promover la diversidad específica y estructural en masas de repoblación. Sin embargo, el establecimiento inicial de las plantas está condicionado por su capacidad para aclimatarse a factores abióticos limitantes. Por ello, es crucial entender las interacciones entre la ecofisiología de las plantas introducidas y las condiciones micro-ambientales generadas por el dosel. En este trabajo, se evaluó la respuesta fisiológica de *Sorbus torminalis, Quercus ilex, Q. pyrenaica y Acer monspessulanum* plantadas bajo dosel de repoblación con diferente grado de apertura. El gradiente se obtuvo con la reducción del área basimétrica (AB) del pinar mediante claras de distintos tipos y peso: 1) Control (sin clara); 2) Clara baja de peso moderado (20% AB); 3) Clara baja de peso fuerte (35% AB) y 4) Clara con selección de árboles de porvenir de peso fuerte (35% AB). Se midieron el potencial hídrico y la fluorescencia de la clorofila como indicadores de estrés durante tres momentos en la época estival, así como la caracterización del microambiente a nivel parcela. Las plantas bajo el pinar control presentaron mayores niveles de estrés hídrico al alba (-3,43 MPa) que la clara baja al 20 % (-2,24 MPa) en la época intermedia ($p=0.0064$) y final ($p<0,0001$) del verano. Asimismo, hubo diferencias inter-específicas ($p<0,0001$) en el potencial hídrico medido al medio día al final de periodo estival, con -3.85 MPa y -2,80 MPa para *S. torminalis y Q ilex,* respectivamente. En cuanto a la máxima eficiencia fotoquímica de los fotosistemas (Fv/Fm), se encontró solo efecto de la especie ($p<0,0001$) con valores de Fv/Fm de 0,838 en *Q. pyrenaica* y 0.763 en *A. monspessulanum* al final del verano. Aunque estos resultados son parciales, se profundizará en las diferencias entre especies y tratamientos con datos de supervivencia y crecimiento. Los resultados de este trabajo tendrán implicaciones prácticas en la prescripción de claras y la selección de especies que favorezcan el establecimiento de núcleos de dispersión para promover la restauración de la diversidad y la mejora de la funcionalidad ecológica de los pinares de repoblación.

Palabras clave: fluorescencia, diversidad, plantación bajo cubierta, potencial hídrico, selvicultura adaptativa.

Efecto de la fracción de cabida cubierta en la selección de hábitat forestal: el caso del lince ibérico

Aitor Gastón *[1], Sandra Blázquez-Cabrera [1], Carlos Ciudad [1], Mª Cruz Mateo-Sánchez[1], Miguel Angel Simón[2] y Santiago Saura [3]

[1] Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. C./ Jose Antonio Novais 10, 28040, Madrid.
[2] Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. C/ Doctor Eduardo García-Triviño Lopez, 15, 23009, Jaén.
[3] European Commission, Joint Research Centre (JRC), Ispra, Italia.
Email contacto: aitor.gaston@upm.es

Los modelos de selección de hábitat de la fauna forestal no suelen considerar la espesura del arbolado como variable independiente; suelen considerar variables que se pueden obtener habitualmente de mapas de usos y cubiertas del suelo, como la superficie cubierta por bosques u otros tipos de cubierta forestal, o la distancia al borde del bosque. En este estudio se evalúa el efecto de incluir información sobre espesura del arbolado en los modelos de selección de hábitat del lince ibérico. Se consideran cuatro clases de fracción de cabida cubierta (FCC) para el arbolado de coníferas y de frondosas, junto a otras variables de usos y cubiertas del suelo, y se analiza una base de datos de más de 47.000 localizaciones de lince ibérico captadas mediante collares GPS-GSM. El modelo que incluye la fracción de cabida cubierta tiene mejor capacidad predictiva que el modelo que usa únicamente la presencia de bosque y, además, ofrece información más útil para la gestión de la especie y del territorio forestal que ésta ocupa. El efecto de la espesura es especialmente marcado en el caso del arbolado de frondosas; el aumento de la espesura se relaciona con menor probabilidad de selección por parte del lince. Los resultados apuntan a los montes de frondosas con FCC entre 5 y 25% como el hábitat preferido del lince ibérico. En cambio, el modelo sin FCC estima que los bosques de frondosas son seleccionados con menos probabilidad que los matorrales y los olivares de montaña, lo que podría confundir las medidas para la conservación de la especie. En conclusión, los modelos de selección de hábitat de la fauna forestal deberían considerar la espesura del arbolado como una variable candidata relevante, ya que puede ofrecer información sobre factores importantes para la calidad del hábitat como los relacionados con la cubierta del sotobosque o la disponibilidad de presas. Los recientes desarrollos en tecnologías de teledetección aumentarán la disponibilidad de información espacialmente continua de la espesura del arbolado, facilitando un uso más extendido de variables estructurales de la vegetación en la modelización de hábitats y, por lo tanto, mejorando la utilidad para la conservación y gestión de dichos modelos.

Palabras clave: estructura forestal, gestión forestal para la conservación, idoneidad del hábitat, lince ibérico, mamíferos carnívoros.

Evaluando la relación entre la resiliencia frente a la sequía del crecimiento de los árboles y la dinámica forestal en los bosques ibéricos peninsulares

Antonio Gazol[1], Jesús Julio Camarero[2], Sergio María Vicente-Serrano[2], Raúl Sánchez-Salguero[2,3], Miguel Ángel Zavala[4], Emilia Gutiérrez[5], Martín de Luis[6], Gabriel Sangüesa-Barreda[7], K. Novak[8], Vicente Rozas[7], Pedro Antonio Tiscar[9] , Juan Carlos Linares[3], Natalia Martín-Hernández[2], Edurne Martínez del Castillo[5], Montserrat Ribas[5], Ignacio García-González[10], Fernando Silla[11], Álvaro Camisón[12], Mar Génova[13], José Miguel Olano[7], Luís Alberto Longares[6], Andrea Hevia[14], M. Tomás-Burguera[15], Juan Diego Galván[16] y Paloma Ruiz-Benito[17,4]

[1] BC3 Basque Centre for Climate Change, University of the Basque Country 48940, Leioa, Spain
[2]Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Avenida Montañana, 1005, 50059 Zaragoza, Spain
[3]Depto. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Univ. Pablo de Olavide, 41013 Sevilla, Spain
[4]Departamento Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. 28805, Alcalá de Henares
[5]Dept of Biological Evolution, Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Biology, University of Barcelona.
[6]Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Zaragoza.
[7]Departamento de Ciencias Agroforestales, EiFAB-iuFOR, Universidad de Valladolid, Soria, España
[8]Department of Wood Science and Technology, University of Ljubljana. Ljubljana, Slovenia
[9]Centro de Capacitación Forestal Vadillo-Castril, Junta de Andalucía. 23470 Cazorla, Spain
[10]Depto. Botánica, Escola Politécnica Superior de Lugo, Univ. Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain
[11]Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola, Univ. Salamanca, Salamanca, Spain,
[12]Ingeniería Forestal y del Medio Natural, Univ. Extremadura, 10600 Plasencia, Spain
[13]Depto. Sistemas y Recursos Naturales, Univ. Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, Spain
[14]Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva.
[15]Estación Experimental Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEAD-CSIC), Zaragoza, Spain
[16]Ionplus AG. Lerzenstrasse 12, 8953 Dietikon, Switzerland
[17]Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. Universidad Rey Juan Carlos.
Email contacto: agazolbu@gmail.com

El aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos tales como las sequías está provocando fenómenos de decaimiento y mortalidad forestal a escala global. Las especies forestales difieren en su capacidad de resiliencia frente a la sequía lo que hace que unos bosques sean más vulnerables que otros. Sin embargo, evaluar la relación entre la capacidad de resiliencia de las especies y la dinámica forestal en respuesta al cambio global a grandes escalas espaciales continúa siendo un desafío.Por un lado, los anillos de crecimiento de los árboles ofrecen información sobre la respuesta temporal de las especies forestales a la variación climática interanual. Por otra parte, el muestreo permanente y sistemático de parcelas forestales (e.g. Inventario Forestal Nacional, IFN) ofrece información sobre la dinámica forestal a grandes escalas espaciales. En este trabajo proponemos evaluar la relación de estas dos fuentes de información para determinar si existe una relación entre la capacidad de resiliencia del crecimiento frente a la sequía y los cambios en estructura y demografía del bosque. Hacemos uso de una extensa base de datos dendrocronológicos de crecimiento radial en 16 especies y más de 413 bosques a lo largo de la Península Ibérica y las comparamos con los datos del segundo y tercer IFNs (IFN 2 e IFN 3, respectivamente). Concretamente, se evaluaron cabios en estructura (área basal; m^2 ha^{-1} $año^{-1}$) y demografía (crecimiento y mortalidad; cm^2 ha^{-1} $año^{-1}$) entre el IFN 2 y el INF 3. Para cada uno de los bosques con datos de crecimiento radial se identificaron las parcelas del IFN situadas en un radio de 2.5, 5.0, 10 y 20 km. Observamos una relación positiva entre la capacidad de resiliencia del crecimiento de los árboles frente a la sequía y los cambios en área basal y crecimiento a nivel de rodal de acuerdo con los datos del IFN. Las relaciones entre la resiliencia y los cambios en mortalidad fueron menos acusados. Las relaciones encontradas fueron más intensas con los datos de crecimiento radial de los árboles y las parcelas IFN (2.5 km), y también fueron más intensas para Gimnospermas que para Angiospermas.

Palabras clave: anillos de crecimiento, bosque, capacidad de resiliencia, dendrocronología, estructura.

Papel del suelo en episodios de decaimiento de *Pinus halepensis* Mill. en la Comunidad Valenciana

Valentín Gómez-Sanz[1], Juan Ignacio García Viñas [1] y Rafael Serrada Hierro [2]

[1] *Grupo de Investigación de Ecología y Gestión Forestal Sostenible (ECOGESFOR). Universidad Politécnica de Madrid.*
[2] *Sociedad Española de Ciencias Forestales.*
Email contacto: valentin.gomez@upm.es

En la Comunidad Valenciana se han venido observando a partir de 2014 episodios de notable decaimiento vegetativo en masas de pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.). Este imprevisto y no deseado fenómeno tiene un carácter claramente multifactorial, que involucra la acción de diversos factores, bióticos y abióticos, que operan con diferente significación (intensidad) a lo largo del territorio, generando patrones espaciales de mortalidad a escala de rodal o de masa forestal altamente irregulares y complejos. Aunque parece asumido que el estado edáfico de la estación es un factor directamente implicado en este fenómeno, son muy pocos los trabajos de investigación que han profundizado específicamente en esta línea, siendo patente la carencia de conocimiento al respecto. Los resultados de la caracterización edáfica realizada en 20 localizaciones (10 con evidencias de decaimiento y otras 10 que no las mostraban) revelan que las condiciones particulares de estado edáfico de la estación actúan como un factor de predisposición, modulando los efectos de la sequía, principal factor desencadenante del decaimiento de las masas de pino carrasco observados en la Comunidad Valenciana. Las propiedades edáficas que gobiernan la cualidad del suelo para ofertar el espacio disponible para la exploración de las raíces con vistas a la nutrición y, sobre todo, al consumo hídrico han resultado ser las más explicativas. Los episodios de decaimiento se asocian a aquellos rodales con suelos de escasa profundidad "efectiva", por escaso grado de desarrollo del perfil, baja capacidad de retención de agua y/o presencia de horizontes particularmente arcillosos que provocan cambios abruptos de permeabilidad y aireación. En esta situación, se incrementa notablemente el riesgo de inestabilidad por sequía en los pies con peores condiciones locales de balance hídrico (orientación en solana, microtopografía desfavorable, ausencia de grietas,…), generando una respuesta heterogénea, en forma de mosaico espacial de superficies con distintos grados de decaimiento. La identificación de este riesgo debe permitir el establecimiento de medidas de gestión selvícola que amortigüen o minimicen los procesos que provocan el decaimiento y prevean posibles situaciones bajo futuros escenarios de cambio climático.

Palabras clave: edafodiversidad, factor de predisposición, inestabilidad ecológica, muerte regresiva, pino carrasco.

FSC España. La certificación forestal como instrumento para la adaptación de los bosques

Patricia González-Díaz[1], Silvia Martínez[2], Paloma Ruiz-Benito[3], Asier Herrero[1], Manuel Esteban Lucas-Borja[4] y Miguel Ángel de Zavala[5]

[1] *Grupo de Ecología y Restauración Forestal. Departamento Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. Campos Universitario, 28805, Alcalá de Henares*
[2] *FSC España. Calle Alcalá 20, 2ª planta, 28014, Madrid*
[3] *Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. Universidad Rey Juan Carlos. Calle Tulipán s/n, 28933, Móstoles*
[4] *Departamento de Ciencias y Tecnología Agroforestal y Genética. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario s/n, 02071, Albacete*
Email contacto: pgzdiaz@gmail.com

Los efectos del cambio global son cada vez más evidentes en los ecosistemas forestales, siendo los ecosistemas forestales mediterráneos uno de los ecosistemas más vulnerables ante el cambio climático. El uso de la certificación forestal como una herramienta voluntaria de gestión forestal sostenible puede contribuir a aumentar la resiliencia de las masas forestales frente a los impactos del cambio climático. En este trabajo se define un protocolo estandarizado de evaluación y seguimiento de la adaptación de los sistemas forestales basado en un sistema de indicadores de adaptación al cambio climático (ACC). Este protocolo tiene la finalidad de evaluar los *peligros* e *impactos* del cambio climático, la *vulnerabilidad* del sistema forestal ante el cambio climático y la eficacia de *las medidas de ACC* implementadas por los gestores. El protocolo de indicadores ACC se aplicó en varios montes piloto con el fin de de evaluar el estado del sistema forestal y establecer medidas que favorezcan capacidades para responder y ajustarse al cambio climático. Los resultados obtenidos en los montes de estudio mostraron un rango variable de peligros, impactos, vulnerabilidades y capacidad de adaptación de los sistemas forestales estudiados. Algunos peligros fueron comunes en los montes de estudio, como el peligro por aumento de las sequías. No obstante, los impactos fueron variables, siendo la regeneración o la presencia de plagas crítica en algunos sistemas, mientras que otros sistemas mostraron una elevada vulnerabilidad debido a la escasa diversidad de especies o la homogeneidad estructural de la masa. La diversidad de los sistemas forestales estudiados y la variable disponibilidad de información mostraron que la aplicación del protocolo de indicadores ACC deberá ser específico para cada sistema en cuestión, haciendo que los técnicos y gestores forestales deban de tener la flexibilidad para poner en práctica aquellas medidas de adaptación más apropiadas a nivel local. La evaluación del potencial adaptativo de los bosques integrada en sistemas de certificación forestal y/o planes de gestión puede ayudar a suplir la falta de seguimiento y trabajos experimentales de larga duración y deberá ser un objetivo prioritario en los próximos años para garantizar una gestión forestal adaptativa adecuada.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, certificación Forestal, indicadores

Regulación fotoperiódica de la conductancia estomática estacional

Elena Granda[1], Eustaquio Gil-Pelegrín[2], José Javier Peguero-Pina[2], Domingo Sancho-Knapik[2], Arthur Gessler[3] y Víctor Resco de Dios[1]

[1]Departmento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal – Centro AGROTECNIO, Universitat de Lleida, 25198 Lleida, Spain.
[2]Unidad de Recursos Forestales, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Gobierno de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza, Spain
[3]Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, Switzerland
Email contacto: elena.granda.f@gmail.com

Muchas especies leñosas tienden a migrar hacia latitudes más altas tratando de evitar el calentamiento climático pero se desconoce la viabilidad de tales migraciones dado que las diferencias entre los fotoperíodos de origen y destino podrían interferir con sus requisitos fisiológicos. Entre otras incertidumbres, el papel del fotoperíodo como regulador del intercambio de agua y CO_2 de especies leñosas ha sido escasamente explorado. En este estudio medimos semanalmente el intercambio gaseoso durante la estación de crecimiento en doce especies de *Quercus* sometidas a las mismas condiciones ambientales para testar la importancia relativa del fotoperíodo sobre la conductancia estomática (g_s) y la fotosíntesis (A_{sat}) en comparación con el papel regulador del déficit de presión de vapor (VPD), la temperatura o la radiación. Las especies de *Quercus* elegidas cubren una amplia área de distribución ya que son de origen templado, mediterráneo o tropical. Observamos como la variación en la duración del día fue uno de los principales factores reguladores de la g_s y su importancia resultó parecida en magnitud a la del VPD. La dependencia de la duración del día fue siempre positiva pero en las especies mediterráneas la dependencia fue mayor que en las templadas y las tropicales. A_{sat} también fue mayor durante días más largos, pero en menor medida. Para examinar la generalidad de esta respuesta, incorporamos la duración del día a modelos estomáticos usando datos publicados en la literatura para 14 especies adicionales. Tanto para angiospermas como para gimnospermas, el ajuste del modelo mejoró significativamente al agregar el número de horas de luz por día. Este estudio proporciona evidencia de que el fotoperíodo ejerce un importante control sobre la apertura estomática estacional, lo que contribuye a mejorar la comprensión del funcionamiento de los árboles y los sistemas ecológicos en un contexto de cambio climático y migraciones.

Palabras clave: control estomático, fotoperiodo, intercambio gaseoso, latitud, ritmos circadianos.

Análisis de la vulnerabilidad de las poblaciones vascas de tejo mediante el estudio de tasas demográficas

Asier Herrero[1], Clara Jiménez-Martínez[2] y Nere Amaia Laskurain[2]

[1] *Departamento de Ciencias de la Vida. Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá. Campus universitario externo, 28805 Alcalá de Henares, Madrid.*
[2] *Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Farmacia. Universidad del País Vasco. Plaza de la Universidad nº7, 01006 Vitoria-Gasteiz, Álava.*
Email contacto: asier.herrerom@uah.es

El tejo (*Taxus baccata* L.) es una especie relicta que se encuentra localmente amenazada en su límite de distribución sur, dónde se ha detectado una disminución en la viabilidad de sus poblaciones. La herbivoría por ungulado puede limitar su regeneración, mientras que la competencia con especies dominantes como el haya (*Fagus sylvatica* L.) y las sequías extremas pueden disminuir su crecimiento. Además, las poblaciones de tejo dependen del vigor tanto de los individuos machos como de las hembras, incrementando así su vulnerabilidad. El objetivo del presente trabajo es estudiar la viabilidad de 6 poblaciones de tejo localizadas en la Comunidad Autónoma Vasca mediante el análisis de las principales tasas demográficas (crecimiento, regeneración y supervivencia). En cada población se obtuvieron testigos de 15 individuos de cada sexo mediante el uso de una barrena Pressler y se realizaron 15 transectos de 30 m x 10 m para caracterizar la estructura forestal y cuantificar los daños por herbivoría en juveniles de tejo. Por un lado, analizamos el efecto del clima y la competencia en el crecimiento radial. Por otro lado, evaluamos la tasa de mortalidad y la capacidad de regeneración del tejo y del resto de especies arbóreas. Se detectó un efecto negativo de la temperatura de la época de crecimiento en el crecimiento radial, especialmente en las poblaciones mas meridionales. Esto puede deberse a un incremento de la respiración o a un aumento del estrés hídrico. La supervivencia y la regeneración fueron relativamente altas en la mayoría de poblaciones muestreadas, aunque un aumento de la herbivoría podría disminuir el crecimiento de los juveniles. Un control de los daños por herbivoría puede favorecer la persistencia futura de la especie en el norte de la península ibérica.

Palabras clave: crecimiento radial, herbivoría, mortalidad, regeneración, *Taxus baccata*.

La plasticidad de la encina en respuesta a la aridez depende de las condiciones climáticas de la población de origen: implicaciones para la restauración

Alexandro B. Leverkus[1,2], Mercedes Uscola[1], Natalia Díaz-Morey[1], Daniel Gómez-Sánchez[1], Ariana García-Galván[3] y Enrique Andivia[1,4]

[1] *Forest Ecology and Restoration group, Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá*
[2] *Station Fabrikschleichach, Department of Animal Ecology and Tropical Biology, Biocenter, University of Würzburg, Rauhenebrach, Alemania*
[3] *Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.*
[4] *Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid*
Email contacto: alexandro.leverkus@uah.es

La restauración ecológica se enfrenta al reto de seleccionar material genético apropiado para las condiciones climáticas futuras. La migración poblacional asistida sugiere el uso de material genético adaptado a dichas condiciones, lo que implicaría en el área mediterránea la selección de genotipos adaptados a condiciones más áridas que las actuales. Sin embargo, esta técnica es controvertida y se desconocen los detalles sobre su viabilidad. Nuestro objetivo fue evaluar la resistencia a la sequía de distintas poblaciones de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) durante sus primeras fases de desarrollo. Para ello, seleccionamos 9 poblaciones a lo largo de un gradiente de aridez (320-1160 mm de precipitación), en cada una de las cuales recolectamos bellotas de 5 madres. Se sembraron 1300 bellotas (30 por madre) en contenedores forestales. Cuando la emergencia alcanzó el 90%, las plantas se separaron en dos escenarios: (1) altas temperaturas, manteniendo las plantas en invernadero, y (2) temperatura local, situando las plantas al aire libre. En cada escenario se aplicaron 6 tratamientos de riego desde el 100 % de la capacidad de campo hasta no riego y se evaluó la supervivencia y el desarrollo morfo-fisiológico de las plantas. Los resultados demuestran que *Q. ilex* es una especie muy tolerante a la sequía, ya que mostró una alta supervivencia excepto en los tratamientos regados al 20 y 0% de la capacidad de campo. Sin embargo, la mortalidad asociada a baja disponibilidad hídrica aumentó en todas las poblaciones cuando las plantas crecieron en el escenario de altas temperaturas. En ausencia de estrés hídrico, las plantas procedentes de poblaciones más húmedas se caracterizaron por una mayor tasa de crecimiento y una alta plasticidad a la temperatura. Por el contrario, las plantas de poblaciones áridas tuvieron una menor tasa de crecimiento y baja respuesta a los ambientes térmicos, lo que sugiere una adaptación a la xericidad. Las poblaciones de ambientes extremos (húmedos o áridos) presentaron una respuesta a la sequía bastante homogénea en los distintos ambientes térmicos, mientras que poblaciones de aridez intermedia variaron poco sus tasas de crecimiento en respuesta a la sequía en ambientes frescos pero mucho en ambientes cálidos. Estos resultados sugieren que los individuos de poblaciones de aridez intermedia son más plásticas que las de ambientes más extremos. Nuestros resultados proporcionan información valiosa sobre la viabilidad de la migración asistida bajo condiciones climáticas cambiantes.

Palabras clave: cambio climático, encina, migración asistida, regiones de procedencia, restauración.

Descifrando mecanismos de mortalidad tras sequía severa en anillos de crecimiento

Rosana López[1], Francisco Javier Cano[2], Jesús Rodríguez-Calcerrada[1], Gabriel Sangüesa-Barreda[34], Antonio Gazol[3], J Julio Camarero[3], Philippe Rozenberg[5] y Luis Gil[1]

[1]Departamento de Sistemas y Recursos Naturales. Universidad Politécnica de Madrid. Spain [2]Hawkesbury Institute for the Environment. Western Sydney University, Australia
[3]Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), 50192 Zaragoza, Spain
[4]Departamento de Ciencias Agroforestales, EU de Ingenierías Agrarias, iuFOR-Universidad de Valladolid, Spain.
[5]INRA Orleáns, Unité Amélioration Génétique et Physiologie Forestières, France
Email contacto: rosana.lopez@upm.es

En las últimas décadas, se han incrementado los episodios de mortalidad y decaimiento forestales debidos a la sequía y aumento de temperaturas. En este trabajo estudiamos un episodio de mortalidad en una masa de pino canario (*Pinus canariensis*) situada en Gran Canaria, tras dos años consecutivos con menos de 100 mm de precipitación. Investigamos el clima local durante los 33 años anteriores al evento de mortalidad (1980-2013) y su relación con el crecimiento radial, la densidad de la madera, anatomía del xilema y cambios en la eficiencia en el uso del agua (WUE) en árboles vecinos vivos y muertos de tamaño y edad similares. Buscamos esclarecer los mecanismos que conllevan la muerte del árbol tras un evento de sequía extrema, así como variables indicadoras de la distinta susceptibilidad del arbolado. Las tasas de crecimiento fueron muy bajas, tanto en árboles muertos como en vivos, resultado de las condiciones extremadamente xéricas del área de estudio. No encontramos diferencias significativas en el crecimiento radial, ni siquiera en los años previos a la muerte. Sin embargo, los árboles vivos formaron anillos de crecimiento más densos debido a la formación de traqueidas con paredes más gruesas. Además, los árboles muertos formaron madera tardía de menor densidad varios años antes de la muerte. Los árboles vivos mostraron un aumento progresivo en WUE mientras que los árboles muertos mostraron ese mismo patrón hasta el año 2000, en el que el WUE se desploma hasta el año de la muerte. Tanto los datos de WUE como los de densidad de madera tardía se revelaron como buenos indicadores de la muerte de los árboles muchos años antes de que esta ocurriera. Estas señales pueden indicar bien un retraso en el cierre estomático que puede tener un efecto deletéreo en la capacidad de conducción de agua debido a fallo hidráulico generalizado, o bien a un mayor uso de reservas para reforzar las paredes de las traqueidas debido a la escasez de carbohidratos recientes procedentes de la fotosíntesis. Nuestros datos sugieren que incluso si los árboles pueden padecer de déficit de carbono durante años, la causa final de la muerte tras una sequía severa es el fallo hidráulico.

Palabras clave: anillos de crecimiento, déficit de carbono, fallo hidráulico, mortalidad, sequía.

Hedera hélix L. podría facilitar indirectamente la dominancia de árboles como *Corylus avellana* en bosques templados

Jaime Madrigal-González[1], Rodrigo S. Rios[2], Cristina F. Aragón[3] y Ernesto Gianoli[2,4]

[1] *Climate Change Impacts and Risks in the Anthropocene (C-CIA), Institute for Environmental Sciences (ISE), University of Geneva, 66 Carl Vogt, 1205-CH, Geneva, Switzerland.*
[2] *Departamento de Biología, Universidad de La Serena, Casilla 554, La Serena, Chile.*
[3] *Group of Forest Ecology and Restoration, Department of Life Sciences, University of Alcalá (UAH), 28805, Alcalá de Henares, Spain.*
[4] *Departamento de Botánica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C Concepción, Chile.*
Email contacto: ecojmg@hotmail.com

Las lianas pueden influir decisivamente en la composición, estructura y funcionamiento de los bosques a través de una distribución desigual en el conjunto potencial de árboles hospedadores. Sin embargo, nuestra comprensión de los mecanismos asociados con las preferencias por los hospedadores es más que limitada. En este trabajo evaluamos en qué la liana *Hedera hélix L*. puede estar contribuyendo indirectamente a favorecer la dominancia de *Corylus avellana*, un pequeño árbol con crecimiento simpodial, en un bosque templado remanente del centro de la Península Ibérica. A través del Análisis de Componentes Principales (PCA) y el análisis de co-ocurrencia, estudiamos la distribución y la asociación espacial entre las especies leñosas y la liana. Analizamos la relación entre el número de especies por parcela y el número de especies infestadas por la liana para probar la hipótesis de que *H. helix* es una liana generalista. A través de Modelos lineales mixtos generalizados (GLMM), probamos la forma de crecimiento dinámico de múltiples tallos de *C. avellana* como una estrategia de vida plausible para resistir, a largo plazo, la infección de la liana. En particular, estudiamos (i) la relación entre el tamaño de los tallos y la probabilidad de infección por *H. helix*, incluidas todas las especies de árboles dentro de las parcelas, y (ii) la relación entre el tamaño del tallo y la mortalidad como evidencia del potencial de *C .avellana* para escapar de dicha infección. Nuestros resultados indican que todos los árboles en la comunidad son hospedadores potenciales de *H. helix*. Los modelos mixtos indican que tanto la infección por *H. helix* como la mortalidad del tallo están relacionadas positivamente con el perímetro del tallo de *C. avellana*, de modo que existe un corto periodo de tiempo en el que la liana puede infectar al avellano. La forma de crecimiento simpodial, de este modo, podría representar una ventaja con respecto a formas de crecimiento unipodiales en las que la infección puede producirse a más largo plazo. La interacción indirecta encontrada representaría una forma novedosa de facilitación indirecta que promovería la dominancia en lugar de la coexistencia.

Palabras clave: competencia, dominancia, interacciones indirectas, lianas

Competition dynamics under recurrent droughts in dry-edge populations of *Pinus sylvestris*

Laura Marqués[1], J. Julio Camarero[2], Miguel A. Zavala[1], Markus Stoffel[3], Juan A. Ballesteros-Cánovas[3], Cesar Sancho-García[4] and Jaime Madrigal-González[1,3]

[1]*Forest Ecology and Restoration Group, Department of Life Sciences, Universidad de Alcalá (UAH). Edificio Ciencias, Campus Universitario, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, Spain.*
[2]*Instituto Pirenaico de Ecología, (IPE–CSIC). Avda. Montañana, 1005. 50192 Zaragoza, Spain.*
[3]*Climate Change Impacts and Risks in the Anthropocene, Institute for Environmental Sciences, University of Geneva, CH-1205 Geneva, Switzerland.*
[4]*Department of Applied Mathematics, University of Valladolid, Avenida del Valle Esgueva 6, 47011 Valladolid, Spain.*
Email contacto: lauramarqueslopez@gmail.com

Ongoing climate changes at accelerated rates are affecting ecosystem functioning in Mediterranean forests. For instance, increased aridity during the last century has amplified forest vulnerability to droughts in tree populations subjected to xeric conditions. This is especially true for populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) located at the southwestern limit of the species range in the Iberian Peninsula. Many studies have documented the negative consequences of water shortage in *Pinus sylvestris* growth at the dry-edge. Moreover, competition has been reportedly observed to aggravate significantly the negative influence of drought on tree performance at dry areas. Competitive effects can be related to the influence that neighbor trees exert on a target tree. Additionally, size of target trees may ameliorate the negative impacts from the neighborhood, with smaller individuals being more vulnerable to drought and shading conditions. However, competition dynamics in forest populations subjected to recurrent drought episodes are still poorly understood. In this study, we fitted non-linear mixed model to Scots pine radial growth data in relict dry-edge populations in central Spain. Specifically, we aimed at evaluating how individual and neighboring competition components evolve in time along a 16 years period including three intense drought events (e.g. 2005, 2009 and 2012). Results from this study provide insight into inter-annual variability in competition effects depending on climatic conditions. Preliminary results support an intensification of competitive influences on growth during the drought events in 2005 and 2012. Interestingly, a progressive linear intensification of competition in time suggested that competition might be significantly reflect legacies in growth responses to climate which poses increased frequency of dry spells as a critical climate change-phenomenon largely unexplored previously. Altogether, these results constitute critical new information, which furthers our understanding of how tree competition interactions and stand structure will influence stand dynamics under more intense and frequent drought events in the context of climate change.

Palabras clave: competition, dendroecology, drought stress, Scots pine, tree growth.

Dispersión masiva y efectiva de bellotas por urraca (*Pica pica*) en un mosaico agroforestal mediterráneo. ¡Sí, ellas también dispersan!

Loreto Martínez-Baroja[1], Lorenzo Pérez-Camacho[1], Pedro Villar-Salvador[1], Salvador Rebollo[1], Pablo Quiles[1], Daniel Gómez-Sánchez[1], Alexandro B. Leverkus[2], Mercedes Molina-Morales[3], Jorge Castro[4] y José María Rey-Benayas[1]

[1] Grupo de Ecología y Restauración Forestal. Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. Apdo 20, 28805, Alcalá de Henares, Madrid.
[2] Departament of Animal Ecology and Tropical Biology. Field Station Fabrikschleichach. University of Würzburg. Glashüttenstraße 5, 96181, Rauhenebrach.
[3] Departamento de Anatomía, Biología celular y Zoología. Universidad de Extremadura. Avda Elvas s/n, 06071, Badajoz.
[4] Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. E-18071, Granada.
Email contacto: loretomabavi@hotmail.com

La regeneración y expansión de quercíneas requiere la dispersión efectiva de bellotas (que generen plántulas) por ciertos animales, especialmente córvidos. Se desconoce si la urraca es una dispersora masiva y efectiva de bellotas. El objetivo de este trabajo fue cuantificar y describir este proceso. Así, cuantificamos la proporción de bellotas del árbol que se llevó la urraca, las bellotas que dispersó cada individuo, la efectividad del proceso y evaluamos el patrón espacial de dispersión. Para ello, utilizamos cámaras de fototrampeo, bellotas con radio transmisor insertado, comederos con bellotas, localizamos los nidos, anillamos pollos y adultos reproductores, sexamos los adultos y seguimos el destino de las bellotas dispersadas. La urraca fue la especie que se llevó la mayor parte de las bellotas de los árboles (65%) y del suelo (48%). Los adultos reproductores fueron los principales dispersores de bellotas, cada macho se llevó una media de 805 bellotas desde los comederos y cada hembra 487. Las urracas escondieron bellotas desde los árboles y comederos. El 86% de las bellotas que se llevaron desde los comederos fueron escondidas en el suelo en almacenes dispersos de una sola bellota, el resto fueron consumidas en el momento. Las urracas enterraron las bellotas superficialmente y/o emplearon pequeñas piedras y restos vegetales para ocultarlas. Las urracas escondieron la mayoría de las bellotas dentro de sus territorios. De tres ambientes disponibles para esconderlas prefirieron las zonas aradas, luego la plantación forestal y, por último, el herbazal. La distancia media de dispersión fue de 31 m (1-112 m). El 1,5% de las bellotas dispersadas llegaron a formar una plántula. La densidad de plántulas siguió el patrón espacial de preferencias para esconder las bellotas, con densidades medias muy altas (439 plántulas/ha). Las urracas fueron dispersoras masivas y efectivas de bellotas, estableciendo un mutualismo con la encina. Por tanto, podemos considerar a la urraca una especie clave en estos mosaicos agroforestales. La estructura del hábitat y el tamaño del territorio determinan el patrón espacial de la regeneración forestal. Urracas y quercíneas solapan ampliamente sus distribuciones en Eurasia, por lo que estos procesos podrían darse a escalas espaciales mucho más amplias.

Palabras clave: dispersión de semillas, *Quercus*, regeneración forestal, sinzoocoria, servicios ecosistémicos.

Determinantes del reclutamiento de encina (*Quercus ilex*) a partir de núcleos de dispersión en campos agrícolas mediterráneos abandonados

Loreto Martínez-Baroja[1], José María Rey Benayas[1], Lorenzo Pérez-Camacho[1] y Pedro Villar-Salvador[1]

[1] Grupo de Ecología y Restauración Forestal. Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. Apdo 20, 28805, Alcalá de Henares, Madrid.
Email contacto: loretomabavi@hotmail.com

El reclutamiento de especies leñosas en campos agrícolas mediterráneos abandonados es un limitante fundamental en la restauración forestal por la falta de semillas. Nuestro objetivo fue evaluar los factores limitantes del reclutamiento de encinas a partir de 16 islotes forestales de 100 m^2 con encinas plantadas hace 25 años localizados en una matriz agrícola. Evaluamos la depredación post-dispersiva, la emergencia y la supervivencia de las plántulas según la orientación y la distancia a los islotes. Realizamos dos siembras con bellotas, una en 2014 (con y sin protector) y otra en 2015 (con protector). Para evaluar la regeneración natural, localizamos y medimos las encinas mayores de 5 cm de altura, contamos las plántulas de encina del año en transectos y estimamos la supervivencia de estas plántulas. Además, medimos la producción de hierba con y sin exclusión de herbívoros a 1 m de distancia de los islotes. El 96.9% de las bellotas sembradas sin protector fueron depredadas y/o dispersadas. El porcentaje de emergencia de plántulas a partir de las siembras (25,8% en 2014 y 59,9% en 2015) dependió de la orientación en 2014 (mayor al norte) y de la distancia en 2015 (mayor a mayores distancias). Esta variación inter-anual posiblemente se deba al mayor estrés climático en la primavera del 2014. Desde 1993 se han establecido 90 encinas, resultando en una tasa de reclutamiento efectivo de 3,6 individuos por ha y año. La supervivencia de las plántulas establecidas naturalmente en la primavera de 2014 fue del 28,6% tras el primer verano, del 14,3% tras el segundo verano y del 0% actualmente. La mortalidad fue causada principalmente por la sequía (45%) y por la herbivoría (35%). No hubo diferencias de biomasa herbácea con y sin exclusión, por lo que el anillo con escasa vegetación alrededor de los islotes se debe a la competencia de éstos por los recursos y no a la herbivoría. Los islotes plantados eliminaron el cuello de botella de la disponibilidad de semillas en campos agrícolas abandonados. No obstante, la depredación post-dispersiva y de las plántulas, junto al estrés climático, limitaron la regeneración natural que resultó lenta.

Palabras clave: aridez estival, depredación, establecimiento, lluvia de semillas, regeneración natural.

Efectos del tojo (*Ulex europaeus)* sobre la vegetación acompañante en comunidades del centro-sur de Chile

Silvia Medina-Villar [1] y Ernesto Gianoli [1]

[1] Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de La Serena. Avenida Raúl Bitrán Nachary Nº 1305, 1700000, La Serena, Chile
Email de contacto: medina_villar@hotmail.com

Las especies invasoras pueden afectar a la vegetación nativa mediante la liberación de compuestos alelopáticos. Según la "Hipótesis de Las Nuevas Armas" (HNA), las especies nativas son más sensibles a los nuevos compuestos introducidos por las especies invasoras. El tojo (*Ulex europaeus*), un arbusto espinoso originario del noroeste de Europa, es una especie invasora agresiva en el centro-sur de Chile, particularmente en comunidades perturbadas/degradadas. Su rápida propagación dificulta la regeneración natural del bosque nativo circundante, así como las labores encaminadas a su restauración. Para evaluar los efectos del tojo sobre la vegetación y si dichos efectos se deben a compuestos alelopáticos (evaluación de la HNA), se realizó, un muestreo de vegetación en 3 sitios invadidos por tojo en la provincia de Concepción (Chile) y un experimento de invernadero, respectivamente. En cada sitio, 4 cuadrantes de 50x50 cm fueron utilizados para registrar la cobertura y altura de las especies vegetales en 10 zonas de influencia (adyacentes a la especie invasora) y 10 zonas de no-influencia de tojo (ausencia en un radio de 3 m). Para el experimento de invernadero se recolectaron suelos (en los primeros 10 cm) de las zonas de influencia y no-influencia en cada sitio. La mitad de esos suelos se mezcló con carbón activado, el cual desactiva los compuestos alelopáticos. Los suelos se mantuvieron en buenas condiciones de humedad por 5 meses, registrándose todas las especies que germinaban del banco de semillas. A falta del análisis de datos, se espera, en campo, menor riqueza de especies nativas en las zonas de influencia de tojo y, en el experimento de invernadero, un mayor número de especies nativas germinadas en el suelo de las zonas de influencia con carbón activado, comparado con el mismo suelo intacto. En conjunto, los resultados nos permitirán saber si los compuestos alelopáticos intervienen en el éxito invasor del tojo. Los efectos que produce el tojo en la vegetación pueden dificultar la sucesión ecológica del bosque nativo, por lo que los resultados de este trabajo podrían ser utilizados al elaborar planes de restauración del bosque nativo en zonas invadidas por tojo.

Palabras clave: alelopatía, banco de semillas, carbón activado, especies exóticas invasoras

Fitotoxicidad de la especie invasora, *Lonicera maackii*, bajo diferentes escenarios de cambio climático

Silvia Medina-Villar[1], Mercedes Uscola [2], Esther Pérez-Corona[3] y Douglass Jacobs [4]

[1] *Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de La Serena Avenida Raúl Bitrán Nachary Nº 1305, 1700000, La Serena, Chile*
[2] *Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. Edificio de Ciencias, 28805, Alcalá de Henares, España*
[3] *Departamento de Diversidad, Ecología y Evolución. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ Jose Antonio Novaís 12, 28040, Madrid, España*
[4] *Department* of *Forestry and Natural Resources. College of Agriculture. Purdue University. 715 West State Street, West Lafayette, Indiana, 47907-2061, USA*
Email contacto: medina_villar@hotmail.com

Las especies invasoras (EI) de plantas pueden ser exitosas en los ecosistemas introducidos debido a que liberan compuestos alelopáticos para los cuales las especies nativas (EN) no están adaptadas -Hipótesis de las Nuevas Armas (HNA)-. Además, la habilidad de una EI para afectar a las EN mediante alelopatía puede aumentar bajo condiciones de estrés -Hipótesis de Estrés en Alelopatía (HEA)-. Las condiciones ambientales esperadas en el futuro debido al cambio climático pueden ser estresantes para algunas plantas. *Lonicera maackii* es una EI problemática en EEUU, siendo capaz de producir efectos alelopáticos/fitotóxicos en la vegetación nativa. Sin embargo, se desconoce si condiciones ambientales futuras pueden estresar a *L. maackii* y aumentar dichos efectos. El objetivo de nuestro trabajo fue testar la HEA, comparando el estrés y los efectos fitotóxicos de *L. maackii* en condiciones ambientales presentes y futuras (veranos más secos y calurosos e intensas inundaciones en primavera). Para el experimento de primavera, la mitad de las plantas de *L. maackii* se mantuvo con la parte radical inundada (futuro) y la otra mitad sin inundación (presente). Para verano, las condiciones presentes correspondieron a una media de temperaturas y precipitaciones de veranos de años anteriores y las futuras a la temperatura y precipitación esperada según un escenario de cambio climático. El estrés de *L. maackii* se midió por fluorescencia. La fitotoxicidad de extractos acuosos de hojas de las plantas de *L. maackii* fue testada sobre la germinación de dos EN herbáceas. En condiciones de verano (presentes y futuras), las plantas de *L. maackii* estaban más estresadas y produjeron mayores efectos fitotóxicos que en condiciones de primavera. De acuerdo con la HEA, plantas de *L. maackii* inundadas estaban más estresadas y produjeron mayores efectos fitotóxicos que las no inundadas. Nuestros resultados muestran que en condiciones futuras el prejuicio producido en el estado físico de *L. maackii* puede ser compensado por el beneficio competitivo ganado gracias a una mayor fitotoxicidad. No tener en cuenta la HEA puede dar lugar a la subestimación del efecto de *L. maackii* sobre la vegetación nativa en el clima futuro.

Palabras clave: compuestos alelopáticos, especies exóticas, estrés, fitotoxicidad, inundación.

Diversidad y estructura de las comunidades bacterianas y fúngicas del suelo y de la rizosfera en bosque abierto y cerrado a lo largo de un gradiente de elevación: la importancia de las raíces para la coalescencia de comunidades bacterianas pero no de las fúngicas

Luis Merino-Martín[1,2,3], Robert I. Griffiths[2], Hyun S. Gweon[2], Clément Furget-Bretagnon[1], Anna Oliver[2], Zhun Mao [1], Yves Le Bissonnais[4] y Alexia Stokes[1]

[1] INRA, AMAP, CIRAD, CNRS, IRD, Université de Montpellier, Montpellier, France.
[2] Centre for Ecology & Hydrology, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxfordshire, UK.
[3] C.N.R.S., UMR CEFE, Montpellier, France.
[4] INRA, UMR1221 LISAH, Montpellier, France.
Email contacto: luismerinomartin@gmail.com

Los patrones altitudinales de riqueza y diversidad vegetal y animal han sido ampliamente descritos en la teoría ecológica. Sin embargo, cómo los gradientes altitudinales, y la heterogeneidad espacial del bosque y de las propiedades de las raíces, del suelo y de la hojarasca afectan a la riqueza y diversidad de las comunidades microbianas del suelo aún no está claramente descrito. En esta investigación, se estudiaron los efectos de un gradiente altitudinal y la heterogeneidad espacial de los bosques sobre los patrones de diversidad taxonómica y filogenética de las comunidades microbianas (bacterias y hongos) de la endosfera (raíces), la rizosfera y el suelo. Las muestras de suelo se recolectaron en bosque cerrado (islas de árboles) y abierto (claros) en tres altitudes de los Alpes franceses (1400, 1700 y 2000 m). Las muestras se separaron en tres fracciones: endosfera de raíz (raíces de plantas a nivel de comunidad, ya que las raíces no estaban clasificadas por especies), rizosfera y suelo. Se determinó la diversidad de bacterias (16S) y hongos (ITS) por secuenciación (Next Generation Sequencing), junto con las características fisicoquímicas del suelo, de la hojarasca y de las raíces. La altitud y la heterogeneidad espacial del bosque influyeron significativamente en la estructura de la comunidad bacteriana y en la diversidad filogenética, pero sólo la heterogeneidad espacial del bosque, y no la altitud, afectó la dispersión filogenética. La estructura de las comunidades fúngicas no mostró esta distinción robusta entre islas de árboles y claros, pero el efecto altitudinal fue claro. Las características fisicoquímicas de las raíces explicaron mayor varianza de la estructura de las comunidades bacterianas que en las comunidades fúngicas, especialmente en las comunidades aisladas de la rizosfera y de la endosfera de raíz. Nuestros resultados destacan la importancia de la heterogeneidad espacial del bosque y de los rasgos de las raíces asociados a esta heterogeneidad que afectan la estructura de la comunidad microbiana, en particular para las comunidades bacterianas que muestran una interacción más fuerte con los rasgos radiculares que los hongos.

Palabras clave: bacterias, dispersión filogenética, hongos, raíces, rizosfera.

Identificación de masas forestales vulnerables al cambio climático en Navarra

Cristóbal Molina[1], Irantzu Primicia[1], Alfredo Fernández-Landa[2], Natalia Zaro[2], David Mateos[2], Assu Gil-Tena[2] y Salomé Hernando[1]

[1] Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, Gobierno de Navarra. González Tablas 9 Bajo, 31005, Pamplona.
[2] Agresta S. Coop. Larrabide 21 Bajo, 31005, Pamplona.
Email contacto: cmolinat@cfnavara.es

El proyecto LIFE NAdapta persigue aumentar la capacidad de adaptación de Navarra frente al cambio climático. En el área de bosques, uno de los objetivos primordiales es el desarrollo de programas de acciones prioritarias en relación a la vulnerabilidad de las áreas forestales. Navarra presenta una gran diversidad de sistemas forestales, resultado de la confluencia de diferentes regiones biogeográficas, que interactúan, además, con actividades socioeconómicas como el pastoreo o la gestión forestal. La transición entre las regiones biogegráficas alberga los límites de las áreas de distribución de muchas especies, siendo en los límites meridionales de las mismas, así como en las cotas altitudinales inferiores, donde se prevén los mayores cambios en la distribución y abundancia de las poblaciones en la Península Ibérica. Por tanto, la identificación de los sistemas y masas forestales potencialmente vulnerables frente al cambio climático en Navarra es esencial para la definición y adopción de una gestión adaptativa de los mismos. En este trabajo se han identificado dichas masas en base al análisis de: (i) la distribución de las especies forestales en base al Mapa Forestal de Navarra, (ii) la vulnerabilidad de las especies forestales principales establecida en bibliografía, (iii) índices bioclimáticos (índice ombrotérmico e índice de termicidad de Rivas-Martínez) actuales calculados a partir del Atlas Climático Digital de la Península Ibérica y (iv) cambios predichos en los índices bioclimáticos a partir de proyecciones climáticas. Las proyecciones climáticas se obtuvieron para la fecha de referencia de 2040 considerando el escenario RCP4.5 del Quinto informe del IPCC. Los resultados obtenidos servirán, además, para la identificación y declaración de fuentes semilleras y zonas de conservación de recursos genéticos forestales adaptadas al cambio climático.

Palabras clave: cambio climático, gestión forestal adaptativa, NADAPTA, vulnerabilidad.

Respuestas fenotípicas de especies rebrotadoras mediterráneas a la luz a lo largo de un gradiente altitudinal

Iris P. Monfort-Bague[1,2], Pere Casals [2], Santiago Martín-Alcón[2,3], Maia Ridley[2], Cosmas Osumo[2], Cristina Vega-García[1,2] y Lluís Coll [1,2]

[1] Departamento Ingeniería Agroforestal. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Universidad de Lleida. Avgda. Alcalde Rovira Roure 191, 25198, Lleida.
[2] Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña, CTFC, Ctra de St. Llorenç de Morunys, km 2, 25280, Solsona.
[3] Agresta S. Coop. C/ Duque de Fernán Núñez, 2, 28012, Madrid.
Email contacto: iris.monfort.bague@gmail.com

Como consecuencia del cambio climático, se espera un aumento de la frecuencia de fenómenos climáticos extremos modificando la dinámica de los ecosistemas forestales, afectando especialmente a la capacidad de regeneración forestal. En este contexto, avanzar en la comprensión de los factores que inciden en la expresión de la plasticidad fenotípica de plántulas de especies Mediterráneas frente a gradientes ambientales resulta de gran interés. El estudio se desarrolló en tres pinares de pino silvestre del Prepirineo catalán. En cada bosque, se establecieron seis parcelas experimentales en el año 2011, distribuidas en tres elevaciones a lo largo de un gradiente altitudinal (entre 1000 y 1500 m de altitud) y bajo dos condiciones de luz contrastadas. En cada parcela, se plantaron siete plántulas de seis especies leñosas rebrotadoras: *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. humilis*, *Sorbus aria*, *Q. coccifera* y *Fagus sylvatica*. Para las primeras cuatro, se utilizaron dos procedencias, plantando siete individuos por especie y procedencia en cada parcela. Al cabo de siete años de la plantación, se excavaron entre 2 y 21 individuos de cada especie, procedencia y altitud y se midieron, para cada uno de ellos: peso, área foliar y número de hojas por planta; longitud y peso de los tallos y las raíces. Los resultados muestran importantes diferencias entre especies en la respuesta a los gradientes de luz y altitud considerados. Algunas especies, como *Q. faginea* y *S. aria*, mostraron respuestas contrastadas entre procedencias a nivel de la distribución de biomasa entre la parte aérea y radicular, mientras otras especies como *Q. humilis* o *Q. ilex* mostraron comportamientos fenotípicos similares entre procedencias a distinta altura. *Q. ilex* y *Q. coccifera* aumentaron de manera similar tanto la biomasa radicular y aérea con la altitud. En cambio, *Q. humilis* distribuyó más biomasa en la parte aérea que la radicular conforme aumentaba la altitud, mientras *S. aria* y *Q. faginea* mostraban una distribución de la biomasa similar a lo largo del gradiente altitudinal. Como conclusión, señalar la marcada variabilidad fenotípica a nivel de las especies mediterráneas y la importancia de las variables microestacionales en los procesos de establecimiento y desarrollo del regenerado forestal.

Palabras clave: adaptación, gradiente altitudinal, luz, procedencia, variabilidad fenotípica.

Factores bióticos y abióticos implicados en los procesos de decaimiento de bosques y matorrales mediterráneos secos y semiáridos

Luna Morcillo[1], Alberto Vilagrosa [1], Julio C. Muñoz [1], Diego Gallego[2], Jose M. Torres-Ruiz[3] y Sylvain Delzon[4]

[1] Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM). Unidad mixta Univ. Alicante-CEAM. Univ. Alicante POBox 99, 03080 Alicante (España)
[2] Econex S.L. C/ Mayor, Nº 15 Bis, 30149 SISCAR-Santomera - Murcia (España)
[3] PIAF research unit, INRA.5, Chemin de Beaulieu. 63000 Clermont-Ferrand, (France)
[4] UMR BIOGECO, INRA –UB, Bordeaux, (France)
Email contacto: luna_morcillo@hotmail.com

En el contexto actual de cambio global, los fenómenos de mortalidad y decaimiento de los bosques están aumentando en relevancia y en número de especies afectadas. Dichos procesos inducidos por eventos de sequía extremos y olas de calor pueden verse agravados por la interacción con otros agentes bióticos como insectos o microorganismos que actúan como plagas en comunidades previamente debilitadas. En esta comunicación se presentan los resultados de tres casos de estudio relacionados con procesos de decaimiento en comunidades mediterráneas. Los tres escenarios parten de procesos relacionados con la sequía, pero su efecto estuvo supeditado a determinados factores específicos en cada caso. Caso 1, en poblaciones de *Pinus halepensis* en condiciones semiáridas afectadas por procesos de decaimiento provocados por un evento de sequía extrema y posteriores ataques bióticos. Caso 2, en poblaciones de *P. halepensis* en clima seco afectadas por procesos de decaimiento inducidos por un parásito del floema, *Candidatus fitoplasma pini*, y por condiciones de mayor sequía, y posteriores ataques de escolítidos. Finalmente, Caso 3, con decaimiento de *Quercus coccifera* asociado a la interacción entre una perturbación abiótica, un evento de sequía severo y una perturbación abiótica de eliminación de la biomasa aérea. En los tres estudios evaluamos varios parámetros ecofisiológicos relacionados con la intensidad de la sequía sufrida por las plantas, el impacto de estas condiciones de estrés en algunos rasgos morfológicos y fisiológicos de las plantas, y la resiliencia de las comunidades. En todos los casos la falta de agua jugó un papel importante en los procesos de decaimiento, sometiendo a las plantas a condiciones de estrés. No obstante, otros factores bióticos como la afección por fitoplasma, los escolítidos, la procesionaria o la perturbación mecánica (roza), aprovecharon las condiciones de mayor debilidad de las plantas afectadas para incrementar su efecto dañino e impacto en las poblaciones. Bajo estas circunstancias, pinares de pino carrasco y matorrales de coscoja, que hasta ahora se consideraban bien adaptadas a las condiciones climáticas adversas de ecosistemas secos y semiáridos, pueden disminuir su resiliencia por el efecto combinado de perturbaciones bióticas y abióticas.

Palabras clave: decaimiento, *Pinus halepensis, Quercus coccifera*, resiliencia.

Respuesta de actividad microbiana y comunidad vegetal a severidad de quemado y manejo post-incendio

Daniel Moya[1], Javier Sagra, Pedro A. Plaza-Álvarez[1], Javier Gonzalez-Romero[1], Esther Peña[1], Carmen B. Martinez-Escobar[1], Elena Gómez-Sánche[2], Raquel Alfaro-Sánchez[3], Manuel E. Lucas-Borja[1], Pablo Ferrandis[1] y Jorge De Las Heras[1]

[1] Ecología Forestal y Limnología (ECOFOR). Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Castilla-LA Mancha, 02071, Albacete
[2] Servicio de Política Forestal y Espacios Naturales Protegidos. Dirección Provincial de la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural en Albacete. Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. C/ Mayor 47 02071 Albacete
[3] CREAF, Centre de Recerca Ecologica i Aplicacions Forestals, E08193, Bellaterra (Cerdanyola de Valles)
Email contacto: daniel.moya@uclm.es

El cambio del clima y del uso del suelo han influido en el régimen de incendios en la Cuenca Mediterránea, aumentando los grandes incendios (> 500 ha) y la superficie quemada con mayor severidad, lo que afecta al desarrollo y respuesta de sus ecosistemas terrestres. Además, el manejo post-incendio puede tener efectos ecológicos no estudiados, por lo que la gestión forestal debería adaptarse, mejorando la eficacia y eficiencia de los tratamientos silvícolas, especialmente en zonas vulnerables. Nuestro acercamiento pretende evaluar la recuperación de funciones y servicios ecosistémicos, medidos como cambios en la comunidad vegetal y parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo, en bosques de pino carrasco en el SE de la Península Ibérica (SE de la provincia de Albacete (confluyendo seco y semiárido)). Se caracterizó la severidad de quemado espacialmente (índices con información procedente de imagen satélite y validación en campo) y se zonificaron las actuaciones post-incendio (saca de madera), monitorizándolas con parcelas circulares de tamaño variable. Obtuvimos información para caracterizar el reclutamiento de la especie principal arbórea, *Pinus halepensis* Mill. y calcular índices de diversidad y riqueza mediante inventarios florísticos y transectos lineales. También recogimos y analizamos muestras de suelo, calculando indicadores de calidad de suelo (monitoreo de respiración, carbono microbiano o actividad enzimática (ureasa, fosfatasa, β-glucosidasa y deshidrogenasa)). Los resultados muestran variaciones más notorias en zonas quemadas con mayor severidad, encontrando mayor riqueza florística, densidad y tamaño de plántulas de pino, aunque la respuesta de variables del suelo indica una degradación de su calidad. Sin embargo, el daño producido por el fuego se incrementa en zonas de saca de madera temprana, reduciendo significativamente cobertura vegetal, respiración y actividad enzimática, aunque el estudio aún está en sus primeras etapas y no es concluyente. En algunas zonas, se encontró que los rasgos funcionales de la comunidad vegetal modularon la respuesta bioquímica y microbiológica del suelo a la severidad del fuego. Con este trabajo se pretende que los gestores forestales conozcan la respuesta del ecosistema tras el incendio, ya que este conocimiento proporciona ayuda en la toma de decisiones sobre la gestión de la restauración posterior al incendio.

Palabras clave: biodiversidad, calidad de suelo, gestión post-incendio, severidad de quemado.

Los bosques mediterráneos de los parques nacionales españoles ¿Avanzando hacia la madurez?

Ángela Nicolás Nicolás[1], Rut Sánchez de Dios [1], Marta Pardos [2] y Helios Sainz Ollero[3]

[1]Departamento Biodiversidad, Ecología y Evolución. Facultad Biología. Universidad Complutense de Madrid. C/ Jose Antonio Novais, 12, 28040, Madrid
[2]Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, crtra A Coruña Km 7,5, 2040 Madrid
[3]Departamento Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Darwin 2, 28049, Cantoblanco, Madrid
Email contacto: annicola@ucm.es

Se consideran bosques maduros aquellos que no se han visto alterados por la acción antrópica. El manejo silvícola y el intenso uso de los recursos naturales han llevado a la predominancia de bosques jóvenes e intensamente intervenidos en toda Europa. Por ello actualmente son extremadamente escasos, particularmente en los ambientes mediterráneos. Sin embargo, en los últimos años, debido al cambio de uso del territorio y a la protección del medio natural, en algunos lugares la masa forestal comienza a recuperarse. En este sentido, los Parques Nacionales constituyen la figura de máxima protección. Preservan espacios de alto valor natural y cultural que han sido poco alterados por la actividad humana. Constituyen por tanto un contexto ideal para estudiar la recuperación de los bosques. En España, los Parques de Cabañeros y Monfragüe, son los únicos declarados para proteger los bosques mediterráneos. Sin embargo, hasta el momento no existen estudios de cómo la protección de estos bosques está contribuyendo a la recuperación de su madurez. Por resolver esta cuestión se han utilizado datos procedentes de tres ciclos del Inventario Forestal Nacional. El Parque de Monfragüe fue declarado en 2007 y el trabajo de campo de inventario se realizó durante los años 1991, 2002 y 2018. En total se dispone de información referida a 15 parcelas. Por su parte, Cabañeros fue declarado en 1995. Para este parque se cuenta con la información de 17 parcelas procedente de los ciclos del IFN2 e IFN3, realizados durante los años 1993 y 2004. En total se ha estudiado la evolución de 4 tipos de bosques mediterráneos (encinares, alcornocales, melojares y formaciones mixtas) así como la naturalización de las plantaciones de pino piñonero, resinero y eucalipto antes y después de su protección bajo la figura de Parque Nacional. Como indicadores del estado de conservación, madurez y calidad de las masas se han utilizado las siguientes variables: riqueza de especies de pies mayores, riqueza de especies de pies menores, regeneración, área bisimétrica y densidad por especie, estructura poblacional (diámetros), cantidad de madera muerta, y presencia de herbivoría.

Palabras clave: bosque maduro, bosque mediterráneo, inventario forestal, naturalización, parque nacional.

Restauración forestal en el actual contexto de cambio climático y despoblación rural: el proyecto "plantando agua", comarca de las cuencas mineras, Teruel

José Manuel Nicolau[1,2], Ramón Reiné[1], Guillermo Enguita[1], Álvaro Hernández[3], Lorenzo Serrano[3], Tatiana Garza[4] y María Jesús Sanz[5]

[1] *Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte s/n, 22004, Huesca.*
[2] *Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12, 50009, Zaragoza.*
[3] *Servicio de Gestión Forestal. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Diputación General de Aragón. Edificio Pignatelli, Paseo María Agustín, 36, 50003 Zaragoza*
[4] *Servicio Provincial de Teruel. Consejería de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Diputación General de Aragón.C/ San Francisco, 27, 44001, Teruel.*
[5] *Fundación Ecología y Desarrollo. Plaza San Bruno, 9, 50001, Zaragoza.*
Email contacto: nicolau@unizar.es

Tras el incendio en 2009 de 7.600 ha en la comarca Cuencas Mineras de Teruel se está desarrollando una actuación sobre 1.234 ha con el objetivo de restaurar un monte adaptado a los retos del siglo XXI: el cambio climático y los cambios de usos del suelo tras la despoblación rural (incendios, expansión de ungulados/manejo de la ganadería, efecto de la vegetación forestal sobre el ciclo del agua). Se ha hecho un diseño de plantación en rodales dispersos (discontinuidad del fuego) que ocuparán 327 ha (26% del área); con una densidad de 1.000 pies/ha (menos combustible y mayor disponibilidad de agua por pie); y una importante presencia de especies rebrotadoras y semilladoras. Se ha introducido *Pinus halepensis* en altitudes sobre 1.000 msnm como otra adaptación al Cambio Climático. Se ha favorecido la regeneración espontánea de pinares y encinares en 136 ha. Se asume que, en los rodales forestales, el agua de lluvia será consumida por la vegetación (agua verde). En las áreas no forestadas se incentiva la actividad ganadera, que actúa como cortafuegos y como productora de agua azul, pues una parte del agua de lluvia recargará acuíferos y cauces fluviales. De 2014 a 2019 se han plantado 74,11 ha con una tasa de supervivencia en torno al 65%. La especie menos exitosa ha sido *Pinus sylvestris* (58% de media) penalizada en exposiciones de solana y geoformas convexas. Para favorecer la actividad ganadera se ha construido un corral para alargar en el tiempo la temporada de pastoreo. Los efectos del proyecto sobre el ciclo del agua se han estimado mediante el modelo hidrológico de Zhang, según el cual para el año 2050, el 27,25% del agua de lluvia se transformará en agua azul (el resto verde), aunque en un escenario de Cambio Climático intenso sólo alcanzaría el 20,36%. En la situación pre-incendio (año 2009) el agua azul suponía el 22,74%; y antes del cambio de usos tras la despoblación rural (año 1956), el 26,90%. De esta manera, el diseño del proyecto permitirá incrementar los recursos hídricos en la cuenca un 4,5% respecto al escenario pre-incendio, aunque almacenará un 40% menos de carbono. El proyecto ha contado con el patrocinio de la compañía Coca-cola, ha sido gestionado por la Fundación Ecología y Desarrollo y desarrollado por el Servicio de Gestión Forestal de la DGA, con la colaboración de la Universidad de Zaragoza.

Palabras clave: ciclo del agua, despoblación rural, restauración forestal, Teruel.

Diversificación de especies leñosas en el parque nacional de la Sierra de Guadarrama

Marta Pardos[1,4], Guillermo Madrigal[1,4], Nieves Cañadas[2], Mª Sonia Francisco[3], Mª Aurora de la Rosa[3] y Rafael Calama[1,4]

[1] Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, crtra A Coruña Km 7,5, 2040-Madrid
[2] Sección de Gestión y Conservación, PN Sierra de Guadarrama, DG Medio Ambiente-CCAA Madrid, c/ Alcalá 16, 28014-Madrid
[3]AUDECA. Oficina de Atención a la Población Local. P.N. Sierra de Guadarrama. C/Pradera nº2. 28740 Oteruelo del Valle (T.M. Rascafria, Madrid).
[4]iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa. Avda Madrid sn, 24004 Palencia
Email contacto: pardos@inia.es

El trabajo se centra en el estudio del efecto de la diversificación con especies leñosas en una repoblación monoespecífica madura de *Pinus sylvestris* en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama. En 2007 se aprovecharon los huecos naturales que había abiertos en la repoblación de *Pinus sylvestris* para establecer una serie de zonas valladas de superficie variable de entre 150 y 160 m^2, donde se plantaron en hoyos entre 25 y 50 plantas de diversas especies de leñosas autóctonas en el territorio (*Acer monspesulanum, Crataegus monogyna, Betula alba, Euonymus europaeus, Fraxinus excelsior, Ilex aquifolium, Prunus sp, Quercus pyrenaica, Sorbus aucuparia, Sorbus aria* y *Taxus* baccata), realizándose una reposición de marras al año siguiente a su plantación. De las 62 zonas valladas existentes en el monte, se seleccionaron 19, localizadas todas ellas en la cara norte de la sierra de la Morcuera (Madrid). Transcurridos 12 años desde la plantación se realizará un estudio sobre el efecto que la cobertura y la puesta en luz (mediante la aplicación de claras distinta intensidad) tiene sobre la supervivencia, crecimiento y viabilidad de las distintas especies introducidas. Este estudio permitirá determinar la posibilidad de alcanzar atributos propios de las masas envejecidas en rodales jóvenes procedentes de repoblación mediante tratamientos orientados a aumentar la diversidad estructural y específica. En concreto, en este trabajo se muestran los resultados del inventario realizado transcurridos 12 años de la plantación, previo a la realización de las claras. Se realiza un análisis de la supervivencia y el crecimiento de las especies existentes en función de la cobertura lumínica disponible en cada parcela antes de la clara para identificar aquellas especies con mayor éxito y potencial para su uso en labores de diversificación. Con este trabajo se quiere mostrar cómo el establecimiento de islas de restauración en el interior de una repoblación puede considerarse una técnica para la diversificación posterior de la masa forestal.

Palabras clave: crecimiento, islas de restauración, *Pinus sylvestris*, repoblación, supervivencia.

Respuesta temporal al ambiente lumínico y la sequía inducida en el regenerado de una masa mixta en el entorno mediterráneo

Marta Pardos[1,3], Guillermo Madrigal[1,3], Javier de Dios-García[1], Javier Gordo[2] y Rafael Calama[1,3]

[1] Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, crtra A Coruña Km 7,5, 28040-Madrid
[2] Servicio Territorial de Medio Ambiente de Valladolid. C/ Duque de la Victoria 8, 47001-Valladolid
[3]iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa. Avda Madrid sn, 24004 Palencia
Email contacto: pardos@inia.es

El trabajo se desarrolla en las masas mixtas de los páramos calizos de la Meseta Norte, donde conviven diversas especies arbóreas en una superficie de 11000 ha. En concreto, se centra en tres especies (*Pinus pinea*, *Quercus ilex* y *Juniperus thurifera*). El objetivo fue identificar la respuesta en términos de supervivencia, crecimiento, respuesta fisiológica y reparto de biomasa del regenerado de las tres especies a lo largo de un gradiente lumínico y bajo condiciones de sequía inducida. Para ello, se establecieron 12 parcelas valladas de 45 m2 (5 x 9 m2) que cubrían el rango de condiciones de luz y suelo, en cada una de las cuales se realizó una plantación con plantas de una savia, según un diseño factorial. Cada parcela se dividió en dos subparcelas de 4m x 4m, divididas a su vez en 4 bloques de 2m x 2m, donde se plantaron 9 plantas (3 plantas por especie). Se fijaron 3 niveles de disponibilidad de luz, basándose en los valores de GSF (alto, con GSF de 0.75; medio, con GSF de 0.45; y bajo, con GSF de 0.26), identificándose 4 parcelas por nivel de luz. Se distinguieron dos niveles de disponibilidad hídrica, uno (control) correspondiente a las condiciones ambientales naturales y otro (sequía inducida) estableciendo una reducción de precipitación del 30% mediante unos sistemas de exclusión de precipitación colocados en cada subparcela de 6 de las 12 parcelas, por tanto, cubriendo 2 subparcelas por tratamiento de luz. El ensayo se inició en diciembre 2011 y se prolongó hasta mayo 2015. Se evaluó la supervivencia y altura en 19 ocasiones y se realizaron medidas de fluorescencia a la clorofila en 4 ocasiones (Jl2013, Fb2014, Jl2014, My2015). Al finalizar el ensayo, se cosecharon las plantas vivas y se analizó el reparto de biomasa y crecimiento. Los resultados mostraron el efecto negativo del exceso de luz sobre la supervivencia y crecimiento de pino y encina, con poco efecto de la exclusión. Bajo sombra, las tasas de supervivencia fueron mayores, con una mayor inversión en biomasa aérea. Los resultados confirman la mejor capacidad adaptativa de *Juniperus* en estas masas mixtas.

Palabras clave: ensayo de exclusión, fluorescencia de la clorofila, *Juniperus thurifera, Pinus pinea, Quercus ilex.*

Efecto del envejecimiento de la masa sobre la capacidad reproductiva de *Quercus suber* en bosques maduros de espacios protegidos

Marta Pardos[1,6], Guillermo Madrigal[1,6], Juan J Robledo[1,6], José Climent[1,6], Ricardo Alía[1,6], Fernando Montes[1], Jesús J Camarero[2] Álvaro Rubio[3], Ángel Gómez-Manzaneque[4], Ángel Rodríguez[5] y Rafael Calama[1,6]

[1] Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, crtra A Coruña Km 7,5, 2040 Madrid
[2]Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), Avda. Montañana 1005, 50192 Zaragoza,
[3]ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural, UPM, c/ Ramiro de Maeztu s/n, 28040 Madrid
[4]Parque Nacional de Cabañeros, Pueblo Nuevo del Bullaque, 13195 Ciudad Real
[5]Parque Nacional de Monfragüe, C/ Arroyo Valhondo, nº2- 1ª planta, 10071 Cáceres
[6]iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-UVa. Avda Madrid sn, 24004 Palencia
Email contacto: pardos@inia.es

La disponibilidad de semilla y su viabilidad son procesos clave para la persistencia de los bosques maduros. Existen evidencias de que la senescencia en los árboles no disminuye la fecundidad en edades avanzadas en términos de producción de semillas. Sin embargo, no se ha estudiado de forma sistemática si la senescencia tiene efectos sobre la viabilidad de la progenie. Este trabajo forma parte de un estudio más amplio sobre el efecto del envejecimiento en la viabilidad de la progenie en bosques maduros. En concreto, el trabajo que se presenta se centra en analizar la influencia de la edad del árbol sobre los atributos biométricos de la semilla. Para ello, se estudian los bosques maduros de *Quercus suber* en los Parques Nacionales de Cabañeros y Monfragüe. En cada uno de los PPNN se seleccionaron entre 45 y 47 individuos de *Quercus suber*, entre jóvenes y senescentes, cubriéndose el rango de diámetros a 1.30m encontrados (de 24 a 100cm en el PN de Cabañeros y de 24 a 176 cm en el PN de Monfragüe). Se tomaron las coordenadas de los árboles, el diámetro a 1.30m, altura, altura de la copa y diámetros de copa en dos direcciones perpendiculares. Además, se estimaron la edad cambial y el crecimiento radial a 1.30 m de altura mediante la extracción de dos cores de crecimiento perpendiculares por árbol. Después del secado, montaje y lijado de los cores se midió el ancho de los anillos de crecimiento mediante escaneado y analizado posteriormente con el software TSAP. En diciembre de 2018 se recogió toda la semilla presente en los individuos seleccionados, que no fue muy abundante al acusarse en 2018 la vecería de la especie. Las bellotas se numeraron individualmente para su posterior germinación. Se determinaron los caracteres biométricos de cada bellota (peso fresco, diámetro y longitud), analizándose el efecto de la edad del árbol, considerando sus características dasométricas. Los resultados muestran el efecto del sitio y de la edad del árbol, tanto en la producción de semilla, como en su caracterización biométrica, aunque la baja cosecha registrada en 2018 enmascara las diferencias esperadas.

Palabras clave: atributos biométricos, crecimiento radial, senescencia, viabilidad bellota, vecería.

¿Cómo varía la diversidad en los pinares de repoblación? Divulgando lo aprendido

Antonio Jesús Pérez-Luque[1,2] y Regino Zamora Rodríguez[1,2]

[1] *Laboratorio de Ecología, Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra de Andalucía. Universidad de Granada, Avda. Mediterráneo s/n, 18006, Granada*
[2] *Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva s/n, 18071 Granada*
Email contacto: ajperez@ugr.es

Los pinares de repoblación en ambientes mediterráneos son ecosistemas muy homogéneos, con altas densidades arbóreas y baja diversidad de especies. Estas características dificultan su capacidad de respuesta frente a eventos extremos (ej. sequías). Las acciones de gestión en los pinares de repoblación han de ir encaminadas a aumentar la diversidad de tipos funcionales y su heterogeneidad espacial, para así aumentar su resiliencia. Dentro del proyecto LIFE-ADAPTAMED se están llevando a cabo actividades silvícolas sobre pinares de repoblación para conseguir masas más diversificadas y heterogéneas, con mayor resiliencia frente al cambio global, protegiendo los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas proveen. La utilización del conocimiento científico por parte de los gestores de los recursos naturales es un aspecto crucial. Para ello es necesario una transferencia efectiva del conocimiento. En este trabajo presentamos una aplicación creada con software libre que utiliza conocimiento científico sobre naturalización de pinares, con el objetivo de mostrar los procesos ecológicos que subyacen a la diversificación de pinares de repoblación. La aplicación está formada por tres módulos conceptuales que muestran como varía la riqueza de especies en las repoblaciones de coníferas en función de: *(i)* la estructura interna de la repoblación (usos del suelo en el pasado, densidad arbórea); (*ii*) la configuración del paisaje; y (*iii*) la composición de los vectores de dispersión. Los módulos están basados en resultados obtenidos en trabajos de investigación sobre naturalización de pinares y ecología del paisaje llevados a cabo principalmente en Sierra Nevada. El usuario puede simular diferentes combinaciones y analizar como afectarían a la diversidad de especies en un pinar de repoblación. Con esta aplicación se pretende ayudar a entender las acciones de gestión forestal que se pueden aplicar para mejorar la diversidad, y por tanto la resiliencia y la provisión de servicios ecosistémicos así como visualizar algunos de los complejos mecanismos ecológicos que operan conjuntamente en los ecosistemas mediterráneos. Además constituye un recurso de transferencia de conocimiento científico generado durante varias décadas que puede ser utilizado para la gestión forestal y para la divulgación.

Palabras clave: divulgación, gestión adaptativa, pinares de repoblación, Sierra Nevada, transferencia

Diferencias inter- e intraespecíficas en respuesta a la sequía y a las bajas temperaturas en dos especies hermanas del género *Quercus*

José Alberto Ramírez-Valiente[1], Aida Solé[1] y Juan José Robledo-Arnuncio[1]

[1] *Departamento de Ecología y Genética Forestal. Centro de Investigación Forestal (CIFOR). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ctra. La Coruña km. 7,5, 28040, Madrid. Email contacto: josealberto.ramirezvaliente@gmail.com*

Los llamados robles "roburoides" son un grupo monofilético de nueve especies estrechamente relacionadas pertenecientes al género *Quercus* y que se distribuyen por Europa y Norte de África. Recientes estudios moleculares han sugerido que una radiación adaptativa ha dado lugar a la diversidad de especies existentes hoy en día. En la cuenca Mediterránea, la sequía estival y las bajas temperaturas invernales son considerados dos de los factores de selección más importantes en estas zonas. En este estudio, evaluamos la respuesta a la sequía y a las bajas temperaturas en distintas poblaciones de dos especies hermanas del complejo "roburoide", *Quercus faginea* y *Quercus fruticosa*. *Quercus faginea* es una especie semi-caducifolia distribuida por zonas submediterráneas del interior de la Península. *Quercus fruticosa*, es una especie perennifolia distribuida por el suoroeste peninsular en zonas con influencia marítima. En 2018, establecimos un experimento en invernadero con dos regímenes hídricos. Después de dos meses desde la imposición de los tratamientos de riego se midieron caracteres morfológicos y fisiológicos. A los cuatro meses se volvieron a realizar mediciones de fisiología y el crecimiento. Con la llegada del invierno, la mitad de las plantas en el tratamiento de riego se sometieron a dos tratamientos térmicos diferenciales, uno simulando un invierno cálido y otro un invierno frío. Se midieron parámetros de la fluorescencia de la clorofila para evaluar la sensibilidad de ambas especies a las bajas temperaturas. Nuestros resultados mostraron que *Quercus fruticosa* presentó una estrategia muy conservadora del agua con conductancias estomáticas bajas, bajas tasas de transporte electrónico y menor crecimiento en ambos tratamientos hídricos. Como resultado, *Quercus fruticosa* presentó muy baja mortalidad en el tratamiento de sequía. En contraste, esta especie resultó muy sensible a las bajas temperaturas, con disminuciones de la eficiencia fotoquímica de alrededor del 40%. Las diferencias entre poblaciones de *Quercus faginea* fueron notables en respuesta a los tratamientos de riego, pero no a los tratamientos térmicos. En resumen, nuestros resultados mostraron diferencias claras entre las dos especies en su respuesta a la sequía y a las bajas temperaturas que concuerdan con los nichos ecológicos que ocupan estas especies en la Península Ibérica.

Palabras clave: adaptación local, divergencia adaptativa, nicho ecológico, tolerancia a la sequía

¿Cómo y por qué están variando los servicios ecosistémicos forestales en Cataluña durante las últimas décadas?

José V. Roces-Díaz[1], Mireia Banqué -Casanovas[2], Raúl García-Valdés [2,3], Miquel De Cáceres[4], Sergio de-Miguel[5], Alejandra Morán-Ordóñez[4], Jordi Vayreda[2] y Jordi Martínez -Vilalta[2,3]

[1] Department of Geography, Swansea University, Singleton Park, Swansea SA2 8PP, United Kingdom
[2] CREAF, E08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Spain
[3] Universitat Autònoma de Barcelona, E08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Spain
[4] Forest Sciences Centre of Catalonia (CEMFOR-CTFC), 25280 Solsona, Spain
[5] Department of Crop and Forest Sciences, Universitat de Lleida-Agrotecnio Center (UdL-Agrotecnio), Av. Rovira Roure, 191, E-25198 Lleida, Spain
Email contacto: jvroces@gmail.com

Durante las últimas décadas se han publicado un gran número de trabajos analizando cambios (pasados, o en base a escenarios futuros) en la cobertura, estructura o biodiversidad de ecosistemas forestales de todo el mundo. Sin embargo, los cambios sufridos por los servicios ecosistémicos que los bosques proveen no han sido explorados de forma minuciosa. El impacto sobre dichos servicios de diferentes motores de cambio (algunos ligados al Cambio Global), como la existencia (y frecuencia) de anomalías climáticas, o los cambios en la estructura de las masas forestales derivadas de cambios en el uso del suelo o en el manejo de los bosques, son mayormente desconocidos. En este trabajo hemos utilizado 3,418 parcelas forestales permanentes (del Inventario Forestal Nacional), distribuidas en Cataluña, para estudiar cambios en cinco servicios ecosistémicos (provisión de alimentos (setas), agua y materiales (madera), regulación climática (secuestro de carbono atmosférico), y protección frente a la erosión) durante 1990–2015. En primer lugar hemos medido dichos cambios parcela a parcela. En segundo lugar, mediante modelos mixtos, hemos medido la influencia en estos cambios de dos tipos de variables: i) relativas a condiciones iniciales y cambios estructurales en las masas; y ii) relativas a condiciones iniciales y a anomalías climáticas. Los resultados obtenidos han mostrado que los servicios estudiados o bien han disminuido desde 1990 hasta 2015, o aumentan a un ritmo inferior en el periodo 2001-2015 (respecto a 1990-2000). Hemos encontrado que algunas variables relativas a la estructura de las masas estuvieron significativamente relacionadas con cambios en varios servicios. Las masas con una estructura más madura (mayor área basimétrica) presentaron una mayor reducción en los valores de algunos de los servicios (provisión de setas o de madera). Igualmente, hemos encontrado que la existencia de eventos extremos de sequía durante el periodo de estudio mostró una influencia negativa en otros servicios (provisión de agua y protección frente a erosión). Estos resultados servirán como base para profundizar en los efectos que procesos de cambio a nivel local en los bosques, y a nivel regional en las condiciones climáticas y eventos extremos asociados, pueden tener en los servicios ecosistémicos forestales.

Palabras clave: cambio global, ecosistemas forestales mediterráneos, estructura forestal, sequia.

Crecimiento y respuesta a la sequía de masas repobladas de *Pinus pinaster* en la Sierra de Baza (Granada)

Carlos Rodríguez-Vallejo[1] y Rafael M. Navarro-Cerrillo [1]

[1] *Depto. Ingeniería Forestal, Laboratorio de Selvicultura, Dendrocronología y Cambio Climático. DendrodatLab- ERSAF. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales, Crta. IV, km. 396, 14071 Córdoba. España*
Email contacto: Carlos.rodriguez@uco.es

La vulnerabilidad de las repoblaciones forestales en ecosistemas mediterráneos ha aumentado en los últimos años, debido a los cambios ambientales producidos por el cambio climático. El objetivo de este estudio es determinar la sensibilidad a periodos de sequía de masas plantadas de *Pinus pinaster* y si existe un comportamiento diferencial en un gradiente altitudinal. La hipótesis de partida es que tanto el crecimiento como la capacidad de respuesta frente a sequía, será mayor en aquellas poblaciones de mayor altitud. Para ello se han escogido 6 parcelas distribuidas en el rango altitudinal donde la especie ocurre en la Sierra de Baza (Granada) y en las dos vertientes de esta. Mediante métodos dendrocronológicos se han obtenido los crecimientos que posteriormente hemos analizado junto con las variables ambientales más explicativas. Los resultados obtenidos muestran que en términos de crecimiento las parcelas situadas a mayor altitud han tenido mayores crecimientos, que aquellas en el límite inferior de distribución de la especie, con valores de BAI de 5.41 y 3.61 cm^2 $año^{-1}$ respectivamente. Además, se han detectado diferencias en las variables climáticas que tienen influencia sobre el crecimiento, en función de la altitud. Los índices de respuesta a la sequía han mostrado que la capacidad de recuperación y resiliencia es mayor en las parcelas situadas en cotas mas altas. El efecto del incremento en la frecuencia y severidad de las sequias en especies con un rango ecológico tan amplio como el pino resinero está influenciado por las condiciones de micrositio.

Palabras clave: cambio climático, decaimiento forestal, dendroecología, *Pinus pinaster*.

Influencia del arbolado de la dehesa en la relación entre la diversidad funcional y los flujos de carbono

Víctor Rolo[1], Yonatan Cáceres [1] y Gerardo Moreno [1]

[1] Grupo de Investigación Forestal, INDEHESA. Universidad de Extremadura. Av. Virgen del Puerto, 2, 10600, Plasencia
Email contacto: rolo@unex.es

La presencia de arbolado juega un papel crucial en el funcionamiento de las dehesas. Sin embargo, todavía es poco conocido cómo el arbolado puede afectar a los flujos de carbono de los pastos debido a su influencia en la diversidad funcional. Para explorar esta relación, se midió el intercambio neto de CO_2 (NEE), la producción primaria bruta (GPP) y la respiración (Reco) con cámaras estancas en comunidades herbáceas bajo y fuera de copa. En cada punto de muestreo, se realizó un inventario florístico y se midió en cada especie tres rasgos funcionales relacionados con la adquisición de nutrientes: el área foliar específica (SLA, $cm^2\ g^{-1}$), la longitud específica de la raíz (SRL, $cm\ g^{-1}$) y la densidad radicular (RTD, $g\ cm^{-3}$). Para cada rasgo funcional se calcularon dos índices de diversidad: el valor más probable de la comunidad (CWM) y su dispersión (FD). También se midió la disponibilidad de agua en la capa superficial del suelo y la biomasa del pasto. Las zonas fuera de copa mostraron menores valores de NEE que bajo copa, debido a una mayor contribución de GPP (6.89 ± 0.83 y 4.46 ± 0.57 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ ± S.E., fuera y bajo copa respectivamente). La dispersión funcional fue significativamente menor bajo copa, estando estas comunidades dominadas por especies con altos valores de SRL. La composición funcional de los pastos mostró una fuerte relación con los flujos del ecosistema, pero varió en función de la localización (bajo o fuera) y el componente del flujo considerado. Fuera de copa, la cantidad de agua en el suelo, CWM, RTD y FD explicaron en gran medida NEE (R^2 = 0.71), mientras que, bajo copa, fueron la biomasa, CWM y SRL los parámetros más importantes (R^2 = 0.54). Nuestros resultados muestran el efecto que tiene el arbolado en los flujos de carbono de los pastos de la dehesa, en parte, a través de su efecto en la diversidad funcional. Esto sugiere que alteraciones en la diversidad funcional debido a cambios de uso del suelo o climáticos tiene el potencial de afectar el balance de carbono de los pastos de la dehesa.

Palabras clave: dehesa, diversidad funcional, flujos de carbono, funcionamiento del ecosistema, rasgos funcionales.

De la fisiología al microbioma: nuevos modelos de interacción entre *Phytopthora* spp. y *Quercus ilex* relacionados con la mortalidad del arbolado.

Francisco J. Ruiz Gómez[1]*, Alejandro Pérez-de-Luque [2] y Rafael M. Navarro-Cerrillo [1]

[1] *Departamento de Ingeniería Forestal, ETS de Ingeniería Agronómica y de Montes. Universidad de Córdoba. Ed.Leonardo Da Vinci, P1. Campus de Rabanales. CT. N-IV, km 396. 14071, Córdoba*
[2] *IFAPA Alameda del Obispo. Área de Mejora y Biotecnología. Avenida Menéndez Pidal s/n. Apdo. 3092, 14008 Córdoba*
Email contacto: g72rugof@uco.es

El decaimiento forestal es un desafío para la conservación de los ecosistemas forestales mediterráneos. En el decaimiento de la encina en Andalucía, el problema se agrava por las proyecciones de cambio climático o la presencia de patógenos invasores como *Phytophthora cinnamomi*. Los mecanismos de interacción entre los patógenos del género *Phytophthora* spp. con la encina y la microbiota del suelo, presentan gran interés para buscar futuras estrategias de control de la podredumbre de raíz. Por ello, en este trabajo se estudió la influencia del estrés combinado en plantones de encina mediante parámetros fotosintéticos, fluorescencia de la clorofila (QY) y eficiencia en el uso del agua (WUE), con el análisis histológico de los tejidos de raíz. Paralelamente, se estudió la composición y diversidad de la microbiota fúngica y de oomicetos del suelo a lo largo de un gradiente geográfico y de defoliación del arbolado, mediante técnicas de metabarcoding de ADN total del suelo, y análisis bioinformático del microbioma. El análisis fisiológico mostró diferencias en las estrategias de defensa de los plantones frente al estrés hídrico y el inducido por *P. cinnamomi*. La respuesta de la planta en los tejidos de raíz no estuvo acompañada de una disminución en QY, pero sí de un incremento en WUE. El análisis del microbioma por su parte reflejó la presencia de una asociación entre ectomicorrizas (EcM) y otros agentes beneficiosos para el arbolado con una menor defoliación, y un menor grado de α-diversidad de oomicetos en zonas con mayor defoliación (e-Pielou e índice de Shannon). Otros trabajos han relacionado respuestas fisiológicas similares en especies leñosas, con un incremento en la producción de sustancias de respuesta de tipo constitutivo procedentes del metabolismo secundario. Estos mecanismos también se activan en los procesos de inducción de respuesta sistémica. A la vista de los resultados se propone un modelo de respuesta de la encina a la podredumbre radical producida por oomicetos del género *Phytophthora* spp., modulado por las condiciones del entorno, incluida la microbiota y su relación con las condiciones fisiológicas del arbolado, convirtiendo al componente biológico del suelo en una valiosa herramienta en el manejo del decaimiento de la encina.

Palabras clave: biodiversidad, decaimiento forestal, dehesa, encina, microbioma.

Estimación del carbono almacenado en la capa orgánica del suelo en formaciones forestales

Ricardo Ruiz-Peinado[1,3], Eduardo López-Senespleda[1,3], Marta Pardos[1,3], Miren del Río[1,3], Guillermo Madrigal [1,3], Salvador Sastre[2], Gregorio Montero[3,4] y Rafael Calama[1,3]

[1] Departamento Dinámica y Gestión Forestal. INIA-CIFOR. Ctra A Coruña, km 7.5. 28040, Madrid
[2] Departamento Ecología y Genética Forestal. INIA-CIFOR. Ctra A Coruña, km 7.5. 28040, Madrid
[3] iuFOR. Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible UVa-INIA. Avda Madrid sn, 24004, Palencia
[4] Sociedad Española de Ciencias Forestales (SECF)
Email contacto: ruizpein@inia.es

La cuantificación del stock de carbono en los suelos forestales tiene una gran importancia pues datos medios indican que representa un 48% del stock total en bosques templados. En España existen trabajos publicados que cuantifican este stock utilizando diferentes fuentes de datos, aunque todos ellos omiten el papel de la capa orgánica del suelo, que según el mismo autor supone un 10% del stock total, pudiendo jugar un notable papel en la mitigación del cambio climático. La capa orgánica del suelo está formada por restos vegetales en varios estados de descomposición, donde, de forma visual, pueden diferenciarse tres subcapas: hojarasca, fragmentada y humus. La cantidad de carbono almacenada depende de la cantidad de desfronde que aporta la vegetación (que es función del tipo de vegetación) y de la tasa de descomposición del material vegetal (función de las condiciones macro y micro-climáticas y del tipo de desfronde). En el INIA-CIFOR se cuenta con una base de datos procedente de diferentes proyectos para cuantificar el stock de carbono en la capa orgánica del suelo en sistemas forestales y se planteó completar esta base de datos mediante la incorporación de otras bases de datos existentes y la toma de muestras adicionales. Las formaciones forestales procedentes del Mapa Forestal servirán de base para el muestreo y para la presentación de resultados, permitiendo alcanzar intensidades de muestreo y repartos superficiales adecuados para este fin. En terrenos forestales desarbolados, también bastante importantes desde el punto de vista de representación superficial e interés ecológico, se está completando el muestreo de la capa orgánica del suelo en aquellas agrupaciones más notables, con el fin de presentar también datos en este tipo de formaciones. En cada punto de muestreo arbolado se establece una parcela de tamaño variable a inventariar y en tres puntos se recoge toda la capa orgánica. En laboratorio, esas muestras se secan para determinar el peso seco y se analizan para cuantificar el carbono. En este trabajo se presentan los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha para las formaciones arboladas más importantes y para aquellas pobladas de especies arbustivas.

Palabras clave: formaciones arboladas, matorral, mitigación, reservorio de carbono.

Variaciones en la vulnerabilidad al fuego de pinares no serótinos a lo largo de trayectorias sucesionales

Martina Sánchez-Pinillos[1]*, Miquel De Cáceres[1,2], Aitor Ameztegui[1,3] y Lluís Coll[1,2,3]

[1] Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), Ctra. Sant Llorenç de Morunys, km 2, 25280, Solsona (Lleida)
[2] Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), 08193, Cerdanyola del Vallès (Barcelona)
[3] Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal (EAGROF), Universidad de Lleida. 25198, Lleida)
Email contacto: martina.sanchez.pinillos@gmail.com

Entender la vulnerabilidad de los sistemas forestales es esencial en la gestión de riesgos para poder anticiparse a posibles eventos catastróficos. Aunque se han hecho esfuerzos importantes para caracterizar los componentes de la vulnerabilidad de los bosques (exposición, sensibilidad y capacidad de respuesta) en estados de desarrollo concretos, sigue habiendo una falta de estudios que contemplen la dimensión temporal de la vulnerabilidad. En este estudio, identificamos las principales dinámicas naturales de bosques puros y mixtos de pino laricio (*Pinus nigra* Arn.) y evaluamos las variaciones en su sensibilidad y capacidad de respuesta a incendios de copas a lo largo de las dinámicas sucesionales. Para ello, generamos cronosecuencias forestales sintetizando las dinámicas entre muestreos consecutivos en parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN) en un conjunto de trayectorias sucesionales que fueron representadas en un espacio multidimensional. A continuación, calculamos distintas variables de sensibilidad y capacidad de respuesta al fuego en los estados sucesionales asociados a cada trayectoria y evaluamos su variación a lo largo de la misma. Nuestros resultados mostraron que los componentes de la vulnerabilidad variaron de forma distinta en función de las trayectorias sucesionales. Las dinámicas autosucesionales de pinares puros mostraron una sensibilidad relativamente baja a lo largo de las trayectorias. Sin embargo, su capacidad de respuesta estuvo relacionada con los cambios en la cobertura de matorral. Por el contrario, las dinámicas de diversificación indicaron una creciente sensibilidad al fuego y capacidad de respuesta asociadas a una mayor diversidad funcional a lo largo de la sucesión. Estos resultados resaltan la necesidad de considerar la dimensión temporal de la vulnerabilidad en la gestión de riesgos y la importancia de evaluar la sensibilidad y capacidad de respuesta como componentes independientes de la vulnerabilidad que pueden modificarse a través de la gestión forestal.

Palabras clave: dinámicas sucesionales, incendios, *Pinus nigra*, resiliencia, sensibilidad.

Del hemisferio norte al sur: hacia una comprensión global de la importancia de las heladas primaverales en la dinámica de especies caducifolias

Gabriel Sangüesa-Barreda[1], José Miguel Olano[1], Ricardo Villalba[2], Ángel García-Pedrero[1], Duncan Christie[3] y Vicente Rozas [1,3]

[1] *Departamento de Ciencias Agroforestales, EiFAB-iuFOR, Universidad de Valladolid, Campus Duques de Soria, 42004 Soria, España.*
[2] *Laboratorio de Dendrocronología e Historia Ambiental, Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CCT CONICET Mendoza, Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, Mendoza CP 5500, Argentina*
[3] *Laboratorio de Dendrocronología y Cambio Global, Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile*
Email contacto: gbsanguesa@gmail.com

Las condiciones climáticas de primavera, cuando se produce el comienzo de la brotación y gran parte de la xilogénesis, determinan la capacidad de captación de carbono anual en las especies de clima templado. Eventos puntuales, pero de gran intensidad, como las heladas o sequías primaverales, pueden limitar la xilogénesis de las especies o poblaciones más vulnerables. Por ejemplo, las heladas primaverales ocasionan la pérdida de las hojas en desarrollo, lo que implica un gasto adicional de reservas para su reemplazo, limitando las tareas reproductivas y el crecimiento secundario. Todas las especies caducifolias con una amplia distribución son potencialmente susceptibles al impacto de las heladas en algún momento de su vida. Por lo tanto, intuitivamente, las primeras preguntas a resolver deberían ser: '¿Con qué frecuencia?' y '¿Dónde?' Un clima más cálido con una fenología cada vez más temprana, junto a eventos de heladas tardías más frecuentes, implicaría una mayor frecuencia de defoliaciones primaverales. Sin embargo, la información observacional de estos episodios para validar esta hipótesis todavía es escasa, y es necesario desarrollar metodologías con criterios nuevos e independientes para su reconstrucción. En esta comunicación analizamos dos especies caducifolias con una amplia distribución, *Fagus sylvatica* en el hemisferio norte (Europa) y *Nothofagus pumilio* en el hemisferio sur (Argentina y Chile). Dada la naturaleza del impacto de las heladas primaverales, utilizamos la dendrocronología (crecimiento secundario anual) e inteligencia artificial aplicada a la teledetección (registros satelitales de defoliaciones extensas) para reconstruir su incidencia en las últimas décadas. Nuestros resultados indican que los bosques ibéricos de *F. sylvatica*, en el límite sur de distribución de la especie, han estado limitados por varios eventos de heladas primaverales en la última década, con hasta cinco eventos (2010, 2013, 2016, 2017 y 2018) en los últimos 10 años. En las poblaciones de *N. pumilio* del norte de Argentina y Chile las heladas primaverales son menos frecuentes (máximo de tres eventos en 40 años) aunque también pueden producirse, principalmente en el lado argentino, donde la amplitud térmica es mayor. Las defoliaciones por heladas primaverales en especies caducifolias son un fenómeno global cuyo impacto podría interactuar con el de las sequías en el futuro.

Palabras clave: dendroecología, heladas, inteligencia artificial, primavera, teledetección.

El rol del nitrógeno orgánico en el desarrollo de mecanismos de resistencia a sequía en plantas de *Pinus ponderosa*

José A. Sigala[1], Mercedes Uscola[2], Juan A. Oliet[1] y Douglas F. Jacobs[3]

[1] *Departamento de Sistemas y Recursos Forestales. E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, España*
[2] *Forest Ecology and Restoration Group. Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. 28805 Alcalá de Henares, Madrid, España*
[3] *Hardwood Tree Improvement and Regeneration Center, Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, West Lafayette, IN 47907-2061, USA*
Email contacto: ja.sigala@alumnos.upm.es

Las plantas pueden usar múltiples formas de N, tanto inorgánicas (NO_3^-, NH_4^+) como orgánicas (aminoácidos y proteínas). El bajo coste metabólico de las formas orgánicas, respecto a las inorgánicas, podría redundar en mayor crecimiento o aumentar la tolerancia a factores de estrés. Sin embargo, el uso de N orgánico en la nutrición de especies forestales apenas se ha estudiado, y menos su rol en promover resistencia a estrés. El objetivo fue estudiar si los aminoácidos, en comparación a las formas de N inorgánicas, promueven cambios fisiológicos o bioquímicos que aumenten la resistencia a sequía en plantas de *Pinus ponderosa*. Se usaron plantas de un año las cuales fueron fertilizadas por 10 semanas con soluciones nutritivas completas diferenciadas por la forma de N: 1) NO_3^-, 2) NH_4^+, y 3) N orgánico (mezcla de aminoácidos). Después de fertilización, se caracterizó la morfología y estado nutricional de las plantas. Además, se evaluaron diferentes respuestas al estrés por sequía en dos contextos: 1) resistencia potencial a sequía pre-aclimatación (parámetros hídricos, intercambio gaseoso, estabilidad plasmalema) y 2) evaluación de la capacidad de aclimatación (tasa fotosintética, concentración de pigmentos fotosintéticos y prolina) a dos niveles de sequía [moderado (Ψ_{pd}=-0.9±0.05 MPa) y severo (Ψ_{pd}=-1.8±0.15 MPa)] durante ocho semanas. Los resultados mostraron que el N orgánico fue tan eficiente como las fuentes inorgánicas promoviendo el crecimiento. La concentración de N en hojas fue superior tanto en plantas con N orgánico como con NH_4^+, comparadas con las plantas con NO_3^-. Por otra parte, el N orgánico promovió un desempeño en las variables fisiológicas pre-aclimatación igual a las fuentes inorgánicas. En escenarios de sequía inducida, las plantas con N orgánico mantuvieron concentraciones de pigmentos fotosintéticos iguales a las plantas con NH_4^+, pero superiores a las plantas con NO_3^-, especialmente en el nivel de sequía severo. También, el N orgánico produjo un incremento mayor de prolina en respuesta a la sequía severa, comparado con NO_3^- y NH_4^+. Los resultados indican que el N orgánico puede ser una alternativa viable en los programas fertilización de viveros forestales, optimizando las características de resistencia en las plantas sin afectar su calidad morfológica y nutricional.

Palabras clave: fertilización, fuentes de nitrógeno, aminoácidos, resistencia a sequía.

Variación genética intra-específica en caracteres tempranos de eficacia biológica en poblaciones europeas de *Pinus pinaster* a diferentes escalas espaciales

Aida Solé [1,2], Agathe Hurel[3], Juan José Robledo-Arnuncio[1], Santiago C. González-Martínez[3], Eduardo Notivol[4], Giovanni G. Vendramin[5], Andrea Piotti[5] y Jose Alberto Ramírez-Valiente[1]

[1] Departamento de Ecología y Genética Forestal. INIA-CIFOR. Ctra. de La Coruña, km 7,5, 28040. Madrid.
[2] Biología y Geología, Física y Química Inorgánica. URJC. Calle Tulipán s/n, 28933. Móstoles. Madrid.
[3] Biodiversity, Genes & Communities. BIOGECO. 69, route d'Arcachon. F-33610 Cestas. France.
[4] Unidad de Recursos Forestales. CITA. Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza.
[5] Institute of Biosciences and BioResources. Via Madonna del Piano 10, 50019, Sesto. Fiorentino. Italy.
Email contacto: aidasome@gmail.com

Pinus pinaster es una conífera mediterránea distribuida en Europa occidental y el norte de África con un amplio nicho ecológico. Las presiones selectivas diferenciales causadas por la heterogeneidad ambiental pueden impulsar la evolución de la divergencia adaptativa incluso a pequeñas escalas espaciales. En este estudio, examinamos los patrones de variación intra-específica en los rasgos de aptitud temprana (emergencia, etapas ontogenéticas iniciales y supervivencia) en dos ensayos de jardines comunes con características climáticas contrastadas. Las semillas para los ensayos se recolectaron de 14 poblaciones: 8 de España, 4 de Francia y 2 de Italia. Las poblaciones muestreadas se distribuyeron en pares, con poblaciones pareadas espacialmente cercanas pero ecológicamente distantes (según lo determinado por gradientes pronunciados en la elevación y / o disponibilidad de agua). Todos los rasgos estudiados mostraron diferencias entre las poblaciones, y algunos dentro de los pares de población. La fecha de emergencia se correlacionó con las variables climáticas y geográficas del lugar de origen y con el peso promedio de las semillas de la población. Las dos poblaciones de la Cordillera Bética fueron las primeras en germinar y mostraron altas tasas de germinación y supervivencia en ambos ensayos. Se observaron diferencias significativas en los caracteres estudiados entre los dos jardines comunes, lo que implica una alta plasticidad fenotípica de las poblaciones. Nuestros resultados indican una fuerte variación intra-específica en los rasgos de aptitud temprana que subyacen en el nicho de regeneración de la especie, principalmente en escalas espaciales amplias pero incluso a distancias de unos pocos cientos de metros. Este conocimiento podría ayudar en la toma de decisiones para el manejo adaptativo de los bosques y la conservación frente al cambio climático.

Palabras clave: eficacia biológica, ensayo procedencias, *Pinus pinaster*, variación genética.

Efectos de las repoblaciones forestales y la aridez en la estructura taxonómica y funcional de sotobosque de *Pinus halepensis* Mill.

Víctor Tabarés Sibille[1] y Enrique Valencia Gómez[1]

[1]Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles.
Email contacto: enrique.valencia@urjc.es.

La degradación de la tierra y la desertificación son algunos de los principales problemas en países de zonas áridas y semiáridas. El incremento de la cubierta vegetal en estas áreas es una de las maneras más efectivas para luchar contra la desertificación y sus efectos más perniciosos. Por ejemplo, en España, para logar este objetivo se creó el Plan Nacional de Repoblaciones de los Montes en 1939 con el que se fomentaron las repoblaciones monoespecíficas, en especial de *Pinus halepensis Mill*. Sin embargo, a pesar de ser una técnica muy extendida en el mundo muchos de sus efectos, tanto beneficiosos como perjudiciales, son todavía desconocidos. Por ello, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto conjunto de la aridez y de este tipo de repoblaciones forestales en la estructura taxonómica y funcional del sotobosque en 20 parcelas a lo largo de un gradiente de aridez entre la Comunidad de Madrid y Murcia. Los resultados muestran que tanto la riqueza como la diversidad funcional del área específica foliar se reducen con el aumento del diámetro y la proyección de copa de los pinares. Asimismo, la temperatura afecta negativamente a la altura media de las especies dominantes y a la diversidad funcional. En resumen, la diversidad taxonómica y funcional del sotobosque de estas repoblaciones están afectadas por las características del bosque y la aridez. Por tanto, este tipo de evaluaciones podrían ayudar a predecir la futura dinámica del sotobosque en repoblaciones con *Pinus halepensis Mill.* en zonas áridas y semiáridas.

Palabras clave: aridez, diversidad funcional, diversidad taxonómica, *Pinus halepensis Mill.*, repoblaciones forestales.

Límites de la migración asistida como medida adaptativa al cambio climático en *Pinus nigra* subsp. s*alzmannii*

Pedro Antonio Tíscar[1]

[1] *Centro de Capacitación y Experimentación Forestal. C/. Vadillo-Castril s/nº, 23470, Cazorla*
Email contacto: pedroa.tiscar@juntadeandalucia.es

Los registros de las estaciones meteorológicas situadas en áreas forestales españolas muestran tendencias climáticas compatibles con las previsiones de los modelos de cambio climático. En general, se observa una progresiva aridificación de las condiciones ambientales con impactos negativos sobre la regeneración, crecimiento, supervivencia y afectación por plagas de las especies arbóreas. La selvicultura y la ordenación de montes cuentan con herramientas para adaptar las masas forestales a esos impactos, incluyendo la regeneración artificial con semillas o plantas de ecotipos adaptados a las condiciones más áridas, que previsiblemente se darán en el futuro. El traslado intencionado de propágulos de plantas dentro o fuera de su área de distribución actual como respuesta adaptativa al cambio climático se denomina migración asistida. Aplicada a las especies forestales españolas, la migración asistida implicaría el traslado hacia localidades norteñas de las poblaciones más meridionales. La lógica de este traslado reside en que los modelos de distribución de especies predicen que el área biogeográfica de las plantas se moverá hacia latitudes y altitudes más elevadas para compensar el cambio climático previsto. La posible utilidad de la migración asistida como medida de adaptación al cambio climático se basa en dos asunciones principales: (i) que las especies vegetales están genéticamente adaptadas a las condiciones climáticas locales y (ii) que el clima es el único factor determinante del área de distribución de los taxones botánicos. Sin embargo, estas asunciones no se pueden aceptar de modo general y, consecuentemente, la aplicación de la migración asistida resulta controvertida. Dos estudios recientes han analizado estas asunciones en relación con el posible uso de la migración asistida en la especie pino salgareño (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*). Uno de estos estudios encontró que la mortalidad es extremadamente alta durante el estado de plántula en una variedad de hábitats e independientemente del origen foráneo o local de las semillas. El otro, que la interacción biótica entre el pino y el piquituerto (*Loxia curvirostra*) podría actuar en detrimento de la regeneración natural de los árboles traslocados. La conclusión en ambos casos fue que la migración asistida puede no ser una medida adaptiva adecuada frente al cambio climático.

Palabras clave: monte mediterráneo, pino salgareño, regeneración natural, trasplante recíproco.

Influencia de factores climáticos en la probabilidad de existencia de anillos ausentes: el caso del pino piñonero en el suroeste peninsular

Javier Vázquez-Piqué[1], Fabio Natalini [1] y Reyes Alejano [1]

[1] Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva. Avda. Fuerzas Armadas s/n 21007 Huelva
Email contacto: jpique@uhu.es

Condiciones climáticas extremas, u otras causas como ataques severos de plagas, pueden ocasionar que el cambium vascular de un determinado individuo o especie no llegue a activarse durante todo un periodo vegetativo, dando lugar a un anillo ausente. La presencia y frecuencia de aparición de anillos ausentes puede ser de esta forma considerada como un indicador de condiciones climáticas extremas, que pueden debilitar a los individuos, incrementar gravemente su vulnerabilidad y disminuir su resistencia frente a futuras condiciones climáticas adversas. Si bien las relaciones clima – crecimiento son y han sido ampliamente estudiadas para un gran número de especies forestales, los estudios que tratan de identificar y cuantificar los factores climáticos relacionados con la probabilidad de aparición de anillos ausentes son mucho más escasos. En este trabajo nuestro objetivo es modelizar la probabilidad de aparición de anillos ausentes a través de variables climáticas para el caso de pino piñonero en el suroeste peninsular. Para ello se midieron los crecimientos anuales mediante métodos dendrocronólogicos en muestras extraídas con barrena Pressler y se dataron los anillos ausentes en 131 ejemplares de pino piñonero pertenecientes a 8 zonas de la provincia de Huelva. Las variables climáticas analizadas fueron la precipitación, temperatura media de las máximas y temperatura media de las mínimas mensuales desde septiembre del año anterior hasta noviembre del año en curso, considerando tanto los valores mensuales como los promedios de distintas combinaciones de meses. El estudio comprende el periodo 1950-2015. Para analizar la probabilidad de ocurrencia de anillos ausentes se utilizó un modelo mixto generalizado con distribución binomial (presente/ausente) considerando los efectos aleatorios año, sitio y árbol y como covariables la edad, sección normal y hasta cuatro variables climáticas incluyendo su término cuadrático. Los resultados indican que la variable más determinante en la aparición de anillos ausentes es la precipitación acumulada de octubre del año anterior a noviembre del año en curso, reduciendo la varianza asociada a nivel año en un 69 %. Las variables relacionadas con la temperatura juegan un papel muy secundario, al igual que la edad y la sección normal, que no tienen un efecto significativo.

Palabras clave: clima, crecimiento, dendrocronología, *Pinus pinea*, vulnerabilidad.

Sincronía en los patrones de crecimiento de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* ante un escenario de cambio global.

Marta Vergarechea[1, 2], Rafa Calama[1,2], Hans Pretzsch [3], Josu Alday [4] y Miren del Río [1,2]

[1] Departamento de Dinámica y gestión Forestal. Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Crta. de la Coruña, km 7,5 - 28040 Madrid.
[2] Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible. Av de Madrid, 503, 34004 Palencia
[3] Chair for Forest Growth and Yield Science, Technische Universität München, Freising, Germany
[4] Departament de Producció Vegetal i Ciencia Forestal, Universitat de Lleida
Email contacto: vergarechea.marta@gmail.com

Durante las últimas décadas el cambio climático ha sido particularmente severo en la Cuenca mediterránea, donde el aumento de la intensidad y frecuencia de las sequías viene amenazando la persistencia a largo plazo de los ecosistemas forestales. En este contexto, las especies arbóreas adoptan estrategias y mecanismos propios, que les permitan mejorar la resiliencia y disminuir así la vulnerabilidad ante dichos eventos. Este hecho parece ser un desafío, tanto para los gestores forestales como para los investigadores, en donde la identificación de las estrategias de adaptación de las diferentes especies es esencial para anticipar los impactos producidos por el cambio climático en los ecosistemas forestales. Con este objetivo, en el presente trabajo analizamos cambios coincidentes (sincronía) entre los patrones de anchura de los anillos de la madera para evaluar así la sensibilidad de *Pinus pinea* y *Pinus pinaster* al cambio climático tanto en bosques puros como mixtos. Examinamos cambios en la sincronía espacial durante las últimas décadas usando una red de 75 parcelas (25 parcelas puras de *P. pinea*, 25 parcelas puras de *P. pinaster* y 25 parcelas mixtas) instaladas durante el año 2016 en la meseta norte de España. Modelizamos también los cambios temporales para evaluar cómo las características de las masas influyen en los patrones de sincronía de las especies. A través de los resultados observamos que existe una fuerte sincronía intraespecífica para el conjunto de parcelas, sin embargo, no se observó en este caso un efecto de la mezcla en ninguna de las dos especies analizadas. Se utilizaron varias variables para la construcción del modelo, definiendo así las características de las masas más influyentes en la dinámica de crecimiento de las dos especies. De esta forma, los resultados obtenidos en el presente estudio nos permitirán identificar las variaciones en la capacidad de adaptación de *P. pinea* y *P. pinaster* en bosques mediterráneos ante un escenario de cambio global.

Palabras clave: anillos de crecimiento, bosques mediterráneos, masas mixtas, modelos mixtos, sincronía espacial.

AUTORES PRINCIPALES

LISTA DE AUTORES PRINCIPALES

- Aguirre, Ana
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Ameztegui, Aitor
  Departament d'Enginyeria Agroforestal, Universitat de Lleida, Lleida.
  Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), Lleida.

- Andivia, Enrique
  Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

- Aroca-Fernández, María José
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Arteaga, Carles
  Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal, AGROTECNIO Center, Universidad de Lleida, Lleida.

- Astigarraga, Julen
  Departamento Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.

- Buscarini, Serena
  Environmental Management of Mountain Areas, Faculty of Science and Technology, Free University of Bolzano, Bolzano, Italia.

- Calama, Rafael
  Departamento Dinámica y Gestión Forestal, CIFOR – INIA, Madrid.
  iuFOR, Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible INIA-Uva, Palencia.

- Candel Pérez, David
  Departamento Ciencias, Universidad Pública de Navarra, Campus de Arrosadía, Navarra.

- Cintas, Juan Manuel
  Fundación Matrix, Investigación y Desarrollo Sostenible, Campus Universidad de Vigo, Vigo.

- Cruz Alonso, Verónica
  Departamento de Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.

- de Frutos López, Sergio
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Del Rio, Miren
  Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, Centro de Investigación Forestal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.
  Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible (iuFOR), Palencia.

- Díaz Martínez, Paloma
  Departamento Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Facultad Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

- Espelta, Josep María
  CREAF, Edifici Biociències, Campus UAB, Barcelona.
  Departament de Biologia Animal, Vegetal i Ecologia, Facultat de Biociències. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

- García Pérez, José Luis
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
  Campo Experimental La Campana, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Chihuahua, México.

- Gastón, Aitor
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Gazol, Antonio
  BC3 Basque Centre for Climate Change, University of the Basque Country, Bizkaia.

- Gea Izquierdo, Guillermo
  Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA-CIFOR, Madrid.

- Gómez Aparicio, Lorena
  Departamento de Biogeoquímica, Ecología Vegetal y Microbiana, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Sevilla.

- Gómez Sanz, Valentín
  Grupo de Investigación de Ecología y Gestión Forestal Sostenible (ECOGESFOR), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- González Díaz, Patricia
  Grupo de Ecología y Restauración Forestal, Departamento Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.

- Granda, Elena
  Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal, Centro AGROTECNIO, Universitat de Lleida, Lleida.

- Herrero, Asier
  Departamento de Ciencias de la Vida, Edificio de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.

- Leverkus, Alexandro B.
  Forest Ecology and Restoration Group, Departamento de Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.
  Station Fabrikschleichach, Department of Animal Ecology and Tropical Biology, Biocenter, University of Würzburg, Rauhenebrach, Alemania.

- López, Rosana
  Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Madrigal González, Jaime
  Climate Change Impacts and Risks in the Anthropocene (C-CIA), Institute for Environmental Sciences (ISE), Ginebra, Suiza.

- Marques, Laura
  Forest Ecology and Restoration Group, Department of Life Sciences, Universidad de Alcalá (UAH), Edificio Ciencias, Madrid.

- Martínez Baroja, Loreto
  Grupo de Ecología y Restauración Forestal, Departamento de Ciencias de la Vida, Universidad de Alcalá, Madrid.

- Martínez Vilalta, Jordi
  CREAF, Campus UAB, Barcelona.
  Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biociencias, Universidad Autònoma de Barcelona, Campus UAB, Barcelona.

- Medina Villar, Silvia
  Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

- Merino Martín, Luis
  INRA, AMAP, CIRAD, CNRS, IRD, Université de Montpellier, Montpellier, Francia.
  Centre for Ecology & Hydrology, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxfordshire, Reino Unido.
  C.N.R.S., UMR CEFE, Montpellier, Francia.

- Molina, Cristóbal
  Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, Gobierno de Navarra, Navarra.

- Monfort Bague, Iris Pilar
  Departamento Ingeniería Agroforestal, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Universidad de Lleida, Lleida.
  Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña, CTFC, Lleida.

- Morcilla, Luna
  Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), Unidad mixta Univ. Alicante-CEAM, Universidad de Alicante, Alicante.

- Moya, Daniel
  Ecología Forestal y Limnología (ECOFOR), Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete.

- Nicolás Nicolás, Angela
  Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución, Facultad Biología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

- Nicolau, José Manuel
  Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza, Huesca.
  Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA), Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

- Pardos, Marta
  Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, Madrid.
  iuFOR, Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible, INIA-Uva, Palencia.

- Pérez Luque, Antonio Jesús
  Laboratorio de Ecología, Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra de Andalucía, Universidad de Granada, Granada.
  Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Granada.

- Ramírez Valiente, José Alberto
  Departamento de Ecología y Genética Forestal, Centro de Investigación Forestal (CIFOR), Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid.

- Roces Díaz, José V.
  Department of Geography, Swansea University, Singleton Park, Swansea, Reino Unido.

- Rodríguez Vallejo, Carlos
  Departamento de Ingeniería Forestal, Laboratorio de Selvicultura, Dendrocronología y Cambio Climático, DendrodatLab- ERSAF, Universidad de Córdoba, Córdoba.

- Rolo, Víctor
  Grupo de Investigación Forestal, INDEHESA, Universidad de Extremadura, Plasencia.

- Ruiz Gómez, Francisco J.
  Departamento de Ingeniería Forestal, ETS de Ingeniería Agronómica y de Montes. Universidad de Córdoba, Edificio Leonardo Da Vinci, Campus de Rabanales, Córdoba.

- Ruiz Peinado, Ricardo
  Departamento Dinámica y Gestión Forestal, INIA-CIFOR, Madrid.
  iuFOR, Instituto Universitario Gestión Forestal Sostenible UVa-INIA, Palencia.

- Sánchez Pinillos, Martina
  Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), Lleida.

- Sangüesa Barreda, Gabriel
  Departamento de Ciencias Agroforestales, EiFAB-iuFOR, Universidad de Valladolid, Campus Duques de Soria, Soria.

- Sigala, José A.
  Departamento de Sistemas y Recursos Forestales, E.T.S. de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Solé, Aida
  Departamento de Ecología y Genética Forestal, INIA-CIFOR, Madrid.
  Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, URJC, Madrid.

- Tabarés Sibille, Víctor
  Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología, Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles.

- Tíscar, Pedro Antonio
  Centro de Capacitación y Experimentación Forestal, Jaén.

- Vázquez Piqué, Javier
  Departamento de Ciencias Agroforestales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Huelva, Huelva.

- Vergarechea, Marta
  Departamento de Dinámica y Gestión Forestal, Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid.
  Instituto Universitario de Investigación en Gestión Forestal Sostenible, Palencia.

- Zavala, Miguel Ángel
  Grupo de Ecología Forestal y Restauración, Departamento de Ciencias de la Vida, Facultad de Ciencias, Universidad de Alcalá, Madrid.