

Propuesta metodológica para la modelización de la resiliencia de la vegetación afectada por incendios forestales en España

Marcos Rodrigues, Paloma Ibarra, Maite Echeverría, Fernando
Pérez-Cabello, Juan de la Riva

Grupo GEOFOREST. Departamento de Geografía y Ordenación del
Territorio. Universidad de Zaragoza

INTRODUCCIÓN

- Este trabajo se centra en la evaluación de la resiliencia de las comunidades vegetales tras el fuego, definida como una medida de la velocidad a la que la vegetación vuelve al equilibrio después de un incendio forestal (de Lange *et al.*, 2010).

INTRODUCCIÓN

- El método propuesto tiene como objetivo ser una herramienta útil para estimar la resiliencia de la vegetación después del fuego a escala regional, basado en la interacción de un número reducido, pero representativo, de variables.
- Se centra en la obtención de un resultado cuantitativo (años) que permite enlazar con la cuantificación económica de las pérdidas como consecuencia del fuego.

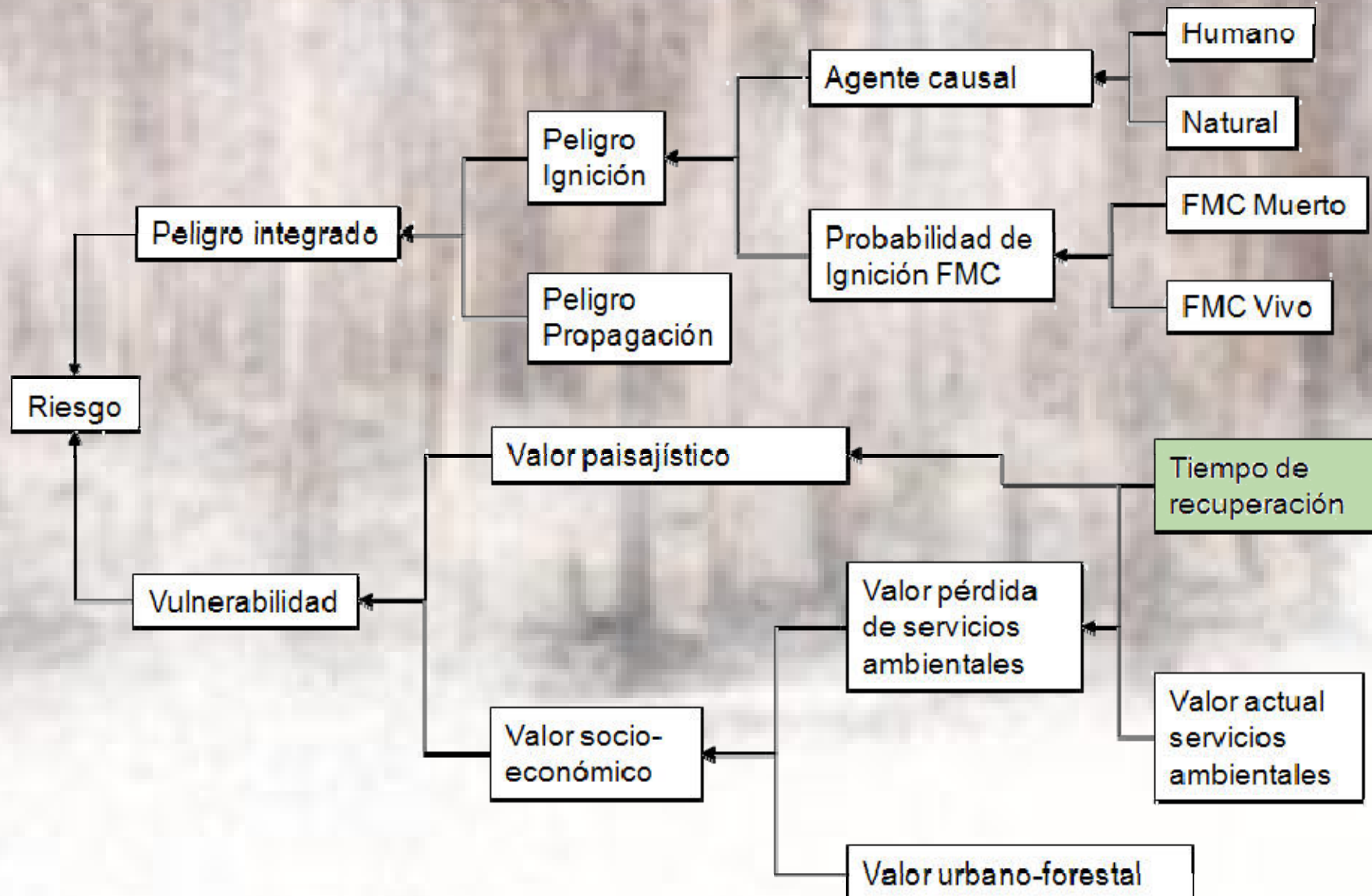
OBJETIVO

- Desarrollo de una metodología basada en álgebra de mapas y SIG que permita la estimación de la resiliencia de la vegetación.
- La resiliencia se expresa como el tiempo aproximado necesario para que la vegetación retorne a unas condiciones similares a las previas al impacto del fuego.

MOTIVACIÓN

- Trabajo desarrollado en el marco del Proyecto FIREGLOBE: Análisis de escenarios de riesgo a escala nacional y global (CGL2008-01083/CLI).
- Estimación del riesgo de incendio entendido como la suma de Peligro y Vulnerabilidad.
 - Valor paisajístico
 - Valor económico
- Obtener un índice de vulnerabilidad cuantitativo.
- Necesidad de conocer el tiempo de recuperación.

ESTRUCTURA DE FIREGLOBE



METODOLOGÍA

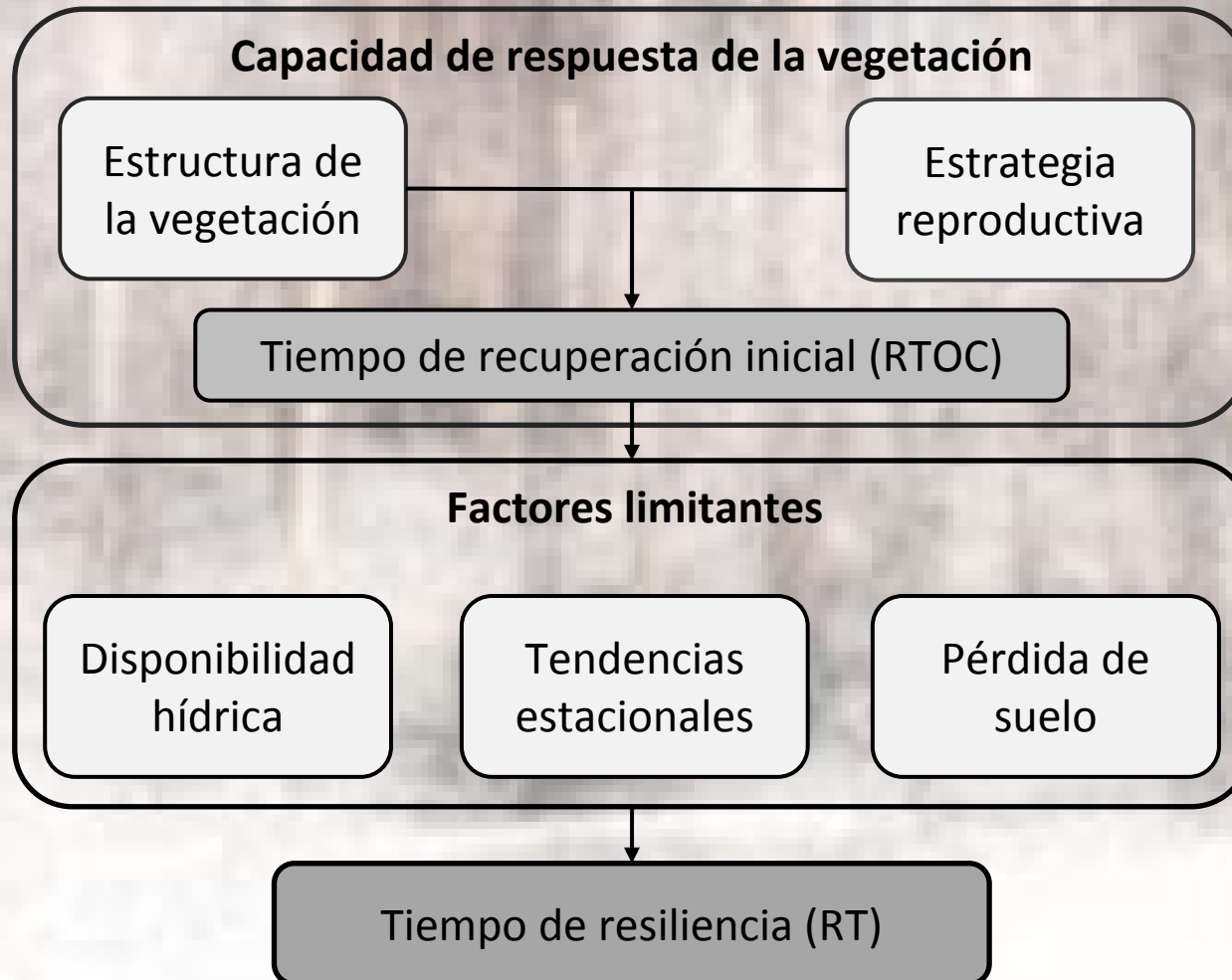
Capacidad de respuesta de la vegetación

- Asignación del tiempo de recuperación en condiciones óptimas en función:
 - **Estructura de la vegetación** (pasto, matorral o arbolado)
 - **Estrategia reproductiva** (germinadoras o rebrotadoras).

Influencia de los factores limitantes del desarrollo

- Corrección el tiempo de recuperación introduciendo el efecto de los principales condicionantes para el desarrollo de la vegetación:
 - Disponibilidad hídrica
 - Erosión post-fuego
 - Evolución de la precipitación

METODOLOGÍA



METODOLOGÍA

$$RT = RTOC + T_{Fw}T_w + T_{Fe}T_a$$

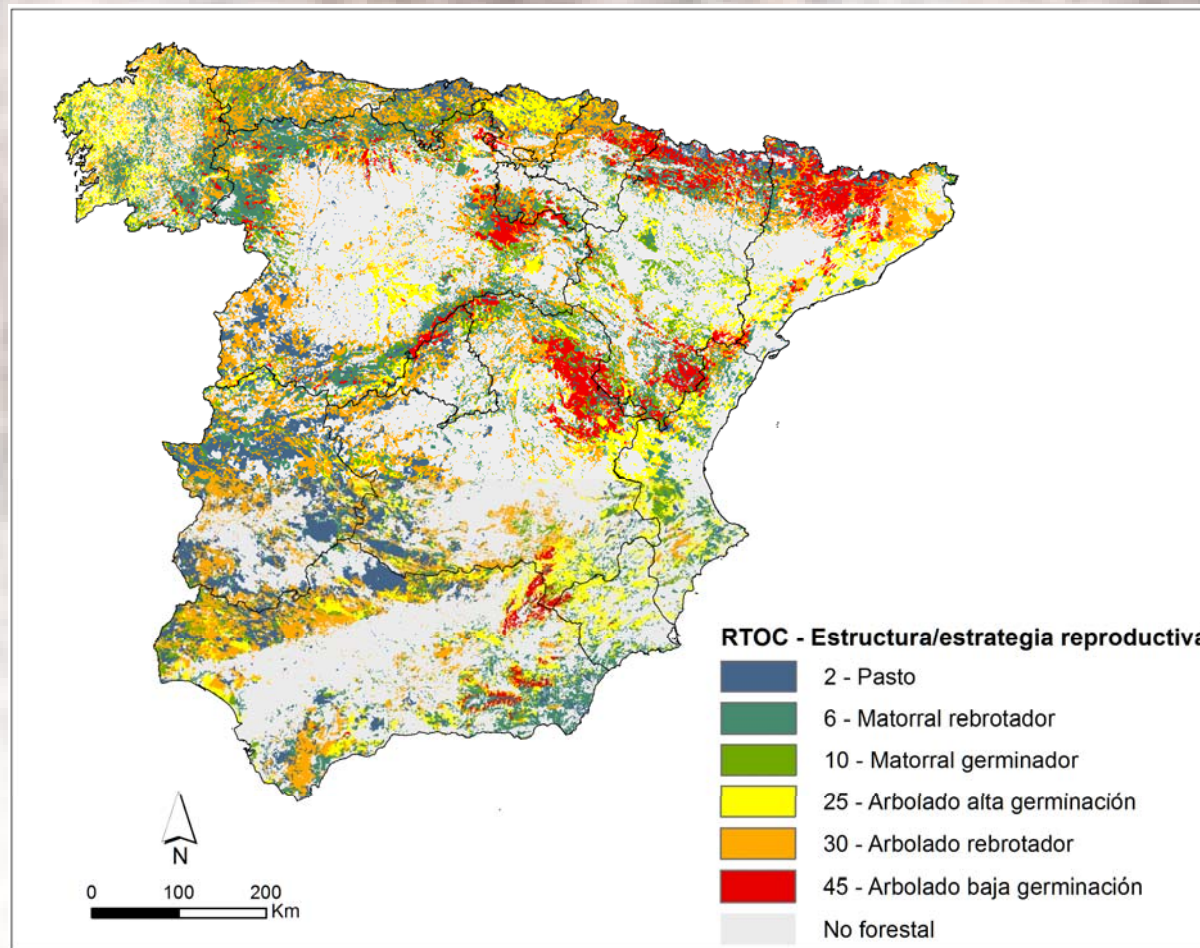
- RT es el tiempo de recuperación final.
- $RTOC$ es el tiempo de recuperación en condiciones óptimas.
- T_{Fw} es el incremento de tiempo asociado a la disponibilidad hídrica
- T_w es el factor de ponderación en función de las tendencias en la precipitación de invierno.
- T_{Fe} es el incremento de tiempo asociado a la pérdida de suelo.
- T_a es el factor de ponderación en función de las tendencias en la precipitación de otoño.

CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN

ESTRUCTURA ESTRATEGIA	ESPECIES REPRESENTATIVAS	RTOC (años)
Matorral rebrotador	<i>Buxus sempervivens, erica arborea...</i>	6
Matorral germinador	<i>Juniperus thurifera, Ulex parvilflorus...</i>	10
Arbolado rebrotador	<i>Quercus robur, Quercus ilex...</i>	30
Arbolado de alta germinación	<i>Pinus halepensis, Abies alba...</i>	25
Arbolado de baja germinación	<i>Pinus silvestris...</i>	45
Pastizal	...	2

Bibliografía consultada: Tárrega and Luis-Calabuig 1989; Trabaud 1990, 1998, 2002; Vera de la Fuente 1994; Barbéro 1998; Pausas et al. 2004; Buhk et al. 2007; Baeza and Roy 2008.

CAPACIDAD DE RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN

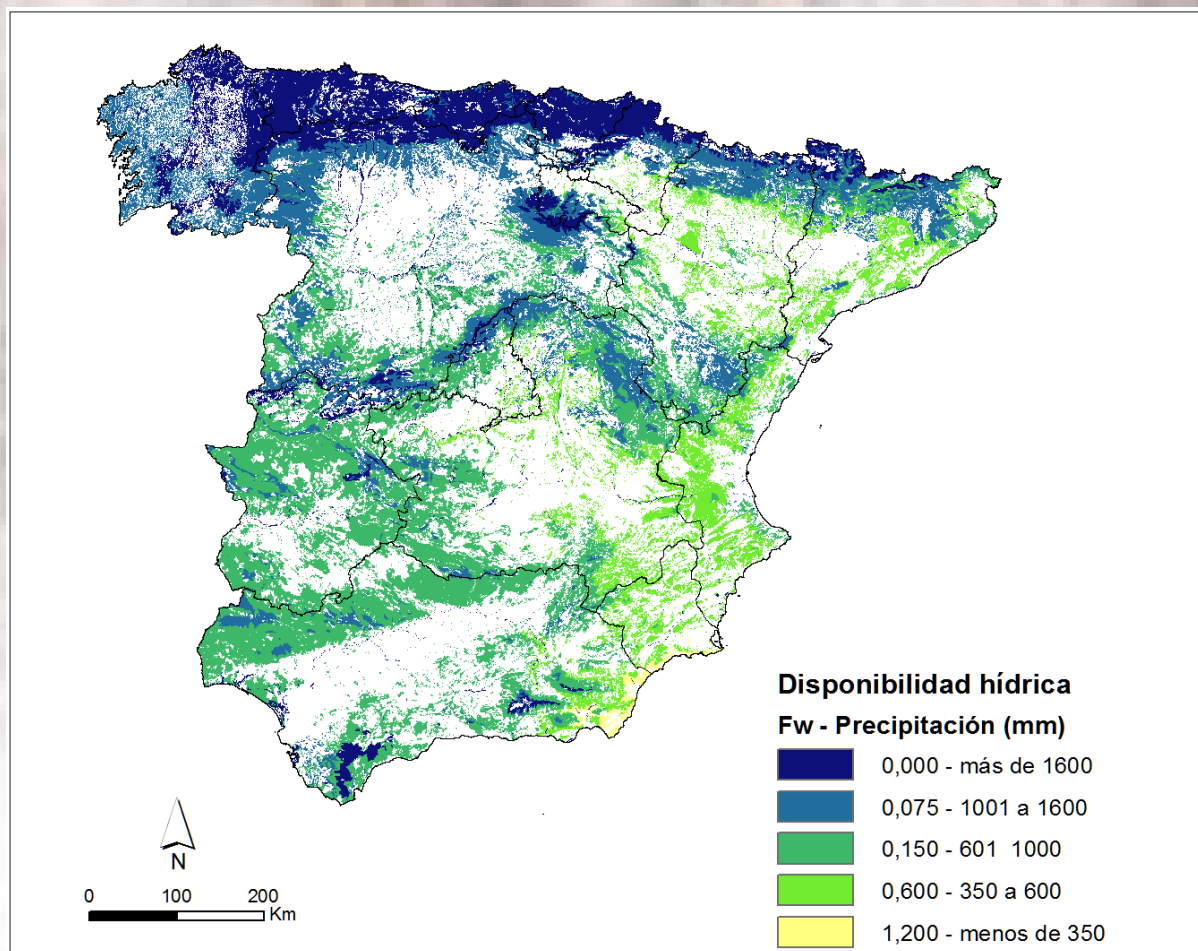


Fuente: Mapa Forestal de España 1:200000 1987-1997.

FACTORES LIMITANTES

- Se introducen en el modelo como factores de ponderación del tiempo inicial.
- El incremento se valora para cada factor limitante por separado y se agrega para obtener el tiempo de recuperación final.
- Factores limitantes:
 - Disponibilidad hídrica
 - Pérdida de suelo
 - Anomalías en las precipitaciones estacionales

DISPONIBILIDAD HÍDRICA



Fuente: Mapa de Series de Vegetación (Rivas y Gandullo, 1987)

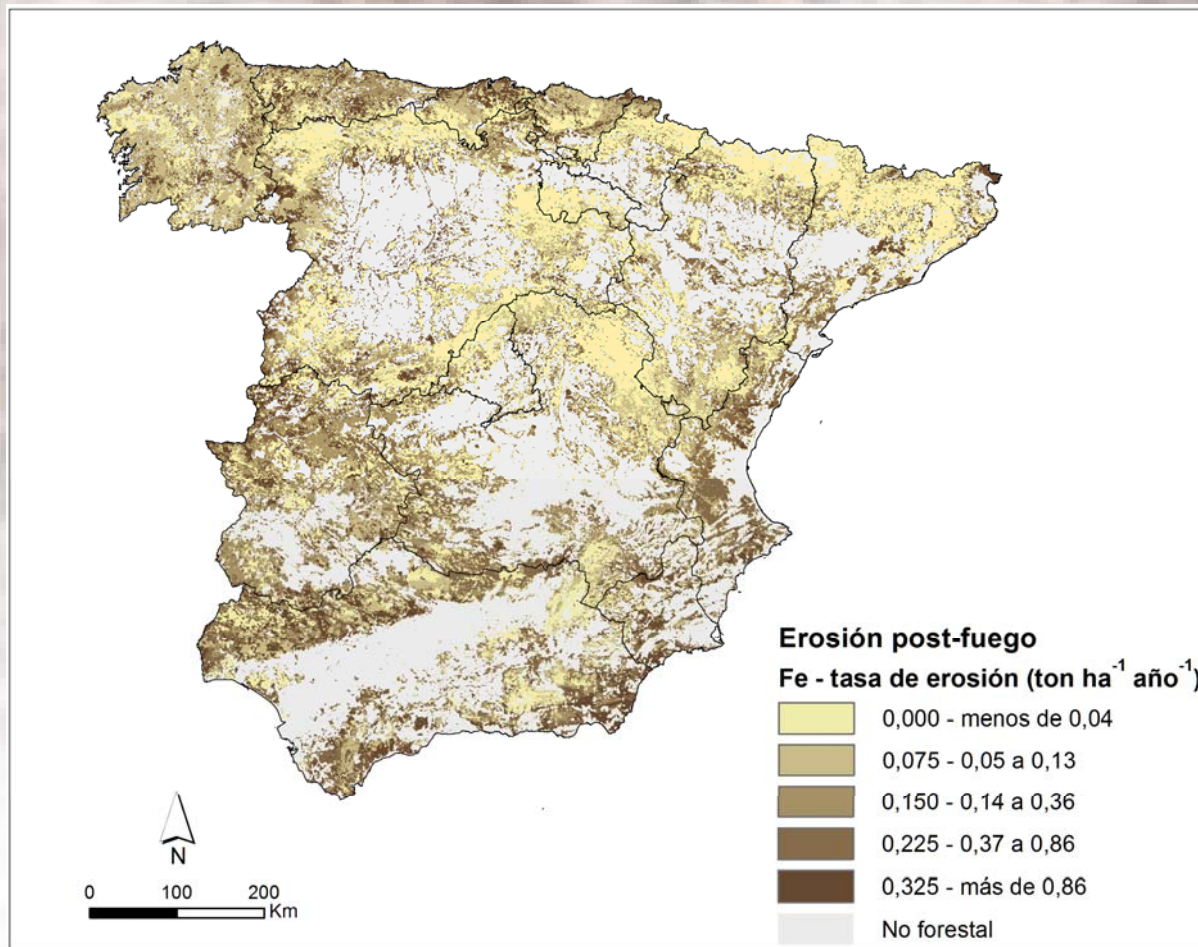
PÉRDIDA DE SUELO

- Se han tomado como referencia los valores de erosión (hídrica) reportados en el modelo PESERA (Kirkby *et al.*, 2004).
- Se ha considerado el efecto en los procesos erosivos post-incendio de la pérdida de la cubierta protectora como consecuencia del fuego.

PÉRDIDA DE SUELO

- Simulaciones mediante el modelo ERMiT (*Erosion Risk Management Tool*, Robichaud *et al.*, 2006) en función de las comunidades vegetales (estructura de la vegetación) y las características del relieve (pendiente).
- Se han corregido los valores de erosión obtenidos en PESERA de acuerdo con el incremento relativo obtenido de las simulaciones con ERMiT.

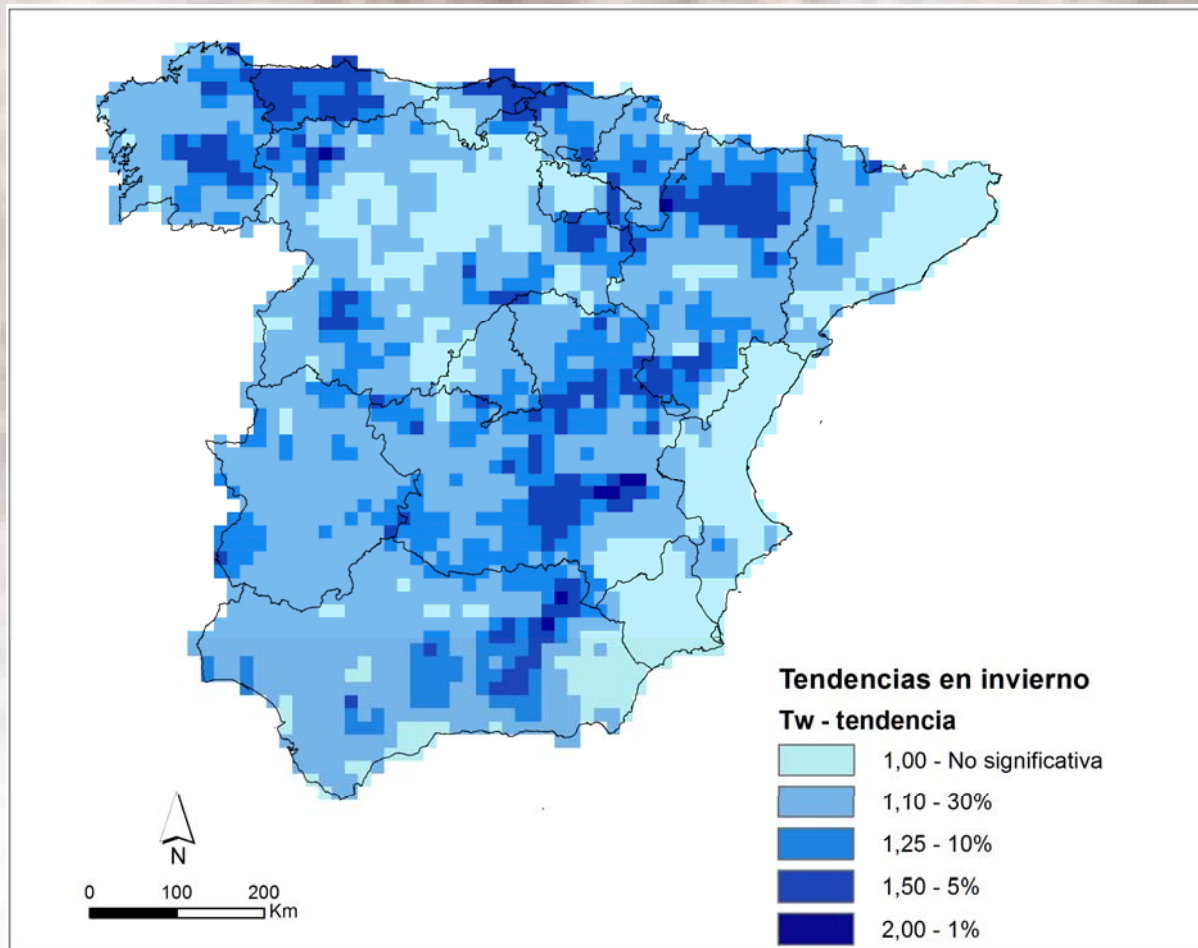
PÉRDIDA DE SUELO



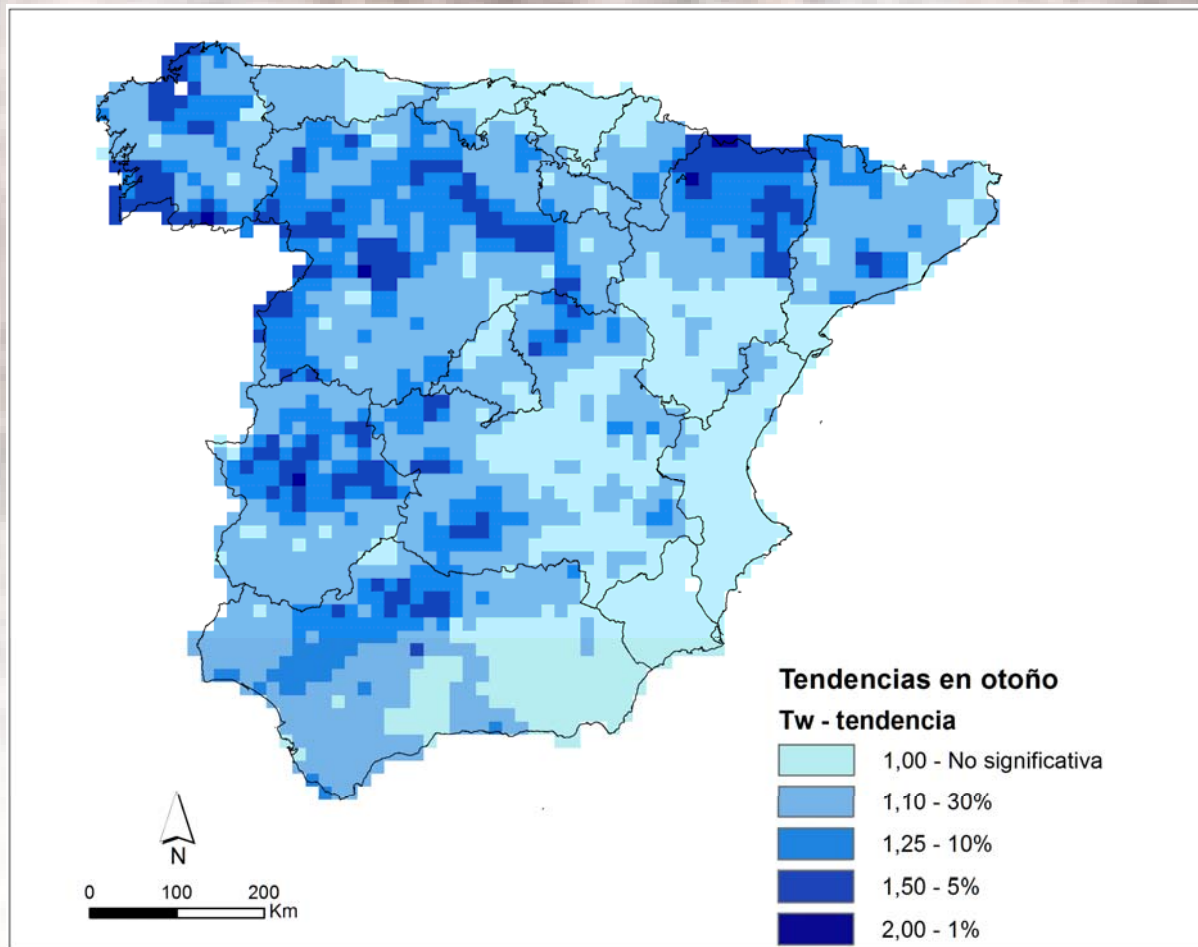
ANOMALÍAS EN LA PRECIPITACIÓN

- Se utilizan las tendencias observadas en la precipitación en el trabajo de de Luis *et al.* (2010), calculadas en el periodo 1946-2005.
- Se han utilizado las tendencias (negativas) en invierno para la ponderación de la disponibilidad hídrica, considerando que es la estación más eficaz para la captación de agua por parte de la vegetación debido a la baja ETP.
- Se han utilizado las tendencias (positivas) de otoño para la ponderación de la erosión del suelo ya que ésta es la estación más crítica debido a la sequedad del suelo después del verano y la reducción de la cubierta vegetal como consecuencia de la pérdida de hojas en las comunidades de hoja caduca.

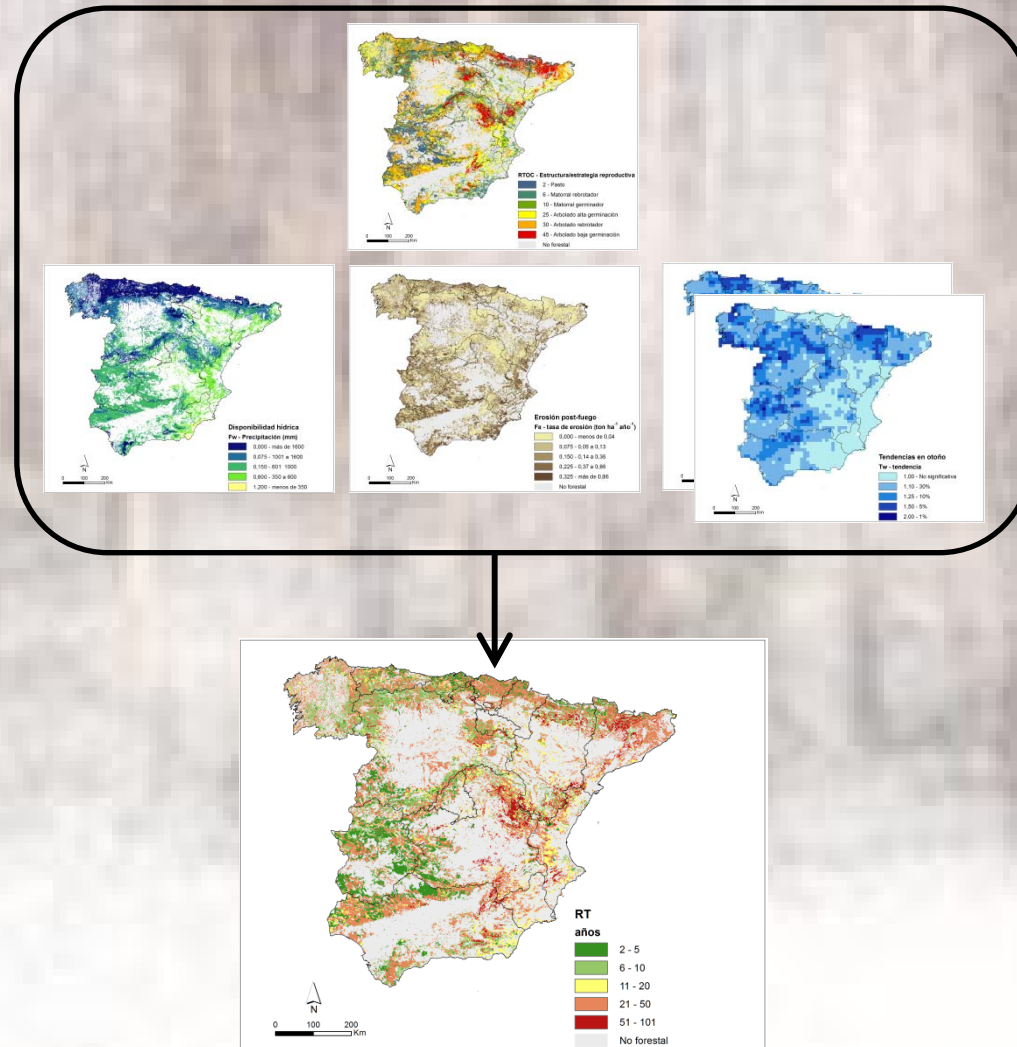
ANOMALÍAS EN LA PRECIPITACIÓN: INVIERNO



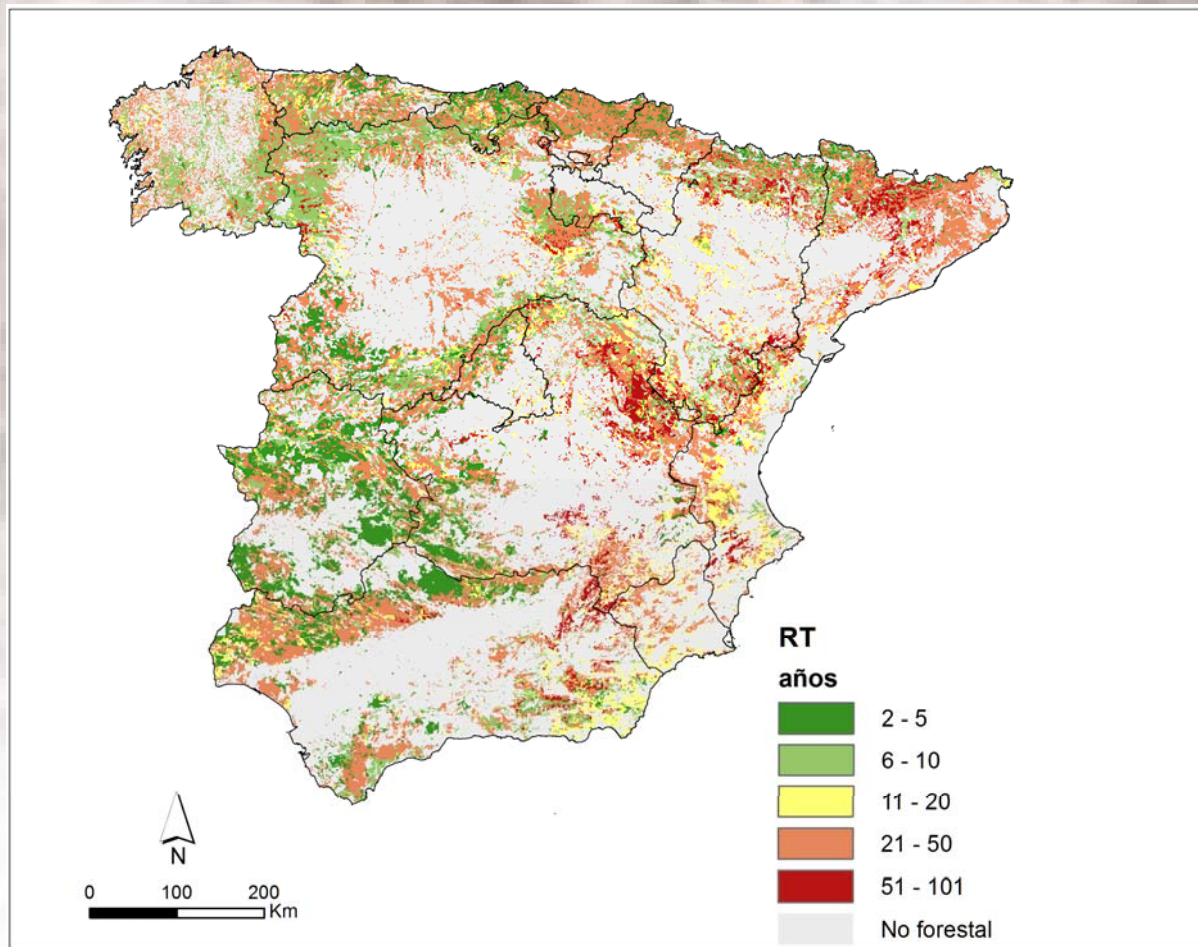
ANOMALÍAS EN LA PRECIPITACIÓN: OTOÑO



TIEMPO DE RECUPERACIÓN



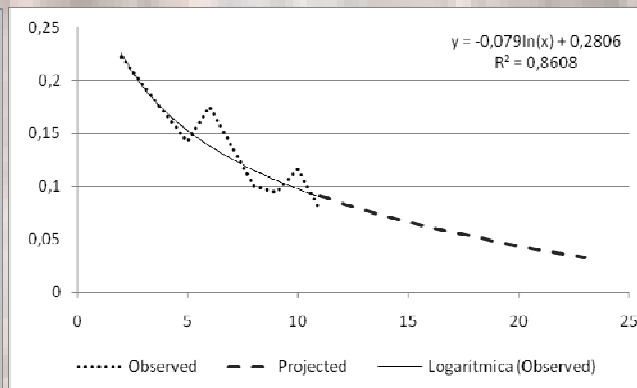
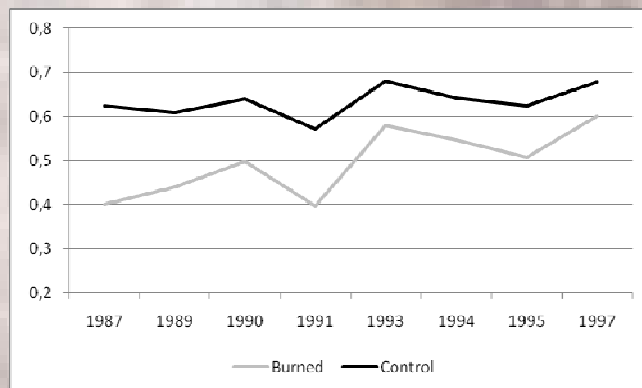
TIEMPO DE RECUPERACIÓN



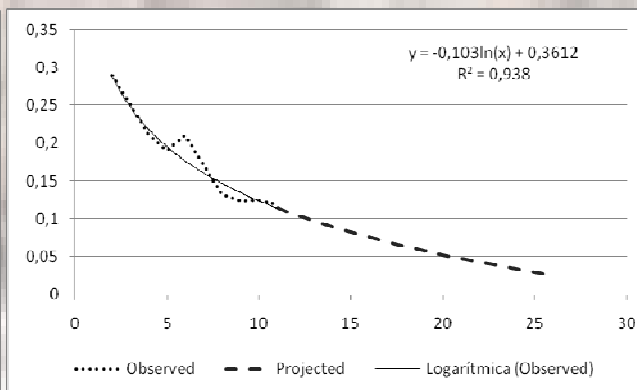
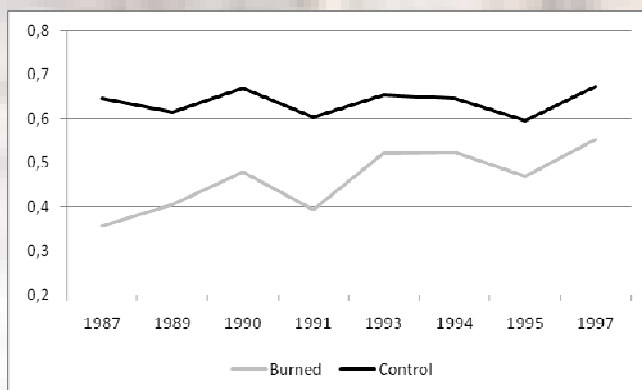
VALIDACIÓN

- Metodología basada en el seguimiento multitemporal del NDVI y su extrapolación mediante el cálculo de tendencias en su evolución.
- Aplicación en incendios forestales ocurridos en el Prepirineo aragonés.
- **PROYECTO:** Incendios forestales y modelos predictivos de vulnerabilidad ecológica frente al fuego: medidas de restauración y aplicaciones en escenarios de cambio climático (GA-LC-042/2011).

VALIDACIÓN



Evolucion temporal de los NDVI control y quemado (izq) y tendencia en el tiempo de recuperación (der) en comunidades de *Buxus sempervivens* en el pirineo oscense.



Evolucion temporal de los NDVI control y quemado (izq) y tendencia en el tiempo de recuperación (der) en comunidades de *Quercus ilex* en el pirineo oscense.

CONCLUSIONES

- Elevada heterogeneidad de los valores de tiempo de recuperación obtenidos.
- Consideramos que los valores obtenidos de RT se ajustan adecuadamente, en base a la experiencia previa de los autores, a la evolución esperada de las comunidades vegetales tras un incendio de alta severidad.
- El método propuesto es lo suficientemente robusto para ser de utilidad en varios campos de estudio, tales como la ordenación territorial, los incendios forestales o la evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica o de servicios ambientales (Román *et al.*, 2012).
- La metodología ya ha sido implementada con éxito como parte de la evaluación del riesgo de incendio llevado a cabo por el equipo del proyecto FIREGLOBE (Chuvieco *et al.*, 2012).

BIBLIOGRAFÍA

- Baeza MJ, Roy J (2008). Germination of an obligate seeder (*Ulex parviflorus*) and consequences of wildfire management. *Forest Ecol Manag*, 256:685-693. doi: [10.1016/j.foreco.2008.05.014](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.05.014)
- Barbéro M, Loisel R, Quézel P, Richardson DM, Romane F (1998) Pines of the Mediterranean basin. In: Richardson, DM (ed) *Ecology and Biogeography of Pinus*, Cambridge University Press, Cambridge UK, pp 153-170
- Buhk C, Meyn A, Jentsch A (2007) The challenge of plant regeneration after fire in the Mediterranean Basin: scientific gaps in our knowledge on plant strategies and evolution traits. *Plant Ecol* 192:1-19. doi: 10.1007/s11258-006-9224-2
- Chuvieco, E.; Aguado, I.; Jurdao, S.; Pettinari, M.L.; Salas, J.; de la Riva, J.; Ibarra, P.; Rodríguez, M.; Echeverría, M.; Azqueta, D.; Román, M.V.; Bastarrika, A.; Martínez, S.; Recondo, C.; Zapico, E.; Martínez-Vega, F.J.; Martín, S. Integrating geospatial information into fire risk assessment. Aceptado en *International Journal of Wildland Fire*, WF12052.
- de Luis, M., Brunetti, M., González-Hidalgo, J.C., Longares, L.A. y Martín-Vide, J. 2010. Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946–2005, *Global Planet Change*, 74, 27–33.
- Kirkby, M.J., Jones, R.J.A., Irvine, B., Gobin, A., Govers, G., Cerdan, O., Van Rompaey, A.J.J., Le Bissonnais, Y., Daroussin, J., King, D., Montanarella, L., Grimm, M., Vieillefont, V., Puigdefabregas, J., Boer, M., Kosmas, C., Yassoglou, N., Tsara, M., Mantel, S., Van Lynden, G.J. y Huting, J. 2004. *Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map*, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.73 (S.P.I.04.73). European Soil Bureau Research Report Nº.16, 2003.
- MARM 1997. *Mapa Forestal de España 1987-1997*.
- Pausas JG, Bradstock RA, Keith DA, Keeley JE, Network GF (2004) Plant functional traits in relation to fire in crown-fire ecosystems. *Ecology* 85:1085-1100. doi: 10.1890/02-4094

BIBLIOGRAFÍA

- Rivas, S. y Gandullo, J.M. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid, ICONA, Ministry of Agriculture, Fishing and Food.
- Robichaud, P.R., Elliot, W.J., Pierson, F.B., Hall, D.E. y Moffet, C.A. 2006. *Erosion risk management tool (ERMiT)*. Ver. 2009.09.17. Online at <http://forest.moscowfs.wsu.edu/fswepp/> Moscow, ID: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Román, M.V., Azqueta, D., Rodrigues, M. 2012. Methodological approach to assess the socio-economic vulnerability to wildfires. *Forest Ecol Manag* (In Press).
- Trabaud L, Lepart J (1980) Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Plant Ecol*, 43:49–57. doi: 10.1007/BF00121017
- Trabaud L (1990) Fire resistance of *Quercus coccifera* L. garrigue. In: Goldammer JG, Jenkins MJ (eds) *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Ecology*. The Hague, The Netherlands: SPB Academic Publishing bv. pp 2–32
- Trabaud L (1998) Regeneración y Recuperación de Ecosistemas Mediterráneos Incendiados. *Serie Geográfica* 7:37–47.
- Trabaud L (2002) Post-fire vegetation recovery and dynamics in the Mediterranean area. In: Pardini G, Pintó J (eds) *Fire, Landscape and Biodiversity: An Appraisal of the Effects and Effectiveness*. Lectures from the 3rd International Summer School on the Environment. Universitat de Girona, Institut de Medi Ambient, Girona, pp 39–56
- Tárrega R, Luis-Calabuig E (1989) Análisis temporal durante tres años consecutivos de las primeras fases de regeneración post-fuego en robledales de la provincia de León. *Studia Ecologica*, 6:205-216.
- Vera de la Fuente ML (1994) Regeneración de un aulajar con *Ulex europaeus* después de un incendio en el norte de España. *Pirineos*, 143–144:87–98.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN