

# LOS ESTUDIOS SOBRE CAMBIOS DE GESTIÓN Y OCUPACIÓN DEL SUELO EN LA MONTAÑA ESPAÑOLA CUARENTA AÑOS DESPUÉS

T. LASANTA<sup>1</sup>, E. NADAL-ROMERO<sup>2</sup>, A. GÓMEZ-VILLAR<sup>3</sup>, P. SERRANO-MUELA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). fm@ipe.csic.es; pili@ipe.csic.es

<sup>2</sup> Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics. University of Amsterdam. M.E.NadalRomero@uva.nl

<sup>3</sup> Departamento de Geografía y Geología. Universidad de León. agomv@unileon.es

## RESUMEN

Se señalan algunas de las líneas y metodologías de investigación utilizadas recientemente en el estudio de los cambios de usos y cubiertas del suelo. A continuación se aporta información sobre los principales cambios registrados en la montaña española desde mediados del siglo XX: el abandono de tierras y la revegetación. Por último, se dan algunos de los resultados que el Dr. García-Ruiz aporta en sus publicaciones sobre cambios de gestión y ocupación del suelo en áreas de montaña, y tratamos de integrarlos en las tendencias más recientes de la bibliografía internacional.

**Palabras clave:** *Geoecología de montaña, cambios de uso del suelo, paisaje, abandono de tierras, revegetación, montañas españolas.*

## ABSTRACT

We identify some of the research lines and methodologies recently used to study land use and land cover changes. Information on the main changes in the Spanish mountains since 1950's is presented: land abandonment and revegetation. Finally, we show some results that Dr. García-Ruiz brings to their publications about management and land use changes in mountain areas, and we try to integrate them into the most recent trends in the international literature.

**Key words:** *Mountain geoecology, land use changes, landscape, land abandonment, revegetation, Spanish mountains.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios de gestión, con sus transformaciones en la cobertura del suelo (*Land Cover*) y en los usos del suelo (*Land Use*), tienen destacadas implicaciones en la sostenibilidad. El impacto derivado de los cambios de cubierta y uso del suelo (LCLU) se relaciona con la creación de in-

fraestructuras, el éxodo rural, la expansión urbana, la modificación de los ciclos hidrológicos, la deforestación y la revegetación, la dinámica de la estructura del paisaje, la desertización, la pérdida de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, el aumento de la movilidad de las personas y la creciente capacidad para elegir estilos de vida (Jiménez Herrero, 2008).

Los cambios de cubierta vegetal y de uso del suelo, que en este trabajo se citan a veces como ocupación del suelo, siguiendo a Muller & Middlenton (1994), se incluyen entre las principales causas del cambio global: el conjunto de procesos naturales y humanos que dan lugar a modificaciones en los sistemas biofísicos y que afectan a la sostenibilidad del desarrollo (Vitousek *et al.*, 1997). Cuando estos cambios se acumulan a escala mundial condicionan de manera significativa aspectos claves para el funcionamiento del Sistema Tierra. Impactan en la diversidad biológica y contribuyen al cambio climático local y regional, así como al calentamiento global; son la fuente principal de degradación del suelo, alteran los servicios ecosistémicos de apoyo a las necesidades humanas y determinan, en parte, la vulnerabilidad de las personas y lugares a condiciones climáticas y económicas, y son causa de perturbaciones sociopolíticas (Lambin *et al.*, 2001).

Los cambios de gestión y ocupación del suelo adquieren especial importancia en las áreas de montaña, por su complejidad ambiental, integración entre factores físicos y humanos y por sus repercusiones en áreas adyacentes, lo que impulsó la realización de numerosos estudios sobre los cambios de gestión y paisaje en la montaña (Price, 1981; Brugger *et al.*, 1984; Goudie, 1986; Allan *et al.*, 1988; McNeill, 1992; ver también la revista *Mountain Research and Development* desde su primer número en 1981 hasta la actualidad). En España la literatura científica se multiplica desde los años setenta, incluyendo la elaboración de muchas tesis regionales por parte de geógrafos (Lasanta, 1990). Hay que tener en cuenta que en la montaña

confluyen tres rasgos de gran interés para un geógrafo: el escalonamiento altitudinal de los usos del suelo –con las posibilidades de aproximación espacial que ello conlleva–, la gran heterogeneidad ambiental y de gestión –así como la complejidad de su organización social–, y la fragilidad de sus ecosistemas, de modo que cambios bruscos introducidos por el hombre desencadenan procesos rápidos de erosión con pérdida de uno de sus principales capitales (el suelo). Por otra parte, la montaña es también muy vulnerable desde un punto de vista socioeconómico, pues su organización social tiende a desmoronarse ante impactos exteriores, al tener más dificultades para generar sistemas competitivos y de rápido reciclado.

En las páginas siguientes se revisa la literatura científica sobre los cambios de gestión y ocupación del suelo, con especial dedicación a la montaña española. A continuación se resumen algunos de los resultados obtenidos por José M. García Ruiz, a partir de sus trabajos de investigación realizados en el Pirineo aragonés y en el Sistema Ibérico riojano.

## 2. LOS CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO

### 2.1 ¿Por qué el estudio de los cambios de ocupación del suelo?

La distribución espacial y temporal de LCLU, sus causas e implicaciones, se han estudiado ampliamente en todo el mundo (Reid *et al.*, 2000; Achard *et al.*, 2006; Seabrook *et al.*, 2007; Izquierdo y Ricardo, 2009; Townsend *et al.*, 2009; Pelerosso *et al.*, 2009). Comprender las implicaciones entre los patrones de ocupación del suelo y sus efectos es muy importante para los

científicos, gestores del territorio y responsables políticos, con el fin de diseñar estrategias de gestión y conservación de la naturaleza y de los paisajes culturales (Kates *et al.*, 2001). Por ello, LCLU se considera un campo de estudio preferente por el *International Geosphere-Biosphere Program* y el *International Human Dimensions Program on Global Environmental Change*. También en la Unión Europea existe una preocupación creciente por las áreas de montaña, que frecuentemente aparecen rodeadas por ambientes áridos y semiáridos, por constituir focos destacados de biodiversidad. Además, son territorios que proporcionan servicios (culturales, de aprovisionamiento, regulación y apoyo) a sus propios habitantes, pero también a los de áreas más o menos próximas (Mottet *et al.*, 2006; Gellrich *et al.*, 2007). Sin embargo, tanto la biodiversidad en estos territorios como sus servicios están amenazados por los cambios en la ocupación del suelo, que ocurren de forma muy rápida en las últimas décadas (Millennium Ecosystem Assessment, 2003).

LCLU se estudian desde perspectivas muy dispares. Diversos trabajos, a distintas escalas espaciales y temporales, se han centrado en los factores ambientales y humanos que actúan como desencadenantes de los cambios de ocupación del suelo, llegando mayoritariamente a la conclusión de que las actividades humanas son su principal causa (Serneels & Lambin, 2001; Sluiter & de Jong, 2007). Lambin *et al.* (2001), tras realizar una revisión a partir de 26 casos distribuidos por el mundo, concluyen que ni el incremento de la población ni la pobreza son por sí solas las causas subyacentes que explican los grandes cambios de ocupación del

suelo, sino que más bien son las políticas públicas y las respuestas de la gente a las oportunidades económicas. A escala local, la dinámica del mercado y las políticas locales amplifican o atenúan las causas globales. Algunos trabajos, relativamente recientes, ponen el acento en la integración entre factores físicos y humanos (Serra *et al.*, 2008) y en dar cada vez más protagonismo a las causas sociales como motor de los cambios de LCLU (Bürgi *et al.*, 2004; Zhao & Wang, 2011).

Una parte importante de la bibliografía se ha centrado en la localización y cuantificación de los cambios de uso del suelo en distintos ecosistemas y paisajes del Mundo, comprobándose que la topografía, las características de los suelos y la accesibilidad condicionan, a escala local, la extensión que cambia de ocupación y su distribución espacial (Mertens & Lambin, 1997; Pan *et al.*, 1999; Serneels & Lambin, 2001; Rogan *et al.*, 2003; Crews-Meyer, 2004; Laney, 2004).

El interés por conocer las consecuencias socioeconómicas, ambientales y paisajísticas de los cambios de ocupación del suelo se ha manifestado en múltiples trabajos, realizados en ecosistemas tan diversos como los bosques tropicales (Hayes *et al.*, 2008), sabanas (Thielen, 2008; Santana & Salas, 2007), arrozales (Cheng *et al.*, 2008), regiones áridas (French *et al.*, 2008) o áreas de montaña (Taillefumier y Piégay, 2003; Tasser *et al.*, 2007). Los resultados han permitido analizar la deforestación (Olchev *et al.*, 2008) y el avance de la frontera agrícola (Liang & Ding, 2006) en los países no desarrollados, mientras que en los países desarrollados se ha progresado en el conocimiento del abandono de tierras (MacDonald *et al.*, 2000), la revegeta-

ción (Chauchard *et al.*, 2007), la dinámica hidromorfológica (García-Ruiz & Lana-Renault, 2011), el paisaje (Antrop, 1997), el secuestro de carbono (Metzger *et al.*, 2006), la biodiversidad (Agnoletti, 2007) y las consecuencias en la sostenibilidad económica de las áreas afectadas (Van Auken, 2009; Morán-Ordoñez *et al.*, 2011).

En los últimos tiempos a la comunidad científica le preocupa las implicaciones de la ocupación del suelo en los servicios ofrecidos por los ecosistemas, ya que se pronostica que el cambio climático reducirá su capacidad para proporcionar dichos servicios (Bardsley & Sweeney, 2010). Atendiendo a este aspecto se plantean escenarios de manejo sostenible de la tierra para mitigar los riesgos asociados al cambio climático, el incremento demográfico y la degradación de los recursos naturales (Schröter *et al.*, 2005).

Las metodologías para el estudio de los cambios de ocupación del suelo han variado a lo largo del tiempo. Los primeros trabajos se basaban en la tabulación cruzada de la información recogida en mapas elaborados a partir de fotointerpretación para, al menos, dos fechas (Alguacil, 1985; Pérez-Chacón & Vabre, 1987); metodología que se ha mantenido cuando el periodo de análisis se inicia a mediados del siglo XX (Gerard *et al.*, 2010; Heredia *et al.*, 2013). Cuando el periodo de estudio se alarga hasta principios del siglo XX se utiliza pares de fotografías del mismo lugar y distintas fechas. En este contexto, Debussche *et al.* (1999) analizan los cambios de paisaje a lo largo del siglo XX en el Sur de Francia. En las últimas décadas se impone la utilización de imágenes de satélite diacrónicas (Vicente-Serrano *et al.*, 2005; Huang *et al.*, 2008; Cheng *et al.*,

2008; Hayes *et al.*, 2008). A escala institucional destaca el Proyecto CORINE Land Cover (CLC), dirigido y gestionado por la Agencia Europea del Medio Ambiente, que persigue facilitar la toma de decisiones en materia territorial dentro de la UE. Se elabora mediante la interpretación de imágenes de satélite Landsat y SPOT y se presenta a escala 1:100.000. Hasta el momento está disponible la cartografía de tres años de referencia: 1990, 2000 y 2006. Por último, hay que recordar que algunos trabajos predicen los cambios de ocupación del suelo a partir de los habidos entre dos fechas anteriores, para lo que utilizan cadenas de Markov y/o autómatas celulares (Pueyo & Beguería, 2007).

## **2.2 Los principales cambios de gestión y ocupación del suelo en la montaña española**

En España los estudios sobre la montaña se incrementan desde los años setenta del pasado siglo, debido a las profundas transformaciones socioeconómicas y territoriales que experimentaron en muy poco tiempo, al desarrollo de una legislación específica (Ley de Montaña o medidas de la Unión Europea, principalmente), y por su valor como reserva ecológica y de recursos básicos para el resto del territorio (hídricos, hidráulicos, forestales, de ocio y ecosistémicos). Recientemente, el cambio global adquiere gran relevancia como motor de los estudios sobre la montaña española, ya que tiene repercusiones negativas en sectores básicos de la economía (como la selvicultura, la agricultura y el turismo), de la ecología (pérdida de biodiversidad y del capital natural) y el abastecimiento de recursos (agua, paisaje), a la vez que existe la amenaza del avance de la desertificación (Vicente-Serrano *et al.*, 2011).

La literatura científica pone de manifiesto que los cambios han sido muy intensos en la montaña española desde mediados del siglo XX, como consecuencia de cambios profundos y rápidos en los sistemas de gestión. Por lo general, los espacios de montaña presentan un proceso de extensificación con marginación y abandono de muchas laderas agrícolas y áreas de pasto, que incrementan la cubierta vegetal a la vez que el paisaje pierde diversidad y fragmentación (Lasanta *et al.*, 2005; Bielsa *et al.*, 2005; Lasanta y Vicente-Serrano, 2007; Arnáez *et al.*, 2008; Vila Subirós *et al.*, 2009). Son, pues, dos los cambios de mayor extensión e implicaciones socioeconómicas, ambientales y paisajísticas: el abandono de tierras y su posterior revegetación.

Baudry (1991) define el abandono de tierras como un cambio hacia modelos menos intensivos en los usos del suelo o como terminación total del uso y gestión del suelo: los suelos son abandonados a su dinámica espontánea. Diferentes estudios cuantificaron el fenómeno del abandono agrícola en varias áreas de la montaña española hasta los años ochenta del siglo XX, coincidiendo todos ellos en una drástica contracción del espacio cultivado. Los abandonos se iniciaron en las primeras décadas del siglo XX y experimentaron un repunte importante entre los años cincuenta y setenta. Lasanta (en prensa) señala, a partir de información bibliográfica, que se abandonó el 40%, al menos, de la tierra labrada en la Cabrera leonesa, la mitad de los valles asturianos, el 89% de la vertiente sur de la Sierra de Ayllón, las  $\frac{3}{4}$  partes del Alto Tormes, el 36% de la Sierra de Ronda, el 25% en la Planicie de Ronda, el 71% en los Valles Centrales del

Pirineo, el 99% en Cameros Viejo, el 42% en el Alto Linares (Sistema Ibérico riojano), el 40% de la Sierra de Prades y el 80% en Valdesamario (montaña media leonesa). El abandono también fue extenso en las montañas del sur de España, sobre todo en la Cordillera Bética, pese a que todavía soportan una presión demográfica relativamente elevada, lo que ayuda a mantener en cultivo campos localizados en pendientes empinadas. En las Alpujarras los campos abandonados ocupan el 70% de las tierras de cultivo. El abandono de tierras también ha progresado en las zonas semiáridas del sureste de España y centro-sur de Portugal, debido a la baja productividad de las tierras de secano.

Desde una perspectiva espacial, la recesión del espacio cultivado muestra una tendencia aureolada; las parcelas más alejadas y de mayor pendiente fueron las primeras en abandonarse, dejándose de cultivar, finalmente, algunas laderas próximas pero ocupadas por bancales no mecanizables. No obstante, en el Pirineo se comprobó que los factores físicos (geomorfología, pendiente, exposición y altitud) ejercieron una influencia determinante en una primera fase de abandono, mientras que en la segunda fase, posterior a 1957, las variables accesibilidad y modelos de campos (llanos, bancales y en pendiente) fueron las más importantes. Lasanta (1988) concluye que los abandonos antiguos tuvieron lugar en las laderas menos fértiles, mientras que los más recientes se vinculan al factor mecanización. En el Sistema Ibérico, la pendiente y la distancia al núcleo de población más próximo fueron los principales factores en los abandonos previos a 1957, mientras que en la segunda fase (1957-1981) no se pudo desentra-

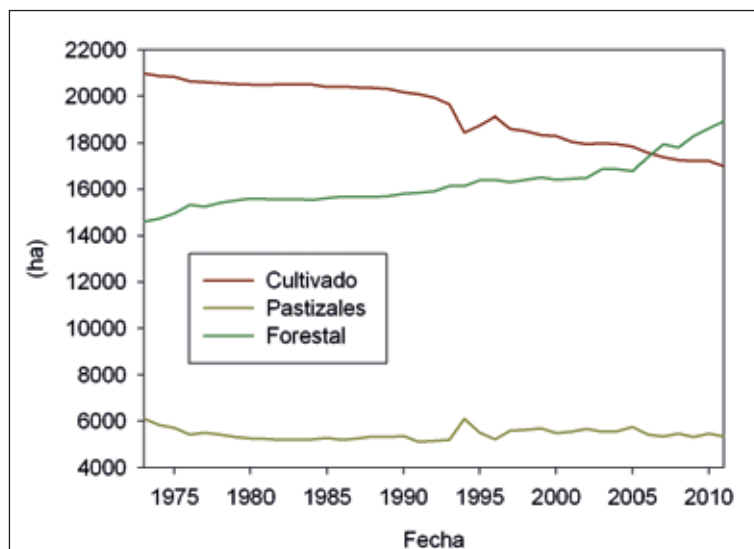


Figura 1: Evolución de las superficies de bosques, pastizales y cultivos en España (1973-2011).

ñar el papel ejercido por la topografía, la accesibilidad, los modelos de campos y la distancia al pueblo, dado que el abandono fue total (Lasanta *et al.*, 1989). Grobe & Rackham (2001) señalan para la Europa mediterránea que los bancales dispuestos en las laderas de forma paralela se mantuvieron mejor en cultivo que los de forma trezada, poniendo de relieve que las formas de las terrazas juegan un papel interesante en su abandono o mantenimiento.

Las tierras agrícolas abandonadas y otras áreas deforestadas con escaso uso experimentan, habitualmente, procesos de sucesión secundaria o restauración pasiva de la vegetación. En otros casos son reforestadas con árboles y arbustos (restauración activa) para reducir la erosión del suelo, regular la hidrología de las laderas, incrementar la diversidad biológica y crear sumideros de carbono (Ortigosa *et al.*, 1990; Vallejo *et al.*, 2006). En Espa-

ña se han dado ambas circunstancias, lo que explica que la superficie de bosques haya pasado, según las estadísticas del MAGRAMA, de 145.904 Km<sup>2</sup> en 1973 a 189.543 Km<sup>2</sup> en 2011, un incremento del 30% (Figura 1). La superficie de bosques ha crecido a costa del espacio agrícola, que disminuyó de 209.785 Km<sup>2</sup> en 1973 a 169.910 Km<sup>2</sup> en 2011 (reducción del 19%), y de los pastizales, que ocupaban 76.472 Km<sup>2</sup> en 1973 y 64.941 Km<sup>2</sup> en 2011 (reducción del 15%).

El primer y principal efecto del abandono de tierras es el inicio de un proceso de sucesión secundaria o de colonización vegetal, ya que condiciona la estructura del paisaje, la biodiversidad, el régimen de incendios, la hidrología a diferentes escalas espaciales, la conservación del suelo, la estética y atractivo del paisaje y la oferta de pastos. Son numerosos los trabajos sobre los cambios de cubierta vegetal tras

el abandono de tierras, especialmente en áreas agrícolas de montaña. A modo de ejemplo podemos señalar el trabajo de Bochet *et al.* (1999) sobre los contrastes entre áreas donde el abandono de cultivos condujo a una rápida colonización, con presencia de pinos, carrascas y coscojas, con otras áreas donde la vegetación encuentra enormes dificultades para progresar, dando lugar a un paisaje en mosaico caracterizado por manchas de suelo desnudo entre cubiertas vegetales dispersas, que denominan "islas de fertilidad". Poyatos *et al.* (2003) estimaron que los pastizales y los campos cultivados representaban el 28,3% de la superficie de la Cuenca de Cal Rodó en 1957 (Pirineos orientales), mientras que ocupaban el 18,1% en 1996. En el mismo periodo, los bosques densos incrementaron su superficie del 16,9% al 45,3%. En el Alto valle del Aragón (Pirineo aragonés) los campos abandonados ocupan el 22% del territorio; en la actualidad el 65% están cubiertos por bosques, el 28% por matorrales y el 7% son prados de diente (Vicente-Serrano *et al.*, 2005). Heredia *et al.* (2013) señalan que en el municipio de Alquézar (Sierra de Guara), los bosques ocupaban el 15% del territorio en 1957, mientras que en 2000 habían duplicado su superficie, además de aumentar la densidad del sotobosque. Ubalde *et al.* (1999) comprobaron en una cuenca del Solsonés (Prepirineo catalán) que una extensión de 2.313 ha (el 35% de la cuenca) había cambiado de uso entre 1957 y 1993, de las que 2.045 ha habían progresado en el proceso de sucesión vegetal, mientras que 267 habían seguido una evolución regresiva. En el mismo sentido, Vila Subirós *et al.* (2009) ponen de relieve que en la montaña media mediterránea de la Alta Garrotxa (Prepirineo Oriental) el espacio

forestal ocupaba el 45% del territorio en 1957, mientras que alcanzaba el 80% ya en 2003. Entre ambas fechas el espacio agrícola pasó de ocupar el 3,01% al 0,11%, mientras que los pastos vieron reducida su superficie del 28,11% al 6,51%.

Por otro lado, desde finales del siglo XIX se acometen las primeras actuaciones planificadoras de reforestación. Sin embargo, es a partir del *Plan General para la Repoblación Forestal de España*, publicado en 1939, cuando la Administración impulsó decididamente una política de restauración forestal, que se justificó por la despoblación de muchas áreas de montaña, la acusada degradación paisajística de algunas laderas y por los limitados recursos maderables del país. La iniciativa combinaba objetivos económicos (incrementar la producción de madera para satisfacer la creciente demanda industrial) y medioambientales: restaurar la dinámica hidrológica para reducir la erosión de los suelos, aprovisionar de agua a las cuencas y limitar la intensidad de las crecidas. El Plan de 1939 proponía la repoblación de 6 millones de hectáreas en 100 años, de los que 3,5 millones tenían un carácter de protección hidrológica preferentemente.

Entre los años 1940 y 2006 se repoblaron en España aproximadamente 5 millones de hectáreas, gracias a las labores de las administraciones públicas, si bien la iniciativa privada ha aportado aproximadamente 1 millón de hectáreas. De esta superficie se considera que casi 3,6 millones de hectáreas fueron primeras reforestaciones y 637.900 ha de segundas repoblaciones sobre terrenos quemados o de fracaso inicial. Hasta 1994 se reforestaron casi exclusivamente espacios no agrícolas. Sin embargo, a partir de la reforma de la

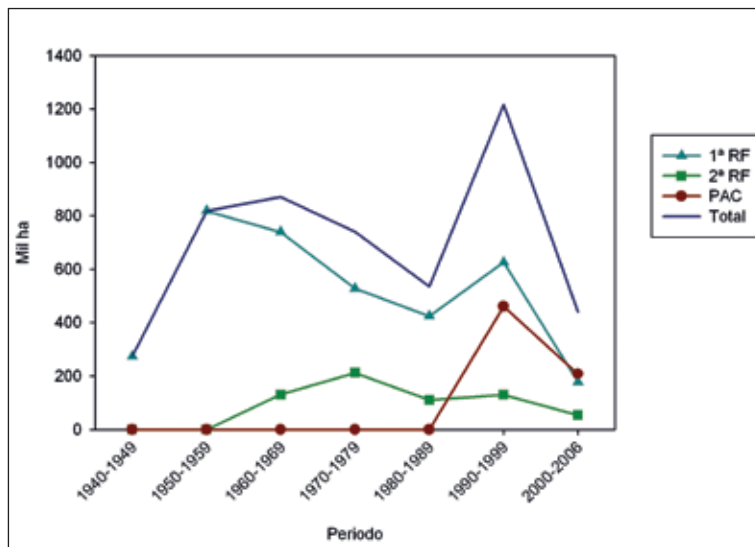


Figura 2: Evolución de las repoblaciones forestales (1940-2006).

PAC de 1992, que empezó a aplicarse en 1994, se repoblaron campos retirados de la producción agrícola. La aplicación de la PAC supuso la reforestación de 668.000 ha de espacios agrícolas. El resto de las áreas reforestadas se distribuyen entre repoblaciones en terrenos forestales desnudos (3.590.000 ha; el 73%) y superficies afectadas por incendios o áreas de regeneración tras cortas de aprovechamiento (638.000 ha; el 13%) (S.E.C.F.C., 2011). La figura 2 muestra la evolución de la reforestación activa por décadas entre 1940 y 2006.

### 3. ORGANIZACIÓN SOCIAL Y USOS DEL SUELO EN ÁREAS DE MONTAÑA: APORTACIONES DE JOSÉ M. GARCÍA-RUIZ A SU DEBATE CIENTÍFICO

José M. García Ruiz se licencia en Geografía en 1971 por la Universidad de

Zaragoza e inmediatamente inicia sus estudios sobre la montaña, que ha mantenido siempre como espacio principal de sus investigaciones. Primero (entre 1971 y 1974) en el Instituto de Estudios Pirenaicos (CSIC), desde 1974 a 1986 en el Colegio Universitario de La Rioja (embrión de la actual Universidad de La Rioja), y desde 1987 en el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC).

Su objetivo principal de investigación es el estudio geocológico de las áreas de montaña, con el fin de explicar la organización espacial del paisaje, integrando el medio físico y las actividades humanas. Como geógrafo interpreta el paisaje de forma muy dinámica y en profunda interrelación con el papel del hombre en el medio natural. Dentro de este marco ha seguido varias líneas de investigación, que muestran una evolución desde los estudios sobre gestión del territorio y cambios



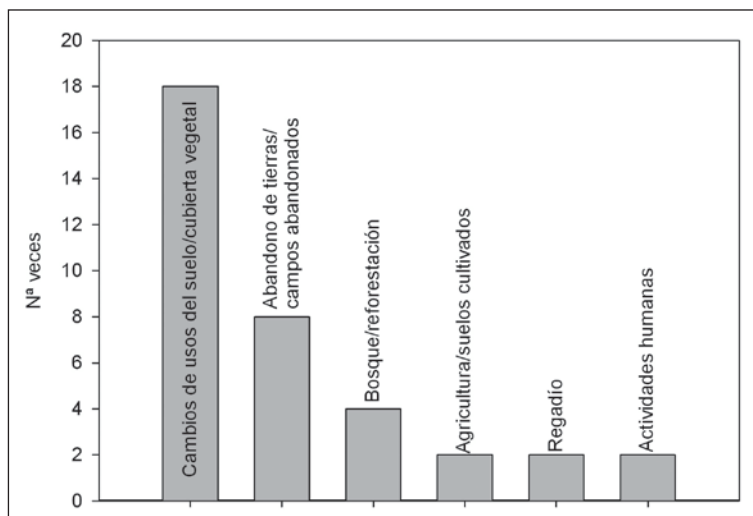


Figura 3: Número de veces que aparecen algunos términos en los títulos de las publicaciones de García-Ruiz en revistas JCR.

de uso del suelo al establecimiento de modelos dinámicos de evolución del paisaje, tratando de integrar al hombre en dicha dinámica y aportando una perspectiva globalizadora al estudio de procesos en vertientes, cauces y cuencas. Especial atención ha dedicado, en los últimos años, a los efectos de las fluctuaciones climáticas y los cambios de uso del suelo en los procesos geomorfológicos y la dinámica hidrológica.

Entre sus líneas de investigación, como se ha señalado, se incluye el estudio de los cambios de gestión en áreas de montaña, desde mediados del siglo XX a la actualidad, y sus implicaciones en la ocupación del suelo, línea que desarrolla principalmente en el Pirineo central y el sector noroccidental del Sistema Ibérico. Esta línea la cultiva fundamentalmente en los años setenta del pasado siglo (García-Ruiz, 1971, 1976 a y b, 1977 y 1978; García-Ruiz

y Balcells, 1978; Villar y García-Ruiz, 1976), siendo su principal referencia su Tesis Doctoral: *Modos de vida y niveles de renta en el Prepirineo del Alto Aragón*, leída en 1974 en el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, y publicada dos años después (García-Ruiz, 1976 a). No obstante, esta línea de investigación encuentra cierta prolongación a lo largo de toda su carrera profesional (Anglada *et al.*, 1980; García-Ruiz, 1980, 1988, 1990 y 2009 a y b; García-Ruiz & Lasanta, 1989, 1990 y 1993). La figura 3 muestra el número de veces que aparecen algunas palabras en los títulos de sus publicaciones en revistas del *Journal Citation Report* (JCR). Se comprueba que se incluyen palabras clave que podemos considerar propias de la línea señalada, tales como: LCLU, que aparece en 18 títulos, abandono de tierras o campos abandonados (8 títulos), bosque/reforestación (4), actividades humanas (2)

y regadío (2), lo que demuestra que, de alguna forma, la consideración del papel del hombre en la dinámica de la montaña lo mantiene como tema de estudio después de 1980, aunque sus objetivos prioritarios hayan discurrido hacia la dinámica de los sistemas naturales: erosión del suelo, hidrología de laderas y cuencas y glaciario, fundamentalmente.

En las páginas siguientes nos detendremos en algunas de las cuestiones estudiadas por José M. García Ruiz sobre cambios de gestión y sus implicaciones en la ocupación del suelo. Sus principales aportaciones pueden agruparse en los cuatro epígrafes que desarrollamos a continuación. Cada uno de ellos se inicia con algunas de las conclusiones que se puede extraer de sus publicaciones, para a continuación comentar –de forma muy breve– cómo estas conclusiones siguen vigentes en la literatura sobre la montaña.

### **3.1 Complejidad de la montaña: la necesidad de integrar las actividades humanas**

- La montaña es un hecho complejo, por su gran diversidad topográfica y geomorfológica, los contrastes climáticos espaciales y estacionales, la variabilidad de la capacidad productiva en espacios reducidos y las notables diferencias culturales.

- Dada esta complejidad y heterogeneidad es necesaria una gestión y explotación diversificada, adaptada a la potencialidad de cada enclave. A veces dicha explotación necesita del apoyo de regiones lejanas, mediante el aprovechamiento de recursos complementarios y ofertados en distinta estación anual. El mejor ejemplo es la trashumancia del ganado.

- Los ecosistemas de montaña son frágiles y fácilmente vulnerables. En el primer caso, el dominio de las pendientes puede llevar a que una mala gestión desencadene procesos rápidos de erosión y de pérdida de fertilidad del suelo. En el segundo caso, sus dificultades para competir en un mercado muy dinámico y amplio espacialmente hace poco competitivo su sistema de gestión tradicional. Esta dificultad explica –en parte– la despoblación y marginación de la montaña española en las últimas décadas.

Son muchos los científicos que estudian, recientemente, las interrelaciones entre naturaleza y actividades humanas en áreas de montaña (Bürgi *et al.*, 2004; Nogués-Bravo, 2006; Serra *et al.*, 2008; Zhao & Wang, 2011). Ello se justifica porque la montaña presenta fuertes contrastes espaciales y una gran diversidad paisajística y ecológica, que les hace espacios especialmente útiles y atractivos para estudios de interrelación entre factores físicos y actividades humanas. Por otro lado, los distintos niveles altitudinales que se distinguen en las montañas dirigen la organización espacial de los usos del suelo. Además, la larga historia de ocupación humana ha transformado el paisaje, modificando la dinámica de los ecosistemas y la distribución espacio-temporal de procesos y recursos. A su extrema complejidad ambiental, y también cultural, hay que unir la acción discriminatoria del hombre, que rotura, cultiva y abandona unas laderas, mientras pastorea con el ganado en otras y deja a la dinámica natural los enclaves menos fértiles o más inaccesibles, pero todo ello siguiendo unas normas “ambientales” que vienen marcadas por la geomorfología, la topografía y el clima, principalmente.

### 3.2 Interrelaciones entre organización social y gestión del territorio

- La heterogeneidad y fragilidad de la montaña hizo necesaria una organización social con una estructura muy compleja, bien adaptada a las condiciones ambientales, a la disponibilidad de mano de obra y a las necesidades del grupo humano en cada momento. Si aceptamos que la vida en montaña reviste mayores dificultades que en el llano, que es necesario invertir esfuerzos suplementarios y que éstos deben compaginar sistemas de explotación y conservación del suelo, es lógico suponer que la organización social (*cultura*, en el fondo) deba ser compleja y coherente para superar la inestabilidad inherente a los sistemas de explotación de la montaña.

- Además de compleja la organización social presentaba una fuerte jerarquización entre los miembros de cada familia y de cada comunidad. Era también una estructura muy trabada, en la que cada individuo y cada elemento diferenciado del ecosistema desempeñaban un papel muy definido. Se buscaba el interés del grupo a costa de los intereses individuales (la institución de la *Casa* en el Alto Aragón es un buen ejemplo), lo que tenía un fuerte coste social (los *tiones* en el Pirineo).

- El fuerte sacrificio social y la actuación poco conservadora del hombre en algunas laderas (*articas*, por ejemplo) justifican la crítica a la vida bucólica y al papel del hombre en los sistemas tradicionales de montaña, planteado casi de forma generalizada por la bibliografía.

- La organización del espacio se encuentra en íntima relación con la organización social y la estructura demográfica, de

tal manera que estos factores se influyen mutuamente y evolucionan de forma paralela. La organización social es la manera en que los grupos humanos se adaptan a condiciones más o menos hostiles, mientras que la organización del espacio es una consecuencia de la confrontación entre las características del medio ambiente y la manera en que el grupo humano se organiza. Uno y otro no pueden explicarse con independencia, pues se necesitan mutuamente para justificarse.

- Los territorios montañosos, con una productividad baja y un aprovechamiento muy interrelacionado de los elementos del ecosistema, necesitan un armazón social muy cohesivo, en el que todo estaba previsto y en el que cada miembro del grupo tenía funciones bien definidas. Por ello, la ocupación y conservación del suelo no pueden ser nunca obra de individuos, sino de grupos más o menos numerosos que se ponen espontáneamente de acuerdo para crear un paisaje agrario y aprovechar los pastos sin interferir con la agricultura.

- Los sistemas tradicionales de montaña sólo podían mantenerse con la presencia estable de mano de obra bien organizada. En estas condiciones se había alcanzado cierto equilibrio metaestable (un equilibrio que una vez roto difícilmente llega a su punto de partida), entre el hombre, la naturaleza y los sistemas de gestión. De alguna forma puede afirmarse que una presión demográfica relativamente fuerte era positiva para la estabilidad del sistema, aunque ello tuviera un alto sacrificio social.

- La compleja cultura de montaña es capaz de evolucionar muy lentamente y tiene grandes dificultades para responder

a las influencias externas, sobre todo si éstas son rápidas.

El problema de la adecuación entre la organización social y los sistemas ecológicos continúa siendo un desafío permanente en la gestión y conservación de los recursos naturales de montaña. Los avances en las ciencias naturales sobre la conservación alientan a la gestión de paisajes a escalas progresivamente mayores. Por el contrario, los enfoques sociológicos de conservación hacen hincapié en la importancia de la propiedad del suelo y la organización a escala local, produciéndose cierta tensión entre los partidarios de ambas escalas de gestión (Wyborn & Bixler, 2013). En relación con ello, en diferentes áreas de montaña se desarrollan recientemente líneas de investigación que se centran, por un lado, en la importancia de los conocimientos locales en las decisiones de gestión y en el manejo de los recursos naturales (Menzies, 2006; Fernández-Giménez & Fillat, 2012), y, por otro lado, en la conveniencia de contar con la participación local en la gestión del territorio (Danielsen *et al.*, 2010; Evely *et al.*, 2011).

### **3.3 El control desde el exterior: Homogeneización del territorio y simplificación de su gestión**

- La crisis reciente de la montaña encuentra su origen en la llegada masiva de información urbana no tamizada y en la penetración de manera brusca de capital y energía externa. La apertura indiscriminada al exterior, rechazando la información cultural acumulada "*in situ*" durante siglos, aceptando como bueno el modo de vida y las técnicas venidas desde la ciudad fueron las causas principales del desmoronamiento cultural, social y económico de la montaña española.

- Desde el momento en que las decisiones de gestión se enmarcan en el desarrollo de la sociedad global y se toman desde centros lejanos a las áreas de montaña desaparecen las condiciones tradicionales de igualdad en las relaciones sociedad rural/sociedad urbana. Se altera por completo el papel relativo de la montaña, la llanura y la ciudad.

- Con la influencia brusca del exterior y la incorporación de la montaña a un mercado dinámico y de amplio radio se asiste al desmoronamiento de la organización social, la emigración selectiva de los habitantes y a profundos cambios en los sistemas de gestión: disminución de los censos ganaderos, abandono de campos de cultivo, simplificación y homogeneización de usos del suelo, orientación de la economía al mercado exterior, eliminación del policultivo y la multiactividad, simplificación y especialización de las explotaciones. Por lo general, se pierde heterogeneidad en el uso del territorio y se elimina diversidad y complejidad.

- La evolución de cada montaña o de cada valle depende de la manera en que penetra la influencia urbana y del grado de complejidad de su organización social. Por lo general, las áreas más organizadas en el pasado fueron las que más se hundieron cuando los cambios llegados del exterior fueron de profundo calado y se impusieron de manera brusca.

- En el sistema reciente de gestión del territorio, la sociedad montana ha tenido que adaptarse no sólo a la influencia social y cultural del mundo urbano, sino también —y diríamos que fundamentalmente— a su propia estructura demográfica (envejecida, masculina y de escasos efectivos), lo que obligó al abandono de prácticas de

conservación y a adoptar otras de explotación menos exigentes en mano de obra.

En las últimas dos décadas, tanto la legislación como la investigación, se han ido desplazando desde el apoyo a la producción intensiva hacia la consideración de que la montaña debe prestar una serie de servicios y funciones al conjunto de la sociedad. Se considera ahora que el hombre de la montaña, además de producir, debe procurar por el mantenimiento o mejora de la estructura paisajística, la gestión sostenible de los recursos naturales renovables, la conservación de la biodiversidad y la viabilidad socioeconómica de su territorio. La Unión Europea plantea estos objetivos desde la Agenda 2000 y numerosos trabajos científicos abogan, en los últimos años, por la recuperación tradicional de la pluriactividad y la multifuncionalidad de los habitantes de la montaña, con el fin de que ésta sea capaz de proporcionar servicios de aprovisionamiento, regulación, apoyo y culturales (servicios ecosistémicos) tanto a la población local como a la economía de las tierras bajas (Gellrich *et al.*, 2007; Mottet *et al.*, 2006; Groot *et al.*, 2007; Morán-Ordoñez *et al.*, 2011).

#### **3.4. La descoordinación espacial entre fondos de valle y laderas**

- La adaptación al sistema reciente de gestión implica la descoordinación entre distintas partes de un mismo valle. Por lo general, los fondos de valle y las áreas próximas a los núcleos de población experimentan procesos de intensificación, mientras que las laderas se marginan y abandonan. En este contexto, se produce el abandono masivo de campos de cultivo y de áreas de pastoreo, tanto en las laderas bajas y medias como en los pastos subalpinos y alpinos.

- La intervención externa se concretó especialmente en las repoblaciones forestales, la construcción de embalses y la implantación de infraestructuras turísticas. En todos los casos, dicha intervención ha contribuido más a desorganizar que a crear estructuras favorables para la permanencia de la población joven y el desarrollo de sistemas de gestión sostenibles.

- Las repoblaciones forestales se realizaron con fines ambientales y socioeconómicos, actuando el Estado sobre extensas superficies (el 25% del Prepirineo del Alto Aragón Occidental, por ejemplo). Las principales consecuencias socio-económicas y ecológicas fueron: (i) se destruyeron áreas de vegetación natural, incluyendo algunos quejigales, (ii) la rentabilidad económica lo fue a corto plazo, a través de jornales, pero no por la venta de madera dado el lento crecimiento de los pinos, (iii) dependiendo del sistema de plantación la erosión del suelo pudo incrementarse; así la técnica de terrazas de bulldozer implicó elevadas tasas de erosión, (iv) proliferación de procesionaria y del número de incendios, (v) desaparición de núcleos de población, (vi) disminución de los censos ganaderos, del número de explotaciones, pérdida de calidad del pasto y avance de los matorrales.

- Los programas de repoblación forestal vinieron acompañados de una aportación de dinero en forma de jornales y pago de servicios, lo que inicialmente incrementó el nivel de vida y ayudó a fijar población. Sin embargo, el paso del tiempo ha demostrado que las repoblaciones incentivaron la emigración y el abandono de pueblos. A ello contribuyó, por un lado, que los habitantes de la montaña se acomodaron al jornal y fueron a buscarlo

fuera cuando las tareas de repoblación finalizaron, y, por otro lado, la veda del pastoreo, que siguió a la plantación de los árboles, lo que desequilibró la ya precaria explotación agropecuaria y terminó por desmoronar la organización social, provocando el éxodo total o parcial de los habitantes de muchos pueblos.

- La construcción de embalses se realizó para abastecer de agua e hidroelectricidad a las llanuras. Su construcción puede suponer anegar miles de hectáreas, inundar pueblos y –en ocasiones– aislar comarcas. Su localización en fondos de valle, esenciales para la gestión de la montaña, implicó la desestabilización demográfica, con la desaparición de pueblos, y la pérdida de las mejores tierras, lo que dio lugar a la marginación de las laderas y la degradación del paisaje. En este sentido, José M. García Ruiz insiste en la necesidad de contemplar el territorio montano de forma global, lo que exige no pensar exclusivamente en el espacio a ocupar sino en la utilización integral de los recursos y potencialidades de un territorio.

- Los cambios recientes de usos del suelo, con abandono progresivo de las laderas y la revalorización de los fondos de valle, se producen de forma paralela a la construcción de embalses, la mejora de carreteras y el desarrollo turístico, con implantación de infraestructuras y la urbanización de los alrededores de los pueblos y fondos de valle. De esta forma surge una fuerte competencia por las tierras más fértiles, localizadas en los fondos de valle, que contribuye a desorganizar aún más los usos del suelo. Así, se comprueba en el Pirineo que la ocupación de tierras en los fondos de valle por usos no agropecuarios implica la desaparición de explotaciones

y el abandono de prados y pastos en las laderas.

El abandono de tierras, la reforestación y la importancia de los embalses siguen presentes y, quizás, con más fuerza que nunca en la bibliografía actual (García-Ruiz & Lana-Renault, 2011; Morán-Tejada *et al.*, 2012). La contribución de José M. García-Ruiz a la literatura de algunos de los temas señalados es esencial. Se puede afirmar, incluso, que ha sido uno de los principales impulsores. Así, por ejemplo, el abandono de tierras está presente desde los inicios de su investigación, disfrutando durante los años 1984-1985 del primer proyecto con financiación pública (García-Ruiz *et al.*, 1985), que ha ido renovando hasta la actualidad. Una consulta realizada en la base de datos *Scopus* el día 13 de marzo de 2014 revela que se recogieron 2.223 documentos sobre *Land abandonment*, de los que 21 son firmados por García-Ruiz, que es el segundo autor en número de documentos. Hay que señalar que el primer documento sobre tierras abandonadas se publicó en 1973 y que en toda la década de los setenta sólo se publicaron 19 documentos. Centrándonos en la producción sobre España, recogida en la base *Scopus*, hay que destacar que García-Ruiz figura como autor más prolífico en *Land use changes* (17 de los 733 documentos publicados), *Land cover changes* (12 de los 295), segundo en *Land abandonment* (17 de 259) y en *Land reforestation* (5 de 72).

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hace cuarenta años José M. García Ruiz leyó su tesis doctoral, en la que ya se constata la importancia del territorio como recurso y el análisis de la dimensión espa-

cio-temporal de los cambios de ocupación del suelo; temas que emergen como cuestiones clave en la literatura científica de los últimos años, como consecuencia de la aceleración del ritmo de transformación en el uso de la tierra y la constatación de que tales cambios constituyen una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad, los paisajes culturales y los servicios de los ecosistemas. España no ha sido ajena a este contexto, multiplicándose los estudios a distintas escalas, que van desde la local a la nacional (Lasanta & Vicente-Serrano, 2012; Stellemans *et al.*, 2013), y con enfoques muy diversos: cartografía y cuantificación de los cambios de ocupación del suelo; procesos de revegetación; dinámica, estructura y percepción del paisaje; abandono de tierras con análisis de sus causas y sus consecuencias en la hidrología, en la erosión, en el paisaje, en los incendios, en la oferta pastoral; urbanización y sellado del suelo... (Lasanta, 1990; Vicente-Serrano *et al.*, 2005; Hill *et al.*, 2008; Rescia *et al.*, 2008; Serra *et al.*, 2008; García-Ruiz & López Bermúdez, 2009; Del Barrio *et al.*, 2010; Morán-Ordóñez *et al.*, 2011, entre otros muchos).

En las dos últimas décadas el mundo científico ha tratado de explicar los cambios en el territorio incrementando las conexiones entre los factores ambientales y el papel del hombre en la organización espacial de procesos y recursos, algo que está muy presente en la obra de José M. García Ruiz desde sus inicios. Interpreta las interrelaciones hombre – medio natural y aporta una perspectiva funcional de los sistemas de gestión del territorio en un espacio tan heterogéneo y complejo como la montaña. Analiza, por un lado, las causas que explican los cambios registrados

desde principios del siglo XX, incluyendo entre ellas la despoblación, la desestructuración demográfica, la desorganización social, la dinámica de los mercados, o la influencia de los medios técnicos. Por otro lado, estudia los efectos de tales cambios, centrándose en sus consecuencias en el desarrollo rural y en la dinámica de la ocupación del suelo y el paisaje. El hombre aparece plenamente integrado en un sistema en el que los cambios se encuentran parcialmente controlados por la historia socioeconómica del territorio y por la gestión actual. En definitiva, trata de integrar el factor humano como incentivador de cambios y receptor de efectos; todo ello con el fin de aportar información y estrategias para el desarrollo sostenible de la montaña.

El paisaje ha cobrado recientemente una enorme importancia socioeconómica, ambiental y científica, conforme la sociedad ha valorado más la calidad ambiental y estética del territorio para el establecimiento de actividades económicas y para el disfrute de la naturaleza o para su conservación. Sin embargo, el estudio del paisaje ha estado siempre presente en la investigación de José M. García Ruiz, porque refleja mejor que cualquier otro elemento la interacción entre el medio físico y la actuación antrópica, pasada y reciente, lo que le dota de un elevado dinamismo. Es, además, un tema muy atractivo para un geógrafo interesado por el conocimiento de los hechos que tienen lugar en la interfaces de lo físico y lo humano.

Hemos tenido ocasión de releer ahora lo que José M. García Ruiz escribió hace más de 30 años y seguimos sorprendiéndonos con la frescura de sus ideas, que sólo parcialmente hemos sido capaces de

explotar. El paisaje del Pirineo y del Sistema Ibérico, y de todas las montañas mediterráneas, no puede entenderse sin sus planteamientos sobre gestión y utilización del territorio, sobre las complejas adaptaciones de los aprovechamientos agroganaderos a la heterogeneidad de la montaña, y sin la participación del hombre en la dinámica de los usos y cubiertas del suelo, en la complejidad —en definitiva— de los sistemas montanos.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Y llega el apartado más importante y puede que también el más difícil por la limitación de espacio. Para nosotros escribir otro capítulo sería casi más fácil, después de tantos años de vivencias en común. Dos de nosotros conocimos a José Mari como alumnos veinteañeros; apareció ante nuestros ojos y mentes de novatos un profesor que impartía clases estimulantes, muy cuidadas y con planteamientos rigurosos y ordenados. Conviene recordar que en aquellos años la metodología docente se basaba en la palabra y la pizarra, y de vez en cuando en lo que entonces se llamaba “filminas”. En sus clases, mientras paseaba entre las mesas del aula con el único apoyo de una pequeña ficha que —como mucho— contenía una definición y 3 o 4 palabras, descubrimos que la Geografía explica muchas de las preguntas que nos hacemos a diario sobre el territorio, el medio ambiente, la sociedad, el paisaje o la economía. Pudimos explicarnos porqué unas mañanas amanecemos con nieblas, la lógica de la distribución del comercio en una ciudad o las interrelaciones entre guerras y economía. Nosotros, como la mitad de los alumnos de cada curso, al llegar cuarto elegimos la especialidad de Geografía. Otras dos también descubrimos la Geografía más apasionante, en buena parte, a través de sus escritos, que nos recomendaban frecuentemente nuestros profesores. Este hecho nos hizo crearnos la imagen de un tal García-Ruiz, como un gran geógrafo de los libros de otras épocas, ¡no pensábamos que siguiese vivo y tan cerca!

Recordamos aquel día, diez años atrás, cuando nos comunicaron que José Mari necesitaba dos estudiantes para empezar a trabajar en su equipo. Era algo increíble. Y desde aquel día todo ha sido aprender y disfrutar a su lado, formarnos como geógrafas, como personas.

Hemos tenido el privilegio de trabajar, aprender y convivir día tras días durante muchos años. Nos hemos beneficiado de su creatividad, enorme capacidad de trabajo, de su espíritu inquieto y rigor científico. Nos ha transmitido su pasión por comunicar los últimos avances a los colegas y a cualquier tipo de público. Hemos asistido al goteo constante de llegada de jóvenes investigadores, a los que su inagotable paciencia ha ido formando. Siempre tiene una palabra de ánimo, una frase de apoyo y mil trabajos que compartir para encauzarles el futuro. José Mari ha sabido crear equipos de investigación, sustentados en el diálogo, colaboración y entendimiento. Siempre ha sido un jefe que ha estimulado la iniciativa personal de todos y de cada uno, prestando su apoyo y consejo cuando era necesario, pero animando continuamente a “volar solos”, a buscar un ámbito de desarrollo propio, por muy distinto que fuera del suyo, y seguirlo hasta donde nos pudiera llevar nuestra propia capacidad y esfuerzo.

Los que firmamos este capítulo hemos tenido la oportunidad y la gran suerte de tenerle como maestro, compañero y, sobre todo, como un excelente amigo. Una persona cercana. En todo momento hemos encontrado su puerta abierta, para que, con su saber ver las cosas, su facilidad para encontrar un hilo conductor en un batiburrillo de ideas, nos diera consejo acerca de tal o cual acción, de cómo afrontar algunos envites de la vida, o de cómo comportarnos ante alguna decisión.

José Mari no es perfecto (¿y quién lo es?), pero el balance de su vida de intensa dedicación a la investigación científica ha sido muy fructífero, al alcance de muy pocos. Sigue siendo un ejemplo de constancia y de ilusión, de espíritu científico y de excelencia profesional, de ayuda en el trabajo y en lo personal, y un ejemplo de pasión por la Geografía bien hecha. Por todo ello,



le vamos a echar de menos, aunque sabemos que seguirá siendo un apoyo, y que nos colaremos en sus pensamientos mientras asciende a una cumbre pirenaica o a la Plana de Zaragoza, mientras compra queso, miel y vino en un mercadillo rural. Siempre estarás con nosotros.

Este trabajo se ha realizado con el apoyo financiero de los proyectos: INDICA (CGL2011-27753-CO2-01) e HIDROCAES (CGL2011-27574-CO2-01 y 02), financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad (Gobierno de España).

## 6. REFERENCIAS

- Achard, F., Mollicone, D., Stibig, H.J., Aksenov, D., Laestadius, L., Li, Z., Popatov, P. & Yaroshenko, A. (2006): Areas of rapid forest-cover change in boreal Eurasia. *Forest Ecology and Management*, 237(1-3): 322-334.
- Agnoletti, M. (2007): The degradation of traditional landscape in a mountain area of Tuscany during the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries: implications for diversity and sustainable management. *Forest Ecology Management*, 249: 5-17.
- Alguacil, P. (1985): Esquema metodológico para la valoración del cambio de usos del suelo (Sierra de Ayllón). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 5: 143-165.
- Allan, N.J.R., Knapp, G.W. & Stadel, Ch. (Eds.) (1988): *Human Impact on Mountains*. Rowman & Littlefield, Totowa.
- Anglada, S., Balcells, E., Creus, J., García-Ruiz, J.M., Martí, C. & Puigdefábregas, J. (1980): *La vida rural en la montaña española (Orientaciones para su promoción)*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, 107: 113 pp., Jaca.
- Antrop, M. (1997): The concept of traditional landscapes as a base for landscape evaluation and planning: The example of Flandes Region. *Landscape and Urban Planning*, 38(1-2): 105-117.
- Arnáez, J., Oserín, M., Ortigosa, L. & Lasanta, T. (2008): Cambios en la cubierta vegetal y usos del suelo en el Sistema Ibérico Noroccidental entre 1956 y 2001: Los Cameros (La Rioja, España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47: 195-211.
- Bardsley, D. & Sweeney, S. (2010): Guiding climate change adaptation within vulnerable natural resource management systems. *Environmental Management*, 45(5): 1127-1141.
- Baudry, J. (1991): Ecological consequences of grazing, extensification and land abandonment: Role of interactions between environment, society and techniques. *Options Méditerranéennes, Serie A*, 15: 13-19.
- Bielsa, I., Pons, X. & Bunce, B. (2005): Agricultural abandonment in the North Eastern Iberian Peninsula: The use of basic landscape metrics to support planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 48(1): 85-102.
- Bochet, E., Rubio, J.L. & Poesen, J. (1999): Modified topsoil islands within patchy Mediterranean vegetation in SE Spain. *Catena*, 38(1): 23-44.
- Brugger, E.A., Furrer, G., Messerli, B. & Messerli, P. (Eds.) (1984): *The transformations of Swiss Mountain Regions*. Haupt, Berna (Suiza).
- Bürgi, M., Hesperger, A.M., & Schneeberger, N. (2004): Driving forces of landscape change—current and new directions. *Landscape Ecology*, 19(8): 857-868.
- Chauchard, S., Carcaillet, C. & Guibal, F. (2007): Patterns of land-use abandonment control tree-recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains. *Ecosystems*, 10(6): 936-948.
- Cheng, K.S., Su, Y.F., Kuo, F.T., Hung, W.C. & Chiang, J.L. (2008): Assessing the effect of land cover changes on air temperature using remote sensing images. A pilot study in Northern Taiwan. *Landscape and Urban Planning*, 85(2): 85-96.
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Jensen, P.M. & Pirhofer-Walzl, K. (2010): Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6): 1166-1168.

- Crews-Meyer, K.A. (2004): Agricultural landscape change and stability in Northeast Thailand: Historical patch-level analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(2-3): 155-169.
- Debussche, M., Lepart, J. & Dervieux, A. (1999): Mediterranean landscape changes: evidence from old postcard. *Global Ecology and Biogeography*, 8(1): 3-15.
- Del Barrio, G., Puigdefábregas, J., Sanjuan, M.E., Stellmes, M. & Ruiz, A. (2010): Assessment and monitoring of land condition in the Iberian Peninsula, 1989-2000. *Remote Sensing of Environment*, 114(8): 1817-1832.
- Evely, A., Pinar, C., Reed, M.S. & Fazey, I. (2011): High levels of participation in conservation projects enhance learning. *Conservation Letters*, 4(2): 116-126.
- Fernández-Giménez, M.E. & Fillat, F. (2012): Pyrenean pastoralists' ecological knowledge: documentation and application to natural resource management and adaptation. *Human Ecology*, 40: 287-300.
- French, A.N., Schmutge, T.J., Ritchie, J.C., Hsu, A., Jacob, F. & Ogawa, K. (2008): Detecting land cover change at the Jornada Experimental Range, New Mexico with ASTER emissivities. *Remote Sensing of Environment*, 112(4): 1730-1748.
- García-Ruiz, J.M. (1971): El valle de Urdués. Un estudio de Geografía Rural. *Pirineos*, 102: 53-91.
- García-Ruiz, J.M. (1976 a): *Modos de vida y niveles de renta en el Prepireneo del Alto Aragón Occidental*. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, 106: 272 pp., Jaca.
- García-Ruiz, J.M. (1976 b): La repoblación forestal en la provincia de Logroño. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, 2(1): 25-36.
- García-Ruiz, J.M. (1977): Grandes embalses y desorganización del espacio. El ejemplo del Alto Aragón. *Cuadernos de Investigación (Geografía e Historia)*, 3(1-2): 3-16.
- García-Ruiz, J.M. (1978): Evolución urbana y desconexión regional; el caso de Jaca y del Alto Aragón. *Estudios Geográficos*, 153: 539-560.
- García-Ruiz, J.M. (1980): Demografía y organización del territorio en el Alto Aragón. *I Congreso Español de Antropología*: 107-120, Barcelona.
- García-Ruiz, J.M. (1988): La evolución de la agricultura de montaña y sus efectos sobre la dinámica del paisaje. *Revista de Estudios Agrosociales*, 146: 7-37.
- García-Ruiz, J.M. (1990, ed.): *Geoecología de las áreas de montaña*. Geoforma Ediciones: 327 pp., Logroño.
- García-Ruiz, J.M. (2009 a): Los Cameros, casi cuarenta años después: entre la integración y la marginación. *Zubía*, 27: 159-176.
- García-Ruiz, J.M. (2009 b): Las sierras de Cameros en el contexto de las montañas españolas: de la complejidad al desmoronamiento. En: *Gestión, usos del suelo y paisaje en Cameros. Sistema Ibérico*, La Rioja. Universidad de La Rioja – Instituto de Estudios Riojanos: 355-373, Logroño.
- García-Ruiz, J.M. & Balcells, E. (1978): Tendencias actuales en la ganadería del Alto Aragón. *Estudios Geográficos*, 153: 519-538.
- García-Ruiz, J.M. & Lana-Renault, N. (2011): Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the Mediterranean region - A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(3-4): 317-338.
- García-Ruiz, J.M. & Lasanta, T. (1989): La ganadería extensiva en áreas montañosas marginales: algunos problemas teóricos y prácticos. *Anales del Instituto de Estudios Agropecuarios*, 11: 77-93.
- García-Ruiz, J.M. & Lasanta, T. (1990): Land-use changes in the Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 10(3): 267-279.
- García-Ruiz, J.M. & Lasanta, T. (1993): Land-use conflicts as a result of land-use change in the Central Spanish Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 13(3): 295-304.
- García-Ruiz, J.M., Lasanta, T. & Sobrón, I. (1985): *Estudio comparativo de la evolución geomor-*

- fológica de campos abandonados y áreas repobladas de la cuenca del Jubera*. Gobierno de La Rioja (Infome): 345 pp., Logroño.
- García-Ruiz, J.M. & López Bermúdez, F. (2009): *La erosión del suelo en España*. Sociedad Española de Geomorfología: 441 pp., Zaragoza.
- Gellrich, M., Bauer, P. & Zimmermann, N.E. (2007): Natural forest regrowth as a proxy variable for agricultural land abandonment in the Swiss mountains: a spatial statistical model based on geophysical and socio-economic variables. *Environmental Modeling & Assessment*, 12(4): 269-278.
- Gerard, F., Petit, S., Smith, G. y 29 autores más (2010): Land cover change in Europe between 1950 and 2000 determined employing aerial photography. *Progress in Physical Geography*, 34(2): 183-205.
- Goudie, A. (1986): *The Human Impact on the Natural Environment*. Basil Blackwell: 338 pp., Oxford.
- Grobe, A.O. & Rackman, O. (2001): *The nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. Yale University Press.
- Groot, J.C.J., Rossing, W.A.H., Jellema, A., Stobelaar, D.J., Renting, H. & Van Ittersum, M.H. (2007): Exploring multi-scale trade-offs between nature conservation, agricultural profits and landscape quality – A methodology to support discussions on land-use perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120(1): 58-69.
- Hayes, D.J., Cohen, W.B., Sader, S.A. & Irwin, D.E. (2008): Estimating proportional change in forest cover as a continuous variable from multiyear MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 112(3): 735-749.
- Heredia, A., Frutos, L.M. & González-Hidalgo, J.C. (2013): Diferencias en la evolución del paisaje entre dos municipios prepirenaicos: Alquézar y Valle de Lierp, en la segunda mitad del siglo XX. *Pirineos*, 168: 77-101.
- Hill, J. Stellmes, M., Udelhoven, T., Röder, A. & Sommer, S. (2008): Mediterranean desertification and land degradation: mapping related land use change syndromes based on satellite observations. *Global and Planetary Change*, 64(3-4): 146-157.
- Huang, C., Song, K., Kim, S., Townshend, J.R.G., Davis, P., Mases, J.G. & Goward, S.N. (2008): Use of a dark object concept and support vector machines to automate forest cover change analysis. *Remote Sensing of Environment*, 112(3): 970-985.
- Izquierdo, A.E. & Ricardo, H. (2009): Agricultural adjustment, land-use transition and protected areas in Northwestern Argentina. *Journal of Environmental Management*, 90(2): 858-865.
- Jiménez Herrero, L.M. (2011): *Biodiversidad en España. Base de la sostenibilidad ante el Cambio Global*. Paraninfo. Observatorio de la Sostenibilidad en España: 503 pp., Madrid.
- Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I. y 17 autores más (2001): Environmental and development –sustainability science. *Science*, 292(5517): 641-642.
- Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C. & Xu, J. (2001): The causes of land-use and land cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11(4): 261-269.
- Laney, R.M. (2004): A process-led approach to modelling land change in agricultural landscapes: A case study from Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101(2-3): 135-153.
- Lasanta, T. (1988): The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 132: 15-36.
- Lasanta, T. (1990): Tendencias en el estudio de los cambios de uso del suelo en las montañas españolas. *Pirineos*, 135: 73-106.
- Lasanta, T., Arnáez, J., Ruiz-Flaño, P. & Ortigosa, L. (1989): Evolución superficial del espacio cultivado en Cameros Viejo (Sistema Ibérico)

- y su relación con algunos factores geocológicos. *Estudios Geográficos*, 197: 553-572.
- Lasanta, T. & Vicente-Serrano, S.M. (2007): Cambios en la cubierta vegetal en el Pirineo aragonés en los últimos 50 años. *Pirineos*, 162: 125-154.
- Lasanta, T. & Vicente-Serrano, S.M. (2012): Complex land cover change processes in semi-arid Mediterranean regions: an approach using Landsat images in Northeast Spain. *Remote Sensing of Environment*, 124: 1-14.
- Lasanta, T., Vicente-Serrano, S.M. & Cuadrat, J.M. (2005): Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: a study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography*, 25(1): 47-65.
- Lasanta, T. (en prensa): *El paisaje de campos abandonados en Cameros Viejo*. Instituto de Estudios Riojanos.
- Liang, G. & Ding, S. (2006): Driving factors of forest landscape change in Yiluo river basin. *Journal of Geographical Sciences*, 16(4): 415-422.
- MacDonald, D., Crabtree, J.R., Wiedinger, G., Dax, T., Stamou, N., Fleury, P., Gutiérrez-Lazpita, J. & Gibon, A. (2000): Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal Environmental Management*, 59(1): 47-69.
- McNeill, J.R. (1992): *Mountains of the Mediterranean world. An Environmental History*. Cambridge University Press, New York (USA).
- Menzies, C.T. (ed.) (2006): *Traditional ecological knowledge and natural resource management*. University of Nebraska Press, London, N.E.
- Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R. & Shröter, D. (2006): The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114(1): 69-85.
- Mertens, B. & Lambin, E.F. (1997): Spatial modelling of deforestation in Southern Cameroon. *Applied Geography*, 17(2): 143-162.
- Millennium Ecosystems Assessment (2003): *Ecosystems and human well-being; A framework for assessment*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Morán-Ordoñez, A., Suárez-Seoane, S., Calvo, L. & De Luis, E. (2011): Using predictive models as a spatially explicit support tool for managing cultural landscapes. *Applied Geography*, 31(2): 839-848.
- Morán-Tejada, E., Lorenzo-Lacruz, J., López-Moreno, J.I., Ceballos-Barbancho, A., Zabala, J. & Serrano-Vicente, S.M. (2012): Reservoir management in the Duero basin (Spain): Impact on river regimes and the response to environmental change. *Resources Management*, 26(8): 2215-2246.
- Mottet, A., Ladet, S., Coque, N. & Gibbon, A. (2006): Agricultural land-use change and its drivers in mountain landscapes: a case study in the Pyrenees. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114(2-4): 96-310.
- Muller, M.R. & Middleton, J. (1994): A markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 9: 151-157.
- Nogués-Bravo, D. (2006): Assessing the effects of environmental and anthropogenic factors in land-cover diversity in a Mediterranean mountain environment. *Area*, 38(4): 432-444.
- Olchev, A., Ibrom, A., Priess, J., Erasmi, S., Leembuis, C., Twele, A., Radler, K., Kreilein, H., Paferov, O. & Gravenhorst, G. (2008): Effects of land-use changes on evapotranspiration of tropical rain forest margin area in Central Sulawesi (Indonesia): Modelling study with a regional SVAT model. *Ecological Modelling*, 212(1-2): 131-137.
- Ortigosa, L.M., García-Ruiz, J.M. & Gil-Pelegrín, E. (1990): Land reclamation by reforestation in the Central Pyrenees. *Mountain Research and Development*, 10(3): 281-288.
- Pan, D., Domon, G. de Blis, S. & Bouchard, A. (1999): Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation

- to landscape physical attributes. *Landscape Ecology*, 14(1): 35-52.
- Pelorusso, R., Leone, A. & Boccia, L. (2009): Land cover and land use change in the Italian Central Apennines. A comparison of assessment methods. *Applied Geography*, 29(1): 35-48.
- Pérez-Chacón, E. & Vabre, J. (1987): Cartographie de l'enfrichement: 1841-1985. L'exemple de la Soulane de Faup Haut Couserans (Pyrénées françaises). *Pirineos*, 129: 59-78.
- Poyatos, R., Latron, J. & Llorens, P. (2003): Land use and land cover change after agricultural abandonment: the case of a Mediterranean mountain area (Catalan Pre-Pyrenees). *Mountain Research and Development*, 23(4): 362-368.
- Price, L.W. (1981): *Mountains and Man: A study of Process and Environment*. University of California Press: 506 pp., Berkeley, Los Angeles, and London.
- Pueyo, Y. & Beguería, S. (2007): Modelling the rate of secondary after farmland abandonment in a Mediterranean mountain area. *Landscape and Urban Planning*, 83(4): 245-254.
- Reid, R.S., Kruska, R.L., Muthui, N., Taye, A., Wotton, S., Wilson, C.J. & Mulatu, W. (2000): Land-use and land-cover dynamics in response to changes in climatic, biological, and socio-political forces: the case of southwestern Ethiopia. *Landscape Ecology*, 15(4): 339-355.
- Rescia, A.J., Pons, A., Lomba, I., Esteban, C. & Dover, J.W. (2008): Reformulating the social ecological systems in a cultural rural mountain landscape in the Picos de Europa region (Northern Spain). *Landscape and Urban Planning*, 88(1): 23-33.
- Rogan, J., Miller, J., Stow, D., Franklin, J., Levien, L. & Fischer, C. (2003): Land-cover change monitoring with classification trees using Landsat TM and ancillary data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69: 793-804.
- S.C.F.C. (2011): *Informe 2010: Situación de los bosques y del sector forestal en España*. Sociedad Española de Ciencias Forestales: 302 pp.
- Santana, L.M. & Salas, J. (2007): Análisis de los cambios en la ocupación del suelo ocurridos en sabanas de Colombia entre 1987 y 2001 usando imágenes Landsat. *Geofocus*, 7: 281-313.
- Schröter, D., Cramer, W., Leemans, R. & Prentice, I.C. (2005): Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. *Science*, 310(5752): 1333-1337.
- Seabrook, L., McAlpine, C.A. & Fensham, R. (2007): Spatial and temporal analysis of vegetation change in agricultural landscapes: a case study of two brigalow (*Acacia harpophylla*) landscapes in Queensland, Australia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120(2-4): 211-228.
- Serneels, S. & Lambin, E.F. (2001): Proximate causes of land-use change in Narok District, Kenya: A spatial statistical model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1-3): 65-81.
- Serra, P., Pons, X. & Saurí, D. (2008): Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: a spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28(3): 189-209.
- Sluiter, R. & de Jong, M. (2007): Spatial patterns of Mediterranean land abandonment and related land cover transitions. *Landscape Ecology*, 22(4): 559-576.
- Stellmes, M., Röder, A., Udelhoven, T. & Hill, J. (2013): Mapping syndromes of land change in Spain with remote sensing time series, demographic and climatic data. *Land Use Policy*, 30(1): 685-702.
- Taillefumier, F. & Piégay, H. (2003): Contemporary land use changes in Prealpine Mediterranean mountains: A multivariate GIS-based approach applied to two municipalities in the Southern French Preapls. *Catena*, 51(3-4): 267-296.
- Tasser, E., Teutsch, A., Noggler, W. & Tappeiner, U. (2007): Land-use changes and natural reforestation in the Eastern Central Alps. *Agric-*

- culture, Ecosystems and Environment*, 118(1-4): 115-129.
- Thielen, D.R., San José, J.J., Montes, R.A. & Laird, R. (2008): Assessment of land use changes on woody cover and landscape fragmentation in the Orinoco savannas using fractal distributions. *Ecological Indicators*, 8(3): 224-238.
- Townsend, P.A., Helmers, D.P., Kingdon, C.C., McNeil, B.E., de Beurs, K.M. & Eshleman, K.N. (2009): Changes in the extent of surface mining and reclamation in the Central Appalachians detected using a 1976-2006 Landsat time series. *Remote Sensing of Environment*, 113: 62-72.
- Ubalde, J.M., Rius, J. & Poch, R.M. (1999): Monitorización de los cambios de uso del suelo en la cabecera de cuenca de la Ribera Salada mediante fotografía aérea y S.I.G. (El Solsonés, Lleida, España). *Pirineos*, 153-154: 101-122.
- Vallejo, R., Aronson, J., Pausas, J.G. & Cortina, J. (2006): Restoration of Mediterranean woodlands. En: *Restoration ecology: The New Frontier* (vanandel, J. & Aronson, J., Eds.). Blackwell Science: 193-297 pp., Oxford, UK.
- Van Auken, O.W. (2009): Causes and consequences of woody encroachment into western North American grasslands. *Environmental Management*, 34(6): 802-818.
- Vicente-Serrano, S.M., Lasanta, T. & Romo, A. (2005): Analysis of the spatial and temporal evolution of vegetation cover in the Spanish central Pyrenees. The role of Human Management. *Environmental Management*, 34(6): 802-818.
- Vicente-Serrano, S.M., Trigo, R.M., López-Moreno, J.I., Liberato, M.L.R., Lorenzo-Lacruz, J., Beguería, S., Morán-Tejada, E. & El Kenawy, A. (2011): Extreme Winter precipitation in the Iberian Peninsula in 2010: anomalies, driving mechanism and future projections. *Climate Research*, 46(1): 57-65.
- Vila Subirós, J., Ribas Palom, A., Varga Linde, D. & Llausàs Pascual, A. (2009): Medio siglo de cambios paisajísticos en la montaña mediterránea. Percepción y valoración social del paisaje en la Alta Garrotxa (Girona). *Pirineos*, 164: 69-92.
- Villar, L. & García-Ruiz, J.M. (1976): Explotación del territorio y evolución de pastos en dos valles del Pirineo Occidental. *Publicaciones del Centro Pirenaico de Biología Experimental*, 8: 143-163.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. & Melillo, J.M. (1997): Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 277(5325): 494-499.
- Wyborn, C. & Bixler, R.P. (2013): Collaboration and nested environmental governance. Scale dependency, scale framing and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management*, 123: 58-67.
- Zhao, Y.H. & Wang, X.F. (2011): Driving forces of landscape change at the upriver of Minjiang, China. *Advances Materials Research*, 219-220: 532-537.