

# La complejidad de la cubierta vegetal en los campos abandonados del valle de Aísa (Pirineo Aragonés). Un análisis del papel de los tipos de campos

M.P. Errea Abad<sup>1</sup>, E. Nadal-Romero<sup>2,3</sup>, T. Lasanta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Campus de Aula Dei. Av. de Montañana 1005, 50.080 Zaragoza.

<sup>2</sup>Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics, Earth Surface Science Research Group, University of Amsterdam. Science Park 904, Amsterdam.

<sup>3</sup>Depto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. C. Pedro Cerbuna 12, 50.009 Zaragoza. paz@ipe.csic.es, estelanr@unizar.es, fm@ipe.csic.es

**RESUMEN:** Los campos abandonados forman parte esencial del paisaje de las montañas mediterráneas. Durante siglos el hombre deforestó, roturó y cultivo laderas muy pendientes con suelos poco fértiles para alimentar a la población local, creando un paisaje agrícola complejo con varios tipos de campos: llanos, bancales, en pendiente y articas. Durante el siglo XX se han abandonado muchas laderas agrícolas, iniciándose procesos de sucesión secundaria, con implicaciones ambientales, socioeconómicas y paisajísticas. No todos los campos muestran el mismo ritmo en las etapas de colonización vegetal. Algunos han llegado a la fase de bosque, mientras que otros permanecen en fases previas. El distinto ritmo se ha justificado sobre todo por la edad de abandono. En este trabajo aportamos información del papel de la edad de abandono y de los tipos de campos en el proceso de sucesión vegetal en el valle de Aísa.

Se ha cartografiado, a partir de las fotografías aéreas de 1956 y 1981, el proceso espacio – temporal de abandono y los tipos de campos. La cubierta vegetal actual de los campos abandonados se conoce por el SIOSE (2006). Ambas cartografías se han incorporado a un SIG, lo que permite conocer la distribución espacial de los tipos de campos, su cubierta vegetal actual, y el papel de los tipos de campos en el ritmo de sucesión secundaria. Los resultados sugieren que la edad de abandono tiene menos importancia que los tipos de campos en la sucesión vegetal, quizás porque éstos sintetizan las propiedades ambientales y de gestión que la condicionan.

**Palabras-clave:** sucesión vegetal, abandono de tierras, paisaje agrario, montaña mediterránea.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las montañas mediterráneas han estado explotadas de forma intensiva durante milenios, incluyendo el cultivo de laderas empinadas y el pastoreo excesivo, por lo que sufrieron frecuentes incendios y la deforestación para abrir espacios que roturar y favorecer la expansión de pastos (Roberts, 2014). Durante el siglo XX las montañas mediterráneas europeas vieron disminuir de forma muy acusada la población, el espacio agrícola y los censos ganaderos (Nogués et al., 2008), de forma que el abandono de tierras y la posterior expansión de matorrales y bosques constituyen uno de los principales cambios de ocupación del suelo, con destacadas implicaciones ambientales, paisajísticas y socioeconómicas (Symeonakis et al., 2007; García-Ruiz y Lana-Renault, 2011; Lasanta, 2014).

En el Pirineo aragonés, la agricultura se expandió por enclaves mínimamente cultivables, ocupando geoformas favorables como –por ejemplo- terrazas, pies de vertiente, conos de deyección y rellanos de obturación lateral, y otras menos aptas como divisorias, laderas rectilíneas y convexas, lo que exigió la puesta en funcionamiento de diversos tipos de campos, como se señalará más tarde, para optimizar los rendimientos y la conservación del suelo en las laderas. En las primeras décadas del siglo XX se estima que se llegó a cultivar cerca del 30% de la superficie del Pirineo aragonés por debajo de 1600 m de altitud. Desde esas fechas domina el proceso de abandono de campos de cultivo, habiéndose perdido más del 75% del espacio agrícola tradicional (Lasanta, 1989). Tras el abandono agrícola se inicia un proceso de sucesión vegetal con destacadas implicaciones socioeconómicas, ambientales y paisajísticas (Lasanta, 2014).

La sucesión vegetal en campos abandonados constituye un proceso complejo, que depende de múltiples

factores naturales y de origen humano. Entre los primeros destacan las características edáficas (profundidad y fertilidad de los suelos), la topografía de la ladera (exposición, desnivel, altitud y forma: cóncava, convexa o regularizada), el clima (promedio de precipitación anual, evapotranspiración, temperatura), la litología, que determina la composición florística, y la distancia a cubiertas vegetales naturales. Entre los factores antropogénicos cabe incluir la edad de abandono, la gestión durante la fase de cultivo y la posterior al cese agrícola, destacando el aprovechamiento ganadero y el uso del fuego (Teira y Peco, 2003). Los estudios realizados hasta ahora se centran en la diversidad y ritmo de la sucesión vegetal en función de las condiciones naturales, la edad de abandono y la gestión tras el cese agrícola, llegando a la conclusión de que las trayectorias y dinámica de la vegetación son todavía bastantes desconocidas por la complejidad de las condiciones ecológicas y sociales en que se produce el abandono de tierras. No obstante, la bibliografía considera la edad de abandono como un factor esencial (Lasanta, 2014). Para Burel y Baudry (2002), la enorme diversidad de respuestas en el proceso de sucesión vegetal sólo puede explicarse por la heterogeneidad de los factores locales.

Una variable que se ha estudiado poco es el papel que ejercen distintos tipos de campos. Cabe plantear como hipótesis que los tipos de campos pueden sintetizar las diferencias ambientales locales y las prácticas de gestión pasada y reciente en el espacio agrícola. Por otro lado, algunos modelos modifican las condiciones edáficas e hídricas de los propios campos y de las laderas en que se localizan, lo que también debe condicionar el proceso de colonización vegetal. El objetivo de este trabajo es aportar información sobre la participación de distintas cubiertas vegetales en campos abandonados, teniendo en cuenta la tipología de campos utilizados en el Pirineo Aragonés (llanos, bancales, en pendiente y árticas o campos de agricultura esporádica) y la edad de abandono, lo que puede contribuir a entender mejor la evolución del proceso de sucesión vegetal y la estructura del paisaje.

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1. Área de estudio

El estudio se ha realizado en el valle de Aísa (Pirineo Aragonés), en el que incluimos el municipio de Aísa y las pardinas de Lastias Altas, Lastias Bajas y Fragonal, pertenecientes al municipio de Jaca y localizadas en el curso medio bajo del río Estarrún (Figura 1). El relieve del área en que se localiza el espacio agrícola se caracteriza por laderas regularizadas (entre 20 y 40% de pendiente) y divisorias muy suaves que descienden desde las Sierras Interiores a la Depresión Interior Altoaragonesa. El clima es submediterráneo de montaña, algo continentalizado, con precipitaciones en torno a 800-1000 mm en el fondo del valle y laderas próximas. Las lluvias se concentran en otoño y primavera, siendo los veranos relativamente secos (Vicente-Serrano et al., 2007). Los bosques de *Pinus sylvestris* dominan en las umbrías, mientras que en las solanas aparecen manchas de los primitivos quejigales (*Quercus gr. faginea*), alternando con matorrales submediterráneos (*Buxus sempervirens*, *Genista scorpius*, *Echinopartum horridum*, *Rosa gr. canina* y *Juniperus communis*). Los suelos son pardo forestales, muy pedregosos y de escasa potencia. Se trata de regosoles cuyo horizonte superior ha sido, en numerosas ocasiones, decapitado. De textura franca y franco-arcillosa, tienen deficiencias en nutrientes básicos como potasio y fósforo y se sitúan en torno al 1,5% de materia orgánica. Son, por el contrario, ricos en carbonatos y presentan unas condiciones de estabilidad relativamente aceptables (Ruiz-Flaño, 1993).

El área de estudio alcanza una extensión de 9603,47 ha, de las que se cultivaron -al menos- 2321,5 ha (el 24,2% de la superficie total). En las últimas décadas del siglo XIX, posiblemente, el espacio agrícola ocupó más superficie, coincidiendo con el techo demográfico que se alcanzó en el municipio de Aísa en 1877 con 617 habitantes. La emigración de la población desde esa fecha (263 habitantes en 1971 y 370 habitantes en 2011) y las dificultades para mecanizar las labores agrícolas llevó al abandono de muchos campos. En 2011 se cultivan 392,6 ha, localizadas en el fondo del valle del río Estarrún (terrazas bajas y pies de vertiente) y tres pequeños rellanos de obturación lateral. Tradicionalmente era una agricultura cerealista orientada a la alimentación humana, mientras que desde los años setenta del pasado siglo dominan los prados y alfalfares, destinados a la ganadería, compuesta desde esas fechas por vacas (174 en 2009) y ovejas (3119 en 2009).

El área de máxima concentración de campos abandonados coincide con las laderas de flysch eoceno, en pendientes entre el 20 y el 40% de desnivel, en exposiciones solanas y en altitudes comprendidas entre 900 y 1400 m s.n.m. (Lasanta, 1989). Dentro de ese espacio se diferencian cuatro tipos de campos: llanos, en pendiente, bancales y articas o campos de cultivo esporádico.

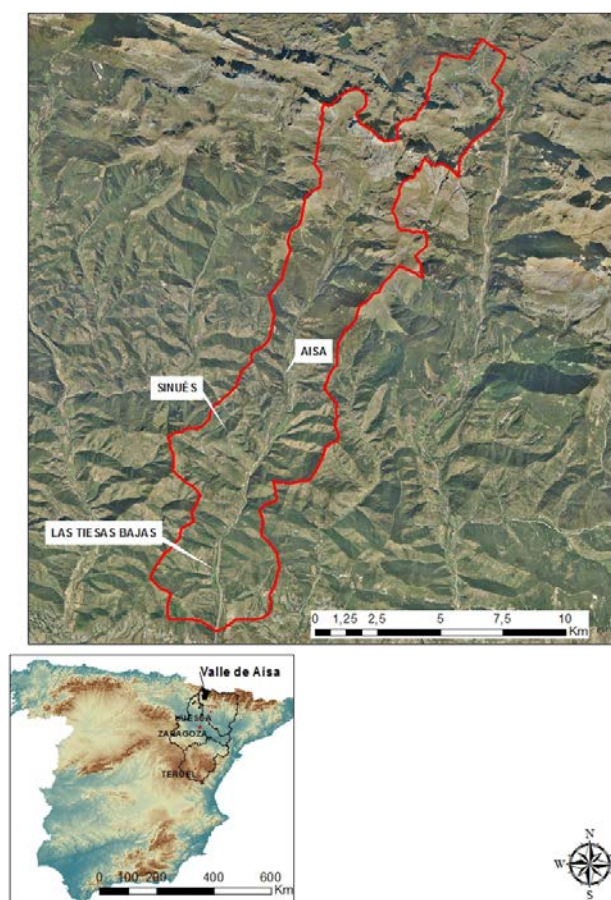


Figura 1 Localización del área de estudio.

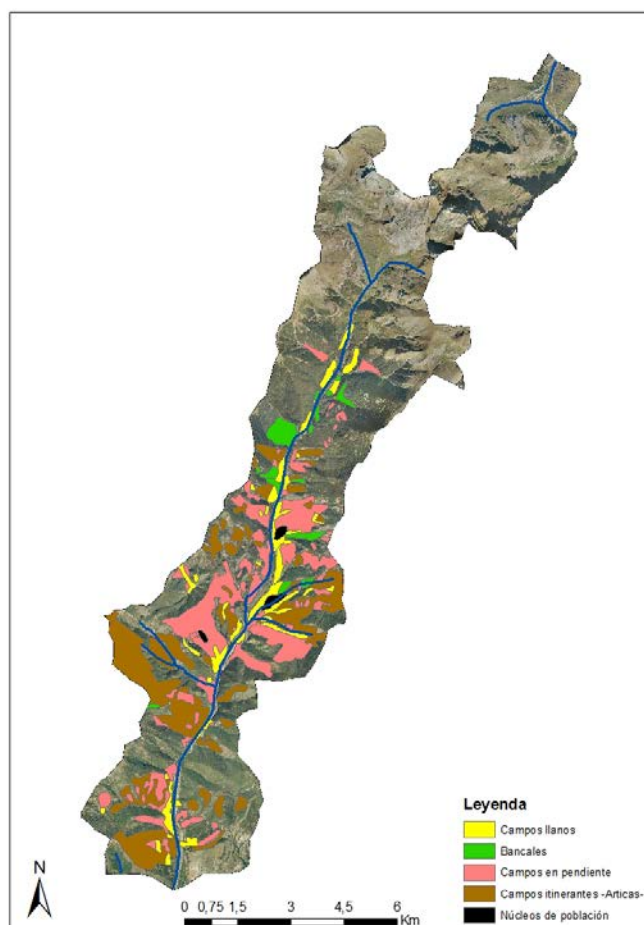


Figura 2. Tipos de campos en el Valle de Aísa.

## 2.2. Métodos

A partir de las fotografías aéreas de 1956 (escala 1: 33.000) se delimitó el espacio agrícola, diferenciando entre el cultivado y abandonado para dicha fecha. A continuación, con el vuelo de 1981 (escala 1: 25.000), se cartografió los campos abandonados entre 1956 y 1981 y los que se mantenían en cultivo en 1981. Se cartografió también los tipos de campos, atendiendo a su forma topográfica y a su cultivo permanente o esporádico. En el Pirineo Aragonés se distinguen:

- Campos llanos* y de suave desnivel. Son parcelas de topografía y disposición prácticamente plana. Poseen suelos profundos y muy fértiles. No plantean dificultades para el uso de maquinaria agrícola, por lo que muchos de estos campos se utilizan como prados de siega. Presentan forma regular de dimensiones variadas, aunque muy pocos superan la hectárea.
- Bancales*. Constituyen el tipo de campos con mayor inversión de trabajo. Se localizan cerca de los pueblos, en laderas muy pronunciadas, o lejos, en laderas más suaves. Los banales constan de rellano plano o ligeramente inclinado, que con una morfología estrecha y alargada siguen las curvas de nivel, y un salto, unas veces protegido por piedras y otras por un talud de hierba. Hasta los años cincuenta todavía se cultivaron los mejores banales, pero posteriormente se abandonaron por sus limitaciones para ser trabajados con maquinaria agrícola, dadas sus reducidas dimensiones y difícil acceso.
- Campos en pendiente*. Son también campos de laderas, pero a diferencia de los banales apenas implican modificaciones estructurales en la ladera, adaptándose a su perfil original. Poseen dimensiones muy variables según la topografía de la ladera. Cuando el desnivel no impide el laboreo con tractor y cuentan con buena accesibilidad se mantienen en cultivo. De lo contrario, se han abandonado.
- Campos de uso esporádico, denominados en el Pirineo como campos de artigueo o *articas*. Su puesta en cultivo coincidía con una elevada presión demográfica, que hizo necesaria la roturación de

laderas marginales, con suelos esqueléticos, muy pedregosos y fuertes pendientes. A veces el espacio de artigueo también estaba compuesto por laderas algo más fértiles, pero muy alejadas de los pueblos. La puesta en funcionamiento de las articas se realizaba mediante el desbroce de los matorrales de una ladera y la quema posterior para utilizar las cenizas como fertilizante. Se cultivaban dos o tres años con cereal (centeno o cebada) y se abandonaban después durante 20-30 años, una vez que se había recuperado algo de fertilidad. Las articas presentan cierta similitud con la agricultura de rozas, muy frecuente en diversas partes del mundo. La mayoría de las articas se abandonaron antes de los años cincuenta, si bien algunas se mantuvieron como prados de diente (Lasanta, 1989).

Para conocer la cubierta vegetal del espacio agrícola se utilizó el SIOSE (Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España), disponible en [www.ign.es](http://www.ign.es). Se trata de una cartografía de usos y cubiertas del suelo, realizada a escala 1: 5000 aunque presentada a escala 1: 25.000, referida al año 2006 (ver más detalles en Lasanta *et al.*, 2011). A partir de la cartografía elaborada con fotointerpretación (tipos de campos y evolución del espacio agrícola) se ha digitalizado en Arcgis 10.1 y georreferenciado al sistema de proyección ETRS89, incorporando toda la información a una base de datos vectorial. De esta forma fue posible conocer la cubierta vegetal actual en los campos abandonados antes de 1956, entre 1956 y 1981 y del espacio que se mantenía en cultivo en 1981, parte del cual se abandonó posteriormente. Como la cartografía que ofrece el SIOSE es de mucho detalle, la leyenda resultante es muy compleja, dando lugar a numerosas combinaciones y mosaicos, lo que dificulta el análisis e interpretación de los resultados. Por ello se optó por hacer una reclasificación en 16 clases (Tabla 1). Tres clases forman cubiertas únicas o simples (son aquellas en las que una sola cubierta ocupa al menos el 80% del polígono), once son compuestas, con la participación de los porcentajes señalados en la tabla 1, y dos cubiertas nada tienen que ver con el proceso de sucesión vegetal.

**Tabla 1.** Cubiertas en campos abandonados del Valle de Aísa a partir del SIOSE.

<i>Cubiertas simples</i>	<i>Cubiertas compuestas</i>	<i>Otras cubiertas</i>
Bosque	Bosque $\geq$ 50% y matorrales	Otros usos: fundamentalmente espacio urbano
Matorral	Bosque $\geq$ 50%, matorral y pastizal	Cursos de agua
Espacio agrícola: Prados	Bosque $\geq$ 50%, matorral y suelo desnudo	
	Matorral $\geq$ 50%, bosque y suelo desnudo	
	Matorral $\geq$ 50%, pastizal y bosque	
	Matorral $\geq$ 50% y pastizal	
	Matorral (50%) y Bosque (50%)	
	Pastizal $\geq$ 50%, Matorral y bosque	
	Pastizal $\geq$ 50%, matorral y suelo desnudo	
	Pastizal (33%), matorral (33%) y bosque (33%)	
	Pastizal $\geq$ 50% y matorral	

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. La cubierta vegetal en campos abandonados del Valle de Aísa

A partir de la fotografía aérea de 1956 puede señalarse que el espacio agrícola del valle de Aísa ocupó al menos 2321,5 ha, el 24,2% de su extensión, lo que constituye un área muy amplia si tenemos en cuenta la escasez de espacios llanos y que una proporción importante del territorio presenta acusadas limitaciones climáticas para el cultivo de cereales (Lasanta, 1989). Las articas con 1002,1 ha constituyen el tipo de campo más extendido (43,2%), seguido por los campos en pendiente (857,9 ha; 36,95%), los campos llanos (322,4 ha; 13,9%) y los bancales (139,1 ha; 6%) (Ver Figura 2), que como en otros valles del Pirineo occidental alcanzan menos extensión que en los valles centro orientales (Lasanta, 1989) (ver figura 2).

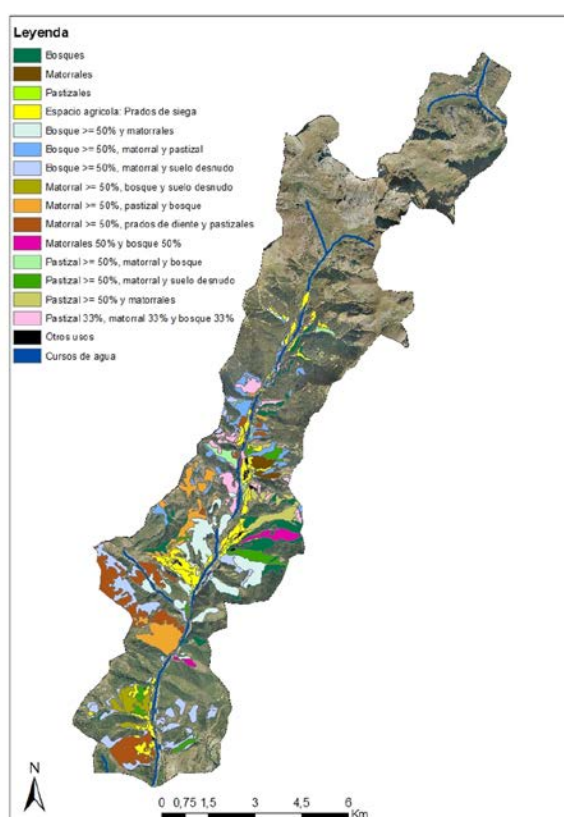
A lo largo del siglo XX, el Valle del Aísa asiste a la contracción del espacio agrícola. En 2006, los cultivos cubrían 465,5 ha (4,85% de su territorio), mientras que los campos abandonados cubrían 1856,1 ha (19,3%). Para 1956 se habían abandonado 1513,3 ha como consecuencia de las fuertes limitaciones topográficas para su cultivo. El proceso de abandono continuó en las décadas siguientes, añadiéndose 250,9 ha entre 1956 y 1981, 91,9 ha entre 1981 y 2006, y 72,9 ha entre 2006 y 2011. La tabla 2 incluye información sobre la evolución del abandono de tierras en función del tipo de campo. Se observa, que las articas se habían abandonado masivamente (92,7% de su superficie) antes de 1956, mientras que los campos en pendiente y los bancales resistieron algo mejor (abandono del 54,4% y 39,9%, respectivamente); en dicha fecha la mayor parte de los campos llanos (80,8%) se mantenían en cultivo, tan sólo se habían dejado de cultivar algunos muy alejados y con mala accesibilidad. Entre 1956 y 1981 el proceso de abandono continúa en todos los tipos de campos, si bien los bancales son proporcionalmente los más afectados, por las dificultades que plantean para la mecanización, tendencia que también se ha puesto de manifiesto en otras montañas mediterráneas (Arnáez et al., 2015). En 2006 se mantenía en cultivo (prados de siega o de diente) el 75,1% de los campos llanos, el 29,1% de los bancales, el 27,8% de los campos en pendiente y sólo el 3,6% de las articas. La posibilidad de pastar (prados de diente) algunos bancales muy difíciles de mecanizar y algunas articas próximas a bordas explica que se mantengan en cultivo. Sin embargo, la mayor parte de los campos llanos y en pendiente que se cultivan son prados de siega por admitir el laboreo con tractor.

**Tabla 2.** Evolución del espacio agrícola en función de la edad de abandono y del modelo de campo (ha).

Uso	Campos Llanos	Bancales	En Pendiente	Articas	Total
Abandonado antes de 1956	61,88	55,57	466,51	929,34	1513,30
Abandonado entre 1956 y 1981	18,35	43	153,04	36,47	250,86
Cultivado en 1981	242,15	40,56	238,31	36,33	557,35
Total	322,38	139,13	857,86	1002,14	2321,51

La figura 3 y la tabla 3 muestran la complejidad actual del paisaje vegetal del espacio agrícola, fruto en gran medida del proceso de colonización vegetal en campos abandonados. De hecho, sólo el 11,35% se mantiene como prados, mientras que el resto del área agrícola tradicional muestra un mosaico de cubiertas. El 16,1% de los campos están dominados por pastizales, en combinación con matorrales, suelo desnudo y bosques. El 28,6% son matorrales como formación única (1,7%) o en combinación con pastizales, bosques y suelo desnudo. El 31,4% presenta una cubierta en la que el bosque constituye la matriz del paisaje, si bien aparece acompañado por formaciones de matorral, pastizal y suelo desnudo. Tan sólo el 10,6% (247 ha) del espacio agrícola ha alcanzado la etapa de bosque. Hay que señalar también que el 1,4% ha pasado a la categoría de otros usos (la mayor parte son parcelas incorporadas al espacio urbano) y el 0,5% forman parte de los cursos fluviales. de otros usos (la mayor parte son parcelas incorporadas al espacio urbano) y el 0,5% forman parte de los cursos fluviales.

Molinillo et al. (1994) estudiaron en el valle de Aísa el proceso de sucesión vegetal en 36 campos abandonados seleccionados en función de edad de abandono (entre 3 y 80 años) y la gestión previa y tras el abandono. Para cuantificar la cubierta vegetal utilizaron la técnica de muestras puntuales mediante el contacto de la vegetación con una aguja (método del *point cuadrat*). En cada campo se tomó información de 100 puntos distribuidos al azar. Comprobaron que los campos abandonados pasan, sintetizando mucho, por las siguientes etapas sucesionales: a) Invasión de herbáceas durante los primeros años (3-5 años). b) Expansión y cubrimiento de matorrales entre los 5 años y 25-30 años. c) Cubrimiento masivo por matorrales (principalmente *Genista scorpius* y *Rosa sp.*) entre los 25 y 50 años. d) Retracción de *Genista scorpius* y nueva expansión de herbáceas y de leñosas arbustivas (*Juniperus communis*, *Crataegus monogyna*, *Buxus sempervirens*,...) a partir de los 50 años de abandono. e) Expansión de *Pinus sylvestris* a partir de los 60 años de abandono dando lugar a bosques aclarados. f) Cubierta de bosque como etapa final del proceso de sucesión vegetal. Un proceso similar se ha descrito en otras montañas mediterráneas (García-Ruiz y Lana-Renault, 2011; Lasanta, 2014). La duración de cada una de las etapas está muy condicionada por la fertilidad y humedad del suelo, la topografía, la proximidad de los campos a masas forestales y la gestión previa (cultivo, fertilización, modelo de campos,...) y posterior al abandono (uso del fuego, pastoreo, desbroces,...). Lo cierto es que el proceso de sucesión vegetal origina un mosaico de usos y cubiertas del suelo, como el que muestra la figura 3, como consecuencia de la edad de abandono, las características y tipo de campo y los factores ambientales y de gestión local.



**Figura 3.** Cubiertas vegetales en el espacio agrícola del Valle de Aísa.

**Tabla 3.** Cubiertas en el espacio agrícola del Valle de Aísa según el tipo de campo (ha).

<i>Cubiertas</i>	<i>C. Llanos</i>	<i>Bancales</i>	<i>C. en Pendiente</i>	<i>Articas</i>	<i>Total</i>
Bosque	45,95	23,41	85,34	92,28	246,98
Matorral	3,01	10,89	26,54		40,44
Espacio agrícola: Prados	118,08	12,9	115,89	16,45	263,32
Bosque>=50% y matorrales	32,51	0,04	178,52	76,7	287,77
Bosque>=50%, matorral y pastizal	23,76	34,74	55,02	50,68	164,2
Bosque>=50%, matorral y suelo desnudo	13,77		75,27	187,84	276,88
Matorral>=50%, bosque y suelo desnudo	2,6		30,21	38,73	71,54
Matorral>=50%, pastizal y bosque	3,16	3,84	66,22	132,67	205,89
Matorral>=50% y pastizal	13,63	8,96	25,63	245,11	293,33
Matorral (50%) y bosque (50%)	2,41		11,28	38,73	52,42
Pastizal>=50%, matorral y bosque	11,6	1,28	29,32	2,48	44,68
Pastizal>=50%, matorral y suelo desnudo	11,46		53,08	48,03	112,57
Pastizal (33%), matorral (33%) y bosque (33%)	12,8	30,6	54,95	31,54	129,89
Pastizal >=50% y matorral	3,95	10,09	36,45	36,21	86,7
Otros usos: fundamentalmente espacio urbano	15,01	2,36	10,38	4,37	32,12
Cursos de agua	7,59	0,19	3,72	0,24	11,74
<b>Total</b>	<b>322,38</b>	<b>139,13</b>	<b>857,86</b>	<b>1002,14</b>	<b>2321,51</b>

Fuente: SIOSE, elaboración propia.

### 3.2. La evolución de la cubierta vegetal en función de los modelos de campos

Para facilitar la interpretación del proceso de sucesión vegetal según la tipología de campos hemos elaborado las figuras 4 y 5. En ellas se han agrupado las clases incluidas en la Tabla 1 en las siete cubiertas del suelo que Molinillo et al. (1994) identifican como principales fases o etapas de la sucesión secundaria.

La figura 4 muestra las cubiertas del suelo en cada tipo de campos en función de la edad de abandono. En los campos que se cultivaban en 1981 dominan los prados en los llanos (50,8%) y en los campos en pendiente (38,6%), siendo también una cubierta destacada en los bancales (30,6%) y en las articas (27,7%). Ello guarda una estrecha relación con su uso como prado de siega (campos llanos y en pendiente) o prados de diente (bancales y articas), lo que permite mantener una cubierta herbácea. Un hecho a destacar es que en los bancales un 37,2% de su superficie ha alcanzado la etapa de bosque denso, mientras que sólo la ha alcanzado el 3,4% de los campos en pendiente y el 1,3% de las articas, como consecuencia de sus diferencias edáficas: mientras los bancales mantienen un suelo relativamente profundo y fértil, los campos en pendiente, especialmente las articas, presentan suelos más delgados y con mayores déficits en nutrientes (Lasanta, 1989). Otro hecho a destacar es que, pese a que el abandono es relativamente reciente en los cuatro tipos de campos, hay una elevada diversidad de las cubiertas vegetales, confirmando una vez más que el abandono agrícola implica –al menos a corto plazo– el incremento de la heterogeneidad del paisaje (Lasanta et al., 2005).

En los campos abandonados entre 1956 y 1981, campos que en 2006 tenían entre 25 y 50 años de abandono, el bosque claro ocupa importantes superficies en los llanos (51,7%), bancales (37,3%) y campos en pendiente (39,8%), siendo su representación algo menor en las articas (27,4%). Las articas muestran que la cubierta de matorral es la dominante cualquiera que sea la edad de abandono, poniendo de relieve que los matorrales pueden permanecer de forma invariable durante muchas décadas, quizás porque necesitan tiempo para que los matorrales (*Genista scorpius*, fundamentalmente, y *Echinopartum horridum*) mejoren las propiedades del suelo.

De los campos abandonados antes de 1956 y que, por lo tanto, tienen más de 50 años desde que cesó el cultivo, llama la atención que muy pocos han completado el proceso de sucesión vegetal, observándose una clara diferencia en función de las características del suelo. En los campos llanos (casi siempre con mejores suelos) el 22,8% de su superficie está cubierta por bosques, mientras que sólo lo está el 9,1% de las articas; entre medio se sitúan los campos en pendiente (13%). Ninguno de los bancales ha alcanzado esta etapa, quedándose el 44,1% en la fase de bosque claro, quizás porque aunque el abandono agrícola fuera temprano, los bancales conservaron durante varias décadas un claro interés ganadero, lo que pudo retrasar el proceso de sucesión vegetal.

La figura 5 muestra las líneas resultantes de acumular el porcentaje de una cubierta vegetal a las propias de etapas previas en el proceso de sucesión secundaria. En los campos cultivados en 1981 se observa que los campos llanos y en pendiente dibujan curvas relativamente parecidas, si bien los campos llanos muestran una línea más tendida por su mayor interés ganadero en las últimas décadas, lo que ralentiza la colonización vegetal. Los bancales muestran una línea de progresión muy uniforme en las primeras etapas, para acelerarse el proceso (incremento de la pendiente) en las dos últimas etapas. Ello sugiere que los bancales conservan su interés ganadero durante mucho tiempo manteniendo una cubierta de pastizal y matorral; cuando el bosque empieza a ser la cubierta dominante la presencia del ganado disminuye y el paso de bosque claro a denso es muy rápido, porque las condiciones edáficas son apropiadas. Las articas ponen de relieve que el paso de pastizal a matorral es relativamente rápido, como consecuencia de su escasa interrelación con la ganadería (perturbaciones mínimas), pero luego el avance en la sucesión vegetal es muy lento porque el suelo necesita ser mejorado para que pueda instalarse el bosque.

Los campos abandonados antes de 1981 muestran curvas parecidas aunque la edad de abandono sea muy distinta. Destaca el hecho de que los bancales son los que presentan un ritmo más rápido en el proceso de sucesión secundaria, quizás porque desde los años ochenta perdieron su interés ganadero lo que ha facilitado un proceso de sucesión vegetal sin interrupciones (incendios, pastoreo,...), algo que también ha ocurrido con las articas, pero las peores condiciones edáficas de éstas ralentizan el ritmo de colonización. En las articas, los matorrales pueden permanecer muchos años en relación con unos suelos pobres y agotados tras su cultivo. Por el contrario, en los bancales el ritmo es mucho más rápido, quizás porque la mayor potencia del suelo favorece la penetración más rápida de las raíces de los matorrales primero y después de los árboles. Por otro lado, las tasas más elevadas de infiltración del agua de lluvia y el mayor control de la escorrentía favorecen mejores condiciones de humedad del suelo y un menor estrés hídrico (Arnaéz et al., 2015). Los campos en pendiente y llanos, especialmente los últimos, muestran un ritmo más lento a pesar de poseer los suelos más fértiles, lo que se explica por su mayor uso ganadero.



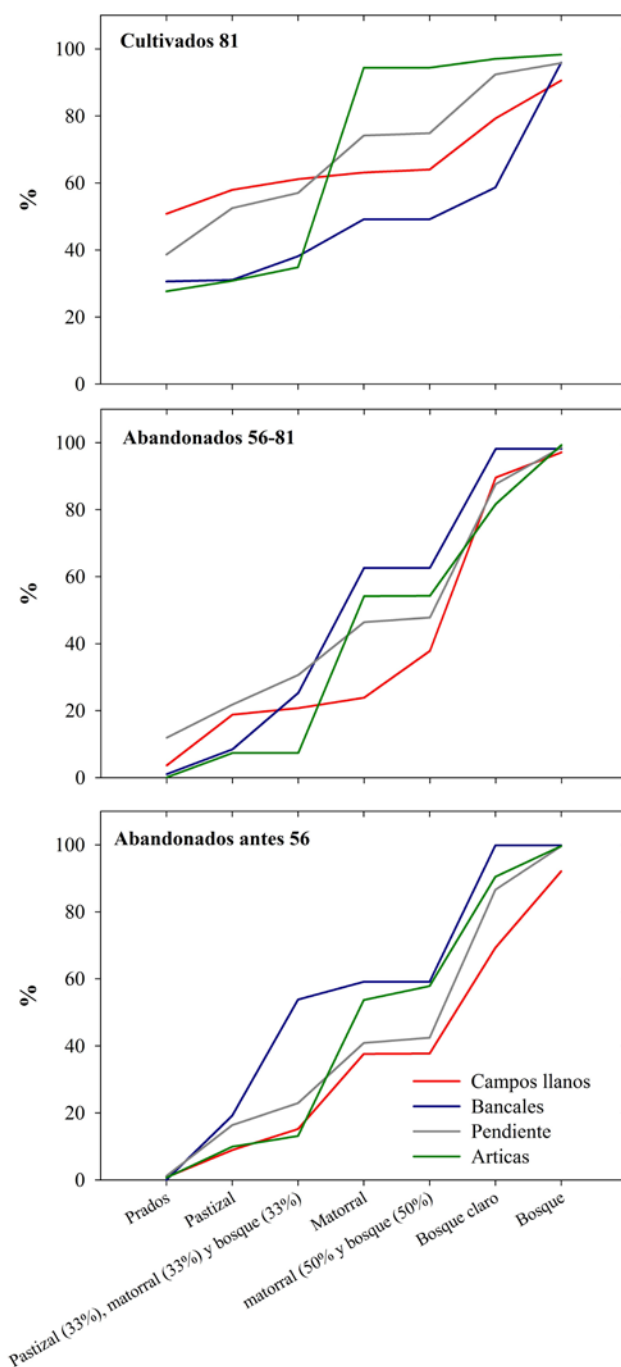
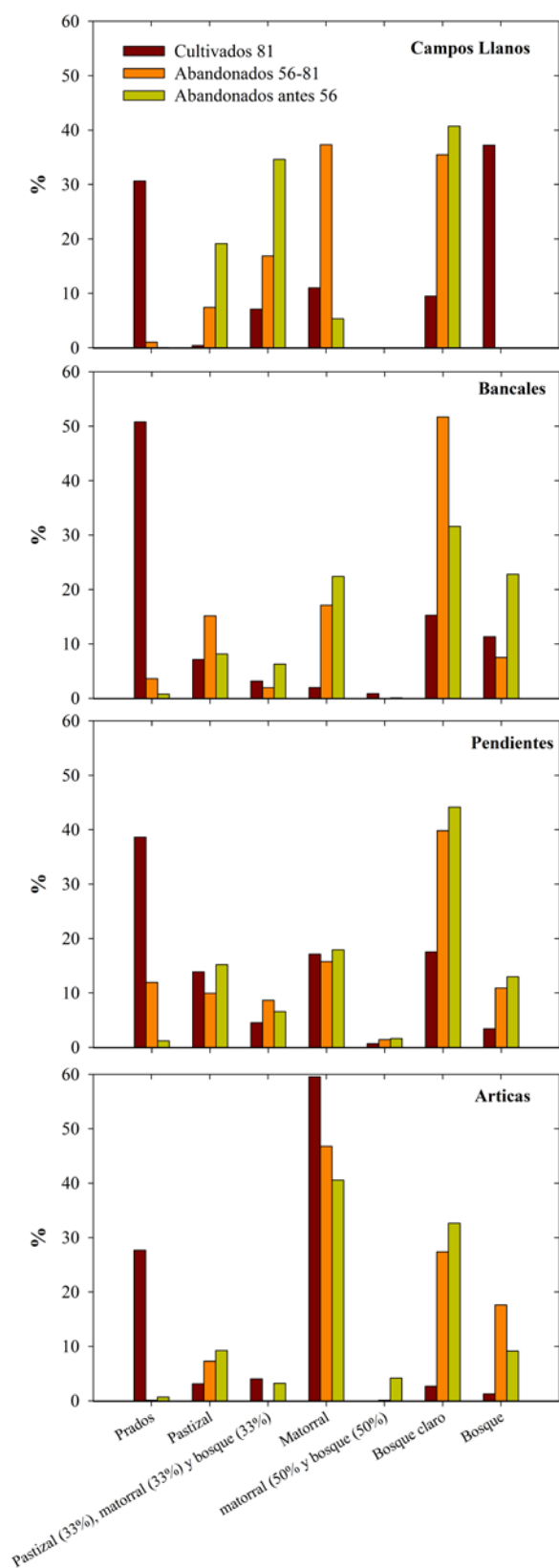


Figura 5. Evolución de la cubierta vegetal acumulando las etapas previas en la sucesión vegetal.

Figura 4. Cubiertas del suelo en función del tipo de campos y la edad de abandono.



Lo señalado más arriba confirma que el proceso de sucesión vegetal es muy complejo, al estar condicionado por factores naturales y humanos. Como consecuencia de ello, el paisaje resultante encierra una elevada heterogeneidad, que dificulta la gestión del territorio: excesiva compartimentación de espacios y limitaciones para poner en marcha programas de reintegración de los campos abandonados al sistema productivo de la montaña. Pero a la vez la complejidad del proceso es un factor que contribuye a mejorar la estructura del paisaje y a incrementar la biodiversidad (Lasanta et al., 2005).

Los campos abandonados del valle de Aísa se encuentra ahora mayoritariamente en la fase de matorral (articas y banales abandonados entre 1956 y 1981) o de bosque claro (campos llanos y en pendiente y buena parte de los banales), mostrando un ritmo de colonización más rápido que en otras montañas submediterráneas, como Cameros Viejo (Sistema Ibérico riojano) donde la matriz del paisaje son los matorrales en formaciones simples o formando parte de asociaciones y mosaicos de cubiertas vegetales (Errea y Lasanta, 2014). Las mayores precipitaciones en el Valle de Aísa que en Cameros Viejo parecen justificar el ritmo más rápido de la sucesión vegetal en el Valle de Aísa.

#### **4. CONCLUSIONES**

La sucesión vegetal en campos abandonados constituye un proceso dinámico que tiende a reinstalar la vegetación natural en un dominio del que fue desalojada. Dicha evolución se escalona en una serie de etapas que llevan desde comunidades pioneras hacia otras más exigentes ambientalmente. De ahí, que inicialmente se instalen herbáceas para dejar paso después a matorrales y árboles y, finalmente, a bosques densos. Sin embargo, ese proceso encierra una gran complejidad temporal y espacial. Así, los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que la edad de abandono no parece ser tan importante como señala la bibliografía, ya que en los campos con mejores condiciones edáficas el ritmo temporal puede ser más rápido que en otros con propiedades más limitantes. Los tipos de campos diseñados por el agricultor en la etapa agrícola parecen conservar un papel importante en el proceso espacio – temporal de sucesión secundaria, ya que condicionan las propiedades del suelo y la gestión post-abandono. Se ha señalado aquí que los campos que admiten el laboreo con tractor (llanos y de suave pendiente) pueden mantener durante más tiempo una cubierta herbácea (prados), ralentizando las fases de colonización. Por el contrario, los banales –una vez que dejan de ser pastoreados- aceleran el ritmo de la sucesión gracias a conservar suelos relativamente profundos y fértiles. En el lado opuesto se sitúan las articas, muy poco pastadas y con suelos muy deficitarios, en las que los matorrales permanecen invariables durante mucho tiempo.

Los resultados de este trabajo confirman la complejidad de la sucesión vegetal en campos abandonados y abren muchos interrogantes sobre un proceso que ocurre en la interface de lo natural y lo humano y donde se imbrican tiempo y espacio, lo que genera multitud de respuestas locales a un proceso que ocurre a escala global.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se ha elaborado con el apoyo del grupo de investigación sobre Geomorfología y Cambio Global, financiado por el Gobierno de Aragón y la Fundación Social Europea. Estela Nadal-Romero disfruta de un contrato postdoctoral “Marie Curie-IEF” (proyecto “MED-AFFOREST” PIEF-GA 2013-624974).

#### **5. BIBLIOGRAFÍA**

- Arnáez, J., Lana-Renault, T., Lasanta, T., Ruiz-Flaño, P., Castroviejo, J. (2015): “Effects of farming terraces on hydrological and geomorphological processes. A review”. *Catena*, 128, 122-134. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2015.01.021>
- Burel, F., Baydry, J. (2002): *Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.
- 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, 317-338.
- Errea Abad, M.P., Lasanta, T. (2014): Cambios en la cubierta vegetal de campos abandonados en función de los modelos de campos en Cameros Viejo (Sistema Ibérico). En Arnáez, J., González-Sampériz, P., Lasanta, T. Valero-Garcés, B.L. (eds). *Geoecología, cambio ambiental y paisaje. Homenaje al Profesor José María García-Ruiz*. Logroño. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC) - Universidad de La Rioja, 383-393.

- Lasanta, T. (1989): Evolución reciente de la agricultura de montaña: el Pirineo Aragonés. Logroño, Geoforma Ediciones.
- Lasanta, T. (2014): El paisaje de campos abandonados en Cameros Viejo (Sistema Ibérico, La Rioja). Logroño, Instituto de Estudios Riojanos.
- Lasanta, T., Errea, M.P., Vicente-Serrano, S.M. y Arnáez, J. (2011): “La diversidad de la cubierta vegetal en campos abandonados del Leza y Jubera (Sistema Ibérico, La Rioja) a partir del SIOSE”. *Zubía. Monográfico*, 23, 55-78.
- 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, 47-65.
- Molinillo, M., García-Ruiz, J.M., Lasanta, T. (1994): “Sucesión vegetal y recursos pastorales en campos abandonados del Pirineo Central”. En: *Actas del VIII Coloquio de Geografía Rural. Comunicaciones*. Córdoba. Asociación de Geógrafos Españoles, 236-241.
- Nogués, D., Araujo, M.B., Lasanta, T., López-Moreno, J.I. (2008): “Climate change in Mediterranean mountains during the 21st century”. *Ambio. A Journal of the Human Environment*, 37(4), 280-285.
- Roberts, N. (2014): *The Holocene. An Environmental History*. Wiley-Blackwell, eds. 3d edition.
- Ruiz-Flaño, P. (1993): Procesos de erosión en campos abandonados del Pirineo. Logroño, Geoforma Ediciones.
- Symeonakis, E., Calvo-Cases, A., Arnau-Rosalen, E. (2007): “Land use change and land degradation in south-eastern Mediterranean Spain”. *Environmental Management*, 40 (1), 80-94.
- Teira, A.G., Peco, B. (2003): “Modelling old field species richness in a mountain area”. *Plant Ecology*, 166(2), 249-261.
- Vicente-Serrano, S.M., López-Moreno, J.I., Beguería, S. (2007): “La precipitación en el Pirineo español: diversidad espacial de las tendencias y escenarios futuros”. *Pirineos*, 162, 43-69.