

PRINCIPALES TENDENCIAS DE CAMBIO EN LOS PAISAJES FORESTALES DE LA RED DE PAISAJES RURALES ESPAÑOLES (REDPARES) EN EL PERIODO 1956-1998.

García del Barrio, J.M. ⁽¹⁾, Ortega, M. ⁽¹⁾, González, S.⁽²⁾ y Elena-Rosselló, R. ⁽²⁾

(1) Centro de Investigación Forestal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. CIFOR-INIA. Carretera de La Coruña KM 7,500. 28040 Madrid. jmgarcia@inia.es, ortega@inia.es

(2) Departamento de Silvopascicultura. Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos Forestales. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. relena@forestales.upm.es, labecol@forestales.upm.es

Resumen

Se estudian los principales cambios de usos del suelo que han tenido lugar en los paisajes de la Red de Paisajes Rurales Españoles, que presentan o han presentado una tipología de uso forestal a lo largo de los últimos 50 años. Los paisajes se analizan mediante fotointerpretación de imágenes aéreas de tres fechas sucesivas (1956, 1984 y 1998), y visita de campo reciente para validar dicha interpretación. Las variables que se consideran a la hora de definir la composición y la estructura de cada paisaje son tipos de usos del suelo, especie o especies que constituyen las masas forestales y densidad de la cubierta leñosa. La información obtenida se procesa en un Sistema de Información Geográfica (SIGPARES) a través de coberturas de usos del suelo, una para cada paisaje y fecha, y a través de coberturas de cambios en los usos del suelo, composición de las masas y densidad de la cubierta leñosa de cada paisaje y periodo. Este análisis diacrónico permite establecer 15 tipos de procesos que pueden afectar a cada de las unidades (teselas) en que se divide un paisaje. Se presenta una exposición de los principales resultados obtenidos para el conjunto del territorio español, así como algunas consideraciones sobre la relación entre la intensidad de cambio y las variables fisiográfico-climáticas del territorio.

Palabras claves: Ecología del paisaje, cambios usos del suelo, forestación, intensificación, abandono.

INTRODUCCIÓN

El paisaje, desde un punto de vista ecológico, constituye el nivel de organización en el que se estudia la interacción de los distintos organismos y agrupaciones de organismos (desde poblaciones a ecosistemas) que comparten un territorio determinado. Como nivel de organización superior, el paisaje se puede interpretar a partir del estudio de las partes que lo constituyen pero, como todo metasistema, también presenta propiedades que van más allá de la agregación de sus componentes y se relacionan tanto con la estructura y la disposición espacial de los componentes como con las relaciones funcionales que se establecen entre los componentes (BUREL Y BAUDRY, 2002).

Cada paisaje se puede interpretar a la luz de dos grandes grupos de fuerzas conductoras, que han interactuado en el tiempo con distinta intensidad. En primer lugar están los factores ambientales que incluyen las condiciones fisiográfico-climáticas y biogeográficas de la región, teniendo en este apartado gran importancia la tipología, frecuencia e intensidad de las perturbaciones. En segundo lugar esta la historia de la interacción hombre-paisaje, expresada en los usos del suelos tradicionales y en los cambios o perturbaciones de la dinámica natural inducidos por el hombre. Estas dos fuerzas conductoras determinan, en el espacio y en el tiempo, la tipología y distribución de los usos del suelo que es uno de los objetos de estudio de la ecología del paisaje.

A lo largo de casi tres décadas se han venido sucediendo estudios que contemplan el paisaje desde una perspectiva espacial, estudiando diversos índices de composición y estructura (ver por ej: RIITTERS et al, 1995) o desde una perspectiva temporal analizando cambios en dicha composición y estructura. Desde un punto de vista temporal los cambios se pueden referir a la tipología y estructura general del paisaje (VIEDMA y MELIÁ, 1999) o a cada uno de sus componentes y usos del suelo en el doble sentido de disminución o desaparición de algunos usos como pérdida de superficie forestal o de dehesas (GARCÍA DEL BARRIO et al, 2004), etc o procesos de transformación que desde distintos usos de partida llevan a la aparición de nuevos usos (procesos de transformación). Según la escala del paisaje que se estudia, (un municipio, una comarca, una región, etc), el grano (nivel de detalle en la definición de los usos del suelo) y el ámbito temporal, serán más adecuadas unas aproximaciones u otras a la hora de interpretar la realidad paisajística y su evolución.

En el presente trabajo se parte de los paisajes de la Red de Paisajes Españoles (REDPARES) que se han clasificado como forestales en sentido amplio, en un trabajo anterior (GARCÍA DEL BARRIO et al, 2003). El estudio de la composición de usos del suelo en tres fechas sucesivas (1956, 1984 y 1998) permite, utilizando herramientas de SIG implementadas en SIGPARES, establecer que uso del suelo se ha dado a cada porción del territorio en cada una de las fechas y en que medida se han producido o no determinados procesos de cambio. Dado que los paisajes se distribuyen a lo largo de toda España, no resulta difícil establecer agrupaciones de ellos que responden a condiciones geoclimáticas expresadas en un doble gradiente aridez-acidez, pudiendo buscar tendencias en los procesos de cambio que van más allá de los paisajes individuales. El presente trabajo tiene como objetivo establecer hasta que punto las condiciones fisiográfico-climáticas establecidas en ese doble gradiente y el periodo de tiempo estudiado (1956-1984 o 1984-1998) tiene significación a la hora de explicar los principales procesos de cambio en los usos del suelo que se dan en los diferentes paisajes de la red.

MATERIAL Y MÉTODOS

La red de paisajes rurales españoles.

Los 215 paisajes de REDPARES están distribuidas a lo largo de todo el territorio español y son representativas de las clases biogeoclimáticas (CLATERES) definidas por ELENA-ROSSELLÓ (1997). Cada paisaje esta definido como una parcela de aproximadamente 1600 ha (4 x 4 km²) en donde apase ha estudiado la distribución de usos del suelo a partir de fotointerpretación de imágenes aéreas de tres fechas sucesivas (1956, 1984 y 1998) y validación mediante visita de campo. La

tipología de usos del suelo o de tipos de uso y cubierta (en adelante TUC) utilizada comprende 10 categorías principales (bosque, matorral, dehesa, repoblación forestal, pastizal, cultivo, bosque de galería, roquedo o tierra yerma, masa de agua y urbano o industrial) que se corresponden básicamente con las del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (MAPA, 1986) y son coherentes con otros sistemas europeos actualmente desarrollados a escala continental. Tanto el sistema utilizado en CORINE (JANSEN y DI GREGORIO, 1999) como la más reciente EUNIS Habitat classification (<http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>) son compatibles y traducibles de manera biunívoca con la tipología aquí utilizada. En concreto, nuestros TUC son comparables con los Land Cover Types definidos a Nivel 2 en la nomenclatura CORINE Además de la tipología TUC se consigna, para las formaciones leñosas, un valor de densidad de la cubierta (en una escala creciente de 1 a 4), reflejándose también la identidad de las tres especies principales.

De los 215 paisajes que componen la red, en este trabajo se presentan los resultados para los 156 de la España Peninsular y Balear que en publicaciones anteriores (ver por ej: GARCÍA DEL BARRIO et al, 2003) se han clasificado como forestales (aquéllos en los que los usos relacionados con el término monte como bosques, matorrales o dehesas dominan en el conjunto del paisaje).

Tipificación geoclimática de los paisajes de la red.

Los 156 paisajes forestales se han agrupado en un total de 11 categorías o estratos muestrales de los 15 posibles atendiendo a una Tipificación Geoclimática establecida por métodos de análisis multivariantes (a partir de información geológica, climática y fisiográfica) en dos ejes cartesianos uno de carácter climático y otro de carácter litológico. Los paisajes se sitúan en el espacio definido por los ejes de aridez (gradiente creciente en 5 clases que va desde el régimen húmedo de la Ecoregión Galaico-Cantábrica -A- hasta el régimen hiperárido de la costa sur-oriental mediterránea y el Valle del Ebro -E-) y acidez (reflejando un gradiente creciente en 3 clases que va desde los substratos calizos de los sistemas montañosos ibéricos, béticos y litorales mediterráneos -1- hasta los substratos ácidos del escudo hespérico con localización en el Oeste de la península -3-) tal y como se muestra en la Tabla 1. Esta agrupación de los paisajes permite no sólo un adecuado tratamiento estadístico de los resultados sino la posibilidad de extrapolar tendencias a amplias extensiones del territorio. La distribución de los paisajes y su asignación a cada tipo geoclimático se muestra en la Figura 1.

Estudio de los procesos de cambio en el paisaje

Utilizando las coberturas correspondientes a cada fecha y mediante su superposición en un SIG (Arc-Gis) se han establecido procesos de cambio correspondientes a los dos periodos estudiados, 1956-1984 y 1984-1998. Los cambios de uso producidos en los intervalos entre estas fechas han sido medidos en porcentaje de superficie y evaluados de acuerdo a 3 criterios: i) Cambios de TUC; ii) Cambios de densidad de la cobertura leñosa sin cambio de TUC; iii) Mantenimiento tanto del TUC como de su densidad. La Tabla 2 muestra las diferentes posibilidades de cambio y la denominación de cada proceso.

Análisis de los datos

Los procesos de cambio han sido analizados mediante modelos lineales generalizables por la imposibilidad de obtener residuos normales con análisis paramétricos convencionales debido al exceso de sesgo de las distribuciones de frecuencias. Este problema está ocasionado por un exceso de valores próximos a cero, ya que en la mayoría de los paisajes se produjeron procesos de cambio que afectaron a muy poca superficie. Los modelos lineales generalizables muestran la relación entre una variable dependiente, el proceso de cambio, y dos variables predictoras, el estrato geoclimático y el intervalo de tiempo (1956-1984 o 1984-1998). En este caso, el problema del sesgo se ha solventado mediante una función de relación de tipo exponencial. La bondad de ajuste de este tipo de modelos se ha medido por la desviación escalada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los paisajes forestales estudiados presentan, durante el primer periodo, como proceso mayoritario los distintos cambios de TUC en el 49 % de los casos. El mantenimiento de monte aparece como mayoritario en otro 35 %, mientras que los procesos de mantenimiento de otros usos y cambios de densidad dominan en un 8 % de los paisajes respectivamente. En el segundo periodo domina la estabilidad con un 64 % de los paisajes caracterizados por el mantenimiento de montes, un 19 % por el mantenimiento de otros usos, mientras que únicamente un 10 % de los paisajes aparecen dominados por los cambios de TUC y el 7 % restante se caracteriza por procesos de cambio de densidad en las cubiertas leñosas.

Atendiendo a los procesos considerados en conjunto, los que mayor incidencia han tenido, en los 2 periodos de tiempo, son los que se relacionan con el mantenimiento de los usos del suelo, siendo el mantenimiento de las áreas de montes el que aparece como mayoritario (36,6%) seguido del mantenimiento del resto de los otros usos (20,4%). A continuación se ordenan los procesos relacionados con el cambio de densidad de la cubierta leñosa como la densificación (11,1%) y el aclarado (5,7 %). Entre los cambios de TUC la mayor incidencia la tiene la matorralización (6,9 %) seguida de las repoblaciones (5,3%), aunque estas últimas fueron mucho más notables en el primer periodo (1956-1984) que en el segundo (1984-1998) tal como se muestra en la Figura 2ab. Los procesos de cambio menos frecuentes (ocurridos en menos del 30% de los paisajes) y que han afectado a una menor extensión territorial son la fragmentación, el adhesionamiento, la desertificación, la inundación y la riberización en ambos intervalos (Figura 2ab).

La influencia del estrato geoclimático para el proceso de mantenimiento de montes aumenta con el eje de la aridez, resultando mayor para el segundo periodo de tiempo estudiado (Figura 3a). El resto de los usos muestran un proceso de mantenimiento que alcanza sus máximos valores para paisaje situados en ambos extremos del eje de aridez (zonas más húmedas y zonas más áridas), alcanzando valores mayores para el segundo periodo con respecto al primero (Figura 3b).

En los procesos de cambio de densidad, se observa que la densificación se reduce a lo largo del gradiente de aridez sin mostrar diferencias significativas entre los dos intervalos de tiempo (Figura 3c). El aclarado ha sido significativamente mayor en el primer intervalo que en el segundo, pero mientras que en el primer periodo muestra una tendencia a aumentar a lo largo del eje de aridez, en el segundo esta tendencia se invierte dándose valores ligeramente menores para las zonas más áridas (Figura 3d).

Entre los procesos de cambio de uso, los más abundantes han sido las repoblaciones que alcanzan por término medio al 20 % de la superficie de cambio de los paisajes más húmedas del gradiente, si bien se ha detectado una importante diferencia entre

periodos con una importante reducción en el segundo periodo con respecto al primero (Figura 3e). Otro cambio de uso que supone un aumento del uso forestal pero sin la intervención directa del hombre es la colonización de zonas abandonadas por evolución natural de la vegetación. Este abandono propicia la entrada de matorrales en un proceso de matorralización, que puede extenderse por zonas amplias del paisaje, aunque también se dan casos de forestación en los que los elementos arbóreos están presentes desde casi los primeros estadios post-abandono. Los procesos de matorralización han sido más abundantes en el primer periodo que en el segundo, dándose más en los dos estratos más áridos (Figura 3f) de gradiente. Por lo que respecta a la forestación también ha tenido más incidencia en el primer periodo, pero localizándose en los paisajes de los estratos básicos de la zona media del gradiente de aridez (Figura 3g).

Otro cambio de uso destacable ha sido la intensificación o creación de nuevos cultivos que ha tenido incidencia preferentemente en el primer periodo, con un aumento significativo en las zonas más áridas (valor medio próximo al 11% de superficie transformada en los paisajes básicos del estrato climático más árido (Figura 3h). Relacionado con este tipo de cambio se encuentra la fragmentación o cambio a mosaicos de usos múltiples entre los que suelen ser frecuentes los cultivos. Este cambio, aunque minoritario (medias menores de 5%), ha sido significativamente mayor en los paisajes de la primera mitad del gradiente de aridez y preferentemente durante el primer intervalo (Figura 3i). No se han encontrado relaciones significativas entre el resto de los tipos de cambios y la acidez o basicidad del suelo, en parte debido a que la mayoría de los paisajes se encuentran en suelos neutros. En suelos ácidos el único tipo de cambio que ocupó más superficie que en los básicos fue el adeshamiento, si bien es un tipo de cambio muy minoritario (1%).

BIBLIOGRAFÍA

- BUREL, F. Y BAUDRY, J. 2002. *Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 353 pp.
- ELENA-ROSSELLÓ, R. (coord) 1997. *Clasificación Biogeoclimática de España Peninsular y Balear*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- GARCÍA DEL BARRIO, J. M., BOLAÑOS, F. & ELENA-ROSSELLÓ, R. 2003. Clasificación de los paisajes rurales españoles según su composición espacial. *Invest. Agrar: Sist. Recur. For.* 12 (3) pp 5 –17.
- GARCÍA DEL BARRIO, J. M., BOLAÑOS F., ORTEGA, M. Y ELENA-ROSSELLÓ, R. (2004). Dynamics of land use and land cover changes in REDPARES dehesa landscapes over the last forty years (1956-1998). In Schnabel, S. & Ferreira, A. (Eds) Sustainability of Agro-Silvo-Pastoral Systems -Dehesas, Montados-. *Advances in GeoEcology* n° 37 pp 47-54
- JANSEN L. J. M. & DI GREGORIO, A. 1999. 'The problems of current land cover classifications: development of a new approach', *Land Cover and Land Use Information Systems of for European Union policy needs*. Proceedings of the seminar, EUROSTAT, Luxembourg, 21-22 January 1998, p 93-104, Luxembourg.
- RIITTERS K.H., O'NEILL, R.V., HUNSAKER, C.T., WICKHAM, J.D, YAKEE, D.H., TIMMINS, S.P., JONES, K.B. JACKSON, B.L. 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics. *Landscape Ecology* 10(1):23-39.
- VIEDMA, O. AND MELIÁ, J. 1999. Monitoring temporal changes in the spatial patterns of a Mediterranean shrubland using Landsat images. *Diversity and Distributions* 5: 275-293.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Distribución geoclimática de los 156 paisajes forestales estudiados. A: Húmedo, B: Subhúmedo, C: Subárido, D: Árido, E: Hiperárido. 1: Calizo, 2: Neutro o Transicional, 3: Ácido

		Estratos Climáticos				
		A	B	C	D	E
Estratos Litológicos	1	-	9	8	13	9
	2	24	18	9	22	9
	3	-	-	14	21	-

Tabla 2. Procesos de cambio de los diferentes TUC teniendo en cuenta la densidad vegetal de las formaciones forestales.

Tipo de cambio	Proceso	Descripción
Cambio de densidad	Aclarado	Perdida de densidad vegetal de una formación forestal
Cambio de densidad	Densificación	Incremento de densidad vegetal de una formación forestal
Sin cambio	Mantenimiento de montes	Mantenimiento de cubierta leñosa de bosques, matorrales y dehesas
Sin cambio	Mantenimiento	Mantenimiento de otros TUC excepto los de montes
Cambio de TUC	Adehesamiento	Conversión en dehesas

Cambio de TUC	Forestación	Formación de bosques por abandono de usos
Cambio de TUC	Repoblación	Plantación de árboles para formación de bosques
Cambio de TUC	Matorralización	Cambio al uso matorral
Cambio de TUC	Riberización	Creación de bosquetes riparios
Cambio de TUC	Fragmentación	Cambio a mosaicos de usos múltiples
Cambio de TUC	Empradizamiento	Cambio al uso pastizal
Cambio de TUC	Inundación	Formación de embalses
Cambio de TUC	Desertificación	Cambio a tierra yerma
Cambio de TUC	Intensificación	Creación de cultivos a partir de otros usos
Cambio de TUC	Urbanización	Creación de terrenos urbanizables

Tabla 3. Modelos lineares generalizables de los procesos de cambio de usos en paisajes forestales de REDPARES en relación a los estratos geoclimáticos (G) y a los periodos de tiempo estudiados (I). La bondad de ajuste de los modelos tiene una desviación escalada de 312 para 290 grados de libertad. Los modelos presentan una robustez de 1,08.

Mantenimiento de monte			Mantenimiento de Repoblaciones otros usos			Urbanizaciones			Adhesamiento					
<i>gl</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>		
<i>Chi-</i>	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10		
<i>p</i>	65.87	30.10	4.06	57.99	26.78	4.72	47.08	24.66	13.45	23.28	3.88	11.43		
	0.00	0.00	n.s.	0.00	0.00	n.s.	0.00	0.00	n.s.	0.01	0.05	n.s.		
	0.00	0.00	n.s.	0.00	0.00	n.s.	0.00	0.00	n.s.	0.00	0.02	n.s.		
Aclarado			Empradizamiento			Forestación			Fragmentación			Intensificación		
<i>gl</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>		
<i>Chi-</i>	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10		
<i>p</i>	13.45	14.38	12.82	44.92	2.76	7.09	16.26	15.88	13.86	34.92	5.08	10.68		
	n.s.	0.00	n.s.	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	0.00	n.s.	0.00	0.02	n.s.		
	n.s.	0.00	n.s.	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	0.00	n.s.	0.00	0.02	n.s.		
	n.s.	0.00	n.s.	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	0.00	n.s.	0.00	0.02	n.s.		
Densificación			Matorralización			Desertificación			Riberización			Inundaciones		
<i>gl</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>	<i>G</i>	<i>I</i>	<i>G x I</i>		
<i>Chi-</i>	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10		
<i>p</i>	52.45	2.91	8.75	22.24	11.79	11.11	12.67	2.36	12.13	8.74	2.05	7.00		
	0.00	n.s.	n.s.	0.01	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		
	0.00	n.s.	n.s.	0.01	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		
	0.00	n.s.	n.s.	0.01	0.00	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.		

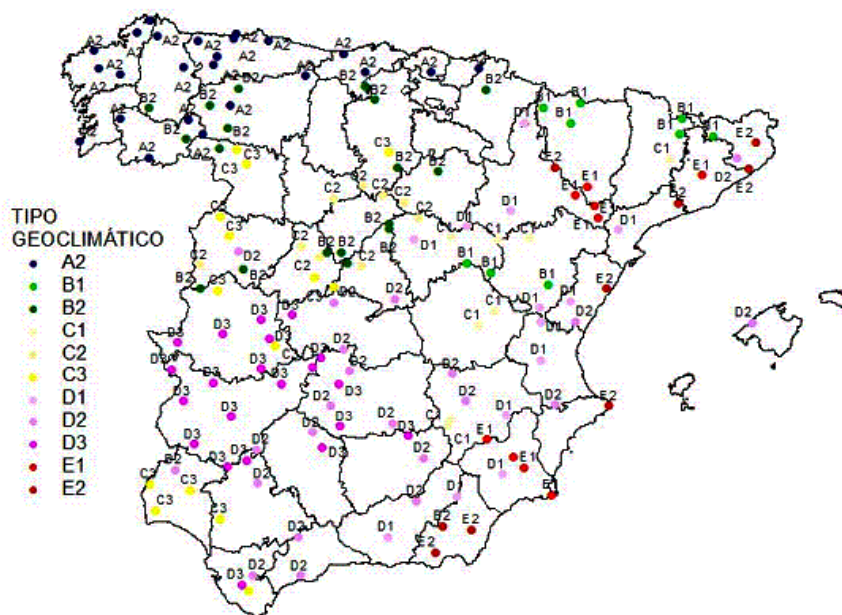


Figura 1. Distribución de los 156 paisajes forestales de REDPARES con su asignación al Tipo Geoclimático.

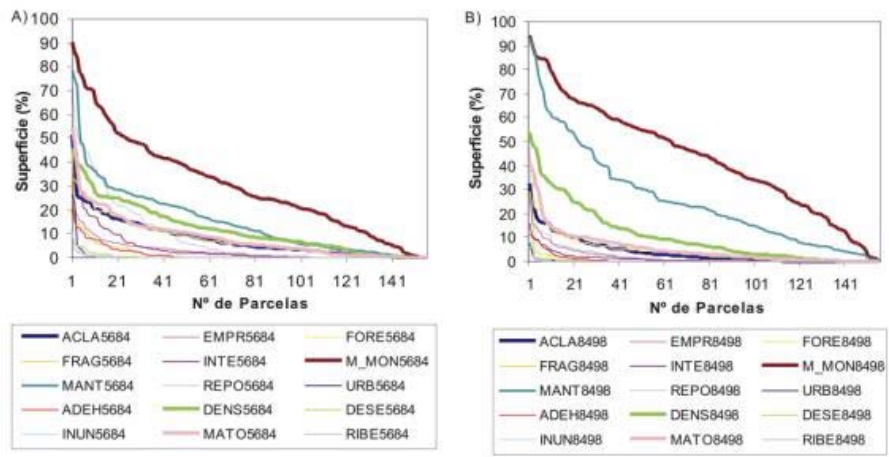


Figura 2. Ordenación de los paisajes en función del % de superficie implicada en cada uno de los procesos de cambio. A) Periodo 1956-1984. B) Periodo 1984-1998.

>

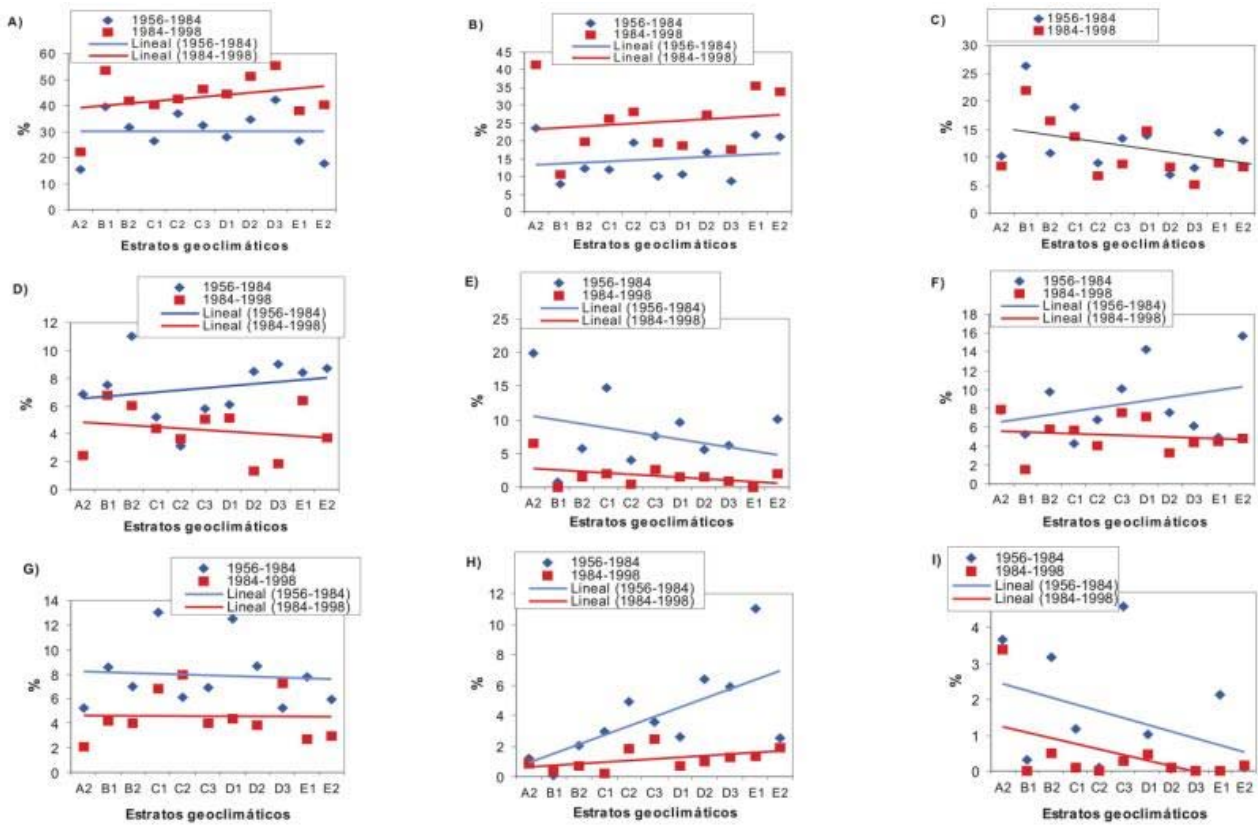


Figura 3. Resultados del análisis de los procesos de cambio mediante modelos lineares generalizables (GLZ) con el estrato geoclimático y los periodos de cambio como variables predictoras. A) Mantenimiento monte. B) Mantenimiento de otros usos. C) Densificación D)Aclarado. E) Repoblación. F) Matorralización G) Forestación. H) Intensificación. I) Fragmentación.