

MEDITERRANEA

SERIE DE ESTUDIOS BIOLÓGICOS

2005 Época II N° 18



COMITÉ EDITORIAL:

Ch. P. BLANC

G.U. CARAVELLO

S.G. CONARD



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias

COMITÉ CIENTÍFICO:

Ch. P. BLANC. Lab. Zoogéographie. Université Montpellier III. Francia.
S.G. CONARD. USDA Forest Service. Riverside. U.S.A.
A. FARINA. Lab. Ecologia del Paisaje. Museo Historia Natural. Aulla. Italia.
A. FERCHICHI. I.R.A. Medenine. Túnez.
G.U.CARAVELLO. Istituto di Igiene. Università di Padova. Italia.

COMITÉ EDITORIAL:

V. Peiró, J. Martín, G. López, E. Seva.

DIRECCIÓN:

Eduardo Seva. Dep. Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.

SECRETARÍA:

Germán López. Dep. Ecología. Universidad de Alicante.

EDITA:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Alicante.
<http://publicaciones.ua.es>

CORRESPONDENCIA:

Departamento de Ecología. Fac. de Ciencias. Universidad de Alicante.
Ap. 99 - 03080 Alicante. España.
Teléfono de Secretaría: 96/5909520
Fax: Rev. Mediterránea. Dep. Ecología. 96/5903464

I.S.S.N.: 0210-5004

Depósito Legal: A-1059-1984

Edición electrónica:



Notas para los autores

Los trabajos versarán sobre aspectos de ecología, recursos naturales, paisaje, gestión ambiental, en los ecosistemas de la cuenca mediterránea.

Los manuscritos mecanografiados a doble espacio y por una sola cara se enviarán a la dirección del **Departamento de Ecología de la Universidad de Alicante, Ap. 99 (03080 Alicante, España) —Revista Mediterránea—**. Los autores deberán enviar original y dos copias, así como en disquette compatible en programas de tratamiento de texto MS-WORD.

LENGUA: Redactados en español, inglés, francés o italiano.

NOMBRE DE AUTORES: Apellidos y nombres sin abreviaciones.

DIRECCIÓN: Dirección profesional (Organización, Centro de Investigación, Universidad,...) teléfono, telefax, dirección electrónica.

TÍTULO: conciso y completo, sin abreviaciones (max. 60 espacios).

RESÚMEN: Después del título, un resumen en inglés y otro en francés, de 1500 espacios como máximo, independientemente de la lengua utilizada en el texto del trabajo

PARÁGRAFOS: El manuscrito debe respetar el siguiente orden: (contenido) introducción sin título, párrafos con títulos cortos (max. 50 espacios), conclusiones, agradecimientos (si procede), referencias bibliográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: Obligatorias para las publicaciones citadas en el texto, que irán en mayúscula. Las referencias de información no publicada (informes, comunicación personal...) se incluyen en el texto entre paréntesis. La bibliografía se presentará según los modelos siguientes:

GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interactions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECCIÓN DE PRUEBAS: Será realizada por la redacción de la revista, aunque los autores deben enviar un texto muy claro y definitivo. Si se hallan deficiencias notorias en el texto, el trabajo será remitido a los autores de inmediato.

TABLAS: Cada tabla en página por separado, numeradas siguiendo el orden de aparición en el texto y llevarán leyenda. El método de escritura admitido puede ser WORD o EXCEL.

GRÁFICAS y DIBUJOS: Presentados en papel blanco no reciclado, exclusivamente en blanco y negro. Las láminas en color deberán ser costeadas por los autores. Gráficas y dibujos deben ser presentados de forma que, modificando su dimensión, no se vea modificada su comprensión. Deberán acompañar las leyendas al gráfico, suficientemente grandes e incluidas en la caja del mismo. Es obligatorio acompañar archivo en disco compatible y formato TIF o JPEG.

ILUSTRACIONES: Las fotografías, separadas del texto, con leyenda y número de orden, posición en el texto, etc.

NOTAS: Excepcionalmente se incluirán notas a pie, pero éstas deben ir en hojas separadas y debidamente numeradas.

EXTENSIÓN: El texto comprenderá una extensión de 5 (min.) a 25 (max.) páginas mecanografiadas. El número de gráficos, dibujos y fotografías debe ser proporcional al tamaño del texto.

La dirección de la revista se reserva el derecho de revisar los trabajos presentados con el fin de adaptarlos a la publicación.

<http://publicaciones.ua.es>

Notes for the authors

SUBJECTS

Ecology

Natural Resources

Landscape

Environmental Management

Manuscripts typed on duplicate on one side of the sheet only, should be sent to the magazine direction: **Mediterranea. S.E.B.Dep. Ecologia. Universidad de Alicante. Ap. 99 (03080 Alicante) Spain.** All authors are kindly requested to send their papers in writing, but namely on MS DOS/IBM compatible disks, using MS-WORD program. Every paper should conform to the following rules:

LANGUAGE: Spanish, English, French or Italian.

NAME OF THE AUTHORS: Preceded by the full first name without abbreviations.

ADDRESS: Institutional address of author(s) (Institutions, Research Centre, University), telephone, fax, electronic adress..

TITLE: Concise but detailed enough, without abbreviations (max. 60 strokes).

ABSTRACTS: In English and French, whatever it might be the language of the paper. The lenght should not exceed 1500 strokes.

PARAGRAPHS: Should be arranged as follows: (contents) introduction without title, paragraphs with short titles (max. 50 strokes), conclusions, acknowledgments (if required), references.

REFERENCES: Should include only publications mentioned in the text. References to unpublished informations (reports, personal communications, etc.) should be included between parentheses in the text. The bibliography should be presented in conformity with the following patterns: GOSZ, J.R. and SHARPE, J.H. 1989. Broad-scale concepts for interac-

tions of climate, topography, and biota and biome transitions. *Landscape Ecology* 3:229-243.

PIANKA, E. 1986. *Ecology and natural history of desert lizards*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey.

GOLDSMITH, V. 1979. Coastal dunes. In: R.A. Davis (ed.), *Coastal sedimentary environments*. New York:Springer-Verlag.

CORRECTIONS TO THE PROOF: Will be done by the editorial staff. Authors are kindly requested to submit a clear and final paper.

TABLES: Each table should be on a separate sheet, numbered consecutively, with a legend. The writing method admitted is WORD, EXCEL..

GRAPHICS AND DRAWINGS: Separated from the text, should be lettered on white or glossy paper, in black and white in compatible disks TIF or JPEG format. They should be clearly "constructed", with sufficiently big letters within the block of the graph.

ILLUSTRATIONS: Photographs should be numbered and lettered.

NOTES: They should be numbered and referred to in the text. They should be compiled on separate sheets.

LENGHT: Preferably between 5 (min.) and 25 (max.) typed pages. The number of illustrations, tables and graphs should be proportional to the lenght of the text.

The articles are reviewed by the editorial staff to be conformed for their publication.

<http://publicaciones.ua.es>

Portada

Créditos

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante 8
ISABEL PARDO CABALLERO, EDUARDO SEVA ROMÁN
y JOAQUÍN MARTÍN MARTÍN

Resumen 8

Summary 10

Introducción. 11

Los corredores y su función en el paisaje 12

La zona de estudio 14

Los taludes de bancales 15

Objetivos 18

Material y métodos 19

Resultados. 25

Conclusiones. 35

Bibliografía. 36

Notas 38

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante (nota 1)

ISABEL PARDO CABALLERO, EDUARDO SEVA ROMÁN
y JOAQUÍN MARTÍN MARTÍN

Dpto de Ecología

Universidad de Alicante. Ap. 99 03080. Alicante. España

Resumen

Los agrosistemas rurales de montaña constituyen hoy en día tierras marginales en los territorios de la Europa sur. La mayoría de ellos conservan una estructura aterrazada cuyo origen pasa por distintos momentos de desarrollo en cada zona, pero constituye una valiosa herencia a través de un modelo a seguir en el concepto actual de agricultura sostenible.

El papel que juegan los taludes verticales como corredores entre manchas de vegetación natural ha sido puesto de manifiesto para un grupo de especies vegetales leñosas en un valle del norte de la provincia

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

de Alicante (España), cuya rentabilidad se mantiene gracias al cultivo de la cereza..

Un total de 196 puntos de muestreo en inventarios de 10 m. lineales sobre el paño del talud, se han dispuesto en una superficie de trabajo de un rectángulo de 3×3.5 km situado en el centro del valle sobre zonas aterrazadas en activo o con distinto grado de abandono.

Mediante Análisis Factorial de Correspondencias se pone de manifiesto la ordenación de los inventarios siguiendo una clina transversal al sentido del valle a pesar de la explotación de recursos agrícolas en los lechos horizontales del abancalamiento, y distingue las orlas florales para los distintos tipos de aterrazamiento y tratamiento químico, así como en los grados de abandono agrícola.

Mediante la herramienta GIS Idrisi®, este estudio incluye dos diseños en los que intervienen distintos módulos del programa Idrisi empleando como base el mapa de riqueza total de especies leñosas generado mediante Kriging.

Este trabajo nos permite concluir que el hecho de que la comunidad de leñosas mantenga una continuidad a través de las paredes de bancales, le aporta una estabilidad y resiliencia tal al sistema que le permite la regeneración y renovación frente a perturbaciones en un amplio rango de escalas. Por otra parte, se demuestra que las manchas de vegetación natural cumplen un papel fundamental como focos de dispersión de propágulos y existe relación positiva entre la diversidad del paisaje y la riqueza en especies.

Palabras clave: agrosistemas, agricultura sostenible, aterrazamiento, GIS, diversidad del paisaje, Alicante.

Summary

Mountains rural ecosystems haven been transformed to marginal lands in the southwestern european territories nowadays. Most of them conserve a superficial structure of terraces which reffers to different moments in History in every region. Nevertheless, constitute a valuable heritage as a source of plant desing models close to the actual concept of sustainable agriculture.

The role that this vertical slope play as corridors among natural vegetation patches has been identified for a group of ligneous plant species in a valley in the north of Alicante province (Spain). This landscape structure still remains, due to economically feasible cherry production.

A total of 196 plots were sampled. Presence and cover of the species considered was determined in portions 10 meters long of the vertical slope. These plots were located in a 3x3.5 km² rectangle selected in the center of the valley, including both terraces in production and others with different ages of abandonment.

Factorial Analysis of Correspondances show an ordination of relevés following a transversal cline across the valley despite the agricultural exploitation developed on the flat portions of the terraces. It also distinguishes groups of plant species for different types of slope herbicides treatment, as well as levels of agricultural abandonments.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

Based on the total richness of ligneous plant species generated by kriging and ussing tools f rom GIS Idrisi®, three main conclusions were drawn:

The fact that the community of plant ligneous species keep a continuity along the walls provides stability and resilience to the system, allowing regeneration and renovation despite the types and scale of perturbations affecting it. Natural vegetation patches play a fundamental role as sources for propagules disperssion. It is clearly shown a positive relation between landscape diversity and species richness.

Key words: agroecosystems, sustainable agriculture, terraces, GIS, landscape diversity. Alicante.

Introducción

Gran parte de las tierras agrícolas dotadas de relieve en la orilla norte del Mediterráneo se encuentran aterrazadas desde siglos con el único propósito de proporcionar superficie horizontal apta para el cultivo.

Los sistemas de cultivos en terrazas constituyen un tipo de cultivo tradicional que ha logrado mantenerse a lo largo de los años a pesar de las vicitudes demográficas y sociales, y que constituye hoy una valiosa herencia que nos ofrece un modelo a seguir encuadrado a la perfección con el concepto actual de agricultura sostenible.

La supervivencia de este tipo de paisaje rural se encuentra en la actualidad en peligro debido a la falta de criterios apropiados para su correcta gestión. Con este estudio pretendemos, mediante el análisis de un ejemplo paradigmático de los sistemas abancalados del secano levantino como es la Vall de Gallinera, mostrar las particularidades que desde el punto de vista ecológico, paisajístico y conservacionista tiene el abancalado tradicional en terrazas frente a otras formas de cultivo extensivo.

Los corredores y su función en el paisaje

Dentro del área de conocimiento de la ecología del paisaje es fundamental el estudio de los corredores como elemento que asegura la conectividad en un sistema (TAYLOR *et al.* 1993). Las metapoblaciones de la mayoría de las especies de fauna vertebrada requieren de manchas de hábitat adecuado y corredores eficaces que mantengan en comunicación sus poblaciones y la accesibilidad a los recursos (DAWSON, 1994).

En los sistemas agrícolas la presencia de hábitat natural es escasa y los elementos del paisaje que lo conectan son los márgenes de cultivos. Los márgenes, por tanto, son elementos lineales de hábitat semi-natural que según sus dimensiones y composición florística y la distancia que les separa de

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

las manchas de vegetación natural constituyen corredores para las comunidades de fauna y flora de distinta calidad y eficacia.

La mayoría de los estudios sobre márgenes se han desarrollado en el Reino Unido, Francia, Alemania e Italia. En inglés se denominan *hedgerows* o *fencerows* y constituyen largos setos con estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo dependiendo del grado de conservación, plantados originariamente para delimitar las propiedades y resguardar los cultivos de la influencia del viento.

En estos países los márgenes son actualmente objetivo prioritario de protección en la planificación e integración de una agricultura sostenible (**nota 2**).

Existe por tanto una falta de conocimiento dentro del estudio de los paisajes europeos sobre el papel de una estructura tan característica de la España mediterránea como son los taludes de abancalamiento. Estos taludes constituyen márgenes, que a pesar de ser estructuras artificiales con elevada pendiente, se mantienen como pequeños reductos lineales de vegetación natural y funcionan como corredores asegurando la conectividad del sistema, como reserva de propágulos y por tanto manteniendo elevados los índices de diversidad en los paisajes agrícolas. La importancia de estos elementos en

la nueva concepción funcional de los corredores viene recogida por Farina (2000).

La zona de estudio

La Vall de Gallinera está situada al norte de la provincia de Alicante, en la comarca de la Marina Alta, entre la sierra de la Safor y la sierra Foradada, formando un estrecho valle de unos 9km de longitud en dirección Nordeste-Sudoeste. Su clima sigue el patrón típico mediterráneo con un déficit hídrico en los meses estivales y un pico de precipitación en otoño (40% del total anual) que le confiere uno de los valores pluviométricos más elevados de la Comunidad Valenciana.

En cuanto a su geología la erosión es uno de los principales problemas del valle debido a la naturaleza calcárea de los materiales presentes. En la solana se asientan conglomerados y margas y en la umbría son representativas las facies Tap del Neogeno sobre las que se encuentran la gran mayoría de las parcelas cultivadas del valle. El cuaternario queda limitado a los depositos aluviales del cauce del río y a algunos puntos erosivos que han originado graveras y canchales.

En la ladera norte quedan reductos de la vegetación climática de la zona que es el carrascal termófilo (la asociación Rubio longifoliae-quercetum rotundifoliae) y en la sur, más

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

degradada, domina el matorral mediterráneo heliófilo con romerales y pastizales que constituyen la etapa de sustitución del carrascal termófilo, la asociación Rosmarinio-Ericion.

Los taludes de bancal

Estructura

En la arquitectura de los sistemas de terrazas se distinguen dos componentes, la componente vertical formada por el muro de sostenimiento y la componente horizontal constituida por la superficie llana donde se asientan los cultivos.

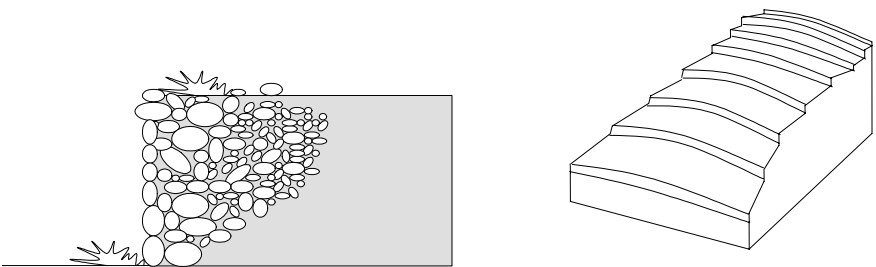


Fig.1. Esquemas gráficos de un talud de sillería y de la disposición de los mismos de acuerdo a la pendiente.

La componente vertical está compuesta por un relleno de cascajo en cuña, que acentúa su funcionalidad como sistema de drenaje, cubierto en la parte frontal por una pared de piedra vertical sin otro elemento de cohesión que el contrapeso de sus elementos.

Este tipo de construcción se denomina talud de sillería y se encuentra prácticamente en todas las parcelas aterrazadas del valle. El grado de conservación de la pared varía en las parcelas según el esfuerzo invertido en su mantenimiento.

En cuanto a la componente horizontal, la relación entre la pendiente de la ladera y la amplitud del bancal es de signo negativo. Es decir, las parcelas situadas en los relieves más suaves tienen bancales muy amplios que se van estrechando según se asciende.

Flora

Como hemos dicho existen grandes diferencias entre parcelas en cuanto al grado de conservación de los taludes. Esta circunstancia da lugar a que los taludes de los bancales del valle presenten una gran heterogeneidad estructural que abarca desde pequeñas paredes verticales totalmente empedradas, a amplias paredes de tierra de baja pendiente. La gran diversidad en la pendiente y la cantidad de sustrato dis-

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

ponible en los taludes unida al fuerte contraste que imponen, en cuanto a insolación y temperatura, las laderas de solana y umbría, hacen que las características adaptativas de las especies vegetales frente a estos factores determinen en gran medida su éxito en la colonización de los distintos tipos de taludes.

Las paredes de los bancales que se extienden por todo el valle presentan un alto grado de cobertura vegetal con una composición florística muy diversa. Las paredes que conservan íntegro el muro de piedra dan lugar a un tipo de hábitat en el que abundan las comunidades de briófitos y pteridófitos pero los muros que no están totalmente cubiertos por la sillería son colonizados por una gran variedad de especies leñosas.

Encontramos 23 especies distintas de leñosas colonizando los taludes de todo el valle. Estas especies forman claramente tres grupos en cuanto a su tipo biológico y ecología y centramos nuestra atención en ellas puesto que son árboles, arbustos, matas y lianas que pertenecen a la comunidad climática del valle, el bosque mixto de pino y carrasca, y a sus orlas arbustivas.

Leñosas de gran porte	Leñosas trepadoras	Leñosas heliófilas
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Asparagus albus</i>	<i>Cistus albidus</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Clematis flammula</i>	<i>Cistus monspeliensis</i>
<i>Pistacea lentiscus</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Cistus salvifolius</i>
<i>Pistacea terebinthus</i>	<i>Lonicera implexa</i>	<i>Erica multiflora</i>
<i>Quercus coccifera</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Smilax aspera</i>	<i>Thymus vulgaris</i>
<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Rubia peregrina</i>	<i>Ulex parviflorus</i>
<i>Osiris alba</i>		<i>Daphne gnidium</i>

Tabla 1- Lista de las especies leñosas muestreadas sobre los taludes, agrupadas por tipos biológicos.

El origen de este grupo de leñosas que cubre de manera más o menos continua los taludes de todo el valle se explica por la acción conjunta de dos vectores de dispersión de semillas, el viento y los animales frugívoros, principalmente aves y micromamíferos. Este proceso de dispersión continuo a lo largo de los años ha logrado que una estructura artificial como son las paredes de los bancales sea colonizada por especies leñosas dando lugar a un hábitat lineal que ofrece refugio y alimento a multitud de especies en una interacción de ejemplo entre flora y fauna trófico-dependiente.

Objetivos

1- Demostrar, a través del estudio de las especies leñosas que colonizan los taludes, que estas estructuras constituyen

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

un puente de continuidad entre dominios naturales del paisaje.

2- Proporcionar criterios adecuados para la futura gestión de los cultivos en gradas catalogando los tipos de taludes existentes y creando una cartografía potencial de la distribución y abundancia de las especies-clave más representativas.

3- Desvelar la relación entre la riqueza de especies leñosas que pueblan los taludes y ciertos elementos de la estructura del paisaje como son la heterogeneidad paisajística y la distancia a manchas de vegetación natural mediante la aplicación de SIG.

Material y métodos

En la realización de este estudio utilizamos el Sistema de Información Geográfica Idrisi (EASTMAN, 1997) y su módulo de digitalización TOSCA (JONES, 1995) para elaborar la base de datos cartográfica a escala 1: 50.000 donde, incluimos las siguientes capas de información: Topografía, el Modelo Digital del terreno (MDT), Pendientes, Exposiciones y Geología.

El Mapa de Usos y Aprovechamientos fue creado a partir de ortofotogramas aéreos a escala 1:5.000 donde se identificaron y delimitaron las manchas que configuran el paisaje del valle. Todas las capas que componen la base de datos de la

zona de estudio tienen las mismas características como imágenes raster con una resolución de 5 metros en el tamaño de pixel.

CARACTERÍSTICAS DE LA BASE DE DATOS EN FORMATO RASTER			
Nº de Columnas:	700	Límites Geográficos (m)	
Nº de Filas:	600	X mínima:	737000
Resolución:	5 metros	X máxima:	740500
Sistema de Referencia:	UTM-30S	Y mínima:	4299000
Unidades:	Metros	Y máxima:	4302000
		Superficie:	10.5 km ²

VARIABLES CARTOGRAFIADAS	CATEGORÍAS
GEOLOGÍA	1- Conglomerados 2- Cantos gravas y arenas 3- Margas Tap, dolomías y calizas-margas.
TIPO DE VEGETACIÓN	1- Vegetación natural 2- Cultivos en activo
ORIENTACIÓN	1- Solana 2- Umbría
ALTURA S.N.M	1- 280-350 m 2- 350-400 m 3- 400-450 m 4- 450-500 m 5- 500-860 m
PENDIENTE DEL TERRENO	1- 0-10° 2- 10-20° 3- 20-80.53°

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

Mapa de usos y aprovechamientos con puntos de muestreo

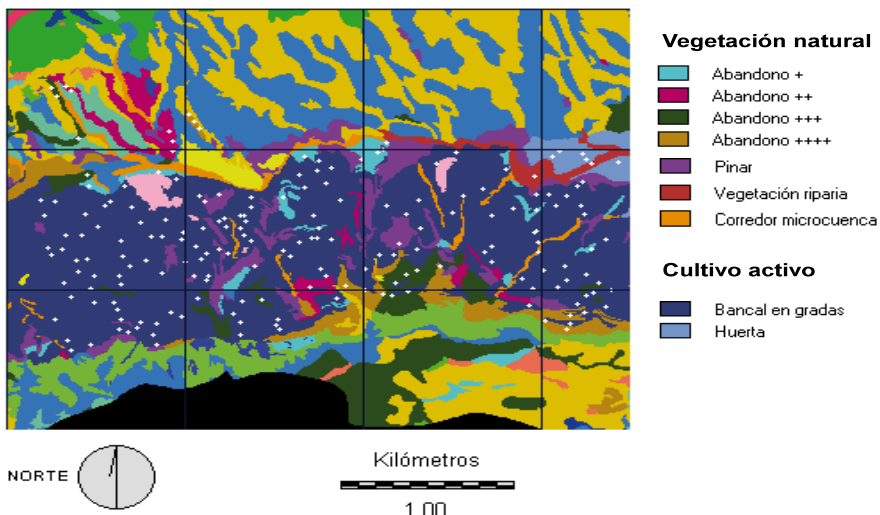


Fig.2. Mapa de Usos y Aprovechamientos de la zona de estudio con la localización de los puntos de muestreo.

El área de estudio forma un rectángulo de 3×3.5 km situado en el centro del valle donde, con ayuda de los ortofotogramas localizamos 196 puntos de muestreo de forma dispersa, sobre zonas aterrazadas en activo o con distinto grado de abandono.

El muestreo consistió en tomar datos sobre distintas variables referidas a características estructurales de los bancales y la presencia y número de individuos de las 23 especies leñosas

identificadas como colonizadoras de los taludes. Cada punto corresponde a 10 m de talud por lo que solo se muestreó en zonas con presencia de estas estructuras. Este método de muestreo es una adaptación de los utilizados en estudios sobre márgenes en paisajes europeos (BUREL AND BAUDRY 1995, BUREL 1996, MARSHALL et al. 1995) que consistió en la reducción de la longitud de margen muestreado de 25-30 a 10 metros para poder optimizar el esfuerzo que supone trabajar con un tamaño de muestra tan elevado.

VARIABLES TOMADAS EN EL CAMPO	CATEGORÍAS	FRECUENCIA
TALUD		
Amplitud	0.6-1.5 m	27
	1.5-3 m	120
	3-7.75m	49
Cobertura total de especies herbáceas y leñosas	0-50%	65
	50-100%	65
	100-200%	66
Pendiente	20-75°	60
	75-80°	31
	80-85°	33
	85-90°	72
Tipo de sillería	sin sillería	80
	parcial	49
	completa	57
	canchal	10
Tratamiento con herbicidas	tratado	108
	sin tratar	88

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

Riqueza de especies leñosas	0-3 especies	82
	4-8 especies	91
	9-16 especies	23
LECHO		
Amplitud	1-4 m	84
	4-8 m	74
	8-20 m	38
Tipo de Cultivo	cerezo	71
	almendro, olivo y algarrobo	66
	mixto(clases 1 y 2)	57
		2
	naranja	

Registramos la posición geográfica en coordenadas UTM y la altura sobre el nivel del mar de cada punto con ayuda de GPS, con un error en la posición en 3D de menos de 3 metros, e importamos esta información al SIG Idrisi para solaparla con la base de datos cartográfica del valle. **(nota 3)**

Utilizamos la información sobre la posición geográfica de los puntos de muestreo obtenida mediante el GPS y los datos sobre la riqueza de las especies tomados en cada punto para crear mapas de distribución potencial de la vegetación mediante una técnica de interpolación denominada Kriging.

Las técnicas de interpolación, que constituyen una herramienta básica en geografía, geología y en el estudio de variables climáticas, se están empezando a aplicar en ecología del

paisaje puesto que, permiten representar directamente variables ambientales a gran escala partiendo de valores tomados puntualmente.

Kriging es un método geoestadístico basado en un proceso de interpolación de datos que a partir de una muestra de puntos localizada al azar en un área geográfica genera mapas de contornos que describen el comportamiento de la variable considerada en el espacio.

En el análisis geográfico de poblaciones el valor de los mapas interpolados reside en su capacidad de proporcionar una base común para abordar comparaciones entre cambios espaciales de abundancia de especies en vez de afirmaciones específicas sobre lo que se espera encontrar en un punto localizado en un espacio geográfico (MAUER, 1993).

Basándonos en esta idea, aprovechamos las posibilidades que ofrecen las técnicas de interpolación de datos para abordar el estudio de la vegetación a escala paisajística.

Aplicamos esta técnica con los datos de abundancia de las 12 especies leñosas más abundantes sobre los taludes, mediante el programa SURFER, para obtener mapas que reflejan el patrón de abundancia de cada especie a escala de paisaje.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

La combinación de la tecnología que nos ofrece el GPS junto con la técnica Kriging pretende mostrar la aplicación de una metodología nueva y original que puede ser de gran valor en estudios sobre la distribución de la vegetación.

Resultados

1- Los Taludes como puente de continuidad entre los dominios naturales del valle.

La aplicación de un análisis cluster con los datos de presencia/ausencia de las especies leñosas en los 196 puntos de muestreo nos muestra la existencia de 5 tipos de taludes según su composición florística y riqueza de especies.

Las diferencias en cuanto al tipo de comunidades que colonizan los distintos tipos de taludes se aprecia al comparar su riqueza media y los tipos biológicos que predominan en cada uno. Los tres primeros grupos representan una riqueza media superior a seis especies por muestreo y una presencia más o menos equilibrada de los tres tipos biológicos mientras que, los dos últimos presentan valores de riqueza más bajos y las especies trepadoras predominan claramente en ellos.

La relación entre los grupos formados por los puntos de muestreo y a las variables relacionadas con con las características estructurales del talud fué analizada aplicando un

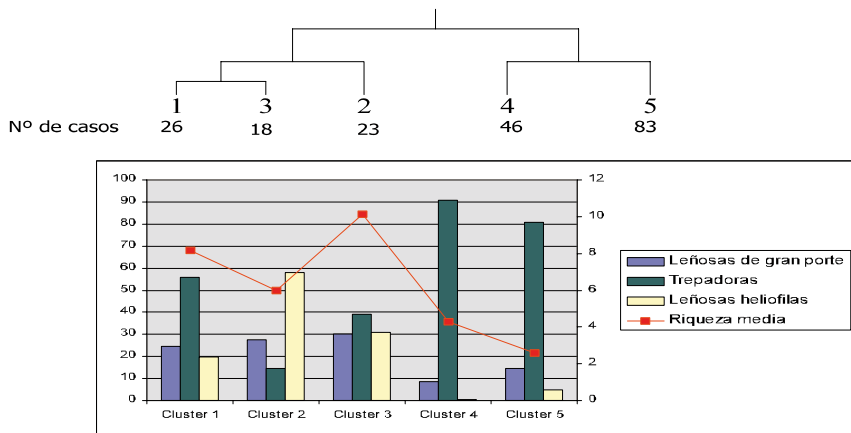


Figura 3. Representación del porcentaje de especies de cada uno de los tipos biológicos de leñosas y la riqueza media en cada grupo de puntos de muestreo creado mediante el análisis cluster.

Contraste de Homogeneidad mediante el estadístico χ^2 de Pearson. Este análisis demostró que algunos clusters resultaban homogéneos entre sí y por tanto se podían agrupar al considerar que pertenecían a la misma población respecto a algunas de dichas variables.

Una vez analizados los resultados del análisis cluster y del contraste de homogeneidad podemos definir cada una de los “taludes tipo” basándonos en su homogeneidad respecto a las variables más importantes.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

CLUSTER 1 Activo sin tratamiento

CLUSTER 2 Abandono de solana

CLUSTER 3 Abandono de umbría

CLUSTER 4 Activo con sillería completa

CLUSTER 5 Activo tratado sin sillería completa

VARIABLES	CLUSTERS	P valor	Pearson	g.l.	Nivel de sign.
Orientación	Cluster 2/1			1	**
	Cluster 2/3			1	**
	Cluster 2/4			1	**
	Cluster 2/5			1	**
Tipo de sillería	Cluster (2/4/5)/1			2	**
	Cluster (2/4/5)/3			2	**
activo/abandono	Cluster (2/3)/1			1	*
	Cluster (2/3)/4			1	**
	Cluster (2/3)/5			1	**
Tratamiento	Cluster (1/2/3)/(4/5)			1	**

Tabla 2. Resultados del Contraste de Homogeneidad entre los grupos de muestras obtenidos del Análisis Cluster. El nivel de significación en el rechazo de la hipótesis nula de homogeneidad entre las poblaciones se representa como (*) para $\alpha=0.05$ y (**) para $\alpha=0.01$.

Al estudiar la nube de puntos generada mediante un Análisis de Correspondencias se ven claramente reflejados estos grupos y los factores que condicionan la discontinuidad en

la serie espacial de la colonización vegetal de los taludes a escala paisajística.

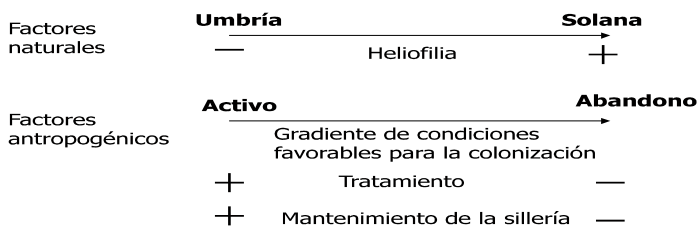
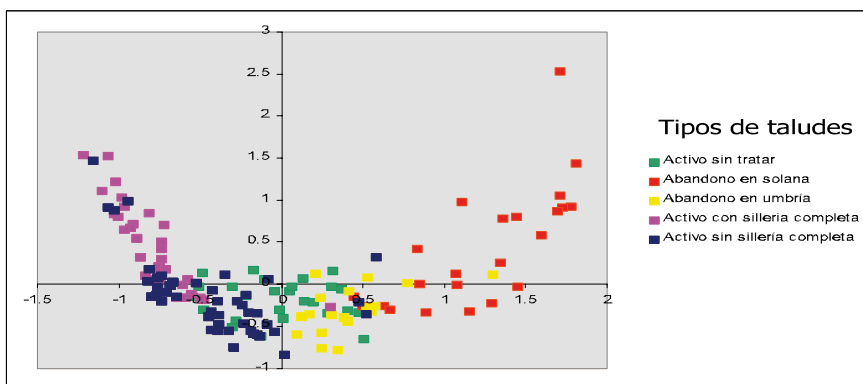


Figura 4. Representación de los grupos obtenidos del análisis cluster sobre el mapa de distribución de los puntos de muestreo respecto a los dos primeros ejes obtenidos del Análisis Factorial de Correspondencias.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

Variables	CC Pearson	Nº de Casos	Sign 1-cola
UTMY	0.384	187	**
LEÑOSAS HELIOFILAS	0.868	187	**

Tabla 3. Resultados de Análisis de Correlación de Pearson de las variables UTM Y y la riqueza del tipo biológico leñosas heliófilas con el eje 1 del Análisis de Correspondencias. El nivel de significación se representa como (**) para $\alpha=0.01$.

Variables	CCBiserial puntual	Nº de casos	Nivel significación
TRATAMIENTO	0.5375	187	**
ORIENTACIÓN	0.4485	187	**

Tabla 4. Resultados del Análisis de Correlación Biserial Puntual entre las coordenadas del eje 1 del Análisis de Correspondencias y las variables Tratamiento(0/1) y Orientación(Solana/Umbría). El nivel de significación se representa como (**) para $\alpha=0.01$.

Variables	CC Pearson	Nº de Casos	Sign 1-cola
TIPO DE SILLERIA	0.388	187	**

Tabla 5. Resultados del Análisis de Correlación de Pearson de la variable tipo de sillería con el eje 2 del Análisis de Correspondencias. El nivel de significación se representa como (**) para $\alpha=0.01$.

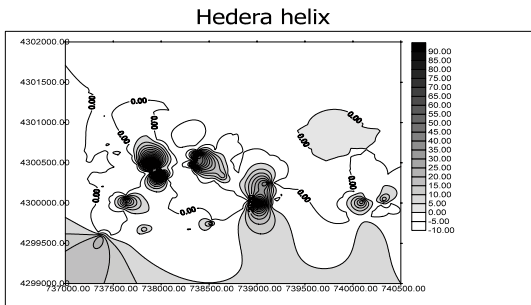
2- Cartografía potencial de la distribución y abundancia de las especies-clave más representativas

Aplicamos el método de interpolación Kriging a la nube de puntos de muestreo, distribuidos por toda la zona de estudio, con sus valores asociados de abundancia de cada especie considerada. Teniendo en cuenta que los muestreos fueron realizados sobre taludes de bancales en distinto grado de conservación, los mapas resultantes constituyen una generalización de la distribución real de las especies, sólo asociada a las estructuras abancaladas objeto de nuestro estudio.

Los mapas resultantes de este análisis reflejan la influencia de las grandes variables que condicionan la distribución de las especies en el valle que son la Orientación (Solana/Umbra), el Tipo de Vegetación (activo/abandono) y el Tratamiento (tratado/no tratado) como demostraron los resultados de la aplicación del Análisis de Correspondencias.

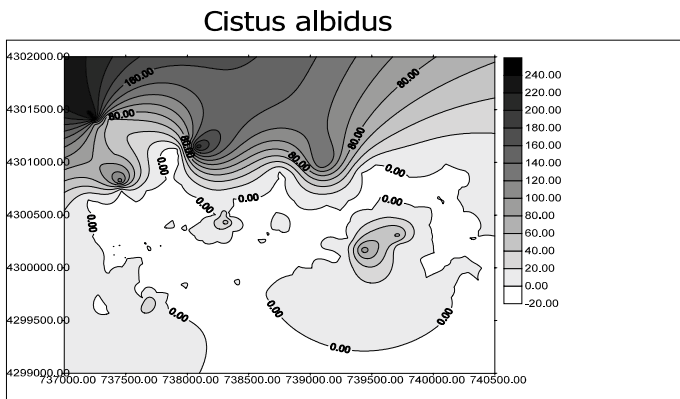
Las especies que forman los grupos obtenidos mediante el Análisis Cluster muestran claras semejanzas en cuanto a su distribución espacial. Por este motivo retomamos dichos grupos y presentamos un ejemplo de cada uno para relacionar el dominio espacial de las especies con el tipo de taludes que suele colonizar.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante



Tipo de bancal - **Activo con sillería completa**

Dominio espacial: Franja central del área de estudio incluyendo las cotas más altas de la ladera de umbría.



Tipo de bancal - **Abandono de solana**

Dominio espacial: La l de a de solana y algunas parcelas abandonadas de la umbría que sufrieron incendios fortuitos hace años

Fig. 5. Dos ejemplos de mapas de distribución espacial (*Hedera helix*, *Cistus albidus*) obtenida mediante kriging.

3- La relación entre la riqueza de especies leñosas que pueblan los taludes y ciertos elementos de la estructura del paisaje como son la heterogeneidad paisajística y la distancia a manchas de vegetación natural (Aplicación de SIG)

El GIS es una herramienta de trabajo que ofrece múltiples posibilidades de manipulación y cálculo con los mapas que le dan al investigador una gran autonomía y libertad a la hora de diseñar el proceso experimental más adecuado para alcanzar sus objetivos. Este estudio incluye dos de estos diseños en los que intervienen distintos módulos del programa Idrisi empleando como base el mapa de riqueza total de especies leñosas generado mediante Kriging.

- La relación de la riqueza de especies leñosas con la cercanía a manchas de vegetación natural

Creamos 6 bandas de 25 metros de ancho alrededor de las manchas de vegetación natural y calculamos los valores medios de riqueza de especies leñosas dentro de cada banda para relacionar la riqueza de especies sobre los taludes y la distancia a la vegetación natural. Esta relación resulta ser de signo negativo demostrando la función de las manchas de vegetación natural como focos de dispersión de estas especies.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

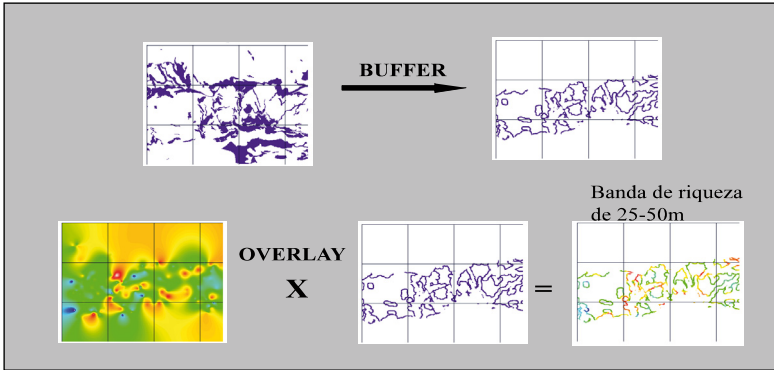


Fig. 6. Esquema de la metodología aplicada mediante distintos módulos de Idrisi® para el cálculo de los valores de riqueza en bandas a distintas distancias de la vegetación natural.

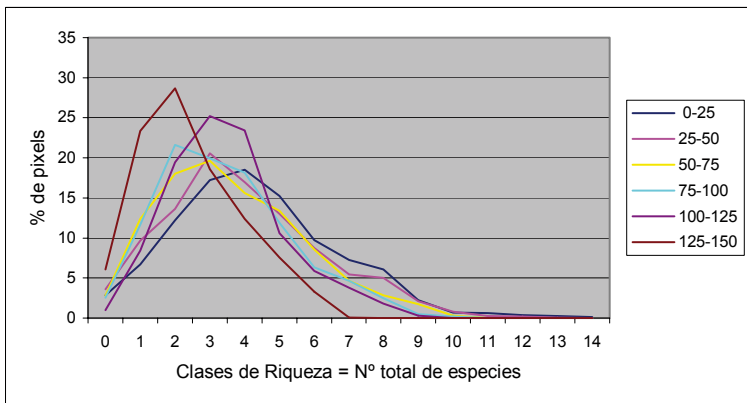


Fig. 7. Porcentaje de píxeles dentro de cada clase de riqueza en los 6 mapas que representan bandas de 26m entorno a las manchas de vegetación natural.

- La relación de la riqueza de las especies leñosas con la diversidad del paisaje

Distribuimos 28 puntos en la zona de estudio y creamos corredores a su alrededor de 50, 100, 150 y 200 m. Relacionamos la diversidad de paisajística con la riqueza de especies leñosas y encontramos que la escala más apropiada para establecer relaciones entre las dos variables es la que considera la unidad de muestreo con una superficie de circunferencia de 200m de radio. Una vez seleccionada la muestra aplicamos un análisis de correlación con el que se demuestra la relación positiva que existe entre la diversidad del paisaje y la riqueza de especies leñosas sobre los taludes.

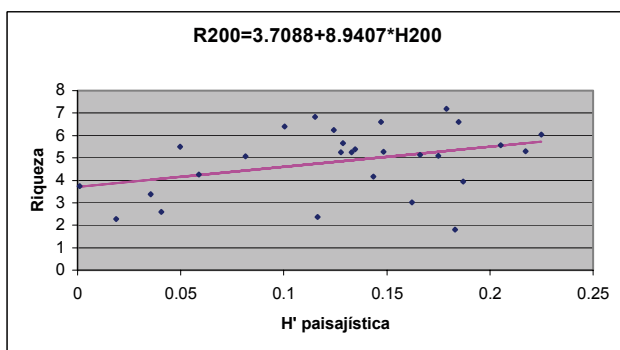


Fig. 8. Representación de la media de H' paisajística frente a la Riqueza de especies en las 28 superficies de muestreo de r=200m y de la recta de regresión que las relaciona.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

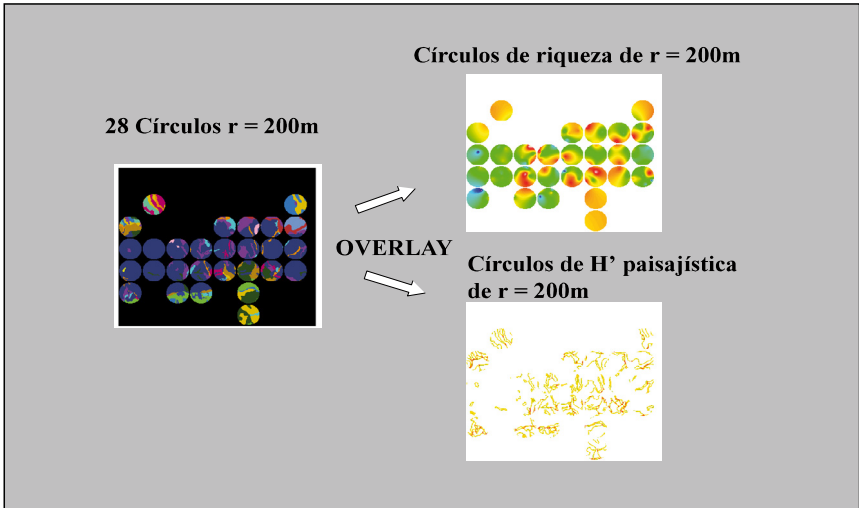


Fig. 9. Fig. 6. Esquema de la metodología aplicada mediante distintos módulos de Idrisi® para el cálculo de los valores medios de riqueza específica y diversidad paisajística en 28 puntos de muestreo de la zona.

Conclusiones

1- El hecho de que la comunidad de leñosas mantenga una continuidad a través de las paredes de los bancales, le aporta una resiliencia tal al sistema que le permite la regeneración y renovación frente a perturbaciones en un amplio rango de escalas.

2- Se demuestra que las manchas de vegetación natural cumplen un papel fundamental como focos de dispersión de las especies leñosas y que existe una relación positiva entre la diversidad del paisaje y la riqueza de especies leñosas sobre los taludes.

Bibliografía

- BUREL, F. 1996. Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*. **15**(2):169-190.
- BOUREL, F., AND BAUDRY, J., 1990. Structural dynamics of hedgerows network landscapes in Brittany, France. *Landscape Ecol.* ,**4**: 197-210.
- BOUREL, F., AND BAUDRY, J., 1995. Species biodiversity in changing agricultural landscapes: A case of study in the Pais d'Auge, France. *Agric Ecosyst Environ* **55**(3) 193-200.
- BOURENNANE, H., KING, D., CHERY P. & BRUAND A., 1996. Improving the kriging of a soil variable using slope gradients as external drift. *Eur J Soil Sci* **47**/4(473-483).
- BOUTIN, C. AND JOBIN, B. 1998. Intensity of agricultural practices and effects on adjacent habitats. *Ecological Applications* **8**(2), pp 544-557.
- DAWSON, 1994. Are habitats corridors conduits for animals and plants in a fragmented landscape? A review of the scientific evidence.

Estructuras de abancalamiento como reserva y conexión de la vegetación natural. Modelo espacial aplicado a un valle bien gestionado del norte de Alicante

- EASTMAN, J.R. 1997. *Idrisi: a grid based geografic analisis system*. Version 2.04 for Windows R. Clark University Worcester, Massachusetts USA.
- FARINA, A. (2000). *Landscape Ecology in Action*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht-Boston-London.
- JONES, J.R. 1995. *TOSCA. Reference Guide* (Version 2.12). Clark University. Graduate School of Geografy. Worcester, Massachusetts USA.
- MARSHALL, E.J.P., AND ARNOLD, G.M. 1995. Factor affecting field weed and field margin flora on a farm in Essex, UK. *Lands and Urb Plann* **31**(1-3) 205-216.
- MAUER, A.M. Ed. *Methods in Ecology: Geografical Population Analysis. Tools for the Analysis of Biodiversity*. Analysis of geografical variation in abundance. Chap 4:53-80.
- TAYLOR P.D. *et al*, 1993 *Connectivity is a vital element of landscape structure*.

- 1.** Trabajo realizado bajo el proyecto CICYT AMB96-1057
- 2.** Existen estudios donde se demuestra que los márgenes tiene un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad en paisajes agrícolas asumiendo funciones, entre otras de reservorios de organismos beneficiosos para la agricultura (Selman 1993, Olson 1992) y donde se aboga por su protección recomendando la reducción de su tratamiento con pesticidas (Mineau and McLaughlin 1996).
- 3.** Se utilizó el Geoexplorer II Trimble™ Navigator como receptor de campo y un receptor base situado en la Universidad de Alicante (GPS Pathfinder Community Base Station™ System). Con este sistema de GPS Diferencial se corrigieron los datos tomados en el campo para minimizar su error.