

UNIDADES EDAFOAMBIENTALES EN OTALEX C

UNIDADES EDAFOAMBIENTAIS EM OTALEX C

Ramírez, Beatriz¹; Fernández, Luis¹; Cabezas, José¹; Jiménez, Alberto¹; Mendes, Paula²; Pinto-Gomes, Carlos²; Vila-Viçosa, Carlos²; Batista, Teresa³

¹ Grupo Análisis de Recursos Ambientales (ARAM). Universidad de Extremadura, España, beraro@unex.es

² Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento / Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM). Universidad de Évora, Portugal, paulabm@uevora.pt

³ Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central (CIMAC), Portugal, tbatista@cimac.pt

Resumen: La cartografía integrada del medio natural está basada en la toma en consideración de factores del medio, permitiendo identificar factores ecológicos relevantes en relación a gradientes edáficos. Estos factores son la base para la elaboración de unidades edafoambientales. Hasta el momento, el concepto de diversidad ha sido utilizado ampliamente en biología, existiendo escasos antecedentes tanto en la literatura ecológica como en la de las ciencias de la Tierra sobre estudios de edafodiversidad. Los análisis de diversidad de suelos no tienen como único propósito estudiar la variedad o heterogeneidad de los ensamblajes de suelos, sino que son de gran utilidad en edafología y en ecología del paisaje. Mediante un sistema de información geográfica, se han obtenido unidades edafoambientales por integración y unión de las capas de litología, vegetación/ usos del suelo y relieve del territorio OTALEX C (Alentejo-Centro-Extremadura). A partir de ellas, se ha determinado su edafodiversidad utilizando índices de diversidad. Como resultado se han obtenido 271 unidades edafoambientales de las máximas posibles, fragmentadas en un total de 52.783 polígonos. La más abundante es "Pizarra sobre dehesa en relieve ligeramente inclinado" y la de mayor fragmentación es "Aluviales y coluviales sobre dehesas en relieve escarpado". La gran diversidad del territorio OTALEX C es como resultado de la elevada diversidad y fragmentación de sus unidades edafoambientales debido a las formaciones de vegetación/ usos del suelo más que por la litología y relieve.

Resumo: A cartografia integrada do ambiente natural é baseada na consideração de fatores do meio, permitindo identificar fatores ecológicos relevantes em relação a gradientes edáficos. Estes fatores são a base para a elaboração de unidades edafoambientais. Até ao momento, o conceito de diversidade tem sido utilizado amplamente em biologia, existindo escassos antecedentes tanto na literatura ecológica como nas ciências da Terra sobre estudos em edafodiversidade. As análises de diversidade de solos não têm como único propósito estudar a variedade ou heterogeneidade dos agrupamentos de solos, mas são também de grande utilidade em edafologia e em ecologia da paisagem. Mediante a utilização de um sistema de informação geográfica, obtiveram-se unidades edafoambientais por integração e união dos temas litologia, vegetação/ usos do solo e relevo do território OTALEX C (Alentejo-Centro-Extremadura). A partir delas, foi determinada a sua edafodiversidade, utilizando índices de diversidade. Como resultado foram obtidas 271 unidades edafoambientais das máximas possíveis, fragmentadas num total de 52.783 polígonos. A mais abundante é "Xistos em montado com relevo ligeiramente inclinado" e a de maior fragmentação é "Aluviões e coluviões com montados em relevo escarpado". A grande diversidade do território OTALEX C é resultado da elevada diversidade e fragmentação das suas unidades edafoambientais devido às formações de vegetação/ usos do solo, mais do que pela litologia e relevo.

Abstract: The integrated mapping of the natural environment is based on the consideration of environmental factors, allowing the identification of relevant ones in relation to edaphic gradients. These factors are the basis for the elaboration of edapho-environmental units. So far, the concept of diversity has been widely used in biology, existing scarce ecological history both in literature and in earth science studies on edapho-diversity. The diversity analysis of soil does not have the sole purpose of studying the variety and heterogeneity of groups of soils, but are also useful in pedology and landscape ecology. Through the use of a geographic information system, we obtained edapho-environmental units by the integration and union of themes such as lithology, vegetation / land use and

relief of the territory OTALEX C (Alentejo - Centro - Extremadura). From them it was given its edapho-diversity, using diversity indexes. As a result we obtained 271 edapho-environmental units from the maximum possible, fragmented by a total of 52,783 polygons. The most abundant is "Slates in Montado ecosystem, in gently sloped" and the one further fragmented is "Alluvial and colluvial in Montado ecosystem with steep slope". The wide diversity of the territory OTALEX C is a result of high diversity and fragmentation of their edapho-environmental units, due to the formations of vegetation / land use, rather than by lithology and relief.

INTRODUCCIÓN

La cartografía integrada del medio natural es una adaptación simplificada de *The Land System Approach* (Gunn *et al.*, 1988). Está basada en la toma en consideración de factores del medio: relieve, litología, hidrología, clima y suelo, y en el análisis simultáneo de los mismos (Almorox *et al.*, 2001). Este procedimiento permite definir y transcribir las diferentes tierras según un sistema de tres categorías: Territorio, Ámbito y Tierra. El empleo de diversas técnicas de estudio permite identificar los factores ecológicos relevantes en relación a los gradientes edáficos. Entre los más significativos se cuentan los climáticos así como los relacionados con la topografía del terreno y el material original del suelo, cuya influencia resulta especialmente importante en las primeras etapas de formación del suelo.

Los factores formadores clásicos (Jenny, 1941) son la roca madre o material original, el clima, los organismos vivos, la geomorfología y el tiempo. Su acción determina la dirección, velocidad y duración de los procesos formadores (Simonson, 1959), ya que son los agentes más importantes de la edafogénesis (Porta *et al.*, 2003). Estos factores son la base para la elaboración de unidades edafoambientales, puestas de manifiesto por la elevada diversidad de los ecosistemas mediterráneos y sus singulares características fisiográficas y geoestructurales. La integración espacial de estas, así como las interacciones entre las comunidades, hacen que la dinámica ecológica adquiera un papel destacado en cuanto al mantenimiento de estos ecosistemas. Por consiguiente, el desarrollo

INTRODUÇÃO

A cartografia integrada do meio natural é uma adaptação simplificada da aproximação *The Land System Approach* de Gunn *et al.* (1988). Está baseada na tomada em consideração de fatores do meio: relevo, litologia, hidrologia, clima e solo, e na sua análise conjunta (Almorox *et al.*, 2001). Este procedimento permite definir e transcrever as diferentes terras, segundo um sistema de três categorias: Território, Âmbito e Terra. A aplicação de diversas técnicas de estudo permite identificar os fatores ecológicos relevantes em relação aos gradientes edáficos. Entre os mais significativos encontram-se os climáticos assim como os relacionados com a topografia do terreno e o material originário do solo, cuja influência se revela especialmente importante nas primeiras etapas de formação do solo.

Os fatores formadores clássicos (Jenny, 1941) são a rocha mãe, o material originário, o clima, os organismos vivos, a geomorfologia e o tempo. A sua ação determina a direção, velocidade e duração dos processos formadores (Simonson, 1959), já que são os agentes mais importantes da edafogénesis (Porta *et al.*, 2003). Estes fatores são a base para a elaboração de unidades edafoambientais, manifestadas pela elevada diversidade dos ecossistemas mediterrânicos e as suas singulares características fisiográficas e geoestruturais. A sua integração espacial, assim como as interações entre as comunidades, fazem com que a dinâmica ecológica adquira um papel de destaque na manutenção destes ecossistemas. Por conseguinte, o desenvolvimento de metodologias que permitam a obtenção e

de metodologías que permitan la obtención y discriminación de estas unidades edafambientales, así como el estudio detallado de las mismas en aras de un mejor conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas mediterráneos es de capital relevancia, del mismo modo que los estudios realizados para estimar la diversidad.

El concepto de diversidad ha sido utilizado ampliamente en biología. Ibáñez *et al.*, (1990) estudian la edafodiversidad como el análisis de la diversidad de los tipos de suelos, no existiendo previamente antecedentes tanto en la literatura ecológica como en la de las ciencias de la Tierra. Los análisis de edafodiversidad tienen como propósito principal estudiar la variedad o heterogeneidad de los ensamblajes de suelos y resultan de gran utilidad en otros ámbitos de la edafología y ecología del paisaje (Ibáñez *et al.*, 1995).

Los diferentes procedimientos para estimar la diversidad, independientemente del sistema natural considerado, pueden ser agrupados en índices de riqueza, modelos de abundancia y algoritmos sobre la abundancia proporcional de los objetos (Magurran, 1988).

Los índices basados en la distribución proporcional de los objetos son, en cualquier caso, los más utilizados en ecología, aunque estudios recientes están siendo de aplicación en la edafología (Ibáñez *et al.*, 2001a), a pesar de los dilemas considerados.

Estudios realizados, utilizan el Índice de Shannon (H), (Shannon, 1948) para establecer la diversidad de especies biológicas. En el campo de la edafología, Saldaña and Ibáñez, 2007 utilizan este índice mediante la consideración de la superficie ocupada por los tipos de suelos y el número de éstos.

Otro índice de diversidad es el Índice de Simpson (D), (Simpson, 1949), que establece la probabilidad de seleccionar al azar dos individuos pertenecientes a

discriminação destas unidades edafambientais, assim como o estudo detalhado das mesmas, em áreas com melhor conhecimento do funcionamento dos ecossistemas mediterrânicos é de capital relevância, tal como os estudos realizados para estimar a sua diversidade.

O conceito de diversidade tem sido utilizado amplamente em biologia. Ibáñez *et al.* (1990) estudaram tanto a edafodiversidade como a diversidade dos tipos de solos, não existindo previamente antecedentes tanto na literatura ecológica como na das ciências da Terra. As análises de edafodiversidade têm como propósito principal estudar a variedade ou heterogeneidade dos agrupamentos de solos e resultam de grande utilidade noutros âmbitos da edafologia e da ecologia da paisagem (Ibáñez *et al.*, 1995).

Os diferentes procedimentos para estimar a diversidade, independentemente do sistema natural considerado, podem ser agrupados em índices de riqueza, modelos de abundância e algoritmos sobre a abundância proporcional dos objetos (Magurran, 1988).

Os índices baseados na distribuição proporcional dos objetos são, em qualquer caso, os mais utilizados em ecologia, ainda que estudos recentes sejam de aplicação em edafologia (Ibáñez *et al.*, 2001a), apesar dos dilemas considerados.

Estudos realizados, utilizam o Índice de Shannon (H), (Shannon, 1948) para estabelecer a diversidade de espécies biológicas. No campo da edafologia, Saldaña & Ibáñez (2007), utilizam este índice considerando a superfície ocupada pelos tipos de solos e o número dos mesmos.

Outro índice de diversidade é o Índice de Simpson (D), (Simpson, 1949), que estabelece a probabilidade de selecionar aleatoriamente os indivíduos pertencentes a diferentes espécies. Segundo Magurran (2004), o índice de Simpson é um dos mais significativos. Contudo, há que ter cuidado

diferentes especies. Según Magurran (2004), el índice de Simpson es uno de los más significativos. Sin embargo, hay que tener cuidado con la interpretación de este índice como medida de la uniformidad, pues domina cuando el número de especies es baja. Caniego *et al.*, 2006, 2007, aplicando análisis multifractales en el Mapa de Suelos del Mundo (FAO 1974, 1988) comprueban que sus resultados se corresponden con índices de biodiversidad, entre ellos el de Simpson.

Ibañez *et al.*, 1995, también aplican a la edafología el concepto de uniformidad, de tal modo que si todos los tipos de suelos tienen el mismo número de subtipos, la uniformidad es máxima, alcanzando el valor de 1. Otra medida es la Uniformidad de Simpson ($E_{1/D}$) donde D es el Índice de Simpson y S la riqueza en número de especies.

Los elementos del paisaje pueden ser simples y compactos o irregulares y complejos. La forma de estos elementos es un atributo espacial difícil de medir en un indicador debido a la gran cantidad de posibles configuraciones que pueden adoptar. Las medidas más comunes de la complejidad de la forma de los elementos del paisaje están basadas en la relación que existe entre el perímetro y su área. El área de los elementos del paisaje es la información más útil e importante que contiene el paisaje desde el punto de vista ecológico, estando íntimamente correlacionada la presencia o abundancia de muchas especies con el tamaño de los elementos del paisaje (Robbins *et al.*, 1989). El significado de la forma se relaciona con el "efecto borde": un elemento del paisaje con un perímetro grande está más amenazado por factores externos que otro con menor perímetro si ambos tienen la misma superficie, de tal modo que la relación perímetro/área cuantifica la complejidad de la forma de los elementos del paisaje. Cuanto mayor sea esta relación, mayor es la complejidad de los elementos del paisaje y mayor es la fragmentación (Martín *et al.*, 2006).

com a interpretação deste índice como medida de uniformidade, pois domina quando o número de espécies é baixo. Caniego *et al.* (2006, 2007), aplicando a análise multifractal no Mapa de Solos do Mundo (FAO 1974, 1988), comprovaram que os seus resultados se correspondem com índices de biodiversidade, entre os quais o de Simpson.

Ibañez *et al.* (1995), também aplicam à edafologia o conceito de uniformidade, de tal modo que, se todos os tipos de solos têm o mesmo número de subtipos, a uniformidade é máxima, alcançando o valor de 1. Outra medida é a Uniformidade de Simpson ($E_{1/D}$) onde D é o Índice de Simpson e S a riqueza em número de espécies.

Os elementos da paisagem podem ser simples e compactos ou irregulares e complexos. A forma destes elementos é um atributo espacial difícil de medir num indicador devido à grande quantidade de possíveis configurações que podem adotar. As medidas mais comuns da complexidade da forma dos elementos da paisagem estão baseadas na relação que existe entre o perímetro e a sua área. A área dos elementos da paisagem é a informação mais útil e importante que contém a paisagem do ponto de vista ecológico, estando intimamente correlacionada a presença ou abundância de muitas espécies com o tamanho dos elementos da paisagem (Robbins *et al.*, 1989). O significado da forma relaciona-se com o "efeito de orla": um elemento da paisagem com um perímetro grande está mais ameaçado por fatores externos que outro, com menor perímetro se ambos têm a mesma superfície, de tal modo que a relação perímetro/área quantifica a complexidade da forma dos elementos da paisagem. Quanto maior é esta relação, maior é a complexidade dos elementos da paisagem e maior é a fragmentação (Martín *et al.*, 2006).

Em relação à fragmentação, Carcavilla *et al.* (2007) estabeleceram o Grau de

En relación a la fragmentación, Carcavilla *et al.*, 2007 establecieron el Grado de fragmentación (Gf) para estudiar la distribución de los elementos del paisaje en el territorio. Valores bajos de este índice indican cierta homogeneidad en la distribución de los elementos de paisaje en el territorio.

Este trabajo está encaminado a elaborar cartografía edafambiental a partir de los factores formadores del suelo, además de estudiar la edafodiversidad de nuestra zona de estudio aplicando los índices de diversidad mencionados anteriormente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en la eutorregión EUROACE, agrupación integrada por las regiones de Alentejo y Centro (Portugal) y la Comunidad Autónoma de Extremadura (España). EUROACE se ubica en el suroeste de la Península Ibérica con una extensión de 92.532 Km², y una población próxima a 4.200.000 hab. (INE España y Portugal, 2013) (Fig. 1). El territorio EUROACE equivale casi a la sexta parte de la Península Ibérica, si bien pese a su extensión, posee una escasa densidad media de población (37 hab/Km²). Su estructura territorial cuenta con una buena red de ciudades medias y pequeñas, con una adecuada dotación de servicios y fácil accesibilidad.

fragmentação (Gf) para estudar a distribuição dos elementos da paisagem no território. Valores baixos deste índice indicam certa homogeneidade na distribuição dos elementos de paisagem no território.

Este trabalho está encaminado a elaborar cartografia edafambiental a partir dos fatores formadores de solo, além de estudar a edafodiversidade da nossa zona de estudo aplicando os índices de diversidade mencionados anteriormente.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na euro-região EUROACE, agrupamento integrado pelas regiões de Alentejo e Centro (Portugal) e a Comunidade Autónoma de Extremadura (España). EUROACE situa-se no sudoeste da Península Ibérica com uma extensão de 92.532 Km², e uma população próxima a 4.200.000 hab. (INE España y Portugal, 2013) (Fig. 1). O território EUROACE equivale quase à sexta parte da Península Ibérica, se bem que pesa a sua extensão, possui uma escassa densidade média de população (37 hab/Km²). A sua estrutura territorial conta com uma boa rede de cidades médias e pequenas, com uma adequada dotação de serviços e fácil accesibilidade.



Fig. 1. Área de estudio.
Fig. 1. Área de estudo.

Los trabajos realizados para la obtención de unidades edafoambientales en nuestra área de estudio se centraron inicialmente en la recopilación de material de base. Para ello se ha utilizado el Software ArcGIS 9.2 (ArcMap y ArcCatalog) y como extensiones Spatial Analyst y 3D Analyst (ESRI, 2006).

Para el estudio del relieve se utilizó un modelo digital de elevaciones. (IGN-IGP, 2007-2010). El estudio de la litología se basó en los mapas geológicos de Extremadura y de Portugal (IGME, 1987; LNEG, 1982). Para el establecimiento de las categorías de vegetación/ usos del suelo se ha utilizado Corine Land Cover 2006 Nivel 3 (EEA, 2006).

Utilizando el software citado, las unidades edafoambientales se elaboraron por superposición de las capas de litología, vegetación/ usos del suelo y relieve mediante integración y unión de las mismas.

Debido al gran número de categorías de cada capa se procedió a la reclasificación de los mapas de referencia, reduciéndose a 7 el número de clases litológicas, 10 las de vegetación/ usos del suelo y 6 las de relieve. Estas últimas siguiendo la clasificación propuesta por FAO (FAO, 2009). En la Tabla 1 se recogen las agrupaciones establecidas para cada capa.

El estudio de edafodiversidad se ha realizado mediante la obtención de los índices de Shannon (H'), Simpson (D), Uniformidad de Simpson ($E_{1/D}$), Relación perímetro/área (PARA) y Grado de fragmentación (Gf), ya aplicados por otros autores (Ibáñez *et al.*, 1995; Caniego *et al.*, 2006, 2007; Petersen *et al.*, 2010; Martín *et al.*, 2006 y Carcavilla *et al.*, 2007).

Os trabalhos realizados para a obtenção de unidades edafoambientais na área de estudo centrou-se inicialmente na recompilação de material de base. Para tal utilizou-se o Software ArcGIS 9.2 (ArcMap y ArcCatalog) e como extensões as ferramentas Spatial Analyst e 3D Analyst (ESRI, 2006).

Para o estudo do relevo utilizou-se um modelo digital de elevações. (IGN-IGP, 2007-2010). O estudo da litologia baseou-se nos mapas geológicos da Extremadura e de Portugal (IGME, 1987; LNEG, 1982). Para o estabelecimento das categorias de vegetação/ usos e solo utilizou-se o Corine Land Cover 2006 Nível 3 (EEA, 2006).

Utilizando o software citado, as unidades edafoambientais foram elaboradas por sobreposição da litologia, vegetação/ usos do solo e relevo mediante integração e união das mesmas.

Devido ao grande número de categorias de cada mapa, procedeu-se à reclasificação dos mapas de referência, reduzindo-se a 7 o número de classes litológicas, 10 as de vegetação/ usos do solo e 6 as de relevo. Estas últimas seguindo a classificação proposta pela FAO (FAO, 2009). Na Tabela 1 reúnem-se os agrupamentos estabelecidos para cada tema.

O estudo de edafodiversidade realizou-se mediante a obtenção dos índices de Shannon (H'), Simpson (D), Uniformidade de Simpson ($E_{1/D}$), Relação perímetro/área (PARA) e Grau de fragmentação (Gf), já aplicados por outros autores (Ibáñez *et al.*, 1995; Caniego *et al.*, 2006, 2007; Petersen *et al.*, 2010; Martín *et al.*, 2006 y Carcavilla *et al.*, 2007).

Tabla 1. Categorías establecidas y sus correspondientes descriptores.

Tabela 1. Categorias estabelecidas e seus correspondentes descritores.

LITOLOGÍA		VEGETACIÓN / USOS DEL SUELO		RELIEVE	
CATEGORÍAS	DESCRIPTORES	CATEGORÍAS	DESCRIPTORES	CATEGORÍAS	DESCRIPTORES
Aluviales y/o coluviales	Terrazas, arenas, gravas, turbiditos, arcosas, argilas, depósitos marinos costeros, de abanicos aluviales, coluviales, conglomerados, calcáreos dolomíticos, fluvioacustres con carbón, rañas y sedimentos de relleno de valle y marinos de plataforma	Dehesa	Sistemas agroforestales	Llano	Terrenos con gradiente de pendiente entre 0-2%
Calizas	Calizas, marga, mármoles, rocas percalinas, tufos básicos	Coníferas	Bosques de coníferas	Ligeramente inclinado	Superficies con gradiente de pendiente comprendido entre 2-5%
Cuarcitas	Cuarzo y cuarzo carbonatado, cuarcitas ferruginosas, cuarcitas, cuarcita armoricana, micaesquistos	Humedales	Humedales y zonas pantanosas	Inclinado	Terrenos entre el 5-10% de gradiente de pendiente
Dunas	Arenas de dunas de playa	Matorral	Áreas forestales degradadas, landas, matorrales, vegetación esclerófila, matorrales mesofilos, esclerófilos y matorral boscoso de transición	Fuertemente inclinado	Se describen terrenos con gradiente de pendiente entre 10-15%
Granitos	Granitos biotíticos porfídicos, granitos, granitoides, dioritas, tonalitas, granodioritas	Otros bosques	Bosques de frondosas y mixtos	Moderadamente escarpado	Superficies comprendidas entre el 15 y el 30% de gradiente de pendiente
Pizarras	Esquistos negros, liditas, ampelitas, pizarras, grauvacas, complejo esquisto-grauwáquico, gneises y anfibolitas y esquistos grafitosos	Prados y pastizales	Prados y praderas, pastizales naturales, roquedo, vegetación escasa y zonas quemadas	Escarpado	Terrenos superiores al >30% de gradiente de pendiente
Rocas plutónicas y/o ígneas	Vulcanitos básicos, vulcanismo bimodal alcalino, vulcanitos ácidos, diabasas, basaltos, peridotitos, tonalitos y gabros	Secano	Labor de secano		
		Regadío	Zonas regables y arrozales		
		Otros cultivos	Cultivos y enclaves naturales, asociados, complejos, olivares, viñedos, mosaicos de cultivos, frutales		
		Vegetación costera	Playas, dunas y arenales, marismas		

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras aplicar la reclasificación de la capas de litología, vegetación/ usos del suelo y relieve citadas anteriormente, aparecen reflejados en las figuras 2a, 2b y 2c.

RESULTADOS

Os resultados obtidos após a aplicação e reclassificação da litologia, vegetação/ usos do solo e relevo citadas anteriormente, aparecem refletidos nas figuras 2a, 2b e 2c.

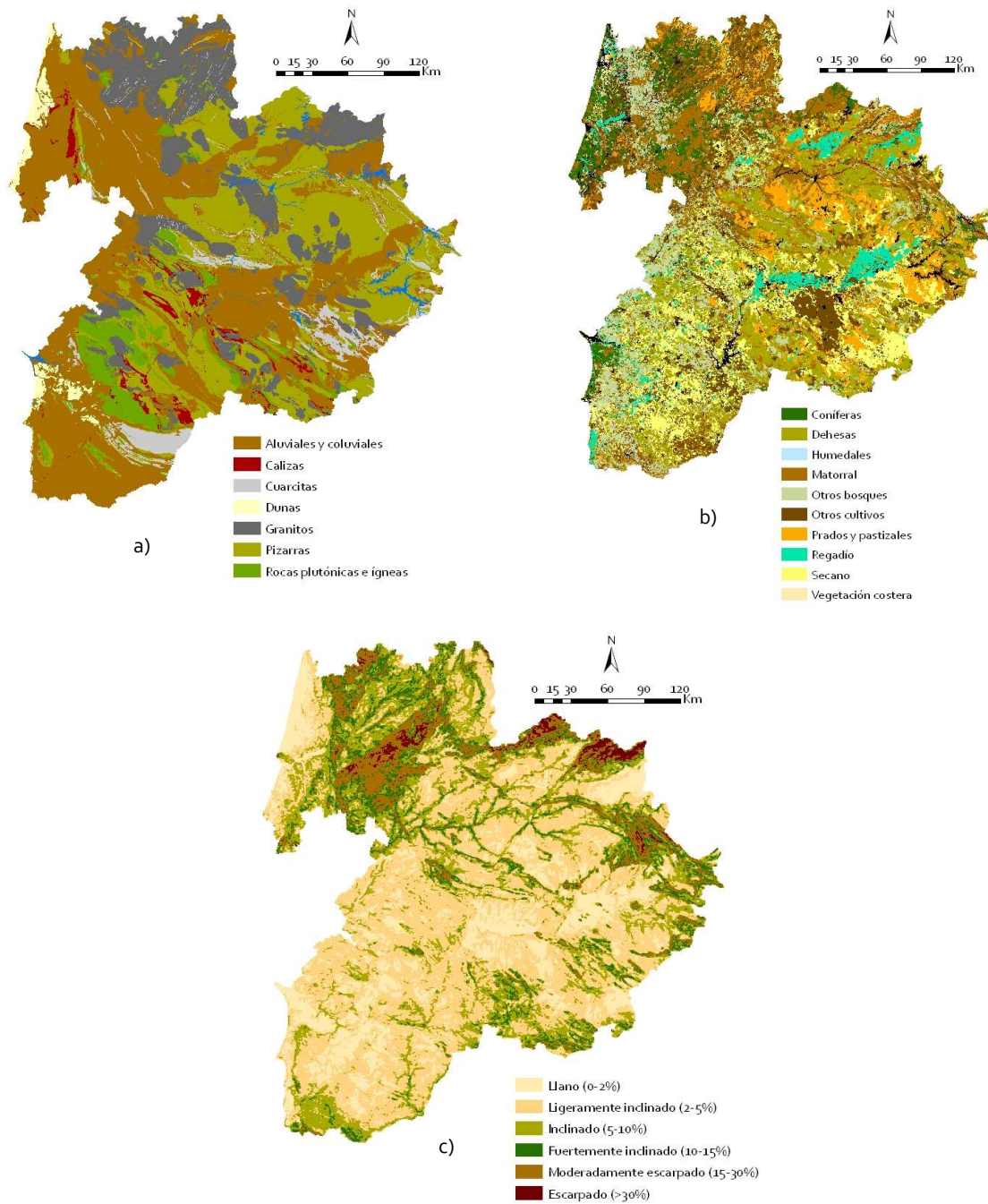


Fig. 2. a) Litología; b) Vegetación/ Uso del suelo; c) Relieve.

Fig. 2. a) Litologia; b) Vegetação/ Uso do solo; c) Relevo.

En la tabla 2 aparecen los resultados obtenidos, tras el estudio de la edafodiversidad del área de estudio:

Na tabela 2 aparecem os resultados obtidos, após o estudo da edafodiversidade d área de estudo:

Tabla 2. Resultados edafodiversidad categorías establecidas. NP (Número de polígonos), A (% Superficie), P (% Perímetro), PARA (relación perímetro/área), Gf (grado de fragmentación), H' (Índice de Shannon), D (Índice de Simpson), E_{1/D} (Uniformidad de Simpson).

Tabela 2. Resultados de edafodiversidade categorias estabelecidas. NP (Número de polígonos), A (% Superfície), P (% Perímetro), PARA (relação perímetro/área), Gf (grau de fragmentação), H' (Índice de Shannon), D (Índice de Simpson), E_{1/D} (Uniformidade de Simpson).

	Categorías	NP	A	P	PARA	Gf	H'	D	E _{1/D}
LITOLOGÍA	Aluviales y coluviales	797	41.54	31.52	0.01	0.02	0.35	0.07	
	Calizas	237	1.85	4.72	0.01	0.14	0.20	0.01	
	Cuarcitas	507	4.56	11.96	0.01	0.13	0.30	0.03	
	Dunas	58	1.78	2.13	0.00	0.04	0.08	0.00	
	Granitos	274	17.91	13.54	0.00	0.02	0.22	0.01	
	Pizarras	558	26.41	26.50	0.01	0.02	0.31	0.04	
	Rocas plutónicas y rocas ígneas	538	5.96	9.64	0.01	0.10	0.31	0.03	
TOTAL		2969	100.00	100.00		0.03	1.78	0.18	0.77
VEGETACIÓN/USOS DEL SUELO	Coníferas	1724	4.99	6.17	0.01	0.39	0.19	0.01	
	Dehesas	2543	18.39	14.13	0.01	0.16	0.24	0.01	
	Humedales	7	0.01	0.01	0.01	1.12	0.00	0.00	
	Matorral	4594	19.63	20.54	0.01	0.26	0.32	0.04	
	Otros bosques	3423	12.78	14.21	0.01	0.30	0.28	0.02	
	Otros cultivos	4828	15.58	18.91	0.01	0.35	0.33	0.04	
	Prados y pastizales	1987	9.26	8.59	0.01	0.24	0.21	0.01	
	Regadío	851	4.33	3.40	0.01	0.22	0.12	0.00	
	Secano	2973	14.89	13.76	0.01	0.23	0.26	0.02	
	Vegetación costera	53	0.14	0.26	0.01	0.42	0.01	0.00	
TOTAL		22983	100.00	100.00		0.26	1.99	0.15	0.67
RELIEVE	Llano (0-2%)	1275	16.17	12.73	0.00	0.09	0.33	0.05	
	Ligeramente inclinado (2-5%)	1063	42.73	30.58	0.00	0.03	0.31	0.03	
	Inclinado (5-10%)	1251	23.26	28.79	0.00	0.06	0.33	0.05	
	Fuertemente inclinado (10-15%)	1337	8.34	17.42	0.01	0.18	0.34	0.05	
	Moderadamente escarpado (15-30%)	577	8.16	8.81	0.00	0.08	0.23	0.01	
	Escarpado (>30%)	201	1.34	1.67	0.00	0.17	0.12	0.00	
TOTAL		5704	100.00	100.00		0.06	1.67	0.20	0.84

Combinando la cartografía elaborada de litología, vegetación/usos del suelo y relieve, se han obtenido 271 unidades edafoambientales de las 420 posibles. (Fig. 3.)

Combinando a cartografia elaborada de litologia, vegetação/usos do solo e relevo, obtiveram-se 271 unidades edafoambientais das 420 possíveis. (Fig. 3).

En la tabla 3 aparecen los resultados del estudio de la edafodiversidad en las unidades edafoambientales más destacadas:

Na tabela 3 aparecem os resultados do estudo da edafodiversidade nas unidades edafoambientais mais destacadas:

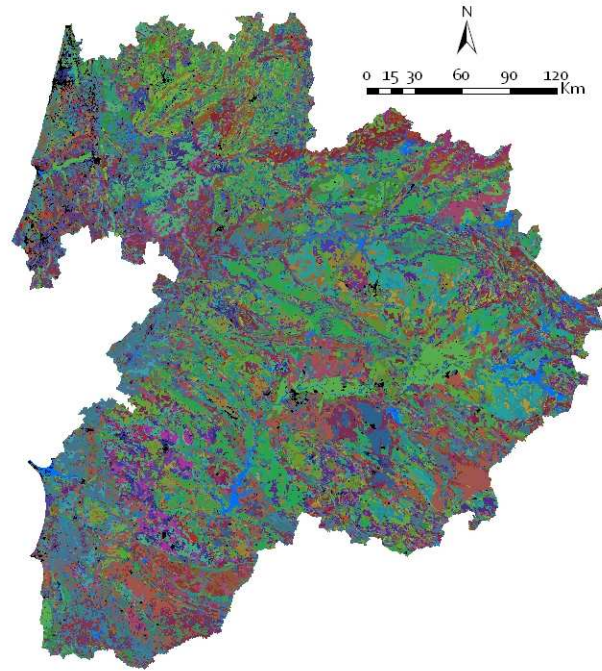


Fig. 3. Unidades Edafoambientales.
Fig. 3. Unidades Edafoambientais.

Tabla 3. Resultados edafodiversidad Unidades Edafoambientales más destacadas. NP (Número de polígonos), A (% Superficie), P (% Perímetro), PARA (relación perímetro/área), Gf (grado de fragmentación), H' (Índice de Shannon), D (Índice de Simpson).

Tabela 3. Resultados da edafodiversidade Unidades Edafoambientais mais destacadas. NP (Número de polígonos), A (% Superficie), P (% Perímetro), PARA (relação perímetro/área), Gf (grau de fragmentação), H' (Índice de Shannon), D (Índice de Simpson).

Unidades Edafoambientales	NP	A	P	PARA	Gf	H'	D
Aluviales y coluviales - Dehesas - >30%	1	0.00	0.00	0.02	3.53	0.00	0.00
Aluviales y coluviales - Regadío - 0-2%	343	2.45	1.14	0.01	0.16	0.03	0.00
Pizarras - Dehesas - 2-5%	1037	4.73	3.01	0.01	0.25	0.08	0.00
TOTAL: 271 Unidades	52783	100.00	100.00		0.60	4.84	0.01

Los resultados al representar la distribución de las categorías de litologías, vegetación/ usos del suelo, relieve y unidades edafoambientales (U-EA) en relación a la superficie (ha) y el perímetro (metros) en función de 10 intervalos (<10%,

Os resultados representam a distribuição das categorias de litologias, vegetação/ usos do solo, relevo e unidades edafoambientais (U-EA) em relação à superfície (ha) e ao perímetro (metros) e função de 10 intervalos (<10%, 10-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%,

10-20%, 20-30%, 30-40%, 40-50%, 50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90%, >90%) frente al Ln de los polígonos encontrados en ese intervalo. son los que se muestran en las figuras 4 y 5:

50-60%, 60-70%, 70-80%, 80-90%, >90%) face ao Ln dos polígonos encontrados nesse intervalo. São os que se mostram nas figuras 4 e 5:

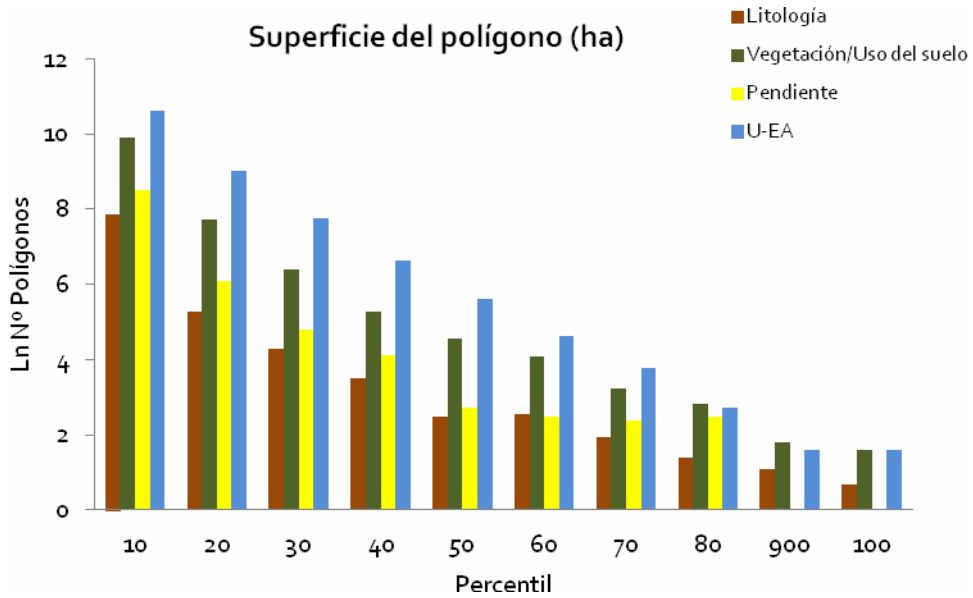


Fig. 4. Modelos de distribución de abundancia (Superficie).
Fig. 4. Modelos de distribuição de abundância (Superficie).

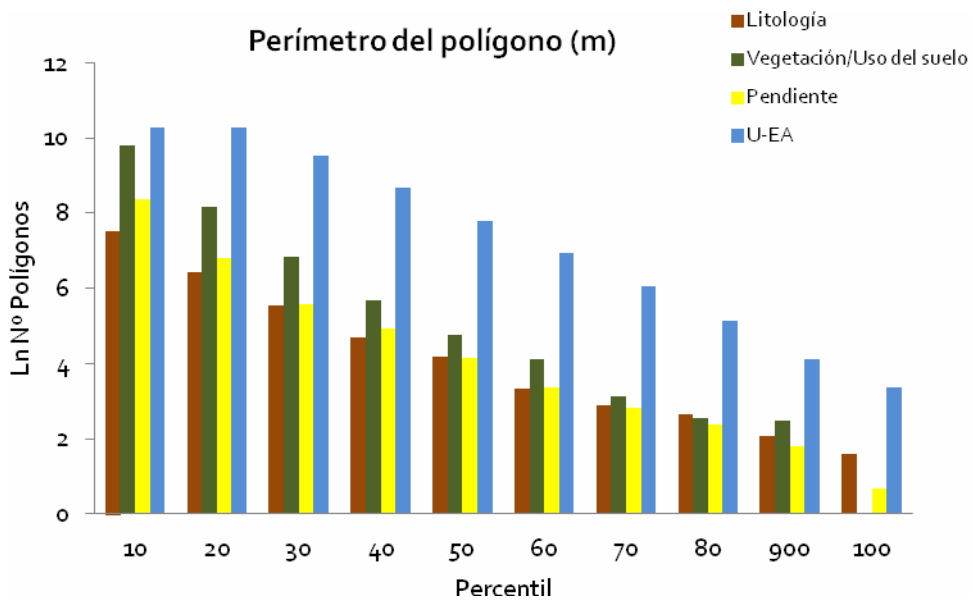


Fig. 5. Modelos de distribución de abundancia (Perímetro).
Fig. 5. Modelos de distribuição de abundância (Perímetro).

DISCUSIÓN

En nuestra área de estudio predominan las formaciones litológicas de "Aluviales y coluviales" ocupando el 41% del territorio.

En relación a los usos del suelo/clases de vegetación, son las formaciones vegetales de "matorral" las más abundantes, dominando entorno al 20% del territorio OTALEX C.

El relieve de nuestra área de estudio es ligeramente inclinado, entre 2-5% de pendiente, ocupando aproximadamente el 43% del territorio.

Con respecto a las 271 unidades edafambientales, la más abundante es "Pizarra sobre dehesa en relieve ligeramente inclinado" ocupando entorno al 5% del territorio.

Al estudiar la edafodiversidad de nuestra área de estudio, según el Índice de Shannon. Son las formaciones vegetales las que presentan valores más altos indicándonos que están distribuidas equitativamente.

El Índice de Simpson (D) nos indica la diversidad de la zona de estudio, por tanto valores próximos a 0 muestran una alta diversidad. Así son las formaciones vegetales las más diversas.

La formación más abundante de "Aluviales y coluviales" presenta un grado de fragmentación bajo, mientras que las "caliza" son las menos abundantes y están más fragmentadas. En relación a la vegetación. Son los "Humedales" los más fragmentados, mientras que las formaciones de "Dehesa" presentan baja fragmentación. En cuanto al relieve, el tipo "ligeramente inclinado" es el menos fragmentado y el "fuertemente inclinado" el más fragmentado. Las unidades que presentan mayor fragmentación son las formaciones "Aluviales y coluviales sobre dehesas en relieve escarpado", al contrario

DISCUSSÃO

Na nossa área de estudo predominam as formações litológicas de "Aluviões e coluviões" ocupando 41% do território.

Em relação aos usos do solo/classes de vegetação, são as formações vegetais de "matos" as mais abundantes, dominando cerca de 20% do território OTALEX C.

O relevo da nossa área de estudo é ligeiramente inclinado, entre 2-5% de pendente, ocupando aproximadamente 43% do território.

Relativamente às 271 unidades edafambientais, a mais abundante é "Xistos sobre montado com relevo ligeiramente inclinado" ocupando cerca de 5% do território.

Ao estudar a edafodiversidade da nossa área de estudo, segundo o Índice de Shannon, são as formações vegetais as que apresentam valores mais altos, indicando-nos que estão distribuídas equitativamente.

O Índice de Simpson (D) indica-nos a diversidade da zona de estudo, por possuir tantos valores próximos a 0 mostram uma elevada diversidade. Assim são as formações vegetais as mais diversas.

A formação mais abundante de "Aluviões e coluviões" apresenta um grau de fragmentação baixo, enquanto os "calcários" são os menos abundantes e estão mais fragmentados. Em relação à vegetação, são as "Zonas Húmidas" os mais fragmentados, enquanto as formações de "Montado" apresentam baixa fragmentação. Relativamente ao relevo, o tipo "ligeiramente inclinado" é o menos fragmentado e o "fortemente inclinado" é mais fragmentado. As unidades que apresentam maior fragmentação são as formações "Aluviões e coluviões sobre montados com relevo escarpado", por outro lado são as formações de "Aluviões e

son las formaciones de "Aluviales y coluviales sobre regadío en relieve llano", las menos fragmentadas.

Han resultado 149 unidades que no se han combinado. Formación litológica de dunas no aparecen en pendientes superiores al 15%, al igual que las formaciones vegetales asociadas a vegetación costera.

Las formaciones vegetales de coníferas no aparecen en terrenos calizos de pendiente elevada. Tampoco en formaciones litológicas de granitos de baja pendiente, ni en dunas en pendientes superiores al 15%. Hemos de tener en cuenta que muchas de las coníferas presentes en el territorio OTALEX C son como consecuencia de repoblaciones, de ahí que se presenten en zonas de media o elevada alcalinidad.

Las unidades de paisaje en las que se produce intervención antrópica (cultivos y dehesas) no se localizan en terrenos escarpados, como es lógico puesto que esas zonas no son apropiadas para actividades humanas.

En las gráficas de distribución se observa que cuando hay muchos polígonos la distribución se asemeja a las curvas de Willis (1922), el cual las denomino "Hollow Curves" (muchos polígonos de pequeño tamaño y pocos de mayor tamaño, es decir, muy pocos objetos son muy abundantes y el resto ocupan escasa extensión). La riqueza de individuos de un país, la del PIB entre estados o la de palabras citadas en un texto, se adaptan a la distribución de las curvas de Willis.

CONCLUSIONES

Siguiendo el Manual de la Oficina Europea del Suelo (ESB 1999) y la Norma Técnica para la realización de la Cartografía de Suelos a escala 1:50.000 de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo (Sánchez Díaz *et al.*, 2002), a estas agrupaciones lógicas cartografiables nosotros las hemos denominado "unidades edafoambientales",

coluviões em regadio com relevo plano", as menos fragmentadas.

Resultaram 149 unidades que não foram combinadas. As formações litológica de dunas não ocorrem com pendentes superiores a 15%, tal como as formações vegetais associadas a vegetação costeira.

As formações vegetais de coníferas não aparecem em terrenos calcários de pendiente elevada. Também nunca em formações litológicas de granitos de baixa pendiente, nem em dunas com pendentes superiores a 15%. Há que ter em conta que muitas das coníferas presentes no território OTALEX C são consequência de repovoamentos, daí se apresentarem em zonas de média ou elevada alcalinidade.

As unidades de paisagem nas quais se existe intervenção antrópica (cultivos e montados) não se localizam em terrenos escarpados, como é lógico uma vez que essas zonas não são apropriadas para atividades humanas.

Nos gráficos de distribuição observa-se que quando há muitos polígonos, a distribuição assemelha-se às curvas de Willis (1922), denominadas "Hollow Curves" (muitos polígonos de pequeno tamanho e poucos de maior tamanho, ou seja, muito poucos objetos são muito abundantes e o resto ocupa uma escassa extensão). A riqueza de indivíduos de um país, a do PIB entre estados ou a de palavras citadas num texto, adaptam-se à distribuição das curvas de Willis.

CONCLUSÕES

Seguindo o Manual da Oficina Europeia do Solo (ESB 1999) e a Norma Técnica para a realização da Cartografia de Solos à escala 1:50.000 da Sociedade Espanhola de la Ciencia del Solo (Sánchez Díaz *et al.*, 2002), a estes agrupamentos lógicos cartografáveis, que denominamos "unidades edafoambientais", tendo também em conta que grosseiramente correspondem ao conceito tradicional de unidade cartográfica. Assim

teniendo también en cuenta que groseramente corresponden al concepto tradicional de unidad cartográfica. Así queremos dejar claro que la cartografía realizada es un mapa de unidades edafoambientales, considerándolas como una porción de la edafosfera que agrupa cuerpos edáficos.

Igualmente, hemos podido identificar las propiedades características de los suelos que sustentan las principales unidades de vegetación en el área, así como el efecto que sobre las propiedades del suelo tuvieron las actuaciones de repoblaciones.

Nuestra área de estudio es muy diversa en conjunto, pero son las formaciones vegetales y las unidades edafoambientales las más diversas y las que presentan mayor fragmentación.

La distribución de los polígonos frente al área se asemeja bastante a las Curvas de Willis.

queremos deixar claro que a cartografia realizada é um mapa de unidades edafoambientais, considerando-as como uma porção da edafosfera que agrupa corpos edáficos.

Igualmente, pudemos identificar as propriedades características dos solos que sustentam as principais unidades de vegetação na área, assim como o efeito que tiveram as atuações de repovoamentos sobre as propriedades do solo.

A nossa área de estudo é muito diversa em conjunto, mas são as formações vegetais e as unidades edafoambientais mais diversas que apresentam maior fragmentação.

A distribuição dos polígonos face à área assemelha-se bastante às Curvas de Willis.

BIBLIOGRAFÍA/ BIBLIOGRAFIA

- Almororox, J., Hontoria, Ch., Gallardo, J., 2001.** Análisis Edafoambiental para el Desarrollo Sostenible de Áreas Rurales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Caniego, F.J. Ibáñez, J.J., San José Martínez, F. 2007.** Rényi dimensions and pedodiversity indices of the earth pedotaxa distribution, *Nonlin. Processes Geophys.*, 14, 547–555.
- Caniego, J., Ibáñez, J. J., San José Martínez, F. 2006.** Selfsimilarity of pedotaxa distributions at planetary level: a multifractal approach. *Geoderma*, 134: 306-317.
- Carcavilla Uquí. L., Martínez López. J., Valsero Durán. J.J, 2007.** Patrimonio geológico y diversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. MEC y IGME.
- EEA. 2006.** Corine Land Cover 2006 Nivel 3. European Environmental Agency. Commission of the European Communities.
- ESB. 1999.** Una Base de Datos de Suelos Georreferenciada para Europa. Manual de Procedimientos. Comité Científico del ESB, JRC, European Comission, 208 p.
- ESRI. ArcGIS 9.2, 2006.** <http://www.esri.com>.
- EUROACE, 2009.** Euroregión Alentejo- Centro- Extremadura. <http://www.euro-ace.eu/>.
- FAO, 1974.** FAO-UNESCO. Soil Map of the World: Vol. I. Legend. UNESCO, Paris.
- FAO, 1998.** World reference base for soil resources. 84 World Soil Resources Reports. FAO-UN, Rome.
- FAO, 2009.** Guía para la descripción de suelos. Cuarta Edición. Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.

- Gunn, R.H., J. A Beattie, R.E Reid., R.H. M Graaff (eds). 1988.** Australian Soil and Land Survey Handbook: Guidelines for Conducting Surveys. Inkata Press. Melbourne.
- Ibáñez, J.J., Jiménez-Ballesta, R., García Álvarez, A., 1990.** Soil landscapes and drainage basins in Mediterranean mountain areas. *Catena* 17: 573-583.
- Ibáñez, J.J., De-Alba, S., Bermúdez, F.F., García-Álvarez. A. 1995.** Pedodiversity: concepts and measures. *Catena*, 24: 215-232.
- Ibáñez, J.J., Carrera, C., Caniego, J., López- Lafuente, A., San-José, F. 2001a.** Pedodiversity and soilscales area-relationships in Aegean islands. *Pedometrics* 2001: Application of edometrics. 4th Conference of the WG on Pedometrics, IUSS (oral presentation and proceedings, Gent, September, 2001).
- IGN, 2007-2010.** Instituto Geográfico Nacional. Modelo Digital del Terreno de España.
- IGP, 2007-2010.** Instituto Geográfico Portugués. Modelo Digital del Terreno de Portugal.
- IGME, 1987.** Instituto Geológico Minero de España. Mapa Geológico de España.
- INE España y Portugal, 2013.** Instituto Nacional de Estadística. Censo poblacional, 2011.
- Jenny, H., 1941.** Factors of soil Formation, 1941 McGraw-Hill, 281 pp.
- LNEG, 1982.** Laboratorio Nacional de Energía e Geología. Mapa Geológico Portugal.
- Magurran, A.E., 1988.** Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm, London, 179 pp.
- Magurran, A. E., 2004.** Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell. 256 p.
- Martín, B., Oteros. I., Macebo. S., Ortega. E., 2006.** Estudio sobre la fragmentación del hábitat de la Red Natura 2000 afectados por el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT). Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Petersen A., Gröngröft A., Miehlich G. 2010.** Methods to quantify the pedodiversity of 1 km² areas. Results from southern African drylands. *Geoderma* 155:140-146.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Roquero, C., 2003.** Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. 3ª Edición revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa.
- Robbins, C. S., D. K. Dawson, B. A. Dowell. 1989.** Habitat area requirements of breeding forest birds of the middle Atlantic states. *Wildl. Monogr.* 103. 34 pp.
- Saldaña, A. and Ibáñez, J.J. 2007.** Pedodiversity co connectance and spatial variability of soil properties, what is the relationship?. Elsevier. *Ecological Modeling* 208. 342-352.
- Sánchez Díaz, J., Aguilar, J., Arbelo, C.D., Boixadera, J., Colomer, J. C., Ibañez, J.J., Macías, F., Ortiz, R., Rodríguez Rodríguez, A., Sánchez Garrido, J. A. 2002.** Norma Técnica para la elaboración de la cartografía de suelos.
- Shannon, C.E., 1948.** A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* 23: 379-423.
- Simonson, R. W., 1959.** Outline of a generalized theory of soil genesis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23:152-156.
- Simpson, E. H., 1949.** Measurement of Diversity. *Nature* 163: P. 688 - 688.
- Willis, J.C., 1992.** Age and Area. Cambridge Univ.Press, Cambridge, 259pp.