

Ensayo para la determinación del estado de conservación de la vegetación.

Francisco Márquez García¹; Francisco María Vázquez Pardo¹; Luis Fernández Pozo²; Mariangeles Rodríguez²; José Cabezas Fernández²; Carlos Pinto-Gomes³; Maria Teresa Folgôa Batista³.

¹. Grupo Hábitat. Sección de Producción Forestal. Centro de Investigación La Orden-Valdesequera. Consejería de Economía, Comercio e Innovación. Apartado 22. C.P. 06080. Badajoz (España).

Email: marquez_arn@yahoo.es

². Grupo de Investigación Análisis de Recursos Ambientales. Universidad de Extremadura. Facultad de Ciencias. Avda. de Elvas s/n. 06071 Badajoz (España).

³. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM). Universidade de Évora. Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento (DPAO). R. Romão Ramalho, nº 59. 7000-671. Évora (Portugal).

Resumen

La constante búsqueda de estrategias dirigidas hacia el desarrollo sostenible hace cada vez más frecuente el planteamiento de indicadores ambientales. El objetivo de estos indicadores es suministrar información útil y actualizada para el control de la conservación del medio.

La utilización de fórmulas que permitan valorar la conservación de la vegetación posibilita la obtención de un valor indicativo del estado de naturalidad de la vegetación. Además, el uso de tipos de hábitat naturales en lugar de asociaciones fitosociológicas permite simplificar la formulación propuesta, obteniendo resultados totalmente válidos.

Finalmente, el efecto del cambio de escala en el cálculo del valor del índice no supone cambios en la validez del valor obtenido. Sin embargo, debemos de considerar que los valores obtenidos sólo son comparables en trabajos realizados a igual escala.

Palabras clave.

Badajoz, Conservación, Indicador ambiental, SIG, Vegetación

Summary

The constant search of strategies that they lead towards the sustainable development makes the environmental indicators exposition more and more frequent. The target of these indicators is to give useful information for the control of the conservation of the environment.

The use of formulae that allow quantifying the conservation of the vegetation makes possible the securing of an indicative value of the state of naturalness of the vegetation. Also, the use of natural types of habitat instead of phytosociology associations allows simplifying the proposed formulation, obtaining completely valid results.

Finally, the effect of the change of scale in the calculation of the value of the index does not suppose changes in the validity of the obtained value. Nevertheless, we must consider that the values obtained are only comparable in works realized to equal scale.

Key word

Badajoz, Conservation, GIS, Environmental indicator, Vegetation.

Introducción

Cualquier elemento que aporte mensajes simples y claros sobre lo que ocurre en el medio, puede ser utilizado como indicador (Aguirre, 2002). Así, estos elementos pueden servir como herramienta de gestión y control de la calidad del medio natural, denominándose indicadores ambientales.

Las principales características que debe poseer todo indicador ambiental (Herrera et al, 1996) son: 1) ser un instrumento relevante para la obtención de información útil, para la escala de trabajo elegida; 2) estar basado en conocimientos científicos, y proporcionar datos fiables; 3) ser capaz de indicar cambios de tendencias; 4) mostrar información que sea representativa para el objetivo propuesto; 5) ser simple y claro; 6) facilitar la evaluación ambiental del territorio; 7) ayudar en la toma de decisiones; 8) permitir comparaciones entre diferentes territorios, y, 9) ser eficiente, respecto a la obtención de datos y utilidad de la información.

Considerando lo anterior, la selección de indicadores ambientales adecuados para el estudio del medio ambiente, debe considerar que su uso puede presentar dos inconvenientes: en primer lugar, los datos de biodiversidad tienen una alta dependencia de la escala espacio-temporal elegida (Waldhardt, 2003), debiendo ser válidos y aplicables para la escala a utilizar (Waldhardt et al, 2003); y, en segundo lugar, que la relación entre la biodiversidad y los usos del suelo es muy compleja (Szaro & Johnston, 1996), aún cuando existe una clara alteración en sus patrones de distribución por la acción humana (Groombridge & Jenkins 2000). Además, para el estudio de la biodiversidad se deben considerar, la utilización de la mayor cantidad de formas de diversidad posibles, entre las que destacan: la diversidad de especies, de ecosistemas y de agrupaciones y estructuras de vegetación (Duelli & Obrist, 2003; Gray & Azuma, 2005); así como las relaciones existentes entre los procesos ecológicos, los factores socioeconómicos y las condiciones de desarrollo natural y antropogénico del medio (Waldhardt, 2003; van Strien et al, 2009).

El estado de conservación de la cubierta vegetal puede ser evaluado en función del establecimiento de diversos índices o indicadores. En la actualidad, es cada vez más incipiente el uso de conocimientos fitosociológicos como herramienta para la gestión y control de la calidad del medio natural (Loidi, 1994, 2008; Penas et al, 2005).

La propuesta de fórmulas que permiten cuantificar la naturalidad, o estado de conservación de un territorio, hace posible establecer relaciones entre estructuras de vegetación diferentes. Además, permiten realizar valoraciones continuas del medio, pudiendo detectar cambios en el estatus de conservación de forma rápida y sencilla. Esto hace posible su aplicación como indicador ambiental del uso sostenible del medio, debido a que cualquier cambio puede ser detectado de forma inmediata.

Sin embargo, si bien la utilización de estas fórmulas no supone una elevada dificultad, la puesta en funcionamiento y las comprobaciones periódicas del indicador requieren del conocimiento de conceptos fitosociológicos y sinfitosociológicos, además de conocimientos botánicos. Esta necesidad puede suponer un inconveniente que dificulte la aplicación como indicador ambiental de este tipo de propuestas. Así, el uso de información sobre usos del suelo o tipos de cubierta vegetal, en lugar del tipo de asociación vegetal existente puede suponer un impulso para la aplicación de estas fórmulas como indicador ambiental (Pinto-Gomes et al, 2008). Sin embargo, este cambio en la fuente de información puede conllevar una menor exactitud en la validez de los datos obtenidos.

El objetivo de este trabajo es realizar un estudio sobre la utilidad de la formulación propuesta por Penas et al (2005) como indicador ambiental de estado de conservación de la vegetación. Además, se pretende observar su variación según la escala de trabajo utilizada (Allen & Hoekstra, 1990; Noss, 1991), así como, la variación en la valoración del indicador según los conceptos utilizados -sinfitosociológicos o de tipo de cubierta vegetal- (Acosta et al, 2005).

Material y Método

Zona de estudio.

La zona de estudio elegida se corresponde con la provincia de Badajoz. Dentro de este territorio de trabajo, se eligieron varias áreas de tamaño 2x2Km, localizadas en los municipios de Bótoa (1), La Roca de la Sierra (2) y Calera de León (Sierra de Tendudía) (3) (Figura 1).

Estudio de la vegetación.

El estudio de la vegetación del área de trabajo empleará como base la cartografía generada con la ayuda de un Sistema de Información Geografía (SIG), a partir de la cartografía de hábitats del proyecto Corine Land Cover Nivel 3 (IGN, 2003) y fotografías aéreas a escala 1:5.000 (CF, 2005). Asociadas a este trabajo se realizaron una serie de trabajos de campo para contrastar la información cartográfica.

La digitalización de las unidades de vegetación observables en las fotografías aéreas se realizó con ayuda de un SIG, mediante la generación de polígonos. La leyenda aplicada a esta nueva cartografía se corresponde con la utilizada en el proyecto Corine Land Cover (IGN, 2003).

La vegetación potencial de la zona será estudiada utilizando la cartografía sobre series de vegetación (Rivas-Martínez, 1987) y la revisión sobre asociaciones vegetales publicada por Rivas-Martínez et al (2002a; 2002b).



Figura 1: Mapa localización.

Indicador ambiental.

El indicador a utilizar para el presente estudio fue descrito por Penas et al (2005), y recibe el nombre de Índice de Distancia Potencial (PDI). El objetivo de este índice es cuantificar la distancia existente entre la vegetación actual (asociación vegetal/hábitat) y la vegetación potencial (clímax de la serie de vegetación) de un determinado lugar. Así, requiere del conocimiento de la fitosociología de la zona de estudio y las etapas seriales de las series de vegetación (sinfitosociología) existentes en esa área.

La formulación del índice PDI es la siguiente (Penas et al, 2005):

$$PDI = \sum_{i=1}^n DI_i \times \frac{\Omega_i}{\Omega_{TOTAL}}$$

PDI: índice de distancia potencial.

i = comunidad vegetal.

Ω_i = área de la comunidad vegetal.

Ω_{TOTAL} = área total de la zona de estudio.

DI_i = distancia potencial de la comunidad vegetal.

La formulación propuesta por Penas et al. (2005) para el cálculo del valor de distancia potencial (DI) es:

$$DI_i = 1 - \left(\frac{3P_i - NI_i}{3n} \right)$$

P_i = posición de la comunidad vegetal con respecto a la cabeza de serie.

NI_i = índice de naturalidad de la comunidad vegetal.

n = número de estados seriales de la serie de vegetación (proceso de sucesión).

El cálculo del valor DI, incluye como factor la naturalidad de la comunidad vegetal a estudio, entiendo a ésta como el grado de intervención humana en dicha comunidad. De este modo, Penas et al (2005) establecen 3 niveles ($NI = 1$. Comunidades vegetales con alta influencia humana, distancia al estado óptimo superior al 50%; $NI = 2$. Comunidades naturales

con una influencia humana apreciable, distancia al óptimo situada entre el 30 – 50 %; NI = 3. Comunidades vegetales con escasa o nula influencia humana, distancia al óptimo inferior al 30%).

Por otro lado, la propuesta sobre la inclusión de datos de cobertura vegetal de este territorio, se basa en lo establecido por Penas et al (2005) y Pinto-Gomes et al (2008). Segundo estos trabajos se promueven la existencia de 8 estados seriales para las series de vegetación climatófilas y 4 para las edafohigrófilas, mientras que los microsigmatum poseerían un único estado serial, en ambos casos los bosques constituirían el valor más elevado, ya que proporcionan el hábitat para más de la mitad de las especies del planeta (Groombridge & Jenkins, 2000). Adaptada a los usos del suelo o hábitat incluidos en el proyecto Corine Land Cover, obtendríamos (Tabla 1):

Tabla 1: Tipos de hábitat propuestos como estados seriales.

NH	SERIES CLIMATÓFILAS.	NH	SERIES EDAFOHIGRÓFILAS
1	Bosque potencial	1	Bosque
2	Prebosque	2	Prebosque
3	Retamar	3	Juncales
4	Herbazales de gran porte	4	Herbazales
5	Arbolado adhesionado. Prados y praderas		
6	Matorrales		
7	Nanomatorrales		
8	Herbazales anuales		

Nota. NH: número de hábitat.

El cálculo del valor del índice PDI será realizado mediante la integración de los datos de cobertura vegetal y las categorías propuestas para cada uno de los factores que intervienen en el indicador ambiental.

Resultados.

Estudio de la vegetación.

La vegetación actual de la provincia de Badajoz obtenida de la cartografía del Corine, una vez revisada y adaptada la leyenda a los hábitats propuestos para la aplicación del indicador ambiental, dio como resultado el siguiente mapa (Figura 2).

La vegetación potencial de la provincia de Badajoz se caracteriza por la existencia de 4 series de vegetación climatófilas, acompañada de series edafohigrófilas en la zona de influencia del río Guadiana y sus afluentes (Figura 3).

Las características de las series climatófilas son:

18f. *Sorbo torminalis-Quercus pyrenaicae Sigmatum*. La etapa madura de esta serie de vegetación está representada por un bosque de roble melojo y mostajos de la asociación *Sorbo torminalis-Quercetum pyrenaicae*. Acompañando a esta serie pueden aparecer zonas con vegetación perteneciente a la serie mesomediterránea húmeda de roble melojo, *Arbutus unedo-Quercus pyrenaicae* S. (Velasco & Marcos, 1984).

23c. *Sanguisorbo agrimonioidis-Quercus suberis Sigmatum*. Perteneciente a la alianza *Quercion broteroi*, esta serie de vegetación tiene como etapa clímax o cabeza de serie la asociación *Sanguisorbo agrimonioidis-Quercetum suberis*, formada por alcornoques en asociación constante y característica con *Sanguisorba agrimonioides* (L.) Cesati, bosques que, en muchos casos, han sido sustituidos por cultivos de castaños, *Castanea sativa* Mill. (Rivas Goday, 1964).

24c. *Pyro bourgaeanae-Quercus rotundifoliae Sigmatum*. El bosque que conforma la etapa madura de esta serie de vegetación está constituida por un encinar, con un sotobosque menos denso que en los alcornoques, perteneciente a la asociación *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae* caracterizado por el predominio de especies como *Quercus rotundifolia* Lam., *Pyrus bourgaeana* Decne, *Daphne gnidium* L., *Quercus coccifera* L., *Pistacia lentiscus* L. y *Phillyrea angustifolia* L.

24e. *Paeonio coriacea-Quercus rotundifoliae Sigmatum*. Serie de naturaleza basófila, la vegetación climácica de esta asociación es un bosque de encinas de la alianza *Paeonio*

coriaceae-Quercion rotundifoliae., entre sus especies acompañantes desatacan: *Rubia peregrina* L., *Asparagus acutifolius* L., *Daphne gnidium* L., *Quercus faginea* Lam. y *Lonicera implexa* Aiton.

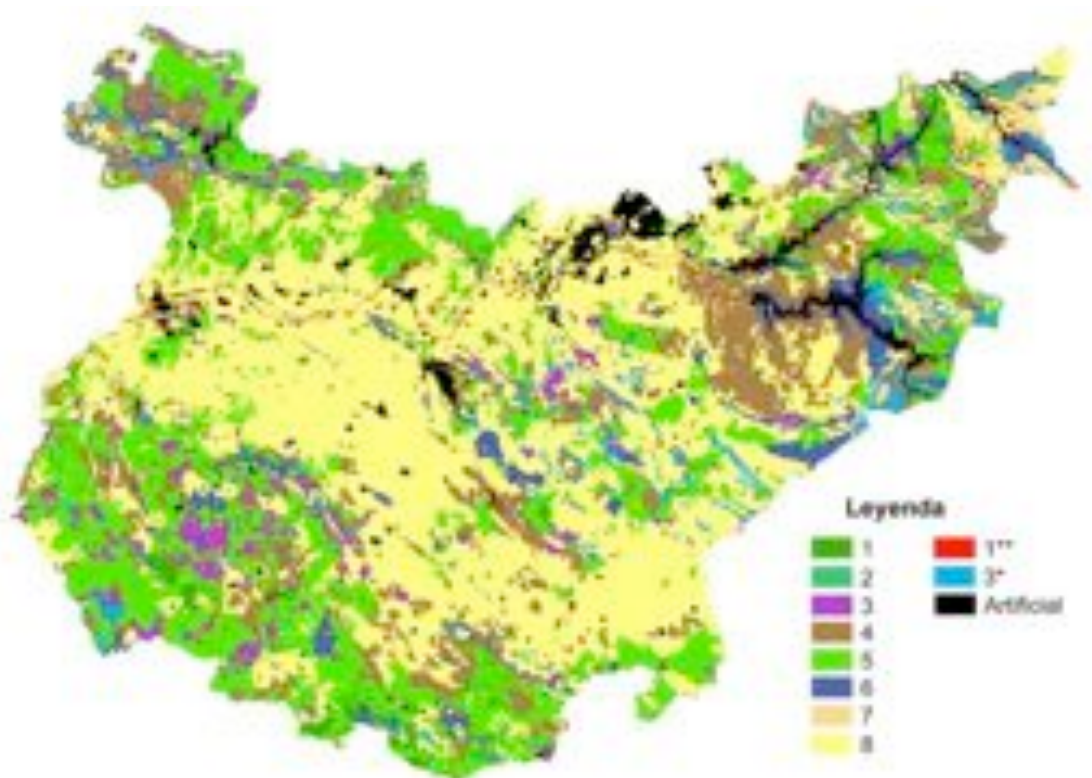


Figura 2: Mapa de vegetación actual de la provincia de Badajoz (Corine Land Cover) (IGN, 2003).

Nota: ** microsigmetum. * Series de vegetación edafohigrófilas.

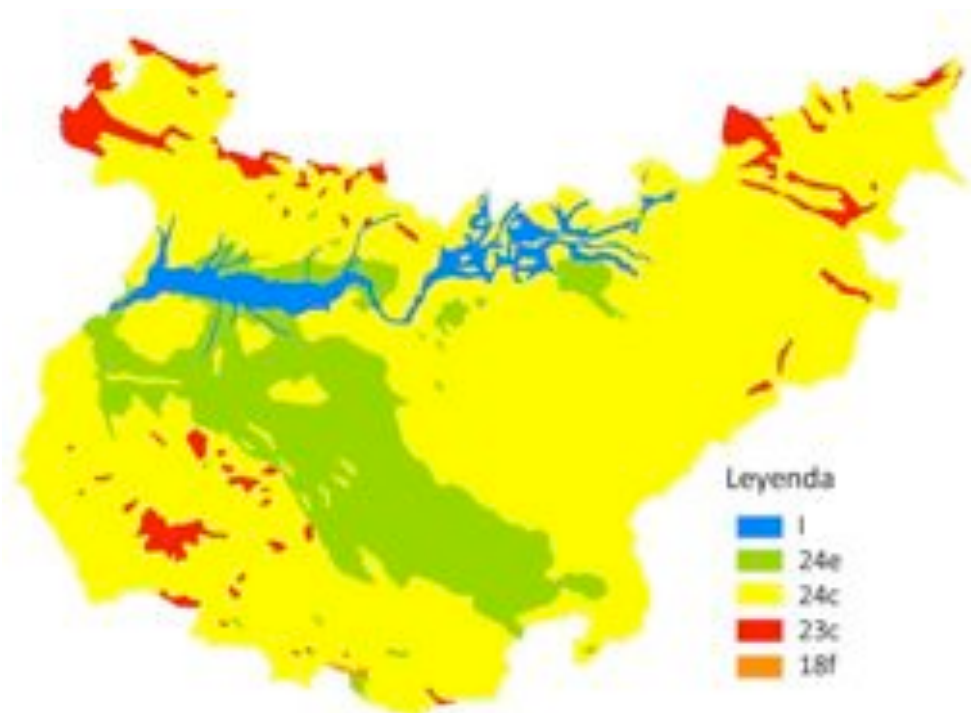


Figura 3: Mapa series de vegetación de la Provincia de Badajoz (Rivas-Martínez, 1987).

I. Las series edafohigrófilas (Geomegaseries riparias mediterráneas y regadíos) incluyen asociaciones de fresnedas, *Ficario ranunculoidis-Fraxinetum angustifoliae*; tarayales de *Polygono equisetiformis-Tamaricetum africanae*; tamujares de *Pyro bourgaeanae-Securinegetum tinctoriae Sigmatum*; adelfares de *Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri*; y olmedas ocasionales de *Opopanaco chironii-Ulmetum minoris*.

La vegetación de las zonas de Bótoa, La Roca de la Sierra y Calera de León (Sierra de Tentudía), obtenidas mediante la digitalización de las fotografías aéreas aparecen representadas en la figura 4.

Indicador ambiental.

La aplicación de la formulación del índice PDI a los datos de vegetación de la provincia de Badajoz dio como resultado un valor de PDI de 0,5016. Este resultado, según las categorías creadas por Penas et al (2005), supone un estado de conservación de la vegetación Bueno y una posición con respecto al clímax de Moderadamente Distante (Tabla 2/Figura 5).

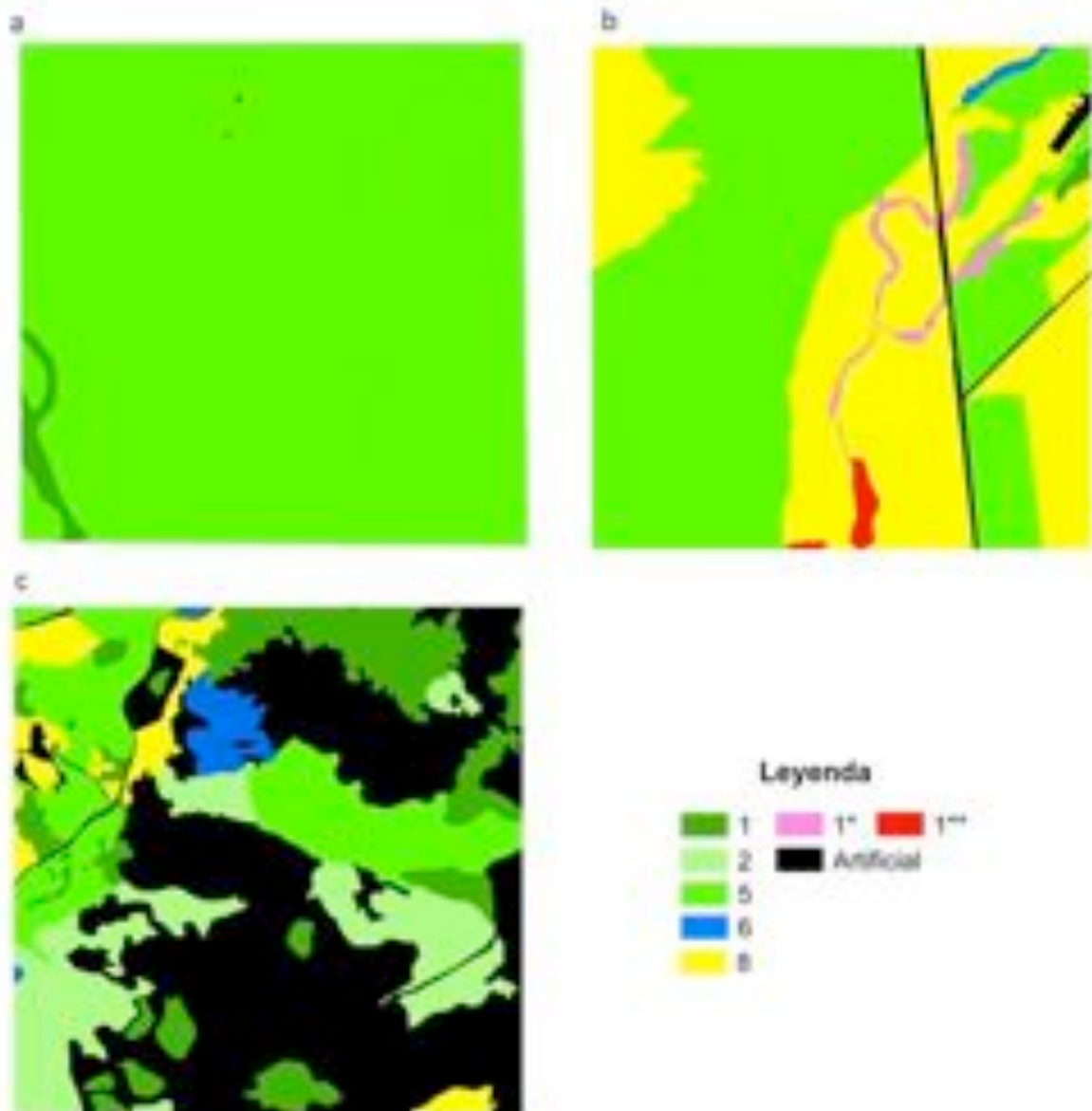


Figura 4: Mapas de vegetación actual para cada uno de las áreas piloto de 2x2Km.
Nota. a: Botóta; b: La Roca de la Sierra; c: Calera de León (Tentudía).

Tabla 2: Tipos de hábitat y valor PDI de la vegetación actual de la provincia de Badajoz.

NH	Hábitat	NI	P	n	DI	Ω_i (Km ²)	DI x ($\Omega_i / \Omega_{TOTAL}$)
1	Microsigmetum	3	1	1	1,000	58,5	0,0028
1	Bosque potencial	3	1	8	1,000	504,1	0,0239
2	Prebosque	3	2	8	0,900	16,2	0,0007
3	Retamar	2	3	8	0,767	484,3	0,0176
3	Juncales	2	3	4	0,333	878,3	0,0139
4	Herbazales de gran porte	2	4	8	0,667	3296,4	0,1044
5	Arbolado adhesionado	1	5	8	0,533	5767,3	0,1461
6	Matorrales	1	6	8	0,433	951,0	0,0196
7	Matorrales colonizadores	1	7	8	0,333	134,4	0,0021
8	Herbáceas anuales	1	8	8	0,233	8964,9	0,0993
						$\Omega_{VEG.} = 21055$	PDI =
							0,4305
Artificial		-	-	-	-	710,7	-
						$\Omega_{TOTAL} = 21766$	

Nota. NH: número de hábitat; NI: índice de naturalidad; P: número del estadio serial; n: número total de estadios seriales; DI: valor de distancia potencial.

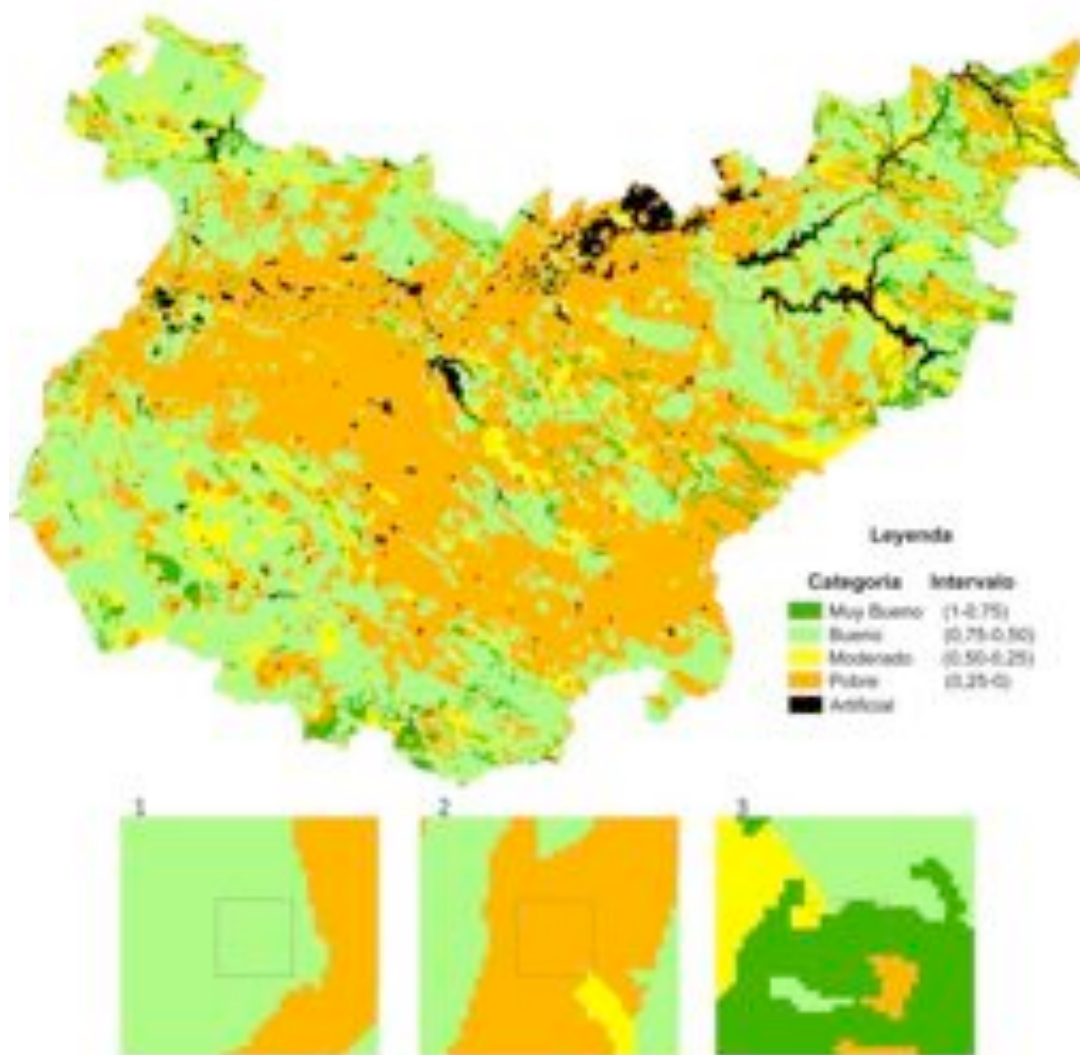


Figura 5: Mapa con los valores de PDI de la provincia de Badajoz y áreas piloto (zona incluida en la línea discontinua).

Nota. 1: Botóia; 2: La Roca de la Sierra; 3: Calera de León (Tentudía).

Los resultados obtenidos para cada uno de las áreas de 2x2km (Figura 6): Bótoa (Tabla 3), La Roca de la Sierra (Tabla 4) y Calera de León (Tentudía) (Tabla 5), dan valores de estado de conservación Bueno y una distancia a la cabeza de serie de Moderadamente Distante. Además, se observa que el valor obtenido para la zona de Bótoa presenta un mejor estado de conservación. Comparado con los valores de esta zona obtenidos en el mapa provincial: el área próxima a Bótoa, registra un valor de estado de conservación Bueno; la zona cercana a La Roca de la Sierra tiene un estado de conservación Bueno, con zonas de menor conservación (Pobre); y, la zona de la Sierra de Tentudía estudiada presenta un estado de conservación Muy Bueno, con pequeñas zonas de conservación menor.

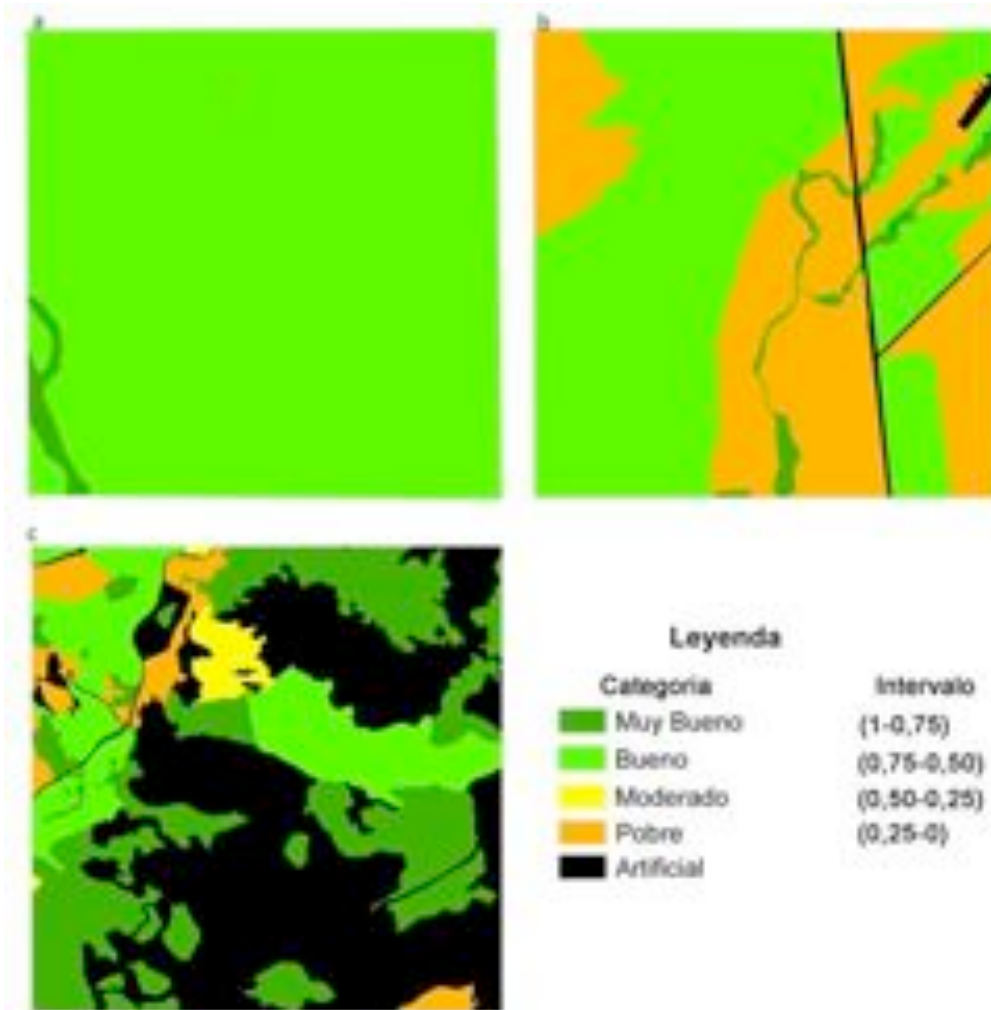


Figura 5: Mapas de valor PDI para las áreas piloto.

Nota. a: Botóia; b: La Roca de la Sierra; c: Calera de León (Tentudía).

Tabla 3: Tipos de hábitat y valor PDI de la vegetación actual próxima a Bótoa.

NH	Hábitat	NI	P	n	DI	Ω_i (Km ²)	DI x ($\Omega_i / \Omega_{TOTAL}$)
1	Bosque	3	1	4	1,00	0,0637	0,0159
5	Arbolado adhesionado/Prados	1	5	8	0,03	3,9355	0,5247
						$\Omega_{VEG.} = 3,9992$	PDI = 0,5407
Artificial						0,0008	
						$\Omega_{TOTAL} = 4$	

Nota. NH: número de hábitat; NI: índice de naturalidad; P: número del estadio serial; n: número total de estadios seriales; DI: valor de distancia potencial.

Tabla 4: Tipos de hábitat y valor PDI de la vegetación actual próxima a La Roca de la Sierra.

NH	Hábitat	NI	P	n	DI	Ω_i (Km ²)	DI x ($\Omega_i / \Omega_{TOTAL}$)
1	Charcas temporales	3	1	1	1,00	0,0309	0,0078
1	Bosque	3	1	8	1,00	0,0117	0,0030
1	Bosque de ribera	3	1	4	1,00	0,0749	0,0190
5	Arbolado adhesionado	1	5	8	0,53	2,1925	0,2970
6	Matorral	1	6	8	0,43	0,0159	0,0017
8	Herbáceas anuales	1	8	8	0,23	1,6113	0,0955
						$\Omega_{VEG.} = 3,937$	PDI =
							0,4241
Artificial						0,0629	
						$\Omega_{TOTAL} = 4$	

Nota. NH: número de hábitat; NI: índice de naturalidad; P: número del estadio serial; n: número total de estadios seriales; DI: valor de distancia potencial.

Tabla 5: Tipos de hábitat y valor PDI de la vegetación actual de Sierra de Tentudía.

NH	Hábitat	NI	P	n	DI	Ω_i (Km ²)	DI x ($\Omega_i / \Omega_{TOTAL}$)
1	Bosque	3	1	8	1,00	0,9871	0,4064
2	Prebosque	3	2	8	0,90	0,3582	0,1327
5	Prados y praderas	1	5	8	0,53	0,8000	0,1757
6	Matorral	1	6	8	0,43	0,1576	0,0281
8	Herbáceas anuales	1	8	8	0,23	0,1258	0,0121
						$\Omega_{VEG.} =$	PDI =
						2,4288	0,7550
Artificial+replantaciones						1,5700	
						$\Omega_{TOTAL} = 4$	

Nota. NH: número de hábitat; NI: índice de naturalidad; P: número del estadio serial; n: número total de estadios seriales; DI: valor de distancia potencial.

Discusión y conclusiones

El valor del indicador obtenido para la vegetación de la provincia de Badajoz (PDI = 0,4305) clasifica el estado de conservación de la cubierta vegetal como Moderado (intervalo 0,25-0,50) (Penas et al, 2005). Este valor nos indica la existencia de amplias zonas con escasa o nula naturalidad (cultivos, repoblaciones de pinos y zonas artificiales) concentrados en los terrenos más llanos del centro de la provincia, que hacen disminuir el valor de conservación final. Además, las zonas de dehesas o matorrales (naturalidad media a alta) suponen aproximadamente la mitad del territorio y las zonas de bosque o prebosque (naturalidad alta) se encuentran escasamente representadas (aproximadamente el 9% del territorio). De esta forma, el valor obtenido está altamente influenciado por la existencia de zonas cuya conservación es media-alta (dehesas) y las zonas de naturalidad baja (cultivos).

Las zonas piloto estudiadas a una mayor resolución que la utilizada para el estudio de la vegetación a nivel provincial, presentan diferente catalogación a causa de la escala utilizada. Así, los valores obtenidos difieren principalmente para las zonas de La Roca de la Sierra y Calera de León (Tentudía) y son similares para la zona de Bótoa.

1. Bótoa. Esta zona, según el estudio provincial, se encuentra incluida dentro de un área con un único valor de conservación, Bueno. El estudio a mayor escala obtiene un valor global de conservación coincidente con el anterior (PDI = 0,5407). Sin embargo, no toda el área presenta un único valor de conservación, como ocurre en el estudio a nivel provincial. De esta

forma, se observa la existencia de vegetación de ribera con alto estado de conservación y pequeñas áreas artificiales, con nulo valor de conservación vegetal.

2. La Roca de la Sierra. En el estudio a escala provincial esta superficie obtiene una calificación Pobre para la práctica totalidad de su cubierta vegetal. Sólo el vértice inferior derecho obtiene una clasificación mayor, Moderado. La evaluación de la conservación de la vegetación a gran escala da como resultado un valor de conservación global de Moderado (PDI = 0,4241).

La diferencia observada se debe principalmente a que el estudio provincial incluye toda el área en una única tesela, que se corresponde con zonas de cultivos de secano. Sin embargo, al realizar el estudio a mayor escala detectamos que el hábitat predominante es el pastizal adhesionado, en detrimento del cultivo en secano característico del resto del territorio estudiado y su entorno. Por este motivo el resultado del índice difiere según la escala empleada, pudiendo deberse en parte a variaciones ocurridas por el abandono de cultivos.

3. Calera de León (Tentudía). El estudio a escala 1:5.000 de la vegetación cataloga el estatus de conservación de esta zona como Bueno-Muy Bueno (PDI = 0,7550). El valor predominante es Muy Bueno, aunque existen amplias zonas de vegetación artificial (replantaciones de pinos para aprovechamiento maderero y piñas), no consideradas para el cálculo del valor de naturalidad de la zona. Este resultado difiere del obtenido a nivel provincial donde se obtienen los cuatro valores de conservación (Pobre, Moderado, Bueno y Muy Bueno). El valor más representado es Muy Bueno, que ocupa casi toda la superficie. Los valores Bueno y Moderado presentan áreas similares distribuyéndose por la mitad superior izquierda, y el valor Pobre se localiza en la mitad inferior derecha, con un área similar a las anteriores.

Con estos resultados, la utilización del índice PDI como indicador ambiental del estado de conservación puede ser factible a pesar de la variabilidad provocada por el cambio de escala. Así, el uso de tipos de hábitat o tipos de cobertura vegetal da resultados válidos, puesto que se obtienen valores que pueden ser comparables con los de otras zonas, o igual zona pero diferente escala.

La comparación del valor del índice para zonas de igual área y diferente escala de trabajo da como consecuencia la obtención de variaciones en el resultado final. Según los datos obtenidos existirán áreas que incrementaran su valor (La Roca de la Sierra), otras lo mantendrán (Bótoa) y en otras disminuirá ligeramente (Tentudía). De esta forma el valor final para todo el conjunto se mantendrá u oscilará ligeramente, puesto que los cambios tenderán a compensarse.

Con todo esto, podemos decir que el índice PDI puede ser una herramienta útil para la determinación del estado de conservación de la cubierta vegetal que precisaría una evaluación territorial más amplia que facilite un mejor ajuste de los datos utilizados. Además, su utilización periódica puede ayudar a localizar zonas aquellas zonas más sensibles a soportar cambios bruscos de uso, tipos de vegetación, etc., sobre las cuales incidir en el mantenimiento de la cubierta vegetal o su recuperación.

Bibliografía

- ACOSTA, A.; M. L., CARRANZA & C. F., IZZI. 2005. *Combining land cover mapping of coastal dunes with vegetation analysis*. Applied Vegetation Science 8(2):133-138. 2005
- AGUIRRE, M. A. 2002. *Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente*. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.
- ALLEN, T.F.H. & T.W., HOEKSTRA. 1990. *The confusion between scale-defined levels and conventional levels of organisation in ecology*. Journal of Vegetation Science, 1:5-12.
- CF (CONSEJERÍA DE FOMENTO). 2005. *Fotografías aéreas E-1:5.000. Hojas: 751; 897*. Junta de Extremadura.
- DUELLI, P. & OBRIST, M. K. 2003. *Biodiversity indicators: the choice of values and measures*. Agriculture, Ecosystems and Environment 98:87-98.
- GRAY, A.N. & D.L., AZUMA. 2005. *Repeatability and implementation of a forest vegetation indicator*. Ecological Indicators 5:57-71.
- GROOMBRIDGE, B. & M.D., JENKINS. 2000. *Global Biodiversity: Earth's living resources in the 21st century*. World Conservation Press, Cambridge, U.K.

- HERRERA, J., R., MANTEIGA, C., SUNYER & M. GARCÍA. 1996. *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*. MIMAM
- IGN (INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL). 2003. *Cartografía digital Corine Land Cover 2000 Nivel 3*.
- LOIDI, J. 1994. *Phytosociology applied to nature conservation and land management*. In: Y., SONG, H. DIERSCHKE & X., WANG (Eds.). *Applied Vegetation Ecology*. 35th Symposium LAVS in Shanghai. East China Normal University Press. pp 17-30.
- LOIDI, J. 2008. *La fitosociología como proveedora de herramientas de gestión*. *Lazaroa* 29:7-17.
- NOSS, R.F. 1991. *Issues of scale in conservation biology*. In Fiedler, P.L.& S.K, JAIN,. (EDS.) *Conservation Biology: The Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation, and Management*. Chapman and Hall, New York.
- PENAS, A., S. DEL RÍO & L. HERRERO. 2005. *A new methodology for the quantitative evaluation of the conservation status of vegetation: the potentiality distance index (PDI)*. *Fitosociología* 42(2):23-31.
- PINTO-GOMES, C., J., CABEZAS, F., MÁRQUEZ, A., LOPES, T., BATISTA, I., FERNÁNDEZ, L., FERNÁNDEZ & M.A., RODRÍGUEZ. 2008. *Indicadores de la Naturaleza y Patrimonio Vegetal*. In: DIRECCIÓN GENERAL DE URBANISMO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE LA CONSEJERÍA DE FOMENTO DE LA JUNTA DE EXTREMADURA (Coord. Ed.). OTALEX. Observatorio Territorial Alentejo Extremadura. Resultado final proyecto. Badajoz. pp 85-111.
- RIVAS GODAY, S. 1964. *Vegetación y Florula de la Cuenca Extremeña del Guadiana*. Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Badajoz. Madrid. pp 779.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1987. *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Serié Técnica. Madrid.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T.E., DÍAZ, F., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J., IZCO, J., LOIDI, M., LOUSÁ & Á., PENAS. 2002a. *Syntaxonomical Checklist (2001) of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to Association Level*. *Itinera Geobotánica* 15 (1).
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T.E., DÍAZ, F., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J., IZCO, J., LOIDI, M., LOUSÁ & Á., PENAS. 2002b. *Syntaxonomical Checklist (2001) of Vascular Plant Communities of Spain and Portugal to Association Level*. *Itinera Geobotánica* 15 (2).
- SZARO, R.C. & D.W., JOHNSTON. 1996. *Biodiversity in managed landscapes: theory and practice*. Oxford University Press. New York. pp 778.
- VAN STRIEN, A.J., L. VAN DUUREN, R.P.B. FOPPEN & L.L. SOLDAAT. 2009. *A typology of indicators of biodiversity change as a tool to make better indicators*. *Ecological Indicators* 9:1041-1048.
- VELASCO, A. & N., MARCOS. 1984. *Sobre el paisaje de los Montes de Toledo: Encinares, Alcornocales y Melojares*. Cuaderno de Estudios Manchegos. 2ª Época. 15:42-55.
- WALDHARDT, R. 2003. *Biodiversity and landscape-summary, conclusions and perspectives*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:305-309
- WALDHARDT, R., D. SIMMERING & H. ALBRECHT. 2003. *Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscapes of Central Europe - summary, conclusions and perspectives*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98:79-85

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto 0296_OTALEX_II_4_P del Programa POCTEP 2007-2013.