

# Estructura y grado de transformación del paisaje en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai\*

(Landscape pattern and change level in the Urdaibai Biosphere Reserve)

Rodríguez-Loinaz, Gloria<sup>1</sup>; Amezaga Arregi, Ibone<sup>2</sup>;  
Onaindia Olalde, Miren<sup>3</sup>

UPV/EHU. Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Apdo. de Correos  
644. 48980 Bilbao

gloria.rodriguez@ehu.es<sup>1</sup>; ibone.amezaga@ehu.es<sup>2</sup>;

miren.onaindia@ehu.es<sup>3</sup>

BIBLID [1137-8603 (2008), 19; 149-165]

Recep.: 04.04.2005

Acep.: 03.11.2008

---

*La estructura del paisaje tiene un gran efecto en la composición de especies de las manchas de hábitat que forman dicho paisaje; por lo tanto, conocer dicha estructura es esencial para la conservación de la biodiversidad. En el presente estudio se ha realizado una caracterización del paisaje de la RBU así como un análisis del efecto del grado de transformación del paisaje en la estructura de éste.*

*Palabras Clave: Estructura. Grado de transformación. Índices de paisaje.*

*Paisaia eratzen duten habitat orbanetako espezieen osaketan eragin handia du paisaia horren egiturak; hortaz, biodibertsitatea kontserbatuko bada ezinbestekoa gertatzen da egitura hori ezagutzea. Azterlan honetan UBeko (Urdaibaiko Biosfera Erreserba) paisaiaren ezaugarriak zehaztu dira eta paisaiaren eraldaketa mailak horren egituran izan duen eraginaren analisisa burutu da.*

*Giltza-Hitzak: Egitura. Eraldaketa maila. Paisaia adierazleak.*

*La structure du paysage a une grande incidence sur la composition des espèces des taches d'habitat que forment ce paysage; par conséquent, il est essentiel de connaître cette structure pour la conservation de la biodiversité. Dans cette étude on a réalisé une caractérisation du paysage de la RBU ainsi qu'une analyse de l'effet du degré de transformation de la structure du paysage.*

*Mots Clé: Structure. Degré de transformation. Indices de paysage.*

---

\* Este trabajo ha contado con una ayuda a la investigación de Eusko Ikaskuntza, 2004.

## INTRODUCCIÓN

La elevada tasa de extinción de especies que está ocurriendo en la actualidad ha hecho que la preocupación por la conservación de la biodiversidad aumente a nivel mundial; por ello, desde la firma de la Convención de la Diversidad Biológica en 1992, más de 160 países en todo el mundo han hecho causa común de la conservación de la biodiversidad lo que ha llevado a que esta línea de investigación se desarrolle mucho en los últimos años.

Uno de los problemas ambientales más importantes hoy en día es la pérdida de biodiversidad principalmente por el cambio en los usos del suelo. Es de prever que la biodiversidad de los ecosistemas terrestres se verá principalmente afectada por el cambio en los usos del suelo en los próximos 100 años (Sala et al., 2000). Aunque la conservación de los hábitats particularmente de gran valor es todavía importante, cada vez se reconoce más que la conservación y mantenimiento de la biodiversidad solamente es posible a través del (re)establecimiento de un mosaico de teselas de ecosistemas adecuados a una escala de paisaje (Waldhardt, 2003). Parece, por tanto, cada vez más claro que las políticas para el mantenimiento de la diversidad biológica deben de ser enfocadas desde el punto de vista de la ordenación y gestión del territorio (Waldhardt, 2003; Dauber, 2003).

La manera en la que los ecosistemas naturales y seminaturales se distribuyen en el territorio es fundamental para la regulación de los flujos, dispersión de las especies y mantenimiento del conjunto de funciones del ecosistema. Los cambios en los usos del suelo pueden afectar en gran medida a la capacidad de dispersión de las especies, dando lugar a procesos de fragmentación de las poblaciones y los consiguientes problemas para su conservación. Así, la fragmentación del hábitat ha sido responsable de extinciones locales en un amplio abanico de taxones (Begon, 1999). La fragmentación inducida por el ser humano y los cambios de usos del suelo son los principales procesos que afectan a la riqueza de especies y a la composición de los bosques en todo el mundo (Wilcove et al., 1986; Hobbs, 2000; Wood, 2000). Entre los procesos derivados de la fragmentación, el declive de las poblaciones de especies forestales, la alteración de las interacciones entre especies (ej. depredación, polinización) y la interrupción de funciones ecológicas claves son las mayores causas del cambio en la biodiversidad forestal (Davies et al., 2001; Lindenmayer and Franklin, 2002). Las comunidades forestales están adaptadas a unas condiciones que se mantienen gracias a la composición, estructura y función de las mismas. Sin embargo, es muy importante el mantenimiento de una extensión mínima de estas comunidades y la inter-relación o conectividad de las mismas con los ecosistemas que las rodean, para el mantenimiento de su diversidad. Así, la disminución de la superficie de cobertura de los ecosistemas forestales lleva a la reducción de muchas propiedades de los bosques como estructura de clases de edad y composición de especies; por otro lado, el aislamiento de las masas naturales puede llevar a la pérdida o recesión de las mismas, ya que la conexión entre ellas, que funcionan como fuentes y sumideros de los individuos de las distintas poblaciones, es lo que permite su mantenimiento.

La pérdida de biodiversidad debido a la pérdida y fragmentación de los hábitats es importante en muchas regiones de Europa. En territorios como el del País Vasco la heterogeneidad del paisaje está principalmente condicionada por la actividad humana. El interés de mantener la complejidad de ese territorio se acrecienta a medida que la demanda de recursos (materiales y recreativos) y la necesidad de su sostenibilidad implican nuevos patrones de explotación, alejados de la monotonía y simplicidad de los paisajes agrarios modernos que ofrecen poca variedad de recursos (Martín de Agar et al., 1995).

Por todo ello, para el mantenimiento de la biodiversidad es necesaria una gestión desde el punto de vista de la ordenación del territorio a través del mantenimiento del mosaico adecuado de manchas de ecosistemas en el paisaje (Waldhardt, 2003). Para poder realizar esta gestión es necesario hacer un análisis del paisaje desde el nivel de tesela, o mancha, estudiando sus propiedades internas como el tipo de gestión y las condiciones del lugar, así como la matriz en la que se encuentra dicha mancha (Dauber et al., 2003).

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivos generales**

Urdaibai es uno de los espacios naturales más importantes de Euskadi, donde se puede observar un amplio espectro de flora y fauna, en un marco de perfecta convivencia entre el hombre y el medio que lo rodea. A iniciativa del Gobierno Vasco, el Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB de la UNESCO incluyó el 8 de diciembre de 1984 esta comarca en la Red Internacional de Reservas de la Biosfera para proteger la integridad y potenciar la recuperación del conjunto de sus ecosistemas en razón de su interés natural, científico, educativo, recreativo, cultural y socioeconómico.

Una de las funciones del Patronato que gestiona la reserva es impulsar la realización de proyectos de investigación y estudios sobre la comarca, con el fin de conocer más a fondo el espacio y poder actuar sobre medidas encaminadas a su protección y desarrollo. El estudio presentado a continuación se encuentra dentro de esta línea.

El objetivo general de este trabajo es describir el paisaje de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai y analizar si las diferencias en el grado de transformación del paisaje se reflejan en diferencias en los índices de paisaje.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Realización de un catálogo de la vegetación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en el que se indicarán:
  - Para cada mancha de vegetación: área, perímetro, forma (dimensión fractal) y grado de aislamiento (distancia a la mancha más cercana del mismo tipo).

- Para cada tipo de vegetación: N° de manchas, área total, tamaño medio de manchas y grado de fragmentación.
- Caracterización de las zonas de estudio, una con un grado de transformación muy alto y otra con un grado de transformación medio, mediante el cálculo de los índices de diversidad, riqueza y equitatividad a nivel de paisaje.
- Análisis de las diferencias en los índices de paisaje existentes entre ambas zonas de estudio.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1. Localización y actividad económica**

La Reserva de la Biosfera de Urdaibai se encuentra situada en la comarca vizcaína de Busturialdea y está constituida por la cuenca hidrológica del río Oka el cual va a desembocar al mar Cantábrico entre los cabos de Matxitxako y Ogoño. Ocupa una extensión de 220 Km<sup>2</sup> en la que se asientan 22 municipios, once de los cuales se encuentran integrados en su totalidad dentro de la reserva. En dicha área viven unas 45.000 personas de las cuales alrededor del 80% se concentra en las Villas de Bermeo y Gernika, y mantiene una actividad económica basada fundamentalmente en el sector metalúrgico y marítimo-pesquero por una parte, y en el desarrollo de sus propios recursos naturales por otra; destacando la agricultura, la ganadería y el sector forestal. Junto a estas actividades, en la comarca se desarrolla un turismo centrado, sobre todo, en las playas y las villas históricas y en la red de alojamientos de agroturismo y hoteles dispersos por toda la zona.

### **2.2. Clima**

La costa vasca forma parte de la región atlántica europea, caracterizada por su clima oceánico templado y húmedo. La comarca de Urdaibai disfruta por tanto de un clima oceánico, regulado por el Cantábrico, que garantiza la uniformidad de las variables atmosféricas. Las características principales de este clima son: leves oscilaciones térmicas, repartición homogénea de las precipitaciones a lo largo del año y escasez relativa de heladas.

### **2.3. Paisaje y vegetación**

Urdaibai muestra un paisaje de una gran diversidad debido a los numerosos ríos que en su descenso al Cantábrico han moldeado una completa gama de paisajes. Las abruptas montañas, de escasa altitud y moderada pendiente, dominan las cabeceras de los valles y dan paso al relieve llano de los fondos de valle, vegas y marismas para acabar en el mar ribeteado con una estrecha franja de acantilados, puertos y playas.

Entre toda la amplia gama de ecosistemas se pueden resaltar varios sistemas naturales de extraordinaria importancia y aceptable nivel de conservación,

destacando el sistema estuárico o marisma, el sistema kárstico, que soporta un extenso bosque de encinar cantábrico, y un litoral costero con playas y acantilados. A parte de las zonas costeras y los afloramientos kársticos, la vegetación potencial de la mayor parte de la reserva es el robledal-bosque mixto (Gesplan, 2002), bosque dominado por *Quercus robur* L., junto con *Fraxinus excelsior* L. y *Castanea sativa* L. (Onaindia et al., 2004). Durante el pasado siglo XX este bosque se ha visto fragmentado y como consecuencia en la actualidad sólo ocupa un pequeño porcentaje del área total de la reserva, habiendo sido en el resto del área sustituido principalmente por plantaciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. y por zonas de pasto y cultivos.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Selección de las zonas de estudio**

Para este proyecto se ha dividido la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en dos zonas, norte y sur, claramente diferenciadas por el grado de transformación de la vegetación potencial. La zona norte, constituida por las cuencas de los ríos Artigas, Mape, Laga y Oma, conserva 2728.94 ha (23.3% del área total) de la vegetación potencial, mientras que la sur, constituida por las cuencas de los ríos Oka y Golako, únicamente conserva 315.82 ha (3.12% del área total) de su vegetación potencial (Figuras 1 y 2).

#### **3.2. Obtención de datos de manchas**

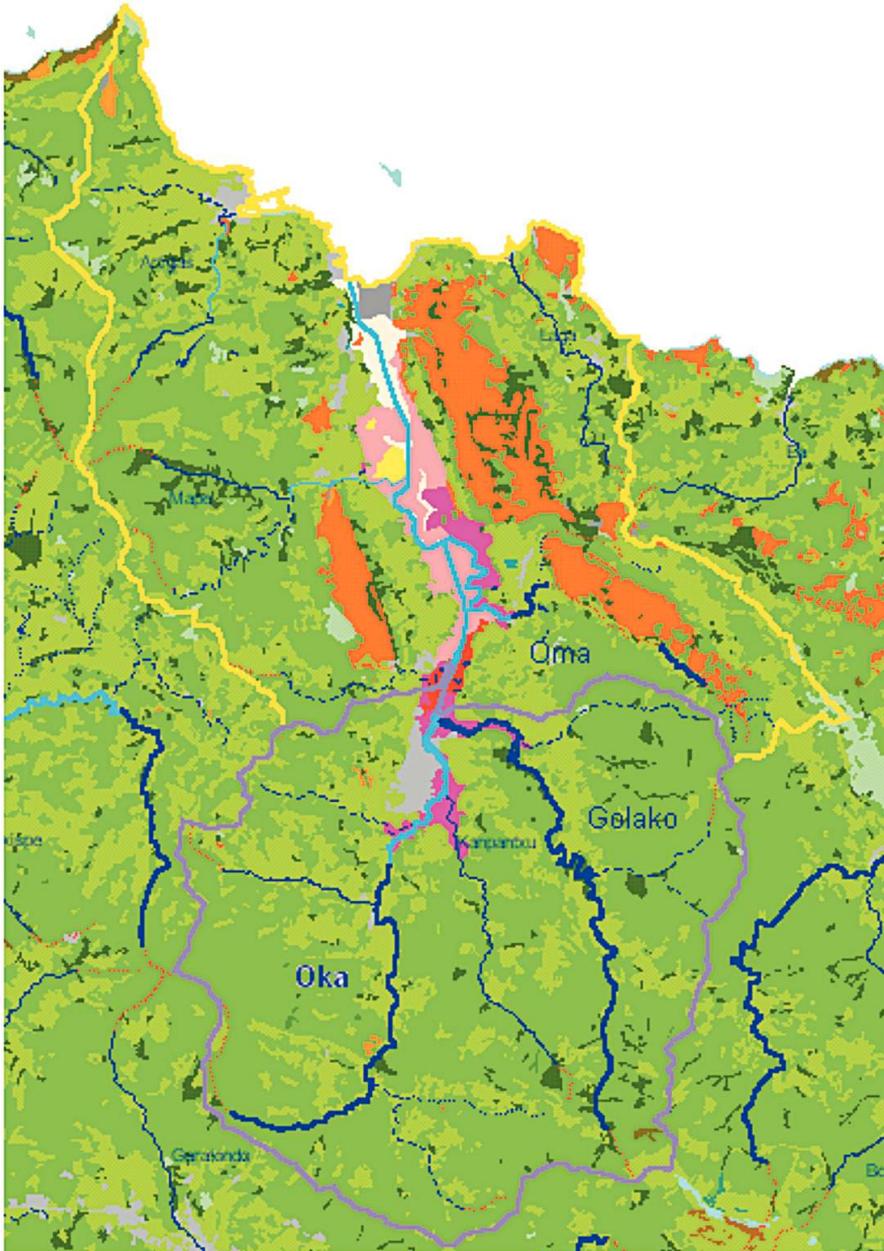
Para la obtención del área, perímetro y distancia a la mancha más cercana del mismo tipo de cada una de las manchas de vegetación se ha utilizado el mapa de vegetación de la versión 6.54.00. del programa cartográfico GESPLAN (2002), el cual, posee los mapas de vegetación realizados en 1989 a escala 1:25000 y las fotografías aéreas realizadas en el 2001 a la misma escala. En los casos en los que la fotografía aérea y el mapa de vegetación presentaban discrepancias se han realizado salidas de campo para la corroboración de datos.

Las distancias a la mancha más cercana se han calculado entre centros, desde el centro de una mancha hasta el centro de la mancha más cercana de la misma vegetación dominante.

Para el cálculo de la dimensión fractal de cada mancha se ha utilizado la fórmula,  $D=2 \times \ln P / \ln A$ , donde A es el área de cada mancha en m<sup>2</sup> y P su perímetro en m (Mc Garigal, 2002). El valor de este índice está comprendido entre 1 y 2. Valores próximos a 1 indican perímetros muy simples como círculos o cuadrados, y valores próximos a 2 indican perímetros complejos muy recortados.

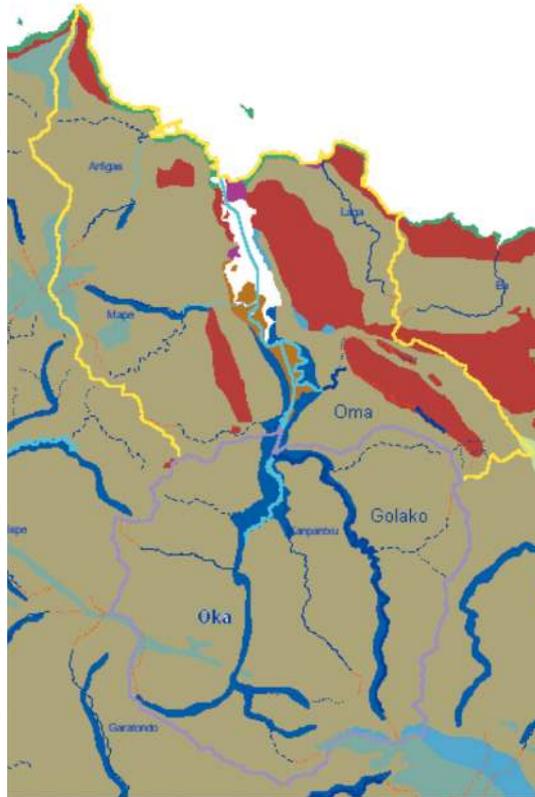
A partir de estos datos se obtuvieron el nº de manchas, área total, tamaño medio de manchas y grado de fragmentación de los diferentes tipos de vegetación. El índice empleado para el cálculo del grado de fragmentación fue:

**Figura 1.** Mapa de vegetación actual de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en el que se distinguen las dos zonas de estudio: zona menos transformada en amarillo y zona más transformada en violeta



Vegetación	
	Abedular
	Aliseda cantábrica
	Bortal o matorral alto termoatlántico
	Bosque mixto de crestón y pie de cantil calizo
	Brezal-argomal-helechal atlántico
	Carrizales y formaciones de grandes cárices
	Complejo de vegetación de acantilados litorales
	Complejo de vegetación de roquedos calizos
	Embalse
	Encinar cantábrico
	Espinar o zarzal
	Hayedo acidófilo
	Hayedo calcícola o eutrofo
	Lastonar de <i>Brachypodium pinnatum</i> u otros pastos mesófilos
	Marojal o tocornal
	Parques urbanos y jardines
	Pasto silicícola de <i>Agrostis curtisii</i>
	Plantaciones forestales
	Pradera montana
	Prados y cultivos atlánticos
	Prados-juncuales, trampales o depresiones inundables
	Prebrezal atlántico
	Ría
	Robledal acidófilo y robledal-bosque mixto atlántico
	Sin vegetación
	Vegetación acuática
	Vegetación de arenales costeros
	Vegetación de gleras o canchales
	Vegetación de marismas
	Vegetación de roquedos silíceos
	Vegetación ruderal-nitrófila (núcleos habitados, baldíos)
	Víñedos (con más o menos cereal)

**Figura 2. Mapa de vegetación potencial de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en el que se distinguen las dos zonas de estudio: zona menos transformada en amarillo y zona más transformada en violeta**



Vegetación potencial

-  Aliseda cantábrica
-  Complejo de comunidades ligadas a las rocas calcáreas
-  Encinar cantábrico
-  Hayedo acidófilo
-  Hayedo calcícola o eutrofo
-  Marojal
-  Quejigal-robleal calcícola (con *Quercus pubescens*)
-  Robledal acidófilo y robledal-bosque mixto atlántico
-  Vegetación de acantilados litorales
-  Vegetación de arenales costeros
-  Vegetación de marismas

$F$  = superficie total de hábitat/ (nº de manchas x dispersión de las manchas) (Gurutxaga, M., 2003).

Dispersión de las manchas =  $2d\lambda/\pi$ .

$d$  = distancia media de una mancha hasta la mancha más cercana en hm (de centro a centro).

$\lambda$  = densidad media de manchas =  $100 \times (\text{nº de manchas} / \text{superficie total del área de estudio en ha})$ .

El índice propuesto utiliza una escala inversamente proporcional al grado de fragmentación del paisaje. Así, un aumento en el valor del índice se relaciona con una disminución del grado de fragmentación, y a la inversa. Esto se debe a que el aumento de la fragmentación se relaciona con la disminución del área total de las manchas, un mayor número de fragmentos y una mayor dispersión de éstas.

En el caso de las plantaciones forestales únicamente se calculará el área total ocupada por ellas ya que estas constituyen la matriz de ambas zonas y están formadas en su mayor parte por manchas de gran tamaño que se escapan en gran medida de las fronteras de la reserva. Si se incluyeran en el estudio partes diferentes de una misma mancha serían consideradas como manchas individuales produciéndose un aumento no real de algunos de los índices.

### **3.3. Cálculo de índices de paisaje**

#### **3.3.1. Riqueza (R)**

Número total de tipos de vegetación diferente existente. En este índice sí se ha tenido en cuenta a las plantaciones forestales.

#### **3.3.2. Diversidad (índice de Shannon-Wiener, $H'$ )**

Este índice está ligado a la certeza que se puede tener sobre el tipo de hábitat de una mancha escogida al azar dentro de un área de estudio. Al aumentar la diversidad aumenta la dificultad de predecir el tipo de vegetación de dicha mancha. La fórmula que nos da el valor de diversidad es  $H' = -\sum p_i \log p_i$ , donde  $p_i = A_i / A_T$  siendo  $A_i$  el área de cada una de las manchas de la vegetación  $i$  y  $A_T$  el área total estudiada.

Este índice se ha calculado para ambas zonas de estudio y en él sí se han tenido en cuenta las plantaciones forestales ya que para su cálculo sólo es necesario conocer el área total de cada hábitat. Ésta se ha calculado como:

A plantaciones forestales =  $A_T$  - área ocupada por el resto de hábitats.

#### **3.3.3. Equitatividad (E)**

Este índice toma un rango de valores entre 0 y 1 e indica la homogeneidad entre las coberturas de los diferentes hábitats y se calcula como  $E = H' / H'_{\max} = H' / \log R$ , donde  $R$  es el número de hábitats diferentes.

Valores del índice altos indican una distribución más o menos homogénea de los diferentes hábitats y valores bajos indican claro predominio de unos pocos hábitats frente a otros.

### **3.4. Análisis estadísticos**

Se compararon el tamaño, la forma (D) y el aislamiento (distancia a la mancha más cercana) de las teselas que componen los diferentes tipos de vegetación, entre ambas zonas mediante T-test. Los datos que no eran normales se han normalizado mediante  $\log_{10}$ . En los casos en los que los datos no pudieron ser normalizados se aplicó el test U de Mann-Whitney. Todos estos análisis han sido realizados con el programa SPSS.

Para establecer si había diferencias en la distribución de los diferentes tipos de vegetación entre ambas zonas se realizó un test  $\chi^2$ .

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Estructura de paisaje**

#### **4.1.1. Zona norte (menor grado de transformación)**

Esta zona se caracteriza por presentar 18 hábitats diferentes entre los que caben destacar por su abundancia las plantaciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. las cuales ocupan el 46,6% (5.461,32 ha) del área de esta zona, y los prados y cultivos los cuales ocupan el 21.7% (2.544,53 ha). En tercer lugar se encuentra el encinar cantábrico el cual está recluido a las zonas kársticas ocupando el 12.18% (1.426,88 ha) del área total. Por último hay que destacar el roble-dal-bosque mixto el cual, constituyendo la vegetación potencial de la mayor parte de la zona, se encuentra ocupando únicamente el 5.56% (651,58 ha) del área (tablas 1 y 2).

El roble-dal-bosque mixto está constituido por 202 manchas en su mayoría de pequeño tamaño (área < 3 ha) dando lugar al hábitat más fragmentado (F=0,59) de la zona a pesar de ser la vegetación potencial dominante. En segundo lugar se encuentra el brezal-argomal-helechal atlántico, fase de sustitución del roble-dal, constituido por 74 manchas y con un grado de fragmentación de 2,85. El menor grado de fragmentación lo presenta la vegetación de marismas (F=205,35) seguida de los carrizales y los trampales y depresiones inundables (tablas 1 y 2).

Por último esta zona se caracteriza por presentar un índice de diversidad de paisaje  $H' = 1,65$  y de equitatividad  $E=0,57$  (tabla 3).

#### **4.1.2. Zona sur (mayor grado de transformación)**

Esta zona se caracteriza por presentar 13 hábitats diferentes entre los que caben destacar por su abundancia, al igual que en la zona anterior, las planta-

**Tabla 1. N° de manchas (total y %) y área (total y %) de los diferentes tipos de hábitats para ambas zonas**

	N° de manchas		N° manch. (%)		Área total		Área total (%)	
	norte	sur	norte	sur	norte	sur	norte	sur
Abedular	0	5	0,00	1,74	0,000	11,301	0,00	0,11
Aliseda cantábrica	9	1	1,83	0,35	16,010	0,660	0,14	0,01
Bortal o matorral alto termoatlántico	5	4	1,02	1,39	28,243	13,783	0,24	0,14
Brezal-argomal-helechal atlántico	74	41	15,07	14,29	517,607	253,508	4,42	2,51
Carrizales	3	0	0,61	0,00	68,748	0,000	0,59	0,00
Complejo de vegetación de acantilados litorales	8	0	1,63	0,00	72,266	0,000	0,62	0,00
Complejo de vegetación de roquedos calizos	2	0	0,41	0,00	3,051	0,000	0,03	0,00
Encinar cantábrico	40	3	8,15	1,05	1,426,878	2,175	12,18	0,02
Espinar o zarzal	1	1	0,20	0,35	0,488	0,607	0,00	0,01
Lastonar de <i>Brachypodium pinnatum</i> u otros pastos mesófilos	25	3	5,09	1,05	118,152	8,562	1,01	0,08
Parques urbanos y jardines	3	0	0,61	0,00	7,124	0,000	0,06	0,00
Prados y cultivos atlánticos	67	121	13,65	42,16	2.544,533	2.347,928	21,73	23,21
Prebrezal atlántico	0	1	0,00	0,35	0,000	7,940	0,00	0,08
Robledal acidófilo y robledal-bosque mixto atlántico	202	97	41,14	33,80	651,579	315,065	5,56	3,11
Sin vegetación	13	0	2,65	0,00	75,073	0,000	0,64	0,00
Trampales y depresiones inundables	4	3	0,81	1,05	147,681	202,674	1,26	2,00
Vegetación de arenales costeros	3	0	0,61	0,00	41,491	0,000	0,35	0,00
Vegetación de marismas	6	0	1,22	0,00	400,434	0,000	3,42	0,00
Vegetación ruderal nitrófila (núcleos habitados, baldíos)	26	7	5,30	2,44	131,327	131,503	1,12	1,30
Plantaciones forestales	x	x	x	x	5.461,317	6.821,595	46,63	67,43

X= no existe dato debido a que no se han calculado los datos de manchas por los problemas descritos anteriormente.

Tabla 2. Dispersión y densidad de las manchas, distancia media entre manchas e índice de fragmentación de los diferentes tipos de hábitats para ambas zonas

	Dispersión manchas		Distancia media entre manchas		Densidad manchas		F	
	norte	sur	norte	sur	norte	sur	norte	sur
Abedular	x	0,720	x	22,895	x	0,049	x	3,139
Aliseda cantábrica	0,750	x	15,322	x	0,077	0,010	2,374	x
Bortal o matorral alto termoatlántico	1,363	0,454	50,150	18,037	0,043	0,040	4,144	7,594
Brezal-argomal-helechal atlántico	2,848	3,075	7,080	11,927	0,632	0,405	2,456	2,011
Carrizales	0,146	x	8,947	x	0,026	x	157,067	x
Complejo de vegetación de acantilados litorales	0,540	x	12,419	x	0,068	x	16,727	x
Complejo de vegetación de roquedos calizos	0,060	x	5,476	x	0,017	x	25,623	x
Encinar cantábrico	1,831	0,916	8,420	48,556	0,342	0,030	19,485	0,791
Espinar o zarzal	x	x	x	x	0,009	0,010	x	x
Lastonar de <i>Brachypodium pinnatum</i> u otros pastos mesófilos	1,924	1,159	14,156	61,414	0,213	0,030	2,457	2,463
Parques urbanos y jardines	0,541	x	33,160	x	0,026	x	4,392	x
Prados y cultivos atlánticos	3,188	4,239	8,753	5,570	0,572	1,195	11,914	4,578
Prebrezal atlántico	x	x	x	x	x	0,099	x	x
Robledal acidófilo y robledal-bosque mixto atlántico	5,413	4,301	4,924	7,051	1,725	0,958	0,596	0,755
Sin vegetación	1,664	x	23,548	x	0,111	x	3,471	x
Trampales y depresiones inundables	0,453	0,215	20,838	11,416	0,034	0,030	81,489	313,646
Vegetación de arenales costeros	0,435	x	26,691	x	0,026	x	31,777	x
Vegetación de marismas	0,325	x	9,965	x	0,051	x	205,346	x
Vegetación ruderal nitrófila (núcleos habitados, baldíos)	1,276	0,580	9,029	13,181	0,222	0,069	3,958	32,375
Plantaciones forestales	x	x	x	x	x	x	x	x

x= no existe dato debido a que no está presente ese tipo de hábitat en la zona o a que está únicamente compuesto por una mancha, excepto en el caso de las plantaciones forestales para las cuales no se han calculado los datos de manchas por los problemas descritos anteriormente.

ciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* sp. las cuales ocupan el 67,4% (6.821,59 ha) del área de esta zona y los prados y cultivos los cuales ocupan el 23% (2.349,7 ha). En tercer lugar se encuentra el robledal-bosque mixto el cual ocupa únicamente el 3,1% (1.426,88 ha) del área total a pesar de constituir también en esta zona la vegetación potencial dominante. El encinar cantábrico en este caso únicamente ocupa el 0,02% del área (tablas 1 y 2).

El robledal-bosque mixto constituido por 97 manchas da lugar, al igual que en la zona norte, al hábitat más fragmentado ( $F=0,76$ ) y está seguido por el encinar cantábrico ( $F=0,79$ ) y el brezal-argomal-helechal ( $F=2,01$ ). El menor grado de fragmentación de esta zona lo presentan los trampales y depresiones inundables ( $F=313,63$ ) seguidos de la vegetación ruderal-nitrófila ( $F=32,36$ ) (tablas 1 y 2).

Por último esta zona se caracteriza por presentar un índice de diversidad de paisaje  $H' = 0,97$  y de equitatividad  $E=0,39$  (tabla 3).

**Tabla 3. Caracterización de las zonas, norte, menos transformada, y sur, más transformada, a nivel de paisaje**

	R	H'	E
Urdaibai norte	18	1,65	0,57
Urdaibai sur	13	0,97	0,38

R = Riqueza = nº de hábitats diferentes. H' = Diversidad de Shannon. E = equitatividad.

## 4.2. Diferencias entre ambas zonas

### 4.2.1. Tamaño de las manchas de los diferentes tipos de vegetación

Únicamente existen diferencias significativas entre ambas zonas, norte con menor grado de transformación y sur con mayor, en lo referente al tamaño de las manchas que lo componen para el caso de los prados y cultivos atlánticos (Mann-Whitney,  $p<0.001$ ). Los prados y cultivos de la zona menos transformada presentan manchas de mayor tamaño que los de la zona más transformada.

### 4.2.2. Dimensión fractal de las manchas de los diferentes tipos de vegetación

Al igual que para el caso anterior únicamente existen diferencias significativas entre ambas zonas en lo referente a la dimensión fractal de las manchas para el caso de los prados y cultivos atlánticos (t-test,  $p=0,013$ ). Los prados y cultivos de la zona menos transformada presentan una dimensión fractal mayor, es decir, perímetros más complejos que los de la zona más transformada.

### 4.2.3. Grado de aislamiento de las manchas de los diferentes tipos de vegetación

En este caso no se han encontrado diferencias entre ambas zonas para ninguno de los hábitats presentes.

#### **4.2.4. Nº de manchas de los diferentes tipos de vegetación**

Existen diferencias en la distribución de frecuencias del número de manchas de los diferentes hábitats ( $C^2$  test,  $p < 0,001$ ) (tabla 1). Mientras que en la zona menos transformada el mayor número de manchas (41,14%) pertenecen al robledal-bosque mixto, en la zona más transformada el primer lugar pasa a ser ocupado por los prados y cultivos atlánticos los cuales aumentan su frecuencia del 13,65% en la zona menos transformada al 42,16 % en la de mayor transformación. El robledal-bosque mixto pasa a constituir el 33,8 % en la zona menos transformada.

También es destacable el caso del encinar cantábrico el cual pasa de constituir el 8,15% de las manchas en la zona menos transformada a únicamente el 1,05 % en la de mayor grado de transformación.

#### **4.2.5. Área total ocupada por los diferentes tipos de vegetación**

También existen diferencias en la distribución de frecuencias del área total ocupada por cada uno de los diferentes hábitats ( $C^2$  test,  $p < 0,001$ ) (tabla 1). En ambas zonas son las plantaciones forestales las que ocupan mayor parte del territorio, sin embargo, su proporción varía notablemente pasando de ocupar el 46,63% en la zona menos transformada a hacerlo en un 67,43% en la zona más transformada. En segundo lugar se encuentran los prados y cultivos atlánticos en ambas zonas y en este caso su porcentaje de ocupación casi no varía de una zona a otra. Al igual que para el número de manchas en este caso hay que destacar al encinar cantábrico el cual pasa de ocupar el 12,18% del territorio en la zona menos transformada a ocupar únicamente el 0,02 % en la de mayor transformación.

En general los tipos de vegetación seminatural ocupan un área mayor en la zona norte que en la sur (Tabla 1).

#### **4.2.6. Grado de dispersión de los diferentes tipos de vegetación**

El grado de dispersión de las manchas es superior en la zona norte para todos los tipos de vegetación presentes en ambas zonas a excepción de las zonas de brezales-argomales-helechales y los prados y cultivos que presentan una mayor dispersión en la zona sur; sin embargo, en general los hábitats que se encuentran más dispersos en la zona norte también lo están en la zona sur y viceversa.

### **5. DISCUSIÓN**

El paisaje de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai se ha visto fuertemente transformado en las últimas décadas debido a la crisis de las actividades agropecuarias tradicionales. El problema más importante al que debe enfrentarse la Reserva es el continuo proceso de abandono del sector agrario (Atauri, 1995). El cambio en los usos del suelo originado por esta crisis está provocando una

homogenización del paisaje, como se observa en la zona sur de este estudio donde el 67% del área está cubierta por plantaciones forestales, las cuales, junto con los cultivos suponen el 90% de la vegetación de dicha zona. Esta homogenización del paisaje, junto con el evidente estado de degradación de muchos montes debido a las actuales técnicas de explotación forestal (plantaciones con maquinaria pesada, cortas a hecho, etc.) (Atauri, 1995), pone en peligro el mantenimiento de la biodiversidad y la sostenibilidad de la Reserva.

La actividad forestal en Euskadi se ha caracterizado por la falta de previsión y planificación global y por la aplicación casi exclusiva de criterios mercantiles de rentabilidad económica a corto plazo. El objetivo primario debe ser establecer una legislación común para la gestión y aprovechamiento forestal en todo el territorio. En ésta, deberán abordarse las implicaciones económicas, medioambientales, culturales e industriales de la actividad forestal, compatibilizando la gran variedad de intereses que confluyen en el sector. Desde el punto de vista de conservación de la naturaleza sería adecuada una política de conservación y restauración de las masas forestales de frondosas autóctonas, las cuales, como se ha visto en este estudio con el caso del robledal-bosque mixto se han visto muy afectadas por la transformación del paisaje. Así, el robledal-bosque mixto, siendo la vegetación potencial del 80% del área total, se ha visto reducido al 5,5% del área en la zona de transformación media y aún más, al 3,1%, el la zona de transformación alta. En algunos casos, incluso podría fomentarse su replantación (Schmitz et al., 1994). De este modo se aumentaría la heterogeneidad del paisaje al mismo tiempo que se restauraría y mantendría el paisaje cultural, lo cual posibilitaría la conservación de una mayor diversidad.

Para que esto tenga lugar, se ve una necesidad de trabajo en común entre científicos, propietarios del suelo e instituciones políticas y sociales para poder así lograr el mantenimiento de los usos tradicionales que dan lugar al mantenimiento de la biodiversidad. Como se concluyó en las II Jornadas Ibéricas de Ecología del Paisaje, celebradas en Alcalá de Henares los días 24 a 26 de septiembre de 2003, aunque se reconocen importantes carencias en el conocimiento necesario para abordar los graves problemas que nuestra sociedad tiene planteados para desarrollar una correcta gestión y conservación del paisaje, se detecta un incremento notable del nivel de conocimientos y el desarrollo de instrumentos de análisis para comprender la estructura y funcionamiento de los paisajes ibéricos. Se aprecia asimismo una mejor comprensión de los beneficios (bienes, servicios y valores) para la sociedad relacionados con la calidad del paisaje.

Además, se considera necesario favorecer el intercambio de información y la interacción entre las diferentes disciplinas, enfoques y metodologías que concurren en la Ecología del Paisaje.

A partir de los debates del V Congreso Mundial de Parques en Durhan (2003), UICN ha iniciado un proceso para la definición y profundización en los aspectos de gobernanza, vínculos en el paisaje y capacitación, con el objetivo de obtener el conocimiento que permita establecer una gestión eficaz del patrimonio natural y cultural.

## 6. CONCLUSIONES

- La diversidad a nivel de paisaje es notablemente inferior (casi la mitad) (figura 5) en la zona más transformada debido a que en esta zona se da de manera más intensiva un determinado tipo de usos del suelo, en este caso cultivos y plantaciones forestales, los cuales han sustituido en gran parte al resto de usos tradicionales provocando que la diversidad a nivel de paisaje se vea reducida.
- La proliferación de las plantaciones forestales y los prados y cultivos ha afectado en gran medida a la vegetación seminatural la cual se encuentra más representada en la mayoría de tipos de vegetación en la zona norte.
- Sería interesante un cambio en la política forestal actual para poder así recuperar y mantener un mosaico de usos del suelo tradicional que den lugar a una situación de sostenibilidad y mantenimiento de la biodiversidad. Para ello, sería necesario el trabajo en común entre científicos, propietarios del suelo e instituciones políticas y sociales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ATAURI MEZQUIDA, Jose A. *Efectos ecológicos de los cambios de uso del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 1995; 307 p.
- BEGON, Michael; HARPER, John L.; TOWNSED, Colin R.; *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. 3ª ed. Barcelona: Editorial Omega, 1999; 1068 p.
- DAUBER, Jens; HIRSCH, Michaela; SIMMERING, Dietmar; WALDHARDT, Rainer; OTTE, Annette; WALTERS, Volkmar. *Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 98, 2003; pp. 81-92.
- DAVIES, Kendi F.; GASCON, Claude; MARGULES, Chris R. *Habitat fragmentation: consequences, management, and future research priorities*. En: *Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade*. Society for Conservation Biology. Washington: Editorial Island Press, 2001; 307 p.
- DUELLI, P. *Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2, 1997; pp. 81-92.
- FORMAN, Richard T.T. *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*. 1ª ed. Cambridge: Editorial Cambridge University Press, 1995; 632 p.
- GESPLAN. Sistema de cartografía ambiental de la C.A.P.V. 2002. Departamento de ordenación del territorio, vivienda y medio ambiente del Gobierno Vasco.
- GURUTXAGA, Mikel. *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Departamento de ordenación del territorio y medio ambiente del Gobierno Vasco. 2003; 91 p.
- HOBBS, Richar.J. *Land use changes and invasions*. En: *Invasive species in a changing world*. Washington: Editorial Island Press, 2000; pp. 55-64.

- HOFFMAN-KROLL, Regina; SCHÄFER, Dieter; SIEBEL, Steffer. *Landscape indicators from ecological area sampling in Germany*. Agric. Ecosyst. Environ. 98, 2003; pp. 363-370.
- HOFFMANN, J.; GREEF, J.M. *Mosaic indicators-theoretical approach for the Development of indicators for species diversity in agricultural landscapes*. Agric. Ecosyst. Environ. 98, 2003; pp. 387-394.
- LINDENMAYER, David; FRANKLIN, Jerry F. *Conserving Forest Biodiversity: A Comprehensive Multiscaled Approach*. Washington: Editorial Island Press, 2002; 368 p.
- LIU, Jianguo; TAYLOR, William W. *Integrating landscape ecology into natural resource management*. 1ª ed. Cambridge: Editorial Cambridge University Press, 2002; 480 p.
- MARTÍN DE AGAR, Pilar; DE PABLO, Carlos L.; SCHMITZ, María Fe; ATAURI, Jose A.; RESCIA, Alejandro J.; PINEDA, Francisco D. *Incidencias ambientales de los cambios de usos del suelo en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai*. En: *Reserva de la Biosfera de Urdaibai: investigación básica y aplicada*. 1ª ed. Vitoria: Editorial Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco, 1995; pp. 297-334.
- MC GARIGAL, K.; S. A. CUSHMAN; M. C. NEEL; E. ENE. *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 2002. Disponible en la dirección [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html)
- ONAINDIA, Miren; DOMÍNGUEZ, Izaskun; ALBIZU, Isabel; GARBISU, Carlos; AMEZAGA, Ibone. *Vegetation diversity and vertical structure as indicators of forest disturbance*. Forest Ecology and Management 195, 2004; pp. 341-354.
- SALA, O. E.; CHAPIN, F. S.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; HUBER-SANWALD, E.; HUENNEKE, L. F.; JACKSON, R. B.; KINZIG, A.; LEEMANS, R.; LODGE, D. M.; MOONEY, H. A.; OESTERHELD, M.; POFF, N. L.; SYKES, M. T.; WALKER, B. H.; WALKER, M.; WALL, D. H. *Biodiversity- Global biodiversity scenarios for the year 2100*. Science 287, 2000; pp. 1770-1774.
- SCHMITZ, M.F.; DE ARANZABAL, I.; AGUILERA, P.; RESCIA, A.; PINEDA, F.D. *Relationships between landscape typology and socio-economic structure- Scenarios of change in Spanish cultural landscapes*. Ecological Modelling 168, 2003; pp. 343-356.
- SCHMITZ, M.F.; RESCIA, A.J.; ATAURI, J.A.; MARTÍN DE AGAR, P.; DE PABLO, C. L. *Usos agrarios y transformación del paisaje*. Ecosistemas 8, 1994; pp. 24-29.
- WALDHARDT, Rainer. *Biodiversity and landscape: summary, conclusions and perspectives*. Agriculture, Ecosystems and Environment 98, 2003; pp. 305-309.
- WILCOVE, D.S.; MCLELLAN, C.H.; DOBSON, A.P. *Habitat fragmentation in the temperate zone*. In: *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*. 1ª ed. Massachusetts: Editorial Sinauer, 1986; 586 p.
- WOOD, Alexander; STEDMAN-EDWARDS, Pamela; MANG, Johanna. *The root causes of biodiversity loss*. 1ª ed. Londres: Editorial Earthscan, 2000; 304 p.