

FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN AMBIENTAL Y TERRITORIAL. ENSAYO DE APLICACIÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI (PAÍS VASCO)

Guillermo Meaza Rodríguez

Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco

María José Cuesta Aguilar

Departamento de Antropología, Geografía e Historia. Universidad de Jaén

RESUMEN

El estudio de la vegetación en el marco sistémico del territorio requiere considerar su doble función interactiva: como delatora y como controladora de las propiedades del medio en el que radica. En su virtud, por la misma razón que denominamos «fitoindicadoras» a las especies que asumen un rol pasivo, evidenciador de las propiedades del medio, podríamos denominar paralela, complementaria e interactivamente «fitoagentes» a las especies que por su abundancia, morfología, fenología y productividad prevalecen en la caracterización fisiológica y biotípica de la comunidad vegetal, lideran su configuración estructural y ejercen, en consecuencia, un papel activo, controlador de las propiedades del mismo.

Desde tal perspectiva geocológica-biogeográfica, la presente aportación constituye un primer ensayo de aplicación de esta nueva propuesta metodológica a 3 agrupaciones vegetales que desempeñan roles fitoindicador y fitoagente bien contrastados en el ámbito de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (País Vasco).

Palabras clave: Vegetación, territorio, fitoindicador, fitoagente, encinar, abedular, marisma, Urdaibai, País Vasco.

Fecha de recepción: enero 2009.

Fecha de aceptación: octubre 2010.

ABSTRACT

The study of vegetation as an attribute to territory leads one to consider its two-fold interactive function: that of revealing and of controlling environmental and territorial character and activity.

From such biogeographic-geoecological premise, in the same way that one considers characteristic species to be «phytoindicators» in that they assume a passive role, revealing the properties of their medium, one could also call the dominant species of a plant community «phytoagents», due to their abundance, size, morphology, structure and phenology are prevalent in the physiognomic and biotypical characteristics of the community, they lead its structural configuration, determine its productivity and, as a consequence, play an active role in controlling the properties of its environment.

At least to some extent, this new methodological attempt focuses on three communities which, due to their varied typology, landscape, dynamic, environmental and territorial significance carry out very different phytoindicator and phytoagent roles within the territorial area of the Urdaibai Biosphere Reserve (Basque Country).

Key words: Vegetation, territory, phytoindicator, phytoagent, holm oak forest, birch forest, marsh, Urdaibai, Basque Country.

I. PERSPECTIVA, MATERIAL Y MÉTODO

1. Complementariedad interactiva fitoindicación/fitoacción

Este trabajo da continuidad a una obra anterior de uno de los autores de la presente aportación (Meaza, 2000) y, al igual que aquella, está encaminada a habilitar nuevos métodos y técnicas en la consideración de las relaciones interactivas que se establecen entre la vegetación y su marco ambiental/territorial –perspectivas geoecológica/biogeográfica, respectivamente– cara a una diagnosis integrada del medio y, en su caso, a las correspondientes propuestas de ordenación y gestión (Troll, 1971).

En su virtud, el estudio de la vegetación ha de considerar la interactividad entre las funciones delatora y controladora de las propiedades del medio (en sus ítems climático, hídrico, geomorfológico, edáfico, biótico y antrópico) que aquella ejerce. Así, del mismo modo que se califican como «fitoindicadoras» a las especies que más claramente asumen un rol pasivo, delator de las propiedades del medio, podrían denominarse, paralela, complementaria e interactivamente, «fitoagentes» a las que por su abundancia/dominancia, morfología, fenología y productividad prevalecen en la caracterización fisonómica y biotípica de la comunidad vegetal, lideran su configuración estructural y ejercen, en consecuencia, un papel activo, controlador de las propiedades del medio. De ahí que se adjudique el carácter fitoagente únicamente a las especies con suficiente grado de presencia y cobertura (índice de abundancia/dominancia superior a 1) en la comunidad vegetal concernida. También por razones de operatividad y habida cuenta de que todo vegetal delata, siquiera mínimamente, las condiciones del medio en el que radica, se restringe el carácter fitoindicador a aquellas especies que más fidedignamente lo ejercen en el marco y escala espacial y temporal concretos de la zona de estudio.

Desde tal perspectiva, la presente aportación constituye un primer ensayo de aplicación –con resultados, lógicamente, aproximativos– de esta nueva propuesta metodológica a 3 agrupaciones vegetales que por su dispar tipología y significado paisajístico, dinámico, ambiental y territorial desempeñan roles fitoindicador y fitoagente bien contrastados en el ámbito territorial de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (País Vasco).

–fitoindicación/fitoacción climática

Luz, temperatura y viento desempeñan una función de primer orden en el desarrollo vegetal (Larcher, 2003) y, por ende, quedan fielmente evidenciados por los fitoindicadores climáticos (Stoutjesdijk & Barkman, 1992). Desde el punto de vista de la fitoindicación lumínica, la intensidad luminosa incidente determina la distinción entre especies heliófilas y esciófilas. Pero también cuenta la duración de la iluminación (fotoperiodismo: eurihémeras y estenohémeras). Por otra parte, el comportamiento de la vegetación ante el calor, el frío y el régimen de temperaturas suele ser denunciado por los fitoindicadores térmicos en dos formas principales: el termoperiodismo y la adecuación a la oscilación térmica y los valores extremos (termófilas, euritermas, estenotermas...). El viento incide en la intensidad y forma de crecimiento, y en el caso de las anemófilas en la polinización (anemógamas) y en la dispersión de semillas (anemócoras).

El papel fitoagente climático se concreta en la regulación de las condiciones topo-microclimáticas. Cuanto mayor sea la cobertura y pluriestrata la estructura de una comunidad vegetal tanto más efectiva resultará la generación y el control de un ambiente climático interno (sistema propio de circulación del aire, reducción de la oscilación térmica, elevación de la humedad relativa por transpiración, interceptación de la precipitación, aminoración de la velocidad del viento, reducción de la cantidad de luz incidente en el sotobosque, optimización de la calidad atmosférica, etc.), habitualmente propicio para el desarrollo y estabilidad de la biocenosis.

–fitoindicación/fitoacción hídrica

La disponibilidad de agua es el factor más limitante del desarrollo vegetal (Kramer, 1974) lo que queda fidedignamente certificado por los fitoindicadores hídricos, que muestran las correspondientes adaptaciones fisiológicas y morfológicas (especies hidrófilas, xerófilas, higrófilas, mesófilas, esclerófilas, estenohídricas, eurihídricas...). Por otra parte, tanto en forma líquida como, sobre todo, en forma de hielo o nieve (quionófilas y quionófobas), el agua genera importantes efectos sobre la vegetación en los planos mecánico, lumínico, hídrico y térmico.

El papel fitoagente hídrico, fundamentalmente en comunidades de alta cobertura y óptima estructura a nivel del tapiz herbáceo, muscinal y húmico, se concreta en la regulación de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas, en el mantenimiento de los recursos hídricos, en la regulación y moderación de la escorrentía, en la infiltración del agua en el suelo y consecuente optimización de la calidad del agua, que tanta importancia posee en la salvaguarda de la disponibilidad hídrica para la biocenosis, en la minimización del riesgo de avenidas e inundaciones, en la reducción de la carga de sedimentos y, en definitiva, en el equilibrio y estabilidad del sistema.

– *fitoindicación/fitoacción geomorfológica*

Altitud, pendiente, orientación/exposición y litología son puntualmente delatados por los fitoindicadores geomorfológicos. Para una misma situación zonal, la altitud, matizada por la posición topográfica, la orientación y la exposición, se convierte en un factor fundamental que condiciona la variabilidad de las condiciones climáticas y, con ello, la del paisaje vegetal (cliserie). Por su parte, la pendiente juega un rol determinante en el tipo de vegetación que pueda llegar a instalarse sobre el terreno en función de la estabilidad de vertientes, de la escorrentía, etc. La observación y valoración de la instalación de las plantas está asimismo ligada a las características del enraizamiento y sistema radical (Howard, 1985), pero en muchas especies dependen, al menos en parte, de las características físicas, hídricas y químicas del sustrato (especies rupícolas, psamófilas ...).

El papel fitoagente geomorfológico, principalmente en comunidades de alta cobertura y óptima estructura, se concreta como elemento de interferencia y protección –minimizador de riesgos y optimizador del equilibrio y estabilidad del sistema– frente a los procesos gravitacionales y la actuación de los agentes morfogenéticos. El entramado vegetal contribuye eficazmente a generar situaciones de biostasia y fitoestabilidad, tanto a nivel de vuelo como de suelo, pues los arbustos y las hierbas son tan efectivos al respecto como los árboles siempre que sus niveles de cobertura no sean inferiores al correspondiente nivel crítico.

– *fitoindicación/fitoacción edáfica*

La interfaz edáfica constituye el soporte vital de la vegetación: de ahí que sus peculiaridades sean puntualmente denunciadas por los fitoindicadores edáficos. En efecto, el suelo cumple para las plantas tres funciones básicas: es su lugar de sujeción y anclaje; regula, a través de su capacidad de retención de agua, las disponibilidades hídricas; y, gracias a la capacidad de adsorción e intercambio de cationes y aniones del complejo coloidal, es abastecedor y reservorio de nutrientes minerales. Respecto a la capacidad de retención hídrica del suelo, importan las condiciones de infiltración, en la que influyen la pendiente, la permeabilidad, la estructura de la cubierta vegetal y, sobre todo, la textura, estructura y profundidad (Ellis & Mellor, 1995). En lo concerniente a la función de reserva de nutrientes minerales, además del grado de trofia propiamente dicha (especies eutrofas, mesoeutrofas y oligotrofas), cuentan las propiedades químicas del suelo, básicamente la conductividad y el pH (acidófilas, basófilas, neutrófilas...). Por otra parte, más que a la presencia o ausencia de carbonatos (calcícolas, calcífugas, silicícolas...) el término «edafismo» alude al carácter especial de ciertos endemismos estrictamente ligados a un tipo de sustrato concreto (gypsícolas, dolomíticas, halófilas...) o a la presencia de determinados metales.

El papel fitoagente edáfico se concreta en la generación de materia orgánica susceptible de reciclaje, y, concomitantemente, en la generación y evolución de la interfaz edáfica, así como en sus caracteres y cualidades físico-químicos, de tan notable incidencia en la biocenosis, el hábitat y el bio-geotopo y, en definitiva, en el equilibrio y estabilidad del sistema.

– fitoindicación/fitoacción biótica

Las interacciones entre vegetales y entre estos y los animales determinan en alto grado la presencia, los caracteres y la actividad del complejo biótico. Son bien conocidos sus efectos mutuamente beneficiosos, pero también los limitantes derivados de la competencia, que en muchas ocasiones se erige, más que cualquier otro, en el tipo de interrelación fundamental tanto a nivel intra como interespecífico (Grime, 1982). En lo relativo a los primeros y tal como se ponía de manifiesto en el ítem climático, el manto vegetal es capaz de generar un microcosmos particular en su interior, en el que encuentran acomodo diversos fitoindicadores bióticos que se retroalimentan y coevolucionan con la flora y fauna residente; por otra parte, la vegetación se integra en las cadenas tróficas animales que, a su vez, retroactúan sobre ella: no en vano la fauna es un eficaz agente biolector (especialmente la edáfica), polinizador (especialmente los insectos para las especies entomófilas) y dispersor de frutos y semillas (especialmente las aves para las ornitócoras). Por lo que se refiere a los efectos limitantes, la competencia intra e interespecífica es delatada tanto por la prosperidad de las especies mejor adaptadas, que aprovechan mejor los recursos de los hábitats donde se encuentran, como por la mengua de las menos eficientes, que al presentar menor garantía de subsistencia pueden llegar, incluso, a la extinción.

El papel fitoagente biótico es favorable y positivo en comunidades de alta cobertura y óptima y diferenciada estructura, en las radicadas en ambientes ecotónicos y en aquellas que generan abundante producción trófica y ofrecen especial protección; su rol minimizador de riesgos para la flora y la fauna (soporte, refugio, hábitat y almacén trófico) redundan en la optimización del equilibrio y estabilidad del sistema. Es, en cambio, adverso y limitante en aquellas situaciones en que determinadas especies, habitualmente xenófitas, consiguen adueñarse del medio desplazando a las titulares del territorio hasta derivar a veces en agrupaciones pauci o, incluso, monoespecíficas.

– fitoindicación/fitoacción antrópica

La impronta antrópica, pretérita y actual, sobre la cubierta vegetal en todas sus modalidades constituye un fenómeno ambiental y territorial destacable tanto a escala global como local, lo que es verazmente atestiguado por los correspondientes fitoindicadores. De ella ha derivado la regresión del tapiz vegetal natural en determinadas zonas por roturación, sobrepastoreo, silvicultura inadecuada, fuego (especies pirófilas), nitrofilización (nitrófilas), ruderalización (ruderales), polución, contaminación, rururbanización, xenofitización, etc. (Goudie, 2006). En contrapartida, en otros lugares se asiste a la recuperación y regeneración vegetal como consecuencia de cambios en los modelos socio-económicos (campos abandonados, decadencia de la ganadería extensiva, menor demanda de leña para usos domésticos, valorización ecológica de espacios verdes...).

El papel fitoagente antrópico se manifiesta en la evolución de los modelos de silvicultura como fuente de alimento para el ganado y para el propio hombre (reservorio de combustible, materia prima para la construcción, elaboración de objetos de madera, plantas medicinales, cotos de caza...), actividades de ocio y esparcimiento, turismo verde, que tan notablemente están incidiendo, por una parte, en la conservación, protección y recuperación de muchos

espacios forestales, y, por otra, en la creciente frecuentación humana –no exenta de impactos no deseados– de los mismos.

2. Evaluación del interés mesológico de comunidades fitoindicadoras/fitoagentes

Basado en una anterior propuesta valorativa (Cadiñanos y Meaza, 1998), se propone un protocolo evaluativo del interés mesológico de comunidades fitoindicadoras/fitoagentes para cada uno de los 6 parámetros susodichos (climático, hídrico, geomorfológico, edáfico, biótico y antrópico). El resultado queda visualizado en las correspondientes tablas de doble entrada en las que la función indicadora se ubica en el eje de ordenadas y la fitoagente en el de abscisas, resaltándose en negro la zona núcleo y en sombreado el área de probabilidad-tolerancia-incertidumbre (fig. 4). Esta solución permite observar de un vistazo qué –y en qué medida– elementos del medio mediatizan y son mediatizados a/por cada comunidad vegetal.

– interés mesológico de comunidades fitoindicadoras

Se evalúa en qué medida la unidad de vegetación analizada asume la función delatora de las propiedades del medio en el que radica. Ello se obtiene computando, separadamente, el porcentaje de fitoindicadoras climáticas, hídricas, geomorfológicas, edáficas, bióticas y antrópicas respecto de la totalidad de fitoindicadoras de la agrupación vegetal concernida (como anteriormente se señalaba, restringimos por razones de operatividad el carácter fitoindicador a aquellas especies que más fidedignamente lo ejercen en el marco espacial y temporal concreto de la zona de aplicación).

Se propone la aplicación de la siguiente escala orientativa de 1 a 5 puntos para cada uno de los 6 ítem antedichos:

1. menos de un 10%
2. 10-25%
3. 25-50%
4. 50-75%
5. más de un 75%

– interés mesológico de comunidades fitoagentes

De la misma manera que en el fitoindicador, se valora en qué medida la unidad de vegetación analizada ejerce, en razón de su morfología, fenología, estructura y productividad, el rol fitoagente en la caracterización de las consabidas 6 propiedades del medio que la acoge.

Se calibra, entonces, el papel fitoagente de la agrupación concernida en: a) las condiciones topo-microclimáticas, generando un favorable ambiente interno para la biocenosis; b) las características físicas, químicas y biológicas de las aguas, en el mantenimiento y regulación de la escorrentía, en la optimización de la calidad del agua, en la minimización del riesgo de avenidas, en la reducción de la carga de sedimentos, en la interceptación de la precipitación; c) la interferencia y protección frente a los procesos gravitacionales y la actuación de los agentes morfogenéticos; d) la generación y evolución de la interfaz edáfica, así como en

sus cualidades físico-químicas; e) la protección y minimización de riesgos para la flora y la fauna (soporte, refugio, hábitat y almacén trófico); f) el interés y manejo antrópico pretérito y actual, que se manifiesta en los modelos de uso como reservorio trófico, caza, combustible, materia prima para la construcción, elaboración de objetos de madera, plantas medicinales, actividades de ocio, esparcimiento y turismo verde.

En su virtud, las agrupaciones de alta cobertura con óptima y diferenciada estructura pluriestrata –incluyendo el tapiz muscinal y húmico–, las radicadas en medios inestables y dinámicos, en ambientes ecotónicos y, en definitiva, todas aquellas que contribuyen eficazmente a generar situaciones de biostasia y estabilidad son acreedoras de las puntuaciones más elevadas. Al igual que en la fitoindicación, se propone una escala orientativa de 1 a 5 puntos:

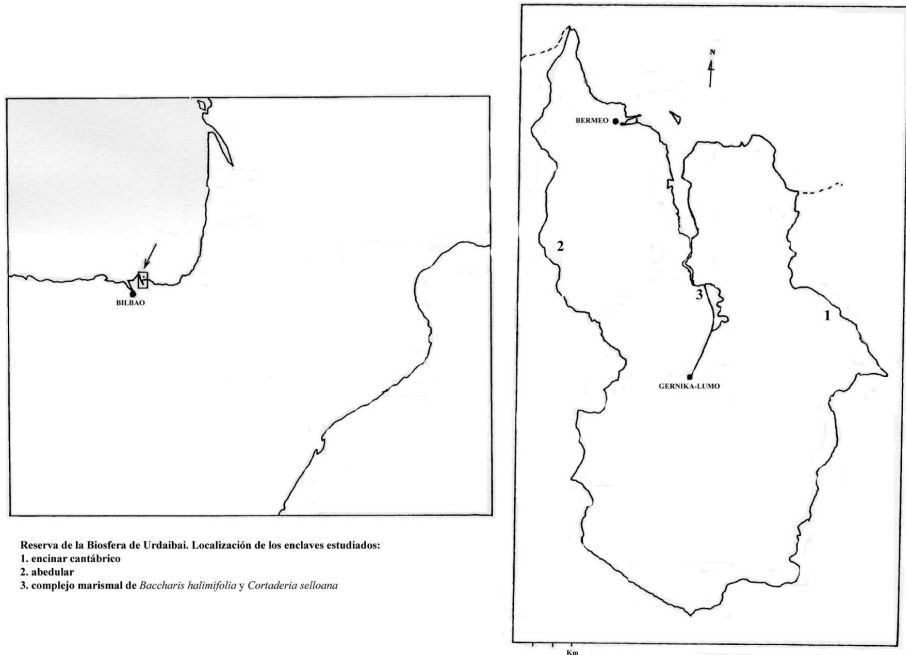
1. Terrenos prácticamente desprovistos de vegetación; cultivos; vegetación temporal o permanentemente sumergida; cultivos forestales intensivos mediante técnicas silvícolas agresivas. Vegetación ruderal, arvense y de pisoteo; estadios prevasculares y últimas etapas regresivas. Agrupaciones de xenófitas oportunistas y, en general, vegetación desestabilizadora y depauperadora del sistema.
2. Vegetación herbácea o arbustiva rala; prados y herbazales sobrepastoreados; cultivos y praderas abandonadas en primera fase de recuperación; vegetación permanente herbácea primocolonizadora; cultivos forestales mediante técnicas no agresivas.
3. Vegetación herbácea o arbustiva densa; pastizales o matorrales de uso ganadero extensivo; disclímax, subclímax y piroclímax en fase de degradación menos acentuada que la de la etapa anterior; vegetación permanente en fase avanzada; vegetación arbórea rala con sotobosque ralo; plantaciones forestales antiguas.
4. Vegetación arbórea rala con sotobosque denso; vegetación arbórea densa con sotobosque ralo; disclímax, subclímax, plagioclímax, paraclímax, piroclímax y preclímax avanzados; vegetación permanente madura en medios dinámicos e inestables; orlas y mantos; vegetación de ambientes ecotónicos; plantaciones forestales históricas.
5. Vegetación arbórea densa con sotobosque denso; clímax, serclímax, quasiclímax, peniclímax, plesioclímax y postclímax maduros; vegetación permanente madura en medios muy dinámicos e inestables; vegetación de ambientes pluri-ecotónicos. En general, ambientes vegetales de especial relevancia en la bioestabilización y optimización de las condiciones ambientales.

II. ENSAYO DE APLICACIÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI

El paisaje vegetal de la Reserva de Urdaibai es el característico de campiña vasco-cantábrica (robledales, bosquetes riparios, landas, prados de siega y diente, plantaciones forestales...). Además, pueden reconocerse otras formaciones de indudable singularidad e interés, caso de las de marisma y encinar cantábrico. Todas ellas constituyen un preciado activo biológico, natural y cultural, que contribuyó en su día a la declaración de Urdaibai como Reserva de la Biosfera (1984) y a la promulgación, 5 años después, de la «Ley de Protección y Ordenación de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai».

Se han caracterizado y valorado 3 unidades de vegetación de dispar tipología y significado paisajístico, dinámico, ambiental y territorial (encinar cantábrico, abedular, complejo

marismal de *Baccharis halimifolia* y *Cortaderia selloana*). Los resultados quedan reflejados en las correspondientes tablas de inventario y de fitoindicación/fitoacción (figs. 1, 2 y 3, que recogen el listado de especies presentes en la comunidad vegetal concernida, ordenadas conforme a sus respectivos valores de abundancia/dominancia –columna central– y señalando, en su caso, su carácter fitoindicador –lado izquierdo– o fitoactivo –lado derecho–), así como en el cuadro valorativo general con tablas de doble entrada (fitoindicación/fitoacción) a que anteriormente se ha hecho referencia (fig. 4).



1. Encinar cantábrico

El primer ejemplo de interacción entre los aspectos fitoindicador y fitoagente afecta a una de las agrupaciones vegetales más peculiares de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, el encinar cantábrico, tributario de una compleja articulación entre factores naturales y antrópicos cuya génesis y evolución se retrotrae ampliamente en el tiempo.

Los encinares cantábricos constituyen uno de los elementos ambientales y paisajísticos más característicos de las comarcas cantábricas, especialmente las costeras. Su conspicua presencia y carácter perennifolio en un contexto ambiental mayoritariamente caducifolio abre interrogantes a las que han tratado de responder diversas hipótesis. De entrada, dos hechos parecen incontestables: su ligazón al piso bioclimático termocolino/termoatlántico húmedo imperante en amplias zonas de la cornisa cantábrica y su especial tolerancia –más que querencia– a terrenos anfractuados y suelos magros con escasa capacidad de retención hídrica.

La hipótesis tradicional apuntaba a que el encinar cantábrico sería un bosque relictivo que en épocas pretéritas, más cálida y secas, se extendería por zonas más amplias que las actuales; en consecuencia, su origen sería fundamentalmente climático. Los estudios arqueobotánicos más recientes aportan datos que confirman la presencia residual de algunos integrantes del encinar –incluida la propia encina– durante todo el Holoceno en situaciones particulares (solanas costeras termoatlánticas); ahora bien, una cosa es que la encina esté presente y otra, muy diferente, que los encinares sean una formación importante en la primera mitad de dicho período. Pero también sugieren que los encinares cantábricos no encajan plenamente en la consideración de formaciones relictas y apuntan a que sería el factor antrópico –no el climático– el principal inductor de la expansión de los encinares en el área cantábrica a partir del Neolítico y, especialmente, de la Edad de Bronce; lo que no entra en colisión con el hecho de que sus principales efectivos se concentraran, por encontrar mejor acomodo, en el ambiente de inviernos benignos y veranos relativamente secos del piso termocolino. La cada vez mayor presión humana asociada al aumento de la actividad agrícola y ganadera pudo haber desencadenado o acelerado procesos de degradación, erosión y consiguiente disminución de la capacidad de retención hídrica de suelos, lo que conllevaría un incremento progresivo de la presencia de los *Quercus* perennifolios –condiciones xéricas– en detrimento de los caducifolios –condiciones méxicas– (Zapata y Meaza, 1998).

Resulta elocuente al respecto constatar la inversión de términos que se produce en la actualidad en el propio Urdaibai: en un contexto kárstico ampliamente dominado por el encinar, los remanentes de roble potencial se acantonan en fondos de dolinas y depresiones, donde se acumula el suelo y la humedad. De manera que, ayer igual que hoy, los procesos de erosión y degradación edáfica desencadenados por deforestación, intensificación de las prácticas agrícolas, ganaderas y silvícolas, uso del fuego, etc., facilitarían la sustitución de los bosques potenciales mesófilos por comunidades xerófilas menos exigentes, capaces de soportar enraizamiento dificultoso, parquedad de nutrientes y, sobre todo, escasa disponibilidad de agua en el suelo.

La mayor parte de los encinares cantábricos de Urdaibai se asienta en laderas de fuerte pendiente de litología caliza, donde se desarrollan suelos magros de tipo leptosol réndrico moteados de afloramientos rocosos. Debido a su exiguo espesor y gran pedregosidad, las limitaciones que encuentran las plantas son la escasa posibilidad de enraizamiento y la baja capacidad de retención hídrica.

Como se puede apreciar en el cuadro general de inventario y de fitoindicación/fitoacción (fig. 1), el complejo forestal está capitaneado en los estratos superiores por el elemento mediterráneo perennifolio: encina (*Quercus ilex*) y sus híbridos (*Q. x gracilis*), madroño (*Arbutus unedo*), laurel (*Laurus nobilis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*) y labiérnago de hoja ancha (*Phillyrea latifolia*). Pero de manera aislada son reconocibles algunos representantes del bosque atlántico caducifolio escapados de las formaciones colindantes, caso del roble pedunculado (*Quercus robur*), castaño (*Castanea sativa*) y serbal (*Sorbus torminalis*). El arbolado se entrelaza en una maraña de bejucos tales como la zarzaparrilla (*Smilax aspera*), clemátide (*Clematis vitalba*) y, en menor grado, tamujo (*Tamus communis*) y madreelva (*Lonicera periclymenum*) que confieren al entramado vegetal un aspecto impenetrable e intransitable.

También en los estratos medios e inferiores se detecta la presencia de genuinos representantes de la flora mediterránea, como la retama loca (*Osyris alba*), escobizo (*Dorycnium*

Figura 1
 TABLA DE INVENTARIO Y DE FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN DEL ENCINAR CANTÁBRICO (ELABORACIÓN PROPIA)

ESPECIE	FITOIND. CLIM.	FITOIND. HÍDR.	FITOIND. GEOM.	FITOIND. EDÁF.	FITOIND. BIÓT.	FITOIND. ANTR.	ABUNDANCIA	FITOAC. CLIM.	FITOAC. HÍDR.	FITOAC. GEOM.	FITOAC. EDÁF.	FITOAC. BIÓT.	FITOAC. ANTR.
<i>Quercus ilex</i>							5						
<i>Smilax aspera</i>							3						
<i>Arbutus unedo</i>							2						
<i>Hedera helix</i>							2						
<i>Asplenium onopteris</i>							1						
<i>Brachypodium pinnatum</i>							1						
<i>Castanea sativa</i>							1						
<i>Corylus avellana</i>							1						
<i>Crataegus monogyna</i>							1						
<i>Hypericum androsaemum</i>							1						
<i>Juniperus communis</i>							1						
<i>Laurus nobilis</i>							1						
<i>Phillyrea latifolia</i>							1						
<i>Pistacia lentiscus</i>							1						
<i>Quercus robur</i>							1						
<i>Quercus x gracilis</i>							1						
<i>Rhamnus alaternus</i>							1						
<i>Rosa sempervirens</i>							1						
<i>Rubia perigrina</i>							1						
<i>Araucarioxylum italicum</i>							+						
<i>Athyrium filix-faemina</i>							+						
<i>Clematis vitalba</i>							+						
<i>Cornus sanguinea</i>							+						
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>							+						
<i>Erica vagans</i>							+						
<i>Gemista hispanica</i> subsp. occ							+						
<i>Helianthemum nummularium</i>							+						
<i>Ilex aquifolium</i>							+						
<i>Ligustrum vulgare</i>							+						
<i>Lonicera periclymenum</i>							+						
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>							+						
<i>Ostrya alba</i>							+						
<i>Pistacia terebinthus</i>							+						
<i>Polystichum setiferum</i>							+						
<i>Prunus spinosa</i>							+						
<i>Rubus fruticosus</i>							+						
<i>Ruscus aculeatus</i>							+						
<i>Saxifraga hirsuta</i>							+						
<i>Teucrium pyrenaicum</i>							+						
<i>Tamias communis</i>							+						
<i>Sorbus torminalis</i>							+						

pentaphyllum) y, en algún enclave concreto, acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*). Sin embargo, dominan ampliamente las especies de óptimo atlántico: acebo (*Ilex aquifolium*), majuelo (*Crataegus monogyna*), endrino (*Prunus spinosa*), brezo (*Erica vagans*), enebro (*Juniperus communis*), cornejo (*Cornus sanguinea*), avellano (*Corylus avellana*), zarzamora (*Rubus fruticosus*), etc.. Son notables las fitoindicadoras calcícolas como la aliaga (*Genista hispanica* subsp. *occidentalis*), jarilla (*Helianthemum nummularium*), teucrio (*Teucrium pyrenaicum*) y escaramujo (*Rosa sempervirens*), acompañados del aladierno (*Rhamnus alaternus*), aligustre (*Ligustrum vulgare*) y cornicabara (*Pistacia terebinthus*), entre otros. El nivel herbáceo, de escaso recubrimiento por la sombra intensa y la profusión de afloramientos rocosos, lo integran interesantes elementos esciófilos, termófilos e higrofilos como la hiedra (*Hedera helix*), androsemo (*Hypericum androsaemum*), rubia (*Rubia peregrina*), aro (*Arum italicum*), saxifraga (*Saxifraga hirsuta*), rusco (*Ruscus aculeatus*) y helechos de los géneros *Asplenium*, *Athyrium* y *Polystichum*, excelentes indicadores del microclima interno generado por el inextricable dosel superior.

La riqueza en especies del encinar cantábrico resulta de la señalada divergencia en lo que respecta a la filiación biogeográfica y composición florística entre los estratos superiores e inferiores. Una de las claves de la cohabitación de especies de óptimo mediterráneo en el vuelo arbóreo y de óptimo atlántico en el sotobosque estriba seguramente en que, debido a la cuantía de precipitaciones, la reserva hídrica del suelo alcanza, incluso en verano, no sólo a las plantas de los estratos superiores, que pueden hundir sus raíces hasta niveles profundos más húmedos, sino también a las subarborescentes y herbáceas, de enraizamiento más superficial (Meaza, 1991).

El encinar cantábrico ha sido eliminado de amplias parcelas de su jurisdicción potencial. Los rodales supervivientes, confinados en enclaves cuya topografía y escaso desarrollo edáfico los ha salvado de una segura extinción, tampoco se han visto libres de la actuación humana a lo largo de la historia. La explotación tradicional del encinar, antaño comunal, abarcaba un amplio abanico de recursos tales como el carboneo, la obtención de leña y madera para las necesidades domésticas y de construcción, la recolección de frutos para consumo humano y animal, el ramoneo invernal, el aprovechamiento de los caleros y la actividad cinegética. El encinar sufría con relativa frecuencia, el azote del fuego. Los procesos de privatización de la propiedad facilitaron la proliferación de matarrasas por parcelas, que acabaron por extenderse de manera incontrolada.

El abandono progresivo de las prácticas tradicionales se ha traducido en una regeneración notable de este tipo de vegetación. En la actualidad, su estado de conservación puede calificarse de bueno y el grado de amenaza de bajo, toda vez que los suelos sobre los que vive poseen escaso o nulo valor agrícola y ganadero. Sin embargo, el peligro proviene de la proliferación de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus*, instaladas tanto a expensas del propio encinar como de las manchas de robleal que, en el seno del encinar, tapizan las depresiones de suelo más desarrollado.

El potencial fitoindicador del encinar cantábrico (fig. 4) reside principalmente en los aspectos edáficos, bióticos y, sobre todo, climáticos. En efecto, sus especies más emblemáticas delatan el particular ambiente climático, tintado de mediterraneidad por la concurrencia entre lo termocolino húmedo y la relativa xericidad estival de ciertos sectores de la cornisa cantábrica; en tanto que el resto del listado florístico es mayoritariamente tributario

de lo propiamente atlántico hiperhúmedo. Esta misma disparidad se refleja en la notable diversidad tipológica y estructural del entramado vegetal, que se beneficia de la presencia y actividad fertilizadora y diseminadora de la fauna especializada puesta de manifiesto por un nutrido listado de fitoindicadoras bióticas. Los edafismos son, asimismo, interesantes, atribuibles sobre todo a la riqueza en carbonatos de los suelos. La delación hídrica, geomorfológica y antrópica presentan valores más discretos: la primera relacionada con el relativo stress hídrico del complejo kárstico; la segunda con la anfractuosidad y fuerte pendiente del roquedo; la tercera con los usos y aprovechamientos tradicionales del bosque, algunos de cuyos integrantes eran selectivamente favorecidos por la mano del hombre.

El rol fitoactivo, que por las razones que inicialmente señalábamos aplicamos en exclusiva a las especies vegetales con mayor presencia y cobertura (abundancia/dominancia superior a 1), es relevante en su vertiente climática, sobre todo cualitativamente en la medida que el apretado vuelo arbóreo enmarañado de bejucos genera un microclima interno que favorece la instalación de esciófilas y termófilas. Es también destacable en lo que respecta a la función geomorfológica por desarrollarse en laderas por lo general empinadas, en la edáfica por contribuir a la generación y mantenimiento de una película edáfica que recubre grietas y recuencos kársticos, en la biótica por favorecer una compleja y estrecha interrelación entre vegetales y animales a todos los niveles, y en la antrópica por atraer el interés humano como reservorio trófico, combustible, madera y, actualmente, para actividades de ocio, esparcimiento y turismo verde. La fitoacción hídrica incide más que nada en el mantenimiento de un alto grado de humedad ambiental, pues la esorrentía superficial es prácticamente inexistente.

2. Abedular

El segundo ejemplo de interacción entre los aspectos fitoindicador y fitoagente en el ámbito de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai es sin duda llamativo, y resulta de la ruptura del equilibrio natural asociado a una intervención antrópica gravemente desequilibradora de la estabilidad del sistema.

En esta zona, la gestión histórica del monte, antaño revestido mayoritariamente de robledal y castañar, correspondía a los pueblos, que explotaban comunalmente los recursos ganaderos y forestales. Se extraía la madera, que servía para una amplia gama de usos (construcción, tonelería, muebles, carbón, curtientes...), y se recolectaba la hojarasca que, junto con el helecho y la argoma, se utilizaba para cama de ganado. Pero las continuas discordias y denuncias de aprovechamientos abusivos –fundamentalmente por la necesidad de madera de las ferrerías– entre los distintos municipios llevaron, con el tiempo, a repartir los antiguos proindivisos en comunes, pasando la propiedad y el producto del montazgo a ser privativa de cada anteiglesia. Ahora bien, la pervivencia de las arboledas se debía a las plantaciones, ya que los bosques silvestres habían prácticamente desaparecido por el consumo de las ferrerías. Durante el siglo XVIII prosiguió la política forestal de repoblaciones por el interés de los pueblos en conseguir caudales en los fondos de los propios y asegurar los aprovechamientos vecinales, por el del Estado para disponer de materia prima para la construcción naval y por el de las ferrerías para proveerse de carbón vegetal.

En el siglo XIX se asiste a la quiebra de la política de plantaciones, iniciándose un período en el que se utiliza el monte para hacer frente al endeudamiento provocado por las mayores

cargas impositivas para financiar las continuas guerras («carlistadas»), lo que lleva consigo en primer lugar la venta del suelo y, posteriormente, del suelo. La deforestación se acelera a raíz de la aplicación de la Ley de Desamortización General de 1855; a consecuencia de ello, durante la segunda mitad del XIX y primera del XX el entorno de Urdaibai presentaba una cubierta vegetal muy deteriorada de monte bajo y pastizal salpicado de rodales dispersos de robledal y castañar, este último diezmado por la enfermedad criptogámica de la tinta.

A mediados del siglo XX se produce una auténtica revolución forestal, que transforma radicalmente el paisaje de las tierras cantábricas: la plantación masiva con especies foráneas, principalmente pino insigne (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus* ssp). A ello contribuyeron el plan estatal de autoabastecimiento en productos forestales y la crisis del caserío, que pasó de un régimen de autoconsumo a otro de mercado sustituyendo el terrazgo por las plantaciones, en más de un 80% llevadas a cabo en terreno privado. Gracias a su alta rentabilidad (elevados rendimientos por Ha./año; breves turnos de corta; buen precio de la madera), se generalizan en el área cantábrica estos auténticos «cultivos» forestales.

Ahora bien, la creciente demanda de la industria maderera y papelera fomentó una explotación tan intensiva que, a la postre, condujo a la ruptura del equilibrio del sistema natural, con el incremento añadido de un tipo de riesgo antaño poco significativo en la zona: los incendios forestales. Efectivamente, el ansia de obtener la máxima rentabilidad en el menor tiempo posible llevó a la utilización de técnicas en extremo agresivas, sobre todo las ligadas a las labores de tala y acondicionamiento previo a una nueva plantación. Así, prácticas tan nocivas como la matarrasa, el subsolado y arado profundo del suelo, la apertura de pistas forestales para facilitar el acceso de camiones y maquinaria pesada auxiliar han afectado, y siguen afectando, gravemente a las propiedades cuantitativas y cualitativas de los suelos, lo que empeora las propiedades mecánicas y físicas de los horizontes superiores favoreciendo con ello la compactación, la reducción de la conductividad hidráulica y, en consecuencia, los procesos erosivos. La perturbación de la dinámica geomorfológica e hídrica es, igualmente, acusada, produciéndose una fuerte aceleración de los procesos erosivos, sobre todo durante el período crítico de desprotección vegetal que media entre la tala y una nueva plantación y que suele coincidir con los momentos de mayores precipitaciones (otoño-invierno), puesto que las labores de acondicionamiento previo se llevan a cabo durante el verano, cuando el terreno está más seco y practicable.

Los graves incendios forestales de 1989, que afectaron a amplias extensiones de la costa cantábrica, calcinaron gran número de plantaciones en el entorno de Urdaibai. Muchos montes se vieron privados de una cubierta vegetal protectora que, aun no siendo de carácter natural, garantizaba cierto grado de estabilidad de las vertientes. En la generalidad del territorio comenzaron casi de inmediato las labores de tala de los árboles quemados, acondicionamiento previo y ejecución de nuevas plantaciones; pero en las escasas parcelas exentas de nuevas tareas repobladoras se reiniciaba, una vez más, el proceso de sucesión natural secundaria que actualmente está llegando a término. En ellas, el suelo, calcinado y desnudo, empieza a ser restañado e inicialmente fitoestabilizado por comunidades primocolonizadoras de gramíneas pioneras y pirófilas. En poco tiempo, el pastizal adquiere facies de landa acidófila, en la que predominan las ericáceas, fabáceas y helechos con algún plantón aislado de pino insigne y eucalipto escapados de plantaciones próximas. Posteriormente, la etapa de landa da paso a una agrupación arbustiva alta que denuncia un estadio más avanzado de

la progresión y que, por su infrecuencia y aspecto, se hace muy evidente en el paisaje: el retamal, también acidófilo, pirófilo y oportunista, de *Cytisus cantabricus* y *C. Commutatus*, capaz de colonizar sectores quemados incluso en laderas empinadas, terrenos pedregosos y descarnados, surcos de erosión colmatados de bloques y clastos y suelos destrozados por técnicas forestales agresivas.

En una etapa sucesional más avanzada, el retamal adquiere facies preforestal conforme medra en ella el no menos oportunista abedul (*Betula celtiberica*), frondosa de madera blanda y rápido crecimiento que forma parte del cortejo florístico del titular del territorio, el roblel al acidófilo de *Quercus robur*, y que está dotada de mecanismos que le permiten prosperar en situaciones incluso más comprometidas que las de la retama. Con el tiempo, el retamal-abeldular deriva en abeldular-retamal y éste en el abeldular que centra nuestra atención y que configura un arbolado bastante abierto de talla discreta que, sobre todo cuando forma tándem con el sauce cinéreo (*Salix atrocinerea*), desempeña un papel de primer orden en la fitoestabilización de vertientes y cicatrización de terrenos incendiados. El ambiente nemoral no excesivamente sombrío facilita la germinación y desarrollo de otras especies arbóreas, principalmente el susodicho roble pedunculado que, en su momento, se sumará al abedul en el cierre del dosel superior configurando una facies de abeldular-roblel al inmediatamente precursora de la clímax (roblel al), ya intuible en el momento actual en algunos enclaves aislados: en la medida en que la dinámica natural siga su curso, el vuelo de abedules irá siendo sobrepasado por el de robles, cuya sombra pone en aprietos al heliófilo abedul, anunciando con ello la paulatina recuperación de la jurisdicción potencial del roblel al.

El abeldular conforma pequeños rodales, anecdóticos pero llamativos, en un mar de plantaciones forestales moteadas de claros de matarrasa en diversas fases de cicatrización por herbazales, landa atlántica y retamales (Meaza y González, 1999). Esta contigüidad, incluso interpenetración, con diversas comunidades vegetales del mismo tren sucesional confiere al abeldular gran riqueza en especies, pero no necesariamente altos índices de cobertura ni a nivel de vuelo ni de suelo.

Como se puede apreciar en el cuadro general de inventario y de fitoindicación/fitoacción (fig. 2), en el vuelo arbóreo, relativamente desahogado, domina el abedul, siempre con buena representación del roble pedunculado. Es, asimismo, de subrayar la sintomática presencia del roble albar (*Quercus petraea*) y de sus híbridos con el pedunculado (*Quercus x rosacea*): aunque muestra querencia por un ambiente más montaraz y fresco que el del roble pedunculado –su posición bioclimática se inscribe en la banda ecotónica colino superior/inframontano–, el albar desciende hasta cotas relativamente bajas en terrenos pedregosos y descarnados por la erosión. El dosel superior se completa con algún ejemplar de la termófila falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), especie oportunista, invasora y colonizadora de terrenos degradados en amplias zonas de la cornisa cantábrica, pino insigne (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.), estos dos últimos escapados de plantaciones aledañas.

Los estratos intermedios están bien surtidos detectándose en ellos, además de pies arbustivos de las especies arbóreas antedichas, la presencia de acidófilas como el serbal de cazadores (*Sorbus aucuparia*), brezo arbóreo (*Erica arborea*, *E. lusitanica*), madroño (*Arbutus unedo*), retama (*Cytisus cantabricus*, *C. commutatus*), arraclán (*Frangula alnus*) y acebo (*Ilex aquifolium*). A este nivel, el cortejo florístico se completa con el avellano (*Corylus avellana*), sauce cinéreo (*Salix atrocinerea*), majuelo (*Crataegus monogyna*) y zarzamora

Figura 2
TABLA DE INVENTARIO Y DE FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN DELABEDULAR (ELABORACIÓN PROPIA)

ESPECIE	FITOIND. CLIM.	FITOIND. HIDR.	FITOIND. GEOM.	FITOIND. EDÁF.	FITOIND. BIÓT.	FITOIND. ANTR.	ABUNDANCIA DOMINANCIA	FITOAC. CLIM.	FITOAC. HIDR.	FITOAC. GEOM.	FITOAC. EDÁF.	FITOAC. BIÓT.	FITOAC. ANTR.
<i>Betula celtiberica</i>							3						
<i>Vaccinium myrtillus</i>							3						
<i>Brachypodium pinnatum</i>							2						
<i>Cytisus cantabricus</i>							2						
<i>Hedera helix</i>							2						
<i>Pteridium aquilinum</i>							2						
<i>Rubus</i> grp. <i>glandulosus</i>							2						
<i>Quercus robur</i>							2						
<i>Calluna vulgaris</i>							1						
<i>Corylus avellana</i>							1						
<i>Cytisus commutatus</i>							1						
<i>Deboecia cantabrica</i>							1						
<i>Erica vagans</i>							1						
<i>Eucalyptus</i> sp							1						
<i>Lonicera periclymenum</i>							1						
<i>Pinus radiata</i>							1						
<i>Salix atrocinerea</i>							1						
<i>Agrostis capillaris</i>							+						
<i>Agrostis curtisii</i>							+						
<i>Anemone nemorosa</i>							+						
<i>Arbutus unedo</i>							+						
<i>Aphodellus albus</i>							+						
<i>Blechnum spicant</i>							+						
<i>Castanea sativa</i>							+						
<i>Cistus salvifolius</i>							+						
<i>Crataegus montana</i>							+						
<i>Digitalis purpurea</i>							+						
<i>Erica arborea</i>							+						
<i>Erica lusitanica</i>							+						
<i>Erica cinerea</i>							+						
<i>Frangula alnus</i>							+						
<i>Hypericum pulchrum</i>							+						
<i>Ilex aquifolium</i>							+						
<i>Liliodora prostrata</i>							+						
<i>Oxalis acetosella</i>							+						
<i>Potentilla erecta</i>							+						
<i>Prunus spinosa</i>							+						
<i>Pseudarctanthemum longifolium</i>							+						
<i>Quercus petraea</i>							+						
<i>Robinia pseudoacacia</i>							+						
<i>Sorbus aucuparia</i>							+						
<i>Teucrium scorodonia</i>							+						
<i>Ulex gallii</i>							+						

(*Rubus* gr. *glandulosus*), acompañadas, en el subarbustivo, de argoma (*Ulex gallii*), arándano (*Vaccinium myrtillus*), brechina (*Calluna vulgaris*) y brezo (*Erica vagans*, *E. cinerea*, *Daboecia cantabrica*).

El estrato herbáceo, no muy apretado pero rico en especies, se nutre de gramíneas aciófilas y pirófilas (*Agrostis capillaris*, *A. curtisii*, *Brachypodium pinnatum*, *Pseudarrhenatherum longifolium*) en cohabitación con la jara (*Cistus salvifolius*), hipérico (*Hypericum pulchrum*), aleluya (*Oxalis acetosella*), escorodonia (*Teucrium scorodonia*), tormentila (*Potentilla erecta*), litodora (*Lithodora prostrata*), dedalera (*Digitalis purpurea*), gamón (*Asphodelus albus*) y los helechos *Pteridium aquilinum* y *Blechnum spicant*, entre otras. Algunas trepadoras, caso de la hiedra (*Hedera helix*) y madreselva (*Lonicera periclymenum*) enredan el entramado vegetal. El tapiz muscinal alfombra un suelo moteado, aquí y allá, de viejos tocones, algunos de ellos de castaño (*Castanea sativa*) especie que, como anteriormente se señalaba, se vio antaño favorecida por sus frutos y madera y prácticamente exterminada después por diversas enfermedades criptogámicas.

El potencial fitoindicador del abedular (fig. 4) lo acaparan básicamente en aquellos elementos que delatan, por un lado, la adscripción bioclimática del territorio y, sobre todo, la desestabilización del equilibrio natural por intervención antrópica. No extraña, pues, la nutrida nómina de bioindicadores climáticos, mayoritariamente adscritos al ambiente atlántico hiperhúmedo, la de antrópicos ligados a la ruptura del equilibrio natural por deforestación, fuego y silvicultura intensiva mediante técnicas agresivas y, paralelamente, la aún más amplia de edáficos, integrada por especies oportunistas y primocolonizadoras de suelos removidos, desestructurados, calcinados y depauperados cuantitativa y cualitativamente hasta alcanzar grados de oligotrofia extrema. También es reseñable en el mismo sentido la fitoindicación geomorfológica, que denuncia situaciones de inestabilidad inducida. La fitoindicación hídrica denuncia las consiguientes dificultades de escorrentía, en tanto que la biótica es compatible con el carácter de etapa preclimática del abedular, donde prosperan relaciones interespecíficas de flora y fauna menos complejas que en el caso del encinar.

El rol fitoactivo en el seno del abedular lo protagonizan la función geomorfológica y, solidariamente con ella, la edáfica; lo que no es de extrañar teniendo en cuenta el impagable papel cicatrizador, regenerador y protector de la vegetación tras incendio y tala en terrenos desnudos expuestos a la erosión que, con el tiempo, recuperan el equilibrio biotásico. Por el contrario, la fitoacción climática, hídrica y biótica no pasan de discretas, lo que es coherente con su carácter preforestal de estructura no muy compleja y vuelo bastante desahogado; como también la antrópica, en este caso por el escaso valor comercial y, menos aún, de ocio y esparcimiento que suscita el abedular.

3. Complejo marismal de *Baccharis halimifolia* y *Cortaderia selloana*

El tercer ejemplo de interacción entre los aspectos fitoindicador y fitoagente es en extremo elocuente de una compleja dinámica ambiental consecuente a cambios pendulares –además de bruscos en los últimos tiempos– en el uso y desuso antrópico del medio estuarino.

En razón de su posición topográfica respecto a la marea y de la consistencia del suelo, las agrupaciones vegetales marismañas de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai se estructuran en un graderío conformado por los siguientes escalones:

- a) zona sublitoral, con praderas monoespecíficas de aspecto graminioide de *Zostera marina* y *Z. noltii*. Las comunidades de *Zostera marina* nunca emergen, ni siquiera durante las bajamares vivas, y se desarrollan sobre un sustrato limoso-arenoso. Las de *Zostera noltii* son menos densas, arraigan en terrenos bastante arenosos y emergen en las bajamares vivas.
- b) planicies bajas fangosas, inundadas diariamente por la pleamar y ocupadas parcialmente por una formación densa de gramíneas, prácticamente monopolizada por *Spartina maritima* en competencia con la xenófita *Spartina alternifolia*. Se trata de especies que fijan los blandos sustratos en los que radican gracias a un potente sistema rizomatoso. Su cometido fitoactivo en los primeros estadios de formación de la marisma es, en consecuencia, primordial.
- c) banda de vegetación genuinamente marismal. Es una zona muy húmeda, rica en sales y bastante eutrofizada gracias a los restos depositados por las mareas y los ríos. Su vegetación, dominada por especies halófilas y nitrófilas tolerantes a la salinidad, forma un complejo mosaico de comunidades con aspecto diverso en razón de su ubicación topográfica. Así, el inestable estero bajo está colonizado mayoritariamente por plantas suculentas (*Salicornia ramosissima*, *Suaeda maritima*, *Arthrocnemum perenne*), además de *Aster tripolium* y *Puccinella maritima*; en la marisma media, más consolidada y solo anegada en mareas vivas, dominan *Spergularia maritima*, *Triglochin maritima*, *Sarcocornia fruticosa*, *S. perennis*, *Atriplex hastata* y, sobre todo, *Halimione portulacoides*, especie esta última de fuerte ramificación y potente sistema radicular, lo que le convierte en un notable fitoagente geomorfológico, que tapiza la práctica totalidad del terreno; en el tránsito hacia el nivel supramarismal la *Halimione* cohabita con halófilas tan caracterizadas como *Juncus maritimus*, *Inula chritmoides*, *Plantago maritima*, *Glaux maritima*, *Frankenia laevis*, *Armeria maritima*, *Carex extensa*, *Limonium vulgare*, *Agrostis stolonifera*, *Atriplex hastata*...
- d) franja supramarismal, donde disminuye la concentración de sal por el aporte del agua de lluvia, tapizada por extensos herbazales de *Elymus pycnanthus*, *E. repens* y sus híbridos, que muestran una estrecha dependencia de suelos ricos en nutrientes aportados bien por pleamares vivas excepcionales, bien por la actividad agrícola y ganadera que antaño sostenían; de lo que cabe deducir que, de no haberse producido ésta última, tales terrenos tendrían una composición específica diferente a la que presentan actualmente. En diversas proporciones, *Festuca rubra* y *Juncus maritimus* suelen ser fieles acompañantes de los *Elymus*. Donde la afluencia de agua dulce, superficial o freática, es notoria se forman agrupaciones de aspecto junciforme protagonizadas por *Scirpus maritimus* que, eventualmente, presentan facies de carrizal de *Phragmites australis* e, incluso, espadañal de *Thypha latifolia*. En ciertas zonas se detecta la histórica presencia de grupos e hileras de tamarices (*Tamarix gallica*), plantados desde antiguo con el fin de afirmar los lezones; y, en franco contraste con ello, el creciente protagonismo actual de una agrupación vegetal liderada por las dos neófitas invasoras

(*Baccharis halimifolia* y *Cortaderia selloana*) que centran nuestra atención por delatar tendencias de cambio de gran interés y trascendencia ambiental y territorial.

En efecto, la mano del hombre introdujo desde antiguo en Urdaibai cambios de consideración en el paisaje vegetal estuarino. Las desecaciones masivas coincidieron con la fase de expansión agrícola de finales del XVIII, teniendo mucho que ver con el espíritu y directrices innovadoras de la Ilustración: al tiempo que se ampliaban las tierras de cultivo, se pretendía erradicar los focos irradiantes de fiebres palúdicas, que tanta incidencia tuvieron en las condiciones sanitarias de estas comarcas. El cenit de la actividad desecadora se alcanzó en la segunda mitad del XIX, cuando la demanda de productos agropecuarios se intensificó con motivo de las guerras carlistas. Las labores comenzaban con la construcción de un dique o lezón de tierra –como se ha dicho, en ocasiones reforzado con la plantación de tamarices (*Tamarix gallica*)–, con lo que se impedía la entrada de agua mareal y, consecuentemente, se alteraban el ciclo hídrico y el régimen salino.

Desde mediados del siglo XX, la progresiva atracción de la mano de obra agrícola hacia los vecinos núcleos urbanos e industriales va a provocar un claro retroceso del área ganada a la marisma, sobre todo en las zonas más expuestas a los embates de mareas y riadas. Se produce, pues, un proceso de sucesión ecológica en un período de tiempo muy corto, y lo que hasta la década de los 50/60 eran tierras cultivadas vuelve a revestirse de comunidades de plantas halófilas.

En verano de 1983 se produjo un episodio extraordinario de lluvias torrenciales que afectó gravemente a la costa cantábrica. En Urdaibai, los diques de contención aceleraron su desmoronamiento y, ante la desidia manifiesta de los vecinos e instituciones en reparar de inmediato los lezones, la labor de zapa de las corrientes de marea terminó por abrir en poco tiempo grandes boquetes, lo que se tradujo en la salinización progresiva de los antiguos pastizales y cultivos. Unos años después de la riada se reconstruyeron los diques, con lo que la zona quedó cerrada nuevamente al flujo de las mareas «para su puesta a punto como campos de cultivo». Las parcelas afectadas mudaron, una vez más, de aspecto a consecuencia de las labores de drenaje que evacuan el agua salobre: en el marco general de un tapiz desigualmente compacto de *Elymus pycnanthus* y *E. repens* progresaron interesantes fitoindicadores higrófilas y dulceaquícolas: *Carex*, *Myosotis*, *Ajuga*, *Mentha*...; incluso se recuperó uno de los elementos más genuinos de la campiña atlántica: los prados de siega. Pero, pasados pocos años –y hasta el momento actual–, parece como si las intenciones vecinales de retomar la puesta en valor agrícola de las marismas, que en su momento se arguyó con gran ardor para reconstruir los lezones, hubieran caído en el olvido: el aprovechamiento agropecuario de las tierras desecadas y desalinizadas es prácticamente nulo. Fiel testimonio de ello lo encontramos en la proliferación de herbazales de gramíneas bastas, juncales y carrizales delatores del colapso de la red de drenaje dulceaquícola y, sobre todo, de las xenófitas oportunistas anteriormente citadas (*Baccharis halimifolia* y *Cortaderia selloana*), que con gran celeridad invaden amplias parcelas desasistidas de mantenimiento agrícola.

Ambas foráneas constituyen hoy por hoy una de las peores plagas ambientales con las que se enfrentan los estuarios cantábricos (Meaza *et al.*, 1997), pues además de su carácter invasor, alta talla y densidad, poseen gran capacidad para fijar sedimentos entre sus raíces, lo que contribuye a acelerar el proceso de colmatación del humedal, provocando una rápida y

Figura 3
 TABLA DE INVENTARIO Y DE FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN DEL COMPLEJO MARISMAL (ELABORACIÓN PROPIA)

ESPECIE	FITOIND. CLIM.	FITOIND. HDR.	FITOIND. GEOM.	FITOIND. EDAF.	FITOIND. BIOT.	FITOIND. ANTR.	ABUNDANCIA DOMINANCIA	FITOAC. CLIM.	FITOAC. HDR.	FITOAC. GEOM.	FITOAC. EDAF.	FITOAC. BIOT.	FITOAC. ANTR.
<i>Baccharis halimifolia</i>							3						
<i>Cortaderia selloana</i>							2						
<i>Elymus pycnanthus</i>							2						
<i>Elymus repens</i>							2						
<i>Halimione portulacoides</i>							2						
<i>Juncus maritimus</i>							2						
<i>Salix atrocinerea</i>							1						
<i>Agrostis stolonifera</i>							1						
<i>Carex extensa</i>							1						
<i>Carex riparia</i>							1						
<i>Inula crithmoides</i>							1						
<i>Limonium vulgare</i>							1						
<i>Tamarix gallica</i>							1						
<i>Ajuga reptans</i>							+						
<i>Alnus glutinosa</i>							+						
<i>Armeria maritima</i>							+						
<i>Atriplex hastata</i>							+						
<i>Cardamine pratensis</i>							+						
<i>Carex pendula</i>							+						
<i>Daerlylis glomerata</i>							+						
<i>Festuca gr. rubra</i>							+						
<i>Frankenia laevis</i>							+						
<i>Glaux maritima</i>							+						
<i>Hypericum androsaemum</i>							+						
<i>Mentha aquatica</i>							+						
<i>Myosotis lamotiana</i>							+						
<i>Phragmites australis</i>							+						
<i>Plantago maritima</i>							+						
<i>Puccinella maritima</i>							+						
<i>Rubus ulmifolius</i>							+						
<i>Sarcocornia fruticosa</i>							+						
<i>Sarcocornia perennis</i>							+						
<i>Scirpus compactus</i>							+						
<i>Schoenus nigricans</i>							+						
<i>Spergularia maritima</i>							+						
<i>Thypha latifolia</i>							+						
<i>Triglochin maritima</i>							+						
<i>Ranunculus acris</i>							+						

notable pérdida de superficie del mismo y, por ende, de sus valiosas comunidades nativas con lo que ello conlleva de disminución de la biodiversidad, distorsión de la estructura y funcionamiento del sistema y grave impacto paisajístico. Parece, además, que la bacaris contribuye a alterar la granulometría del suelo, dadas las diferencias que presenta su sistema radicular frente al de las plantas a las que sustituye, además de producir graves intoxicaciones en el ganado que la consume en cantidad apreciable y generar respuestas alérgicas a su polen en la población humana. Tal amenaza ha sido, sin embargo, poco conocida o erróneamente percibida por la población –y lo que es peor, por la Administración– que consideran la llegada de nuevos taxones como un factor de «enriquecimiento» o de «aumento de la biodiversidad» sin tener en cuenta la perturbación que implican en el equilibrio preexistente; de manera que, en muchas ocasiones y hasta que ya es demasiado tarde, no se han tomado medidas contra la proliferación de las xenófitas.

No limitadas más que por la excesiva salinidad y por las actividades agrarias, con las que son incompatibles, la cortaderia y, sobre todo, la bacaris colonizan rápidamente esa «tierra de nadie» –ora desecada ora salobre– en que se ha convertido el marjal salino debido a las rápidas tendencias de cambio pendulares uso/desuso, y conforman con las especies nativas del marjal un puzzle heterogéneo, rico en microhabitats y especies, en el que, como se puede apreciar en la cuadro general de inventario y de fitoindicación/fitoacción (fig. 3), cohabitan fitoindicadoras halófilas propias de la banda genuinamente marismal, nitrófilas supervivientes del antiguo uso ganadero y dulceacuícolas habituales del nivel supramarismal. De no mediar una intervención humana que ponga remedio a un tipo de gestión tan errática e incoherente, ambas xenófitas terminarán por adueñarse en breve plazo del ámbito meso-supraestuarino desplazando por completo a las titulares del territorio hasta derivar en agrupación prácticamente biespecífica.

El potencial fitoindicador del complejo marismal (fig. 4) se concreta mayoritariamente en los aspectos hídrico y edáfico, lo que es inherente a su condición de humedal salobre: en el primero de los términos por la acción de la marea y, en terrenos polderizados, por el complicado drenaje dulceacuícola; en el segundo por la gleyficación, salinización y eutrofización habitual de los ambientes estuáricos, esta última ligada también a las antiguas prácticas agroganaderas. También es muy reseñable la fitoindicación antrópica, que más que el antiguo aprovechamiento agroganadero testimonia su abandono, lo que es denunciado por la proliferación de higrófilas y dulceacuícolas y, más aún, de neófitas-plaga. Aunque en menor grado, lo es también la geomorfológica, debido a la inconsistencia del terreno sometido a las corrientes de marea, sobre todo por dejación episódica de las labores de mantenimiento de los polders. El número de fitoindicadores bióticos es limitado, pues en poco tiempo ha mercado notablemente la calidad –más que la cantidad– de la interrelación específica propia del estero debido a la progresiva amenaza de las xenófitas invasoras. La fitoindicación climática es en extremo modesta, lo que se explica teniendo en cuenta el carácter de comunidad permanente del complejo marismal.

El rol fitoactivo en el contexto estuarino presenta un interesante paralelismo y complementariedad con el fitoindicador, en el sentido de ser liderado por los ítems hídrico y edáfico, a los que se suma el geomorfológico: en el primer caso por la efectividad hidrorreguladora de los correspondientes fitoagentes; en el de los edáficos por su alta capacidad de atrapar nutrientes y fijar el suelo movedizo; en el de los geomorfológicos por limitar, incluso des-

Figura 4
CUADRO VALORATIVO GENERAL DE FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN (ELABORACIÓN PROPIA)

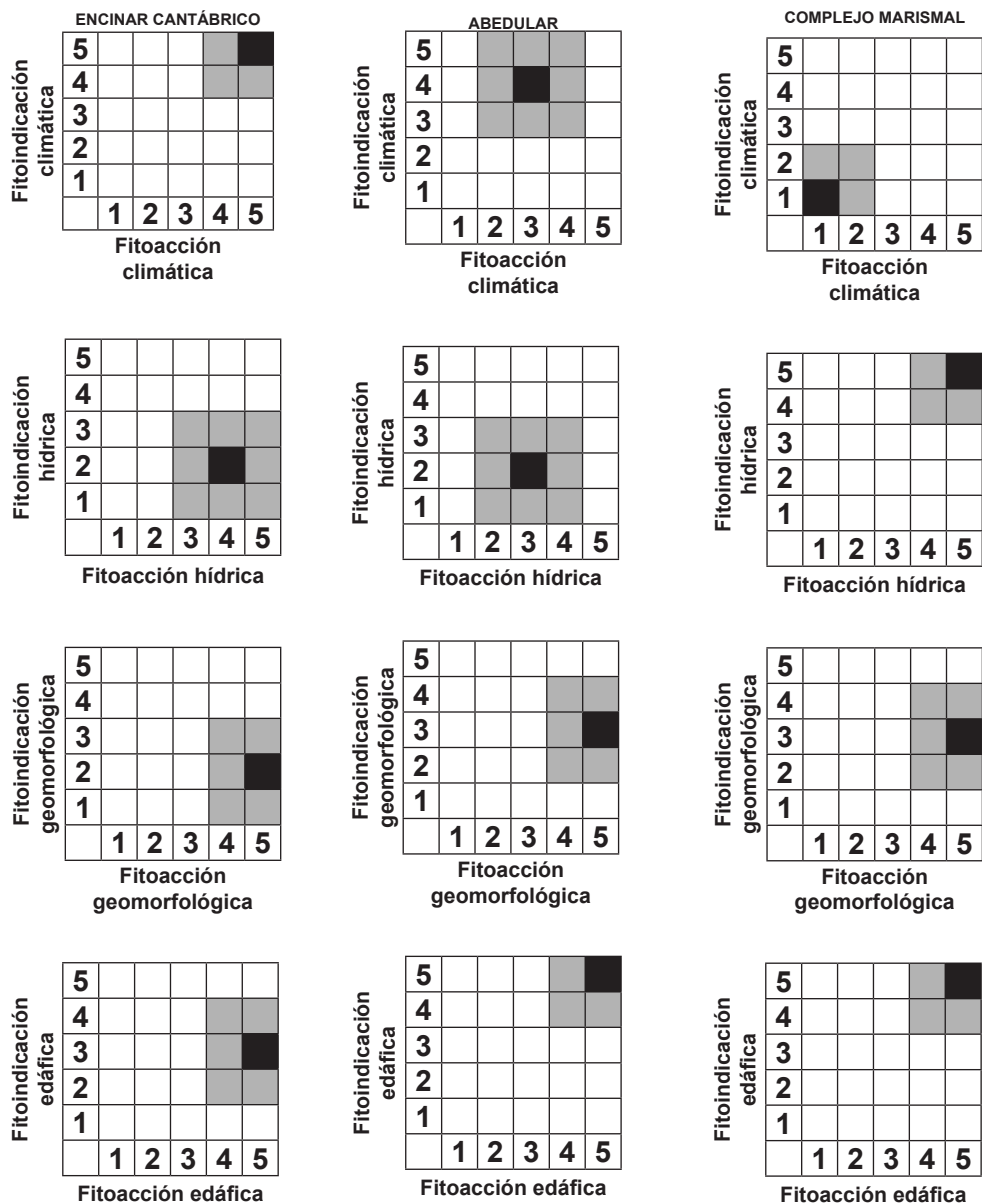
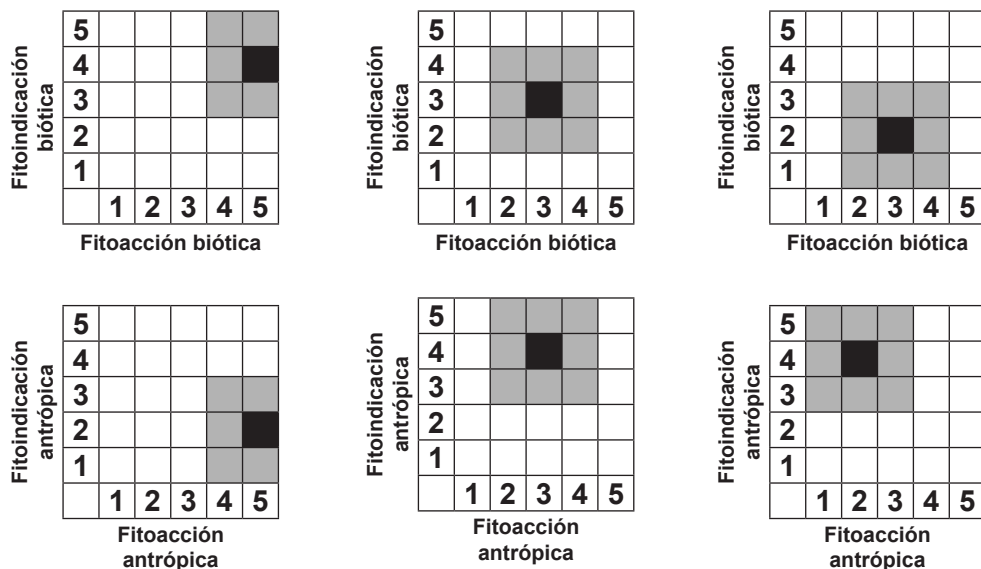


Figura 4
 CUADRO VALORATIVO GENERAL DE FITOINDICACIÓN/FITOACCIÓN (ELABORACIÓN PROPIA) (CONTINUACIÓN)



activar, la inestabilidad propiciada por la dinámica mareal. Siendo también reseñable, el papel de los fitoagentes bióticos del estero mareal ha mudado aceleradamente en los últimos tiempos: de constituir un paradigma cuantitativo y cualitativo de interrelación positiva flora/fauna ha pasado a estar protagonizado por la amenaza creciente de las neófitas invasoras, que comprometen la integridad –incluso la continuidad– de las formas vitales típicamente marismañas. La funcionalidad de los escasos fitoagentes antrópicos está ligada a usos y aprovechamientos del pasado (explotación de junqueras, plantación de tamarices) y, hoy por hoy, a los quebraderos de cabeza derivados de una gestión errática del terrazgo que ha propiciado la proliferación de plagas ambientales difíciles de controlar y, más aún, erradicar. La fitoacción climática está restringida, precisamente, a las dos xenófitas-plaga, que conforme se adueñan del estero configuran un manto arbustivo pauciespecífico alto y apretado en cuyo interior reina un ambiente sombrío e isotérmico que, por los motivos anteriormente expuestos, tan solo propicia la instalación de sus propios retoños.

III. CONCLUSIONES

Una adecuada atención a la complementariedad interactiva fitoindicación/fitoacción contribuye a optimizar el estudio de la vegetación como atributo del territorio, entendido éste como marco sistémico de relaciones interactivas, a escala espacial y temporal, entre los

diversos elementos que lo constituyen, y que configuran y se manifiestan en unos determinados paisajes. En la medida en que profundicen en estos conocimientos, la Biogeografía y la Geoecología aplicadas avalarán su vocación de eficaces instrumentos para la ordenación y gestión territorial, de herramienta fundamental para el conocimiento y la toma de decisiones respecto a la vegetación considerada, por una parte, como patrimonio natural y cultural y, por otra, en su contribución a la protección, equilibrio y estabilidad del medio en el que radica.

De los resultados, lógicamente aproximativos, obtenidos en un primer ensayo de aplicación de la nueva propuesta metodológica en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, y tal como queda reflejado en las tablas de inventario y de fitoindicación/fitoacción (figs. 1, 2 y 3) y cuadro valorativo general de fitoindicación/fitoacción (fig. 4), cabe deducir las siguientes conclusiones provisionales:

A. Fitoindicación

- *fitoindicación climática*: su protagonismo resulta incontestable en el caso del encinar y del abedular, lo que es coherente con su carácter climácico en el primer caso y preclimácico en el segundo; no sucede otro tanto en el caso del complejo marismal, paradigma de «comunidad permanente».
- *fitoindicación hídrica*: se invierten los términos respecto a lo señalado en el epígrafe anterior, puesto que es en el ámbito del marjal salino donde las correspondientes fitoindicadoras acaparan un liderazgo coherente con su condición de humedal; en el encinar y el abedular su presencia no pasa de discreta.
- *fitoindicación geomorfológica*: apenas tiene relevancia en el caso del encinar; pero es reseñable en el abedular por delatar el fuerte incremento de la dinámica de vertientes a resultas de la ruptura del equilibrio natural por repetidas deforestaciones y en la marisma por la inconsistencia del terreno sometido a las corrientes de marea cuando se produce dejación episódica de las labores de mantenimiento de los polders.
- *fitoindicación edáfica*: los edafismos son notables en todos los casos, pero con diferente significado en cada uno de ellos: en el encinar vienen, mayoritariamente, de la mano del contexto calcícola y eutrofo; en el abedular por mor de una litología silíceo y, sobre todo, de la oligotrofia consecuente con una degradación cuantitativa y cualitativa del suelo por tala y fuego reiterados; en el marjal por gleyficación, salinización y eutrofización, esta última resultante también de las antiguas prácticas agroganaderas.
- *fitoindicación biótica*: es reseñable en el encinar, donde la clímax forestal beneficia las relaciones interespecíficas de flora y fauna; es limitada en el abedular por su menor grado de madurez y complejidad estructural; y menguante en el ambiente marismero, donde corre peligro la pervivencia residual de especies asociadas a las antiguas prácticas agroganaderas, y hasta de las propias del ambiente salobre, por la progresiva y bióticamente depauperante amenaza de las xenófitas invasoras.
- *fitoindicación antrópica*: escasa en el encinar, limitada y selectivamente intervenido; muy reseñable en el marjal, como testimonio del antiguo aprovechamiento agroganadero y, actualmente, de su abandono, lo que es denunciado por la proliferación de dulceaquícolas y neófitas sobrevenidas de la mano del hombre; sobresaliente en el

abedular, como consecuencia de la ruptura del equilibrio natural por deforestación de la vegetación natural, fuego y silvicultura intensiva mediante técnicas agresivas y desestabilizadoras.

B. Fitoacción:

- *fitoacción climática*: a destacar el dispar rol climático de los fitoagentes en las 3 situaciones: notorio en la maraña del encinar donde se genera un microclima interno que favorece la instalación de esciófilas, termófilas e higrófilas; discreto en el abedular por presentar un vuelo relativamente desahogado; restringida en el complejo marismal en la medida en que las xenófitas densifican su dominio en el nivel arbustivo superior.
- *fitoacción hídrica*: el rol hidrorregulador de los correspondientes fitoagentes se muestra sin duda vital en el ámbito estuarino; en tanto que ejercen una función más discreta, aunque destacable, en el caso del abedular y del encinar.
- *fitoacción geomorfológica*: llama la atención el importante papel geomorfológico ejercido por la cubierta vegetal en todos los casos: en el encinar cantábrico por desarrollarse en laderas por lo general empinadas; en el abedular por restañar rápidamente tras incendio y tala los terrenos desnudos expuestos a la erosión; en el complejo marismal por limitar, incluso desactivar, la inestabilidad propiciada por la dinámica mareal.
- *fitoacción edáfica*: los tres ambientes presentan fitoagentes muy eficaces en la génesis, mantenimiento y protección del suelo: en el encinar por recubrir de película edáfica grietas y recuencos del lapiaz; en el abedular por regenerar suelos depauperados tras matarrasa, fuego y desestructuración infligida por técnicas silvícolas agresivas; en el marjal salino por atrapar nutrientes y fijar el suelo movedizo.
- *fitoacción biótica*: paradigmática en el complejo forestal del encinar, donde vegetales y animales se interrelacionan estrechamente a todos los niveles; algo parecido sucede en el marjal, aunque la amenaza creciente de las neófitas invasoras compromete la integridad –incluso la continuidad– de las formas vitales típicamente marismeñas; el abedular presenta valores más comedidos, lo que es inherente a su ubicación preclimática en el tren sucesional.
- *fitoacción antrópica*: habida cuenta de que la función antrópica se restringe a las especies que, presentando un índice de abundancia-dominancia superior a 1, son o han sido objeto de interés y manejo antrópico pretérito y actual, llama la atención su importancia cuantitativa y cualitativa en el seno del encinar; lo que se reduce en el caso del estero marismal y del abedular.

Obviamente, será necesario ir contrastando, depurando y optimizando la propuesta metodológica aquí presentada y cotejar en un futuro los resultados sólo aproximativos del presente trabajo, sobre todo en lo concerniente a la fitoacción, con los obtenidos a escala de mayor nivel de detalle cualitativo –desagregando cada ítem en varios sub-ítems (el edáfico, por ejemplo, en textura, pH, conductividad...)– y cuantitativo (valores afinados de protección del suelo por la vegetación, de interceptación...), que abarquen la variabilidad espacial de los procesos geoecológicos ligada a la diversidad biogeográfica de la cubierta vegetal de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

IV. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CADIÑANOS, J. A. y MEAZA, G. (1998): *Bases para una Biogeografía aplicada. Métodos de valoración de la vegetación*. Logroño, Geoforma Ediciones.
- ELLIS, S. & MELLOR, A. (1995): *Soils and environment*. London, Routledge & Kegan.
- GOUDIE, A (2006): *The human impact on the natural environment*. Oxford, Blackwell.
- GRIME, J. (1982): *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Mexico, Limusa.
- HOWARD, J. A. (1985): *Phytogeomorphology*. New York, Wiley & Sons.
- KRAMER, P. J. (1974): *Relaciones hídricas de suelos y plantas*. Mexico, Edutex.
- LARCHER, W. (2003): *Physiological Plant Ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Berlin, Springer.
- MEAZA, G. (1991): «La impronta mediterránea en el paisaje vegetal del País Vasco. Encinares y carrascales». *Boletín de la AGE*, nº 13, 45-74.
- MEAZA, G. *et al.*, (1997): «Presencia, dinámica actual y procesos de alteración inducidos por la flora xenófita en el litoral Cantábrico oriental». *Munibe (Ciencias Naturales)*, nº 49, 129-141.
- MEAZA, G. y GONZÁLEZ, M. J. (1999): «Abedulares del País Vasco. Caracterización de dos muestras representativas». En *Libro Homenaje al Profesor Joan Vilá Valentí*, 1095-1116. Universitat de Barcelona.
- MEAZA, G. (Dir.-Coord.) (2000): *Metodología y Práctica de la Biogeografía*. Barcelona, Ediciones del Serbal.
- STOUTJESDIJK, P. & BARKMAN, J. J. (1992): *Microclimate, vegetation and fauna*. Uppsala, Opulus Press.
- TROLL, C. (1971): «Landscape Ecology (Geocology) and Biogeocenology – A terminological Study». *Geoforum*, 8, 43-46.
- ZAPATA, L. y MEAZA, G. (1998): «Procesos de antropización y cambios en el paisaje vegetal del País Vasco atlántico en la prehistoria reciente: su incidencia en la expansión de hayedos y encinares». *Munibe (Ciencias Naturales)*, nº 50, 21-35.

