ESTUDIO DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD Y SU APLICACIÓN EN LA ORDENACIÓN DE MONTES. PROPUESTA DE UN NUEVO INDICADOR DE BIODIVERSIDAD PARA LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

I. MENÉNDEZ (1); A. PRIETO (2)

(1) MENELAR DOS. C/ Antonio Machado, 42. E-28035. Madrid.
(2) E.T.S.I. Montes. UPM. Ciudad Universitaria. E-28040. Madrid.

RESUMEN

Los ecosistemas forestales son la mayor reserva de biodiversidad terrestre; por ello, es fundamental incorporar los resultados de los estudios de biodiversidad en la ordenación de montes, tanto en la inventariación como en la planificación y gestión. El nuevo *indicador de biodiversidad forestal* propuesto, "*Biofor*", surge tras el análisis de modelos, índices y necesidades existentes, y pretende, de manera fácil y concisa, definir el estado de la biodiversidad forestal y servir como criterio en la toma de decisiones de la ordenación. Las magnitudes que este indicador considera son: Medio ecológico, Vegetación, Fauna y Sostenibilidad potencial.

P.C.: indicador, biodiversidad, ordenación de montes.

SUMMARY

Forestry ecosystems are the biggest reserves of terrestrial biodiversity; therefore, it is necessary to incorporate the results from biodiversity studies into forest management, so much as in making the inventory, as well as in planning and acquiring. The new forestry biodiversity indicator proposed, "Biofor", comes up after analysing present models, indexes and necessities, and aims to clear and easily define the state of forestry biodiversity as well as to serve as criteria in the decision making within forest management. Magnitudes considered in this indicator are: Ecological Environment, Vegetation, Fauna and potential Sustainability.

K.W.: indicator, biodiversity, forest management.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial, en las últimas tres décadas, se ha experimentado un notable descenso de la biodiversidad global (casi un 30%), y concretamente un 10% de la cubierta forestal, (WWF, 1999) dato relevante ya que la mayoría de las especies terrestres habitan en los bosques y ecosistemas forestales. Esta situación ha promovido numerosas iniciativas de ámbito internacional, que se trasladan posteriormente a niveles nacional y local, que tienen por objeto frenar este descenso de la biodiversidad, conservar su riqueza y favorecer la utilización sostenible de todos sus elementos. (A.E.M.A., EUROSTAT, 1998)

El conocimiento de los mecanismos y factores que influyen en la biodiversidad es fundamental para tomar las medidas correctas que conduzcan a su conservación. Parte fundamental de este conocimiento es la medida de la biodiversidad a través de sus componentes. Este estudio debe partir de los conocimientos existentes sobre la biodiversidad, los antecedentes, y a través de su análisis y síntesis determinar cuáles son las funciones y elementos que intervienen con mayor relevancia en la diversidad de los ecosistemas forestales.

Las medidas clásicas de biodiversidad se centran en la evaluación de la riqueza, abundancia y distribución de las especies; utilizando para ello modelos y ecuaciones que describen el estado de los ecosistemas de forma minuciosa (MAGURRAN, 1989). La imposibilidad de evaluar todas las especies que componen el ecosistema hace que estos estudios se refieran a las taxocenosis más representativas del mismo, y muchas veces sólo a una única taxocenosis; además en la evaluación de

estas taxocenosis es fundamental el tamaño de la muestra y la correcta identificación de las especies, así pues el inventario debe ser extremadamente preciso.

Las medidas modernas de biodiversidad analizan, además, y fundamentalmente, la diversidad de los hábitats, biotopos, paisajes y estructura de los ecosistemas. Estas medidas tienen por objeto conocer la situación real de los ecosistemas y la tendencia de su evolución. Los índices e indicadores modernos sirven como criterio en la gestión y uso sostenible de los ecosistemas, de su riqueza biológica y, en definitiva, de la biodiversidad (COUNCIL OF EUROPE, 1996).

A pesar de que la biodiversidad se considera ya una más de las múltiples funciones de los montes (GORDILLO, DÍAZ & MARTÍNEZ-MILLÁN, 1999), y de que se han establecido pautas para el inventario de la misma, se hace necesario un nuevo indicador sencillo, práctico y eficaz, que evalúe de forma concisa pero completa, el estado de la biodiversidad y el potencial de su sostenibilidad. Este indicador debe ser un elemento de diagnosis que aporte criterios a la ordenación de montes para que en sus planes de ordenación se incluyan actuaciones conducentes a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Se propone en este trabajo un nuevo indicador que sirva para analizar la biodiversidad de los ecosistemas forestales de una forma precisa, clara y fácil de aplicar y evaluar. Este indicador será una herramienta en la toma de decisiones que conlleva la ordenación de montes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material del que parte este trabajo es una amplia recopilación de artículos, publicaciones y estudios sobre los índices, indicadores y modelos clásicos de biodiversidad, las medidas e indicadores modernos, así como del estado actual de la biodiversidad tanto a nivel mundial como nacional y de las pautas de su comportamiento y evolución. A través de un método de análisis y síntesis de toda la información disponible y de las necesidades específicas de la ordenación de montes, se obtienen las pautas para definir un nuevo indicador de biodiversidad forestal, llamado *BIOFOR*, que considera los elementos más importantes de los ecosistemas forestales y analiza la tendencia del estado de la biodiversidad, sirviendo así de criterio en las actuaciones que se desarrollen a través de la ordenación (MENÉNDEZ, 2000).

RESULTADOS

El indicador propuesto, *indicador vectorial de biodiversidad forestal BIOFOR*, adopta la siguiente expresión:

$$\mathbf{Biofor} = \left[\begin{array}{cccc} M_a(b,v,e), & V_a(f,p), & F_a(s,z), & S_a(n,i,t) \\ m & m & m & m \\ b & b & b & b \end{array} \right]$$

Se describe este indicador de biodiversidad en forma vectorial puesto que, como ya se ha indicado, son varios los factores que intervienen en la expresión de la biodiversidad. Se han escogido para caracterizarlo las cuatro dimensiones o magnitudes que se consideran más relevantes o informativas de la biodiversidad en los ecosistemas forestales: el medio ecológico (M), la vegetación (V), la fauna (F) y la sostenibilidad potencial (S); a cada una de estas magnitudes se le asocia un subíndice *a*, *m* o *b*,según sea la calidad de la biodiversidad asociada a ese factor, respectivamente, alta, media o baja. Finalmente se incluyen para cada una de las cuatro magnitudes de diagnosis, otros descriptores adicionales, expresados entre paréntesis, que describen algún aspecto destacable o relevante de la magnitud a la que hacen referencia.

Las calidades alta, media o baja se calculan para cada magnitud en función de unos parámetros adicionales (que pueden estar a su vez constituidos por varios elementos) y según una ponderación que se describe a continuación.

Medio ecológico

Esta magnitud hace referencia a la diversidad de ecosistemas o biotopos distintos que podemos encontrar en el monte y a su calidad intrínseca. Cuanto más diversos sean los hábitats presentes en el ecosistema más diversos serán también los diferentes elementos que lo componen, vegetación, fauna, paisaje, estructura, funciones ecológicas, etc., por consiguiente, esta magnitud es fundamental para describir la diversidad del monte.

Los parámetros considerados para evaluar la diversidad del medio son la riqueza de biotopos (peso 0,6), la distribución de los mismos (peso 0,2, con las variables asociadas: superficie de biotopos y conectividad entre biotopos) y la calidad paisajística (peso 0,2, con las variables asociadas: tipos de vegetación, fisiografía y cursos de agua). Para cada uno de estos parámetros se ha establecido, a su vez, una clasificación, en tres o cuatro categorías, asignándoles valores entre 1 y 3, por tanto, el valor final de M (medio ecológico) estará también comprendido entre 1 y 3. Los valores cercanos a 1 corresponderán a una calidad del medio ecológico en cuanto a biodiversidad, baja, mientras que los más cercanos a 3 tendrán una alta calidad en cuanto a biodiversidad. Esta clasificación se mantiene para el resto de las magnitudes.

Además, para completar la calificación de calidad del medio ecológico respecto a la biodiversidad, en algunos casos será necesario añadir unos descriptores adicionales, como los siguientes:

b: en el monte se incluye algún biotopo de especial protección o rareza, que enriquece la diversidad ecológica del monte. Por ejemplo una zona de vegetación relíctica o fuera de su área natural de distribución, formación ecológica de especial singularidad, etc.

v: en el monte se incluye algún paisaje de especial calidad o rareza por su singularidad geológica, grado de naturalidad, calidad visual, etc.

e: inclusión en la superficie del monte de algún elemento destacable por su singularidad ecológica, cultural o histórica. Por ejemplo un árbol singular de la comarca, elementos arqueológicos o arquitectónicos de interés, lugar histórico, etc.

Vegetación

En los ecosistemas forestales la biocenosis más importantes es, sin duda alguna, la vegetación; además de por su importancia intrínseca porque constituye la estructura del hábitat de las especies animales, les sirve de refugio y alimento, realizando además numerosas funciones del ecosistema (protección frente a la erosión, fijación de CO_2, regulación del ciclo hidrológico, formación de suelo, etc.). La biodiversidad de este parámetro será por tanto determinante para las biodiversidades del resto de los elementos del ecosistema.

Los parámetros auxiliares que se consideran para evaluar la vegetación son la riqueza de especies arbóreas (peso 0,3), la estructura de la masa (peso 0,2), las clases de edad (peso 0,2) y la cubierta arbustiva y herbácea (peso 0,2).

Además del valor que se obtenga en la ponderación de todos estos elementos auxiliares, la magnitud Vegetación puede llevar asociados los siguientes descriptores adicionales que resaltan aspectos a considerar en la evaluación de su diversidad.

f: Existencia en el monte de endemismos florísticos de interés. Ya sean del estrato arbóreo, arbustivo o herbáceo, y especialmente si se trata de especies amenazadas.

p: El monte es una zona de procedencia de semillas forestales. La conservación de la riqueza genética de los ecosistemas forestales debe ser también un objetivo de la ordenación de montes. Las zonas de procedencia albergan ecotipos de características destacables por su productividad, resistencia a enfermedades u otras causas que se deben perpetuar.

Fauna

La fauna ha sido tradicionalmente el elemento de los ecosistemas más analizado en el estudio de la biodiversidad, aunque la mayoría de las veces sólo se hacía referencia a determinados grupos, y principalmente a los vertebrados.

Los parámetros auxiliares para evaluar la contribución de la fauna la biodiversidad del monte son la existencia de caza en el monte (peso 0,3), la proporción de fauna inventariada en el monte respecto a la inventariada en el resto de la comarca (peso 0,5) y la existencia de lugares estratégicos para la fauna (peso 0,2).

Los descriptores adicionales que aportan información relevante acerca de la biodiversidad de la fauna son:

s: existencia en el monte de alguna especie animal amenazada según las listas de la especies amenazadas de la directiva Hábitats, de UICN, o de cualquier otra que se pueda aplicar en la Comunidad Autónoma en la que se inscribe el monte.

z: existencia en el monte de alguna zona de especial interés para determinadas taxocenosis no en peligro pero sí relevantes (determinadas familias de aves, mamíferos, insectos, reptiles…).

Sostenibilidad

El objetivo del indicador es, además de mostrar el estado actual de la biodiversidad, indicar cuál es la tendencia de la misma y servir como criterio en la toma de decisiones.

Para evaluar el grado de sostenibilidad de la biodiversidad en función de las condiciones actuales los parámetros auxiliares que se emplean son la existencia de medidas de regulación en el monte (peso 0,3), conectividad externa del biotopo (peso 0,2), regeneración natural (peso 0,2), tipo de aprovechamientos (peso 0,2) y existencia de riesgos bióticos o abióticos (peso 0,1).

En cuanto a la sostenibilidad del ecosistema los descriptores adicionales que matizan el valor del parámetro son los siguientes:

n: En el monte existe una figura de protección (espacio natural protegido). Aunque se incluye en el cálculo del valor del parámetro se destaca mediante este descriptor porque se considera realmente significativa.

i: Existen en la actualidad impactos ambientales muy negativos sobre el ecosistema forestal y que requieren una inmediata restauración. La presencia de este descriptor es sin duda un criterio prioritario en la toma de decisiones respecto al monte.

t: El aprovechamiento del monte se realiza de acuerdo con prácticas tradicionales no intensivas y que son totalmente compatibles con la sustentabilidad del ecosistema.

Este indicador *BIOFOR* ha sido probado con éxito en el Real Bosque de Riofrío (Segovia), perteneciente a Patrimonio Nacional y entre cuyas funciones destaca la de conservación de la

biodiversidad, protección del medio físico y uso social (observación de la vida silvestre).

CONCLUSIONES

Un indicador es una expresión sencilla que no puede abarcar y reunir los resultados de un complejo tan grande de interacciones recíprocas y de otros fenómenos, como son los que ocurren en un ecosistema. Los indicadores deben tener una dimensión temporal puesto que hacen referencia a algo dinámico, el ecosistema, deben ser medidos como tendencia, o con una perspectiva histórica para establecer tendencias. La evaluación y medición periódica y sistemática de los cambios en los indicadores, serán esenciales para poder evaluar si existe progreso y cuánto es en relación a la sustentabilidad de la gestión forestal.

El indicador propuesto considera los elementos fundamentales de los ecosistemas forestales, a la vez que analiza la situación de la biodiversidad actual y la tendencia futura. Es por tanto un indicador completo pero a la vez sencillo y fácil de manejar. Las limitaciones de este estudio radican en que el indicador propuesto sólo ha sido aplicado, hasta la fecha, en un monte; por lo que no hay datos contrastados para poder justificar la bondad que se le supone. Sin embargo, es de esperar que el análisis de series de datos aplicados a más montes y en sucesivas ordenaciones, arroje resultados muy positivos, por lo que queda el campo abierto a desarrollos futuros y aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA EUROPEA DEL MEDIO AMBIENTE, EUROSTAT; (1998). *El Medio Ambiente en la Unión Europea 1995. Informe para la revisión del quinto programa de acción sobre el medio ambiente*. Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas. Luxemburgo. 108 pp.

COUNCIL OF EUROPE; (1996). *The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy.* Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of The Netherlands. Amsterdam. 50 pp.

GORDILLO, E; DÍAZ, R; & MARTÍNEZ-MILLÁN, J; (1999). *Elementos estructurales para la caracterización de la biodiversidad en el tercer inventario forestal nacional.* Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela 4-9 Octubre de 1999. (ponencia, 8 páginas, inédito).

MAGURRAN, A.E; (1989). *Diversidad ecológica y su medición.* Ediciones Vedrà. Barcelona.184 pp.

MENÉNDEZ, I; (2000): *Estudio de los indicadores de biodiversidad y su aplicación en la ordenación de montes*. PFC. ETSI Montes. Madrid. 99 pp.

WWF INTERNACIONAL; (1999). *Perspectivas de un planeta vivo.* WWF Internacional. Gland, Suiza. 33 pp.