

LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO COMO FACTORES DETERMINANTES DE LA BIODIVERSIDAD EN MATORRALES DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA

Elena Marcos Porras, Leonor Calvo Galván, Angela Taboada Palomares y Reyes Tárrega García-Mares

Área de Ecología. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 24071-LEÓN (España). Correo electrónico: elena.marcos@unileon.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar la posible relación entre las características edáficas y la diversidad, estimada como riqueza de especies vegetales, a dos escalas espaciales: escala local y microescala. Para llevar a cabo este estudio se han seleccionado cuatro tipos de matorral con diferente especie leñosa dominante: aulagares, brezales de *Erica australis* y *Calluna vulgaris*, y piornales o escobonales, distribuidos en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. En cada una se realizó un muestreo sistemático, siguiendo dos transectos dispuestos en forma de cruz. En cada zona, se tomaron cinco muestras del suelo superficial, y se analizaron diferentes variables físicas y químicas. Para el estudio de la vegetación, se muestrearon 2 unidades de 1 m² en cada punto de muestreo de suelo, anotándose las especies presentes. Se encontró una relación positiva entre el pH, Ca y Mg, y porcentaje de limo y arcilla con la riqueza de especies. La comparación conjunta de todas las variables a escala local, mediante un análisis en componentes principales, relacionan los mayores valores de riqueza de especies con los aulagares. Las comunidades vegetales que presentan menor riqueza específica son los brezales de *Erica* y los escobonales, asociados a suelos más arenosos y pobres, mientras que los brezales de *Calluna* suelen presentar una situación intermedia.

Palabras clave: Riqueza específica, Variables edáficas, Microescala, Escala local

INTRODUCCIÓN

Dentro de la provincia, la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica es una de las áreas donde las comunidades de matorral se han extendido más debido a los cambios de uso, convirtiéndose en la actualidad en uno de los elementos más importantes del paisaje (MORAN, 2007). El incremento en superficie, ha sido consecuencia de la deforestación y el abandono de la agricultura y pastoreo, particularmente en las tierras más pobres y en las

áreas socialmente marginales. Estos cambios en la estructura del paisaje muestran una estrecha relación con la riqueza de especies presente en la actualidad (CRISTOFOLI et al., 2010). Muchas de estas formaciones constituyen el hábitat de especies que tienen gran interés desde el punto de vista de la conservación o bien desde el punto de vista cinegético. Por ello, se encuentran incluidas o están en vías de inclusión en alguna figura de protección. Por otro lado, la Cordillera Cantábrica presenta una compleja litología que se refleja en el

amplio abanico de suelos que se pueden encontrar. Muchos de estos suelos debido a su escaso desarrollo, su elevada acidez o baja fertilidad (FERNÁNDEZ, 2009) dificultan el establecimiento de especies de porte arbóreo, pero soportan perfectamente el desarrollo de especies arbustivas de muy diferentes tipos. La variedad de condiciones climáticas y edáficas existentes en la Cordillera Cantábrica, así como el grado de intensidad de uso de suelo, juegan un importante papel en la variabilidad de riqueza de especies encontrado en las distintas comunidades de matorral (CALVO et al., 2009). Una serie de autores señalan la fuerte relación que existe entre el estado nutritivo del suelo y la riqueza de especies (PYWELL et al., 1994; ROEM & BERENDSE, 2000). Algunos como TILMAN (1982) sugieren que la riqueza de especies en una comunidad es mayor cuando el crecimiento de las plantas está limitado por diferentes nutrientes. El tipo de nutriente limitante no solamente influye en la riqueza de especies de una comunidad sino también en su composición. CALVO et al. (2009) encontraron que en estas comunidades el aumento en la riqueza de especies estaba positivamente relacionado con el área de estudio independientemente de la comunidad estudiada. Estos autores atribuyen esta relación al resultado de diferentes procesos espaciales y temporales como las condiciones ambientales, las características del suelo y las interacciones entre las especies.

Dado la fuerte influencia que parece existir entre las condiciones de suelo y la riqueza de especies, así como la influencia de la escala en la biodiversidad vegetal, el objetivo que se plantea en el presente trabajo es analizar la posible relación entre las características edáficas y la diversidad, estimada como riqueza de especies vegetales, a dos escalas espaciales: escala local y microescala en cuatro comunidades de matorral: brezal de *Erica australis*, brezal de *Calluna vulgaris*, aulagar de *Genista hispanica* subsp. *occidentalis* y escobonal de *Genista florida*. Los resultados obtenidos en este trabajo facilitarán la gestión de estas comunidades tan ampliamente representadas, pero poco estudiadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este estudio se seleccionaron cuatro tipos de matorral con diferente espe-

cie leñosa dominante: brezales (dominados por *Erica australis* y dominados por *Calluna vulgaris*), aulagares (dominados por *Genista hispanica* subsp. *occidentalis*) y piornales o escobonales (dominados por *Genista florida*), distribuidas en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica en la provincia de León. De cada tipo de comunidad se han realizado cinco réplicas obteniendo un total de veinte parcelas de estudio. Las zonas de estudio se caracterizan por presentar un clima oceánico templado y húmedo con temperaturas medias alrededor de 7°C y precipitación media mensual de 1.093 mm. Todas las réplicas se distribuyen entre altitudes de 1.350 y 1.750 metros, con pendientes no muy elevadas, si bien son los brezales de *Calluna* (c) los que se localizan en zonas de menor pendiente y, por el contrario, los aulagares (a) en zonas de mayor pendiente. La mayoría de las zonas de muestreo están localizadas en orientación S o bien SO, SE. Desde el punto de vista edáfico, los aulagares se caracterizan por presentarse en suelos de tipo Leptosol, es decir, suelos muy delgados sobre roca dura calcárea, y el resto de las comunidades se asientan sobre Umbrisoles, suelos ácidos, ricos en materia orgánica (IUSS, 2006). En cada parcela se establecieron cinco puntos de muestreo (A, B, C, D, E) separados 20 metros y distribuidos de forma sistemática siguiendo dos transectos perpendiculares entre sí, que forman una cruz, uno de ellos paralelo a la pendiente y el otro perpendicular (Figura 1). En cada punto de muestro se realizan dos unidades de muestro de 1 m² cada una: una de las unidades hacia arriba en la pendiente y la otra a dos metros hacia abajo. En cada unidad de muestro se estimó visualmente la cobertura de todas las especies presentes: leñosas y herbáceas. Por tanto, en cada zona de estudio se han realizado 10 unidades de 1 m². Además en cada parcela se tomaron cinco muestras en los primeros 5 cm de suelo mineral, separadas entre sí 20 m. Las muestras se recogían en los extremos de ambos transectos y en el centro. En cada muestra se determinó el pH en agua 1:2,5, la materia orgánica por el método de combustión húmeda, N por el método Kjeldhal, P disponible mediante el método Bray-Kurtz, Ca, Mg, K, Na por extracción con acetato amónico y el porcentaje de arena, limo y arcilla por el método de la pipeta (M.A.P.A., 1994).

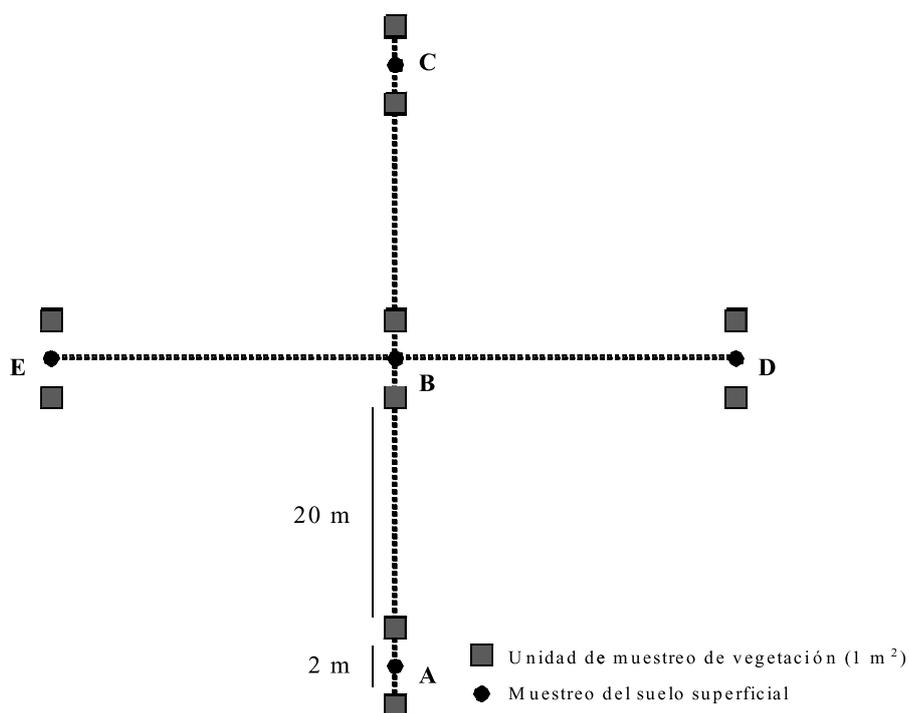


Figura 1. Esquema del muestreo sistemático realizado en cada zona de estudio

En los posteriores análisis se utilizaron dos niveles de comparación: 1) escala local, considerando los valores medios de las cinco muestras para las variables edáficas, y la riqueza total de la vegetación para cada zona (cinco réplicas para cada tipo de comunidad) y 2) microescala, a nivel de punto de muestreo de cada zona (con los datos de cada muestra de suelo, y con la riqueza media de los dos muestreos, en el caso de la vegetación). Con el objeto de estudiar la relación existente entre la riqueza de especies y las características de suelos se realizó un análisis de correlación de Pearson. Para la comparación global de todos los resultados, se hizo un análisis en componentes principales (ACP), utilizando los valores medios de las variables edáficas y la riqueza total para cada zona. Para todos los análisis se utilizó el programa Statistica 6.0.

RESULTADOS

Al comparar los valores de riqueza de especies en las cuatro comunidades, se observa que muestran el mismo patrón de comportamiento (Tabla 1). Los aulagares presentan el mayor número de especies en ambas escalas, seguidos

de los brezales de *Calluna*, escobonales y brezales de *Erica*. Al observar el número de especies en función de la escala, siempre es mayor la riqueza a escala local que a microescala. La comparación conjunta de todas las variables a escala local, mediante un ACP (Figura 2), relaciona los mayores valores de riqueza de especies con los aulagares, asociada a valores más altos de pH y altas concentraciones de fósforo, calcio y magnesio. Además estas comunidades se encuentran en suelos con mayores porcentajes de arcilla (Tabla 1). Por el contrario, las comunidades vegetales que presentan menor riqueza específica son brezales de *Erica* y escobonales, asociados a suelos más arenosos y con menor contenido en nutrientes, mientras que los brezales de *Calluna* presentan una situación intermedia, con mayores valores de nitrógeno total y sodio. Señalar que los escobonales se diferencian de los dos tipos de brezal en que presentan un menor contenido de materia orgánica y nitrógeno total (Tabla1).

A escala local, las variables más correlacionadas positivamente con la riqueza de especies fueron el contenido en arcilla y el pH (Tabla 2). Mientras que a nivel de microescala las variables más relacionadas son el pH y la concentración de Ca. Con la excepción del contenido en

	A	B	C	E
Nº de especies/parcela	38,4 (3,4)	15,0 (6,2)	28,0 (16,8)	18,4 (8,4)
Nº de especies/m ²	14,0 (4,2)	5,9 (2,5)	10,7 (5,8)	6,9 (2,8)
pH	6,8 (0,7)	4,1 (0,3)	4,3 (0,4)	4,1 (0,3)
Materia orgánica (%)	17,0 (5,6)	26,5 (2,8)	25,3 (6,0)	17,8 (5,8)
N total (%)	0,68 (0,28)	0,68 (0,17)	0,71 (0,21)	0,66 (0,19)
P (mg·kg ⁻¹)	23,58 (5,55)	7,97 (3,78)	10,11 (4,67)	8,90 (5,00)
Ca (mg·kg ⁻¹)	18,67 (8,36)	2,33 (0,69)	3,95 (1,33)	1,54 (0,68)
Mg (mg·kg ⁻¹)	3,99 (2,30)	0,99 (0,32)	1,42 (0,47)	0,69 (0,27)
K (mg·kg ⁻¹)	0,57 (0,21)	0,58 (0,19)	0,67 (0,32)	0,40 (0,07)
Na (mg·kg ⁻¹)	0,07 (0,03)	0,08 (0,01)	0,08 (0,02)	0,07 (0,02)
Arena (%)	63,7 (4,5)	72,3 (5,6)	69,0 (11,0)	73,4 (2,8)
Limo (%)	26,2 (3,0)	25,6 (5,5)	25,9 (10,3)	22,6 (2,0)
Arcilla (%)	10,0 (4,0)	2,2 (0,2)	5,0 (1,3)	4,1 (2,0)

Tabla 1. Valores medios (y desviación estandar) de la riqueza de especies a escala de parcela y a escala de unidad de muestreo (m²) y de las variables edáficas analizadas en cada una de las comunidades (A = Aulagar, B = Brezal de Erica, C = Brezal de Calluna y E = Escobonal)

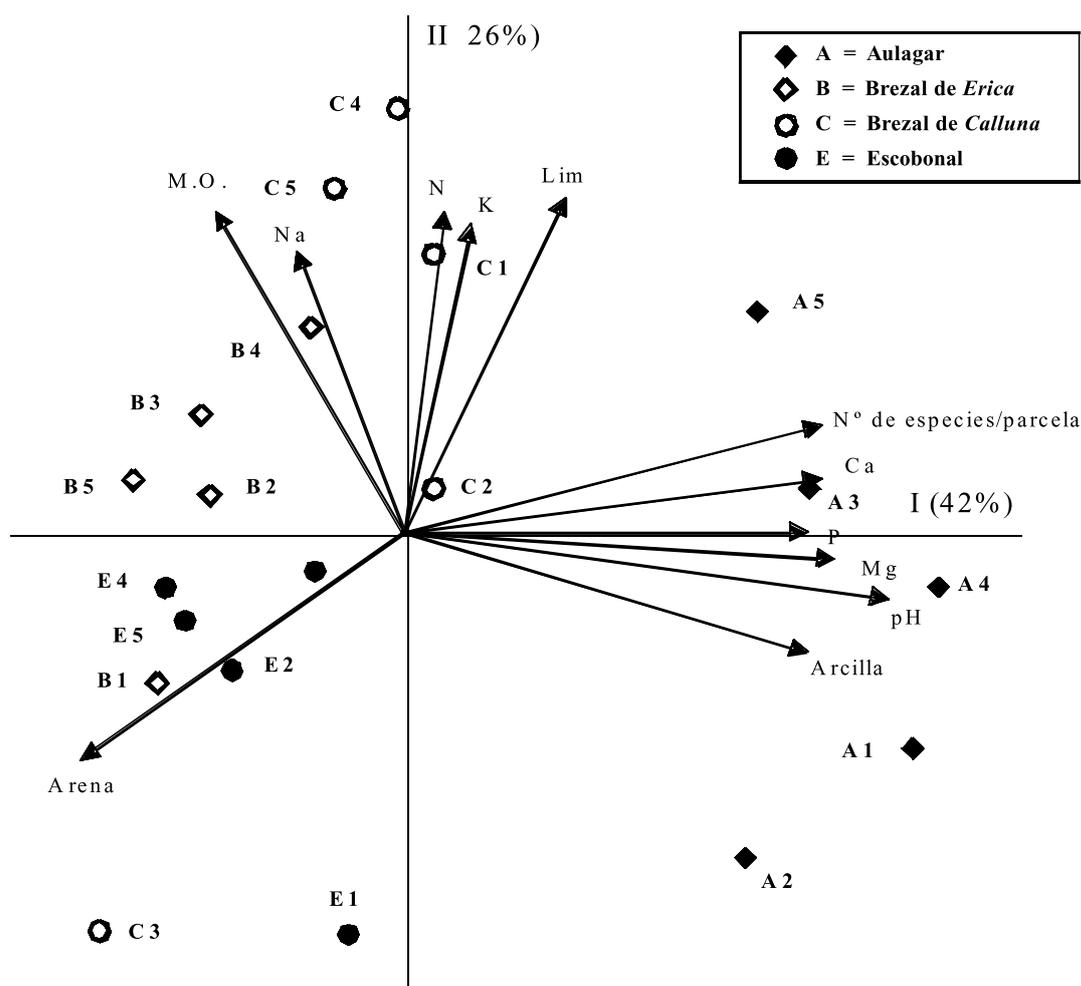


Figura 2. Representación en el plano definido por los dos primeros ejes del ACP de las variables edáficas y de la riqueza de especies de las cuatro comunidades estudiadas a escala global

	(a) TODAS	(b) TODAS	A	B	C	E
pH	0,67*	0,55*	-0,16	0,36	0,75*	0,44*
Materia orgánica (%)	-0,21	-0,06	0,31	0,29	0,07	-0,15
N total (%)	0,21	0,21*	0,25	0,54*	0,28	-0,05
P (mg·kg ⁻¹)	0,51*	0,39*	0,33	-0,53*	-0,05	-0,37
Ca (mg·kg ⁻¹)	0,62*	0,54*	0,16	0,22	0,51*	0,38
Mg (mg·kg ⁻¹)	0,52*	0,46*	-0,07	-0,05	0,42*	0,46*
K (mg·kg ⁻¹)	0,29	0,22*	-0,02	0,46*	0,25	-0,12
Na (mg·kg ⁻¹)	-0,02	0,06	0,34	0,23	0,04	-0,02
Arena (%)	-0,74*	-0,44*	0,22	-0,36	-0,52*	-0,10
Limo (%)	0,47*	0,29*	-0,23	0,40	0,49*	-0,05
Arcilla (%)	0,69*	0,43*	-0,11	-0,36	0,35	0,20

Tabla 2. (a) Análisis de correlación a escala local (réplica o parcela) entre las variables edáficas y el número de especies por parcela. (b) Análisis de correlación a nivel de microescala entre las variables edáficas y el número de especies·m⁻². Se incluye el valor del coeficiente de correlación Pearson para todas las zonas en conjunto y para cada una de las comunidades por separado (A = Aulagar, B = Brezal de Erica, C = Brezal de Calluna y E = Escobonal) (Se señalan con un * las correlaciones significativas, $p < 0,05$)

materia orgánica, nitrógeno, potasio y sodio, todas las variables medidas se correlacionaron significativamente con la riqueza de especies, cuando la escala local es considerada. Sin embargo, a nivel de microescala existe un mayor número de variables correlacionadas con la riqueza total (todas excepto nitrógeno y sodio). Si analizamos cada tipo de comunidad por separado y a nivel de microescala (Tabla 2), hay que destacar que la riqueza de especies en el aulagar no está relacionada con ninguna de las variables estudiadas. Por el contrario, en el brezal de *Erica*, las variables más correlacionadas positivamente con la riqueza fueron el contenido de N y K y de manera negativa el P. En el escobonal la mayor correlación aparece con el pH y el contenido de Mg. Mientras que en el brezal de *Calluna*, también existe una fuerte correlación con el pH, Ca, Mg, contenido en limo y negativamente con el porcentaje de arena.

DISCUSION

En este trabajo se ha observado como las características físicas y químicas del suelo están claramente relacionadas con la riqueza de especies. A escala local las variables edáficas más significativas son el pH y el contenido en arcilla. Los valores de bajo pH tienen un efecto negativo en la riqueza de especies y parecen estar fuer-

temente relacionados con el descenso en el número de especies presentes (ROELOFS *et al.*, 1996; ROEM & BERENDSE, 2000). Valores de pH igual a 6 o menores disminuyen la disponibilidad de fosfato soluble y de potasio en suelos podzolizados, con fuerte lavado (ROEM & BERENDSE, 2000). Los suelos sobre los que se desarrollan estas comunidades sufren un fuerte lavado la mayor parte del año, exceptuando algún mes de verano. El tipo de sustrato también es una variable muy relevante en la riqueza de especies. Los sustratos arenosos están más asociados a comunidades pobres en especies como ocurre con los brezales, sin embargo, sustratos calcáreos suelen estar asociados a valores más altos de pH y calcio y mayor riqueza de especies como en el caso de los aulagares.

A nivel de microescala, de nuevo el pH es la variable más relacionada con la riqueza de especies, aunque también aparecen relacionados otros nutrientes como potasio y nitrógeno que no eran significativos a escala local. Esto indica que la microheterogeneidad del suelo, tanto en variaciones de nutrientes como de humedad, tiene una gran influencia en la aparición de mayor o menor número de especies. Sin embargo, al analizar cada comunidad por separado las diferencias entre las mismas son muy importantes. Por ejemplo, la riqueza de especies en el aulagar no se correlaciona significativamente con ninguna de las variables edáficas estudiadas, lo cual puede

ser debido a la mayor homogeneidad que presentan estos suelos, reflejada en una variabilidad tanto edáfica como de riqueza de especies menor. Sin embargo, en los dos tipos de brezal y en los escobonales la riqueza de especies está relacionada con alguna variable edáfica. Este tipo de comunidades muestran una alta variabilidad espacial en el suelo tanto a escala local, como se puede observar en MARCOS et al. (2009), como a microescala lo que explica está relación con las variables edáficas. Así en brezales de *Calluna* la riqueza está relacionada con la acidez del suelo y negativamente con los sustratos arenosos. Estas comunidades se desarrollan en suelos pobres en nutrientes (MARCOS et al., 2003), pero un aumento en la concentración de nutrientes disponibles como el nitrógeno incrementan la biodiversidad de las mismas (CALVO et al., 2007) por el aumento de herbáceas perennes. Se ha visto que la relación entre la riqueza de especies y las variables edáficas es altamente dependiente de la escala de estudio utilizada, y de la consideración de todas las comunidades en conjunto o de manera aislada. Por lo que estos aspectos deberían tenerse en cuenta en posteriores estudios.

BIBLIOGRAFIA

- CALVO, L.; ALONSO, I.; MARCOS, E. & DE LUIS, E.; 2007. Effects of cutting and nitrogen deposition on biodiversity in Cantabrian heathlands. *Appl. Veg. Sci.* 10: 43-52.
- CALVO, L.; FERNÁNDEZ, A.; TABOADA, A.; MARCOS, E.; VALBUENA, L. & TÁRREGA, R.; 2009. Variación espacial de la diversidad vegetal en comunidades de matorral de la Cordillera Cantábrica. En: S.E.C.F.-Junta de Castilla y León (eds.), *Actas del 5º Congreso Forestal Español 5CF01-068*: 2-9. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Pontevedra.
- CRISTOFOLI, S.; MONTY, A. & MAHY, G.; 2010. Historical landscape structure affects plant species richness in wet heathlands with complex landscape dynamics. *Land. Urban Plan.* 98: 92-98.
- FERNÁNDEZ, A.; 2009. *Variación espacial de la diversidad vegetal en comunidades de matorral de la Cordillera Cantábrica*. Memoria de Licenciatura. Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Universidad de León. León.
- IUSS WORKING GROUP WRB; 2006. *World reference base for soil resources 2006*. Word Soil Resource Reports N° 103. FAO. Rome.
- M.A.P.A.; 1994. *Métodos oficiales de análisis. Tomo III*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MARCOS, E.; CALVO, L. & LUIS-CALABUIG, E.; 2003. Effects of fertilization and cutting on the chemicals composition of vegetation and soils of mountain heathlands in Spain. *J. Veg. Sci.* 14: 417-424.
- MARCOS, E.; VILLALON, C.; CALVO, L. & LUIS-CALABUIG, E.; 2009. Short-term effects of experimental burning on soil nutrients in the Cantabrian heathlands. *Ecol. Eng.* 35: 820-828.
- MORAN, A.; 2007. *Análisis de los cambios espacio-temporales en las unidades de vegetación de la cordillera cantábrica (sector leonés)*. Diploma de Estudios Avanzados, Departamento de Ecología, Genética y Microbiología, Área de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. León.
- PYWELL, R.F. & WEBB, N.R.; 1994. Soil fertility and its implications for the restoration of heathland on farmland in southern Britain. *Biol. Conserv.* 70: 169-180.
- ROELOFS, J.G.M.; BOBBINK, R.; BROUWER, E. & DE GRAAF, M.C.C.; 1996. Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 45: 517-541.
- ROEM, W.J. & BERENDSE, F.; 2000. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. *Biol. Conserv.* 92: 151-161.
- TILMAN, D.; 1982. *Resource competition and community structure*. Princeton University Press. Princeton.