

Efectos de una quema prescrita sobre el suelo y la vegetación de un pasto altimontano del Pirineo navarro

Effects of prescribed burnings on grassland vegetation and soils of the Pyrenees of Navarra

L. SAN EMETERIO / E. RUPÉREZ / J.M. SENOSIAIN / J. PEDRO / R.M. CANALS

Dpto. Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. Campus Arrosadía s/n 31006 Pamplona (España)
leticia.sanemeterio@unavarra.es, rmcanals@unavarra.es

Resumen: Las quemas prescritas son una herramienta que tradicionalmente se ha utilizado en el Pirineo occidental para controlar la biomasa herbácea y arbustiva y mejorar la calidad de los pastos. Sin embargo, las consecuencias de las quemas a medio y largo plazo sobre el medio natural se desconocen y la eficacia real de esa labor de mejora está en entredicho. En Navarra, el uso de quemas prescritas se controla y regula según su peligrosidad, a falta de otros criterios que ayuden a los gestores a decidir sobre su conveniencia. El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos de una quema prescrita sobre la vegetación (composición florística y producción) y el suelo (características físico-químicas, microbiota y ciclo de nutrientes). Para ello se realizaron quemas en tres parcelas y muestreos a los cuatro días, a los tres meses y a los seis meses. Las quemas no afectaron ni las características físico-químicas del suelo, ni el tamaño de las poblaciones microbianas ni su actividad enzimática. Sin embargo se observó un profundo cambio florístico al desaparecer después de la quema la leguminosa dominante (*Trifolium repens*). La ausencia de esta especie fijadora de nitrógeno (N) podría tener efectos en el ciclo del N a más largo plazo.

Palabras clave: actividad enzimática, biomasa microbiana, ciclo del nitrógeno.

Abstract: Prescribed burnings are frequently used in western Pyrenees to control shrub encroachment and remove herbaceous, non-grazed necromass. However, the environmental consequences and the efficiency of this practice are poorly known. In Navarra, prescribed burnings are regulated depending on its riskiness, lacking other useful criteria that help environmental agents to decide on its convenience. Our aim is to evaluate the effect of a prescribed burning on the vegetation (floristic composition and productivity) and the soil (physical and chemical characteristics, microbial biomass and enzyme activity) of a montane seminatural grassland. We burned three plots and sampled at 4th day, and 3 and 6 months after burning. Prescribed burning did not significantly affect soil characteristics, neither microbial biomass, nor enzymatic activity. However, floristic composition changed after burning, *Trifolium repens*, the most abundant leguminous species, disappeared after burning. The absence of this N-fixing species could affect the N cycle in the long term.

Key words: soil enzyme activity, microbial biomass, N cycle.

INTRODUCCIÓN

En la cultura pirenaica, existe una importante costumbre del uso del fuego como herramienta para controlar el matorral y el exceso de biomasa no pastada en áreas de pasto seminatural. Esta práctica está plenamente arraigada y vigente en el Pirineo occidental, donde las quemas controladas a un lado y otro de la frontera son muy frecuentes durante la época invernal (Ferrer y Canals, 2008). La disminución de los censos de ganado extensivo en los valles pirenaicos, la falta de pastores y el cambio en el manejo del ganado, están ocasionando una disminución de las cargas ganaderas en los pastos de altura y un aprovechamiento muy irregular de estas superficies, coexistiendo procesos localizados de sobrepastoreo con extensos fenómenos de acumulación de biomasa y matorralización (Lasanta *et al.*, 2000).

Aunque, en Navarra, la Ley Foral 3/2007 de 21 de febrero, prohíbe el uso del fuego en montes y terrenos forestales, su artículo 40.3 permite su utilización excepcional como herramienta de gestión forestal. Desde entonces, distintas Ordenes Forales han regulado anualmente el régimen de concesión de autorizaciones para el uso del fuego en el tratamiento de los pastos naturales y realización de trabajos selvícolas. Dicha regulación, basada en la peligrosidad, busca la disminución del riesgo de incendios forestales y aunque considera las condiciones climáticas, la época del año y la distancia a núcleos urbanos y áreas protegidas, no contempla las posibles consecuencias negativas que puede tener la realización de quemaduras prescritas sobre el medio natural, en concreto, en la composición florística de la vegetación, en la fauna, y en el suelo.

El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos a corto plazo de una quema prescrita sobre la vegetación y el suelo. En concreto, pretendemos evaluar los efectos sobre 1) la composición florística y la producción de biomasa aérea, y 2) las propiedades físico-químicas del suelo y la actividad de la microbiota edáfica relacionada con el ciclo de los principales nutrientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el término de Azalegi, perteneciente al Valle de Aezkoa, en el Pirineo navarro con una precipitación anual de 1856 mm y una temperatura media de 9,3 °C. En abril de 2011, en un área homogénea situada a 1000 m snm, se cercó una superficie de 20 x 20 m y se dividió en 16 parcelas de 5 x 5m. Se realizó un muestreo florístico en 8 parcelas elegidas sistemáticamente mediante transectos lineales de 7 m localizados en la diagonal de cada parcela. Se anotaron las especies presentes cada 20 cm, lo que supone 35 contactos por parcela y 280 contactos en total. El 17 de abril, fecha tardía pero dentro de los límites permitidos por la Orden Foral 491/2010 que regula las autorizaciones, se simuló una quema prescrita mediante soplete de tres parcelas. El soplete tenía 15 cm de diámetro y se colocó a una distancia de 20 cm. A los cuatro días de la quema, se realizó un muestreo de suelo en las tres parcelas quemadas y en tres parcelas no quemadas (control). En cada parcela se recogieron cuatro muestras de suelo a dos profundidades distintas (0-10 cm y 10-20 cm), lo que supuso un total de 48 muestras. El 27 de julio, a los tres meses de la quema, se repitieron en las mismas parcelas (control y quemadas) los muestreos edáficos siguiendo los protocolos anteriores. Además se estimó la biomasa segando a ras de suelo dos cuadrados de 20 x 20 cm por parcela, tras lo cual fue secado en estufa a 60 ° durante 48 h y pesado. Pasados seis meses, el 9 de noviembre, se repitieron los muestreos edáficos en superficie.

Las características físico-químicas del suelo se analizaron en el laboratorio agrario Nasertic s.a. para las dos profundidades muestreadas. La determinación del N mineral, el C y N en la biomasa microbiana y las actividades enzimáticas de la microbiota edáfica se analizaron en las muestras más superficiales (0-10 cm) en el laboratorio de la UPNA. Para determinar el contenido de N mineral se obtuvo un extracto en KCl 2M y se analizaron los contenidos en nitrato y amonio mediante un autoanalyzer Braun+Luebbe.

Para estimar el C y N de la biomasa microbiana se siguió el protocolo de la fumigación con cloroformo y extracción directa (Brookes *et al.*, 1985). Finalmente, se cuantificaron las actividades de la glucosidasa, la fosfatasa ácida (Taylor *et al.*, 2002) y la ureasa (Kandeler y Gerber, 1988) en muestras de suelo homogeneizadas y tamizadas a 2 mm.

El análisis estadístico se llevó a cabo con los valores medios de cada parcela, mediante un modelo lineal general de medidas repetidas con el programa PASW statistics 18. Los datos que no se ajustaron a una distribución normal se transformaron logarímicamente.

RESULTADOS

Antes de la quema la comunidad herbácea estaba dominada por *Festuca rubra* (30% de frecuencia), *Trifolium repens* (20 %) y, en menor medida, *Brachypodium pinnatum* (casi un 10%). Al mes de la quema la vegetación ya había verdeado y a los tres meses de la quema, la composición florística había cambiado profundamente ya que *T. repens* había prácticamente desaparecido (< 5%), mientras *F. rubra* y *B. pinnatum* aumentaban ligeramente su frecuencia (fig. 1a). La biomasa fue significativamente menor en las parcelas quemadas (fig. 1b).

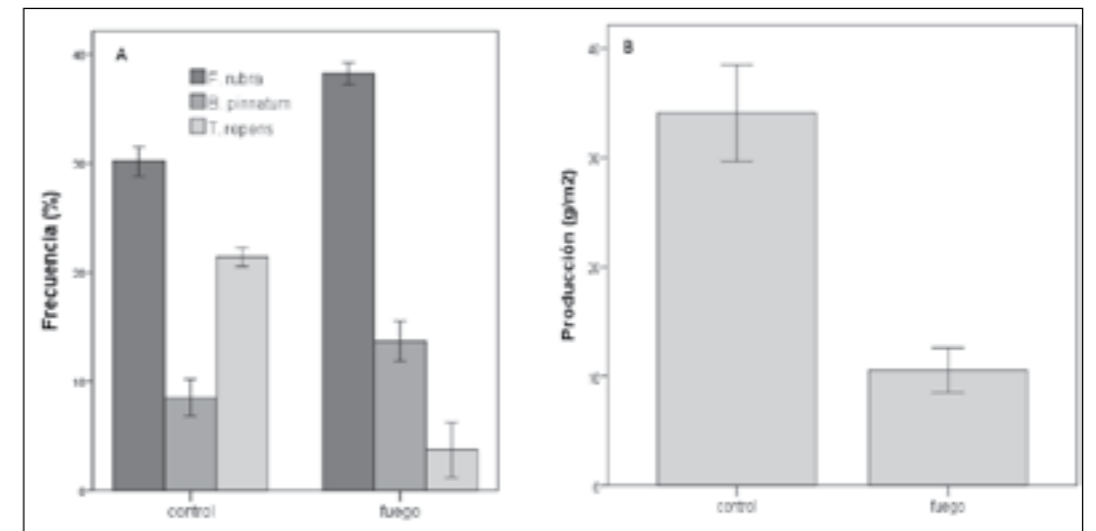


Figura 1. Frecuencia de las especies más dominantes y producción de las parcelas quemadas y no quemadas a los 3 meses de la quema. Barras de error representan un error típico.

Respecto a los suelos, la quema controlada no afectó significativamente sus características físico-químicas, aunque se observaron diferencias significativas entre profundidades. A mayor profundidad aumentó la acidez ($F=6,942$, $p=0,021$), y disminuyeron el Ca, Mg y K de cambio ($F=17,395$; $p=0,014$; $F=10,670$; $p=0,031$; $F=27,413$; $p=0,006$, respectivamente) y la materia orgánica oxidable ($F=40,961$; $p=0,003$). En cuanto al contenido de amonio en suelo en los 10 primeros centímetros, se obser-

vó una interacción significativa entre la fecha de muestreo y el efecto de la quema ($F=7,112$; $p = 0,021$). El amonio en las parcelas control permaneció estable, pero en las parcelas quemadas aumentó significativamente a los cuatro días de la quema (fig. 2). La quema no afectó la biomasa microbiana (fig. 3) y la actividad enzimática del suelo (fig. 4), aunque se observó una variación estacional de la actividad de la glucosidasa ($F= 8,930$; $p= 0,017$), que aumentó en julio con respecto a abril. Los cambios estacionales podrían estar relacionados con la precipitación. En épocas de mayor precipitación se ha observado una mayor actividad de la glucosidasa (Criquet *et al.*, 2002), y julio fue un mes mucho más lluvioso que abril (114 vs. 18,7 l/m² registrados en los quince días anteriores a los muestreos en una estación meteorológica cercana).

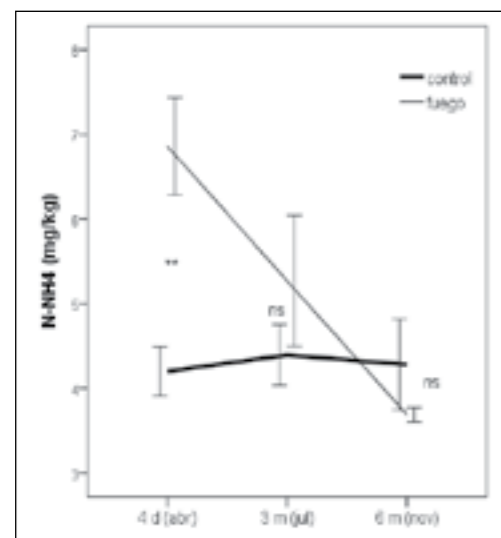


Figura 2. Evolución en el tiempo del contenido de nitrógeno amoniacal en los primeros 10 cm de suelos de parcelas quemadas y no quemadas. ** $p > 0,01$, ns diferencias no significativas. Barras de error representan un error típico.

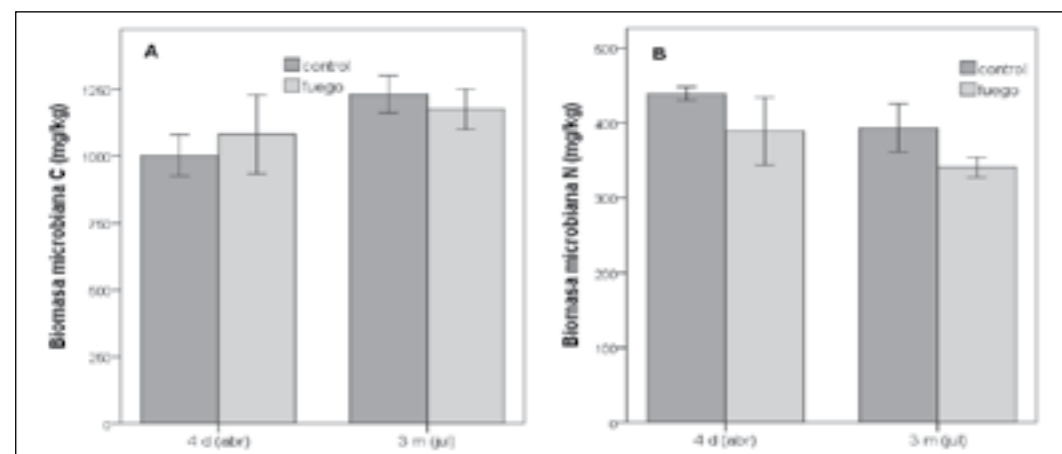


Figura 3. Biomasa microbiana en los primeros 10 cm de suelo de parcelas quemadas y no quemadas a los 4 días y a los tres meses después de la quema. A) mg de C/kg, B) mg de N/kg. Barras de error representan un error típico.

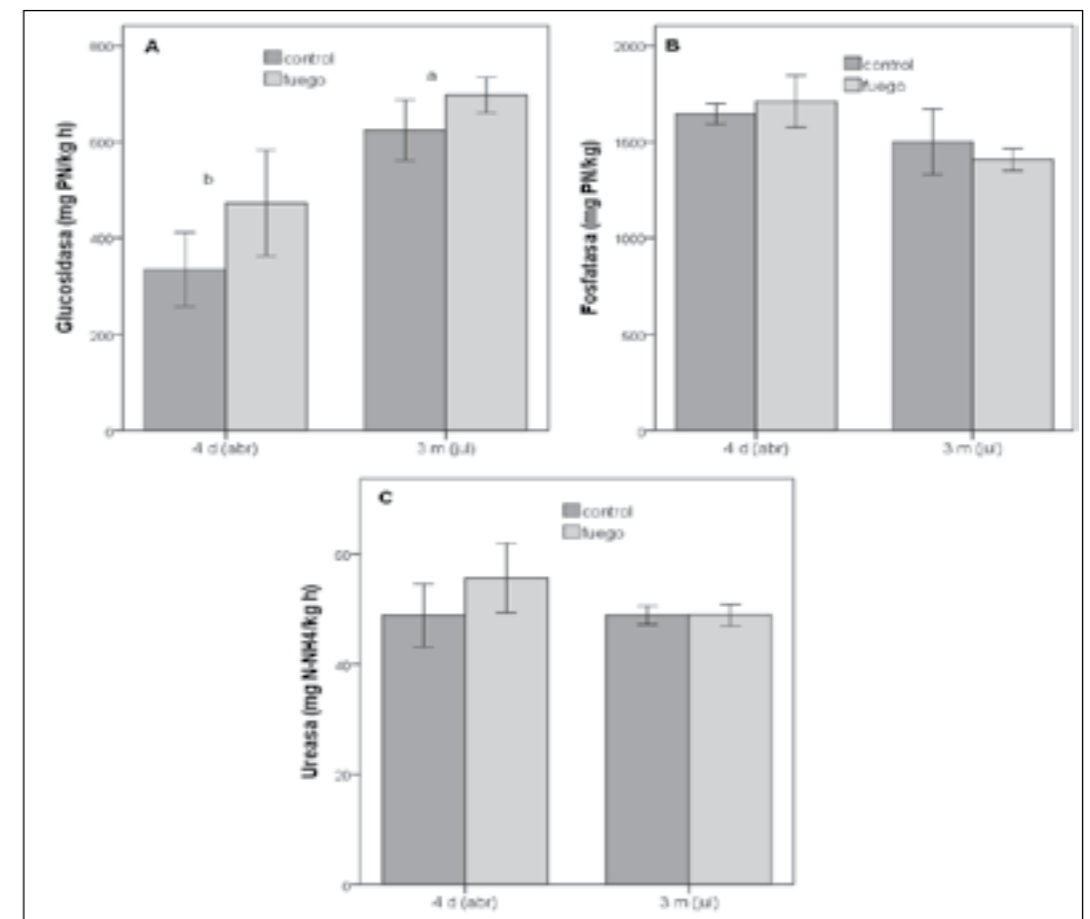


Figura 4. Actividad enzimática en los primeros 10 cm de suelo en parcelas quemadas y no quemadas a los 4 días y a los 3 meses de la quema. PN paranitrofenol. Letras distintas significan medias diferentes $p < 0,05$. Barras de error representan el error típico.

DISCUSIÓN

La quema prescrita de este ensayo, realizada al inicio del periodo vegetativo, en un suelo húmedo y con escaso desarrollo de la vegetación, no produjo a corto plazo efectos negativos en las características físico-químicas del suelo, ni tampoco en el tamaño y la actividad de las poblaciones microbianas edáficas (figs. 3 y 4). Sin embargo los cambios en la composición florística fueron relevantes, observándose el declive de una de las especies dominantes, *T. repens* (fig. 1), clave por tratarse de una leguminosa fijadora de N atmosférico. Esta especie posee estolones muy superficiales que pueden verse seriamente afectados por esta quema superficial. La ausencia de esta leguminosa fijadora de N atmosférico puede provocar una disminución de la entrada de N al ecosistema. A medio-largo plazo, el N disponible en el suelo de las parcelas quemadas podría disminuir si *T. repens* no se recupera. En nuestro ensayo, aunque el contenido de amonio en suelo aumentó inmediatamente después de la quema debido a la aceleración de la mineralización de la biomasa vegetal quemada, posteriormente disminuyó progresiva-

mente hasta el último muestreo realizado a los 6 meses (fig. 2). Si esta tónica continúa, podría a largo plazo, disminuir por debajo de los niveles de las parcelas control. Una menor disponibilidad de N debido a la ausencia de la leguminosa podría explicar, entre otros factores, la menor producción en las parcelas quemadas, a pesar de la pronta recuperación de la cobertura tras la quema. En pastos subalpinos del Pirineo francés se ha comprobado la existencia de transferencias directas de N entre *Trifolium alpinum* y *Festuca eskia* (Marty *et al.*, 2009). En nuestro caso, aunque desconocemos la dinámica de intercambio de N entre *T. repens* y las dos gramíneas más abundantes (*F. rubra* y *B. pinnatum*), la ausencia prolongada de la leguminosa podría afectar el desarrollo de estas especies dominantes y por lo tanto de toda la comunidad vegetal.

CONCLUSIONES

A corto plazo, y bajo las condiciones de nuestro ensayo, la quema prescrita a la salida del invierno no produjo efectos negativos en el suelo ni en la microbiota edáfica. Sin embargo, provocó un cambio florístico al disminuir notablemente la frecuencia de la leguminosa dominante, lo que podría provocar cambios a largo plazo en el ciclo del N, y por lo tanto en el desarrollo de la comunidad herbácea, si esta especie no se recupera.

AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado con el proyecto del Plan Nacional de I+D+i CGL 2010-21963 y con el proyecto FLUXPYR EFA34/08 del Programa de Cooperación Territorial España-Francia-Andorra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKES P. C. LANDMAN A. PRUDEN G. Y JENKINSON D. S. (1985) Chloroform Fumigation and the Release of Soil-Nitrogen - a Rapid Direct Extraction Method to Measure Microbial Biomass Nitrogen in Soil. *Soil Biology & Biochemistry*, **17(6)**, 837-842.
- CRIQUET S. TAGGER S. VOGT G. Y LE PETIT J. (2002) Endoglucanase and beta-glycosidase activities in an evergreen oak litter: annual variation and regulating factors. *Soil Biology & Biochemistry*, **34(8)**, 1111-1120.
- FERRER V. Y CANALS R. M. (2008) *Proyecto de Ordenación de los Recursos Pascícolas Forestales del Monte Aezkoa nº1 del C.U.P.* Documento inédito.
- KANDELER E.Y GERBER H. (1988) Short-Term Assay of Soil Urease Activity Using Colorimetric Determination of Ammonium. *Biology and Fertility of Soils*, **6(1)**, 68-72.
- LASANTA T. VICENTE S. M. Y CUADRAT J. M. (2000) Marginación productiva y recuperación de la cubierta vegetal en el Pirineo: un caso de estudio en el valle de Borau. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, **29**, 5-28.
- MARTY C. PORNON A. ESCARAVAGE N. WINTERTON P. Y LAMAZE T. (2009) Complex Interactions between a Legume and Two Grasses in a Subalpine Meadow. *American Journal of Botany*, **96(10)**, 1814-1820.
- TAYLOR J. P. WILSON B. MILLS M. S. Y BURNS R. G. (2002) Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology & Biochemistry*, **34(3)**, 387-401.

¿Cómo influye la fertilidad del suelo sobre la diversidad funcional edáfica y florística a escala de prado?

How does soil fertility influence soil functional diversity and plant diversity within a meadow?

I. MIJANGOS AMEZAGA* / I. ALBIZU BEITIA / S. MENDARTE AZKUE / J.A. GONZÁLEZ-OREJA / J. ZAPATERO MARTITEGUI / C. GARBISU CRESPO

Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Neiker-Instituto Vasco de I+D Agrario. c/ Berreaga, 1. 48160 Derio (Bizkaia) imjangos@neiker.net

Resumen: En la actualidad, se exige que el manejo de las áreas pascícolas de fondo de valle compatibilice altas producciones con la conservación de la biodiversidad. En relación a dicha biodiversidad, su componente edáfico ha sido tradicionalmente menos considerado en comparación con su componente florístico. Sin embargo, esto está cambiando a medida que se reconoce el papel fundamental de la biota del suelo (especialmente la micro-biota) en el correcto funcionamiento y la sostenibilidad de los agroecosistemas. Con el objetivo de conocer cómo influye la fertilidad del suelo sobre la diversidad edáfica (microbiana) y aérea (florística), se realizaron muestreos consecutivos en un prado de siega de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia). En 36 unidades muestrales equidistantes (muestreo sistemático, en malla), se cuantificó la diversidad florística y la diversidad funcional de las comunidades bacterianas y fúngicas edáficas, según su capacidad para degradar diferentes sustratos en placas Eco-Plates[®] y FF-Plates[®] de Biolog, respectivamente. A escala de prado, los suelos más fértiles albergaron una mayor abundancia microbiana y produjeron más biomasa vegetal, aún en detrimento de la diversidad florística. La diversidad microbiana, por su parte, se mostró determinada por la textura del suelo, mostrando una correlación negativa con su contenido en limo.

Palabras clave: comunidades microbianas, textura, botánica, productividad.

Abstract: It is currently expected that management practices in bottom valley grasslands, which are primarily oriented towards obtaining high pasture yields, are also compatible with biodiversity conservation. When compared with the above-ground (plant) biodiversity, the below-ground component of this biodiversity has traditionally been understudied. Nonetheless, this situation is beginning to change, as the fundamental role of the soil biota (and, especially, of soil micro-biota) in the proper functioning and sustainability of agroecosystems is being increasingly acknowledged. In order to know how soil fertility influences both below-ground microbial biodiversity and above-ground plant diversity, we sampled both components of biodiversity in a meadow for hay of the Urdaibai Reserve of the Biosphere (Bizkaia). In a total of 36 regularly spaced sampling sites, we measured plant diversity (composition and relative abundance). In a parallel fashion, we also determined the functional diversity of bacterial and fungal soil communities (considering their ability to degrade a number of organic substrates in Biolog Eco-Plates^R and FF-Plates^R, respectively). At the study (local) scale, most fertile soils exhibited higher microbial abundance but lower plant diversity. On the other hand, microbial diversity seemed to be more related to soil texture, since it exhibited a negative correlation with soil loam content.

Key words: microbial communities, texture, botany, productivity.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, tanto el sector agrícola como el ganadero están sufriendo importantes modificaciones debido a los nuevos requerimientos económicos, sociales y también ecológicos. En los prados de fondo de valle de la Cornisa Cantábrica, se demanda un aumento de la cantidad y calidad del forraje producido por unidad de superficie para reducir la dependencia de las explotaciones frente a insumos externos. Al mismo tiempo, cada vez se valora más el servicio que nos ofrecen dichos agroecosistemas en cuanto a la conservación de la biodiversidad, tanto aérea (superficial-vegetal) como subterránea (subterránea-microbiota edáfica).