

## Dinámica del nitrógeno en el suelo de un encinar montano : respuesta a una perturbación experimental

Bonilla D., Rodá F.

in

Bellot J. (ed.).  
Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres

Zaragoza : CIHEAM  
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3

1989  
pages 187-190

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI000531>

To cite this article / Pour citer cet article

Bonilla D., Rodá F. **Dinámica del nitrógeno en el suelo de un encinar montano : respuesta a una perturbación experimental.** In : Bellot J. (ed.). *Jornadas sobre las bases ecológicas para la gestión en ecosistemas terrestres.* Zaragoza : CIHEAM, 1989. p. 187-190 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 3)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# DINAMICA DEL NITROGENO EN EL SUELO DE UN ENCINAR MONTANO: RESPUESTA A UNA PERTURBACION EXPERIMENTAL

---

D. BONILLA y F. RODÀ

Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals.  
Universitat Autònoma de Barcelona. Facultat de Ciències.

---

**Key words:** soil nitrogen dynamic, evergreen, oak forest, responses to disturbance.

**Abstract:** *SOIL NITROGEN DYNAMICS IN AN EVERGREEN OAK FOREST: RESPONSE TO AN EXPERIMENTAL PERTURBATIONS.* In March 1986, four 2x2 m treeless plots were trenched all around in a evergreen oak stand in the Montseny mountains (NE Spain). Responses to perturbation were monitorized through: 1) Net mineralization and nitrification rates measured by monthly *in situ* incubation in polyethylene bags (0-20 cm); 2)  $\text{NO}_3^-$  concentration in soil solution. In control plots, 80 kg N/ha/year were mineralized and 9% of them were nitrified. In trenched plots 325 kg N/ha/year were mineralized and 73% of them were nitrified. The first year after the trenching, 7  $\mu\text{eq/l}$   $\text{NO}_3^-$  mean concentration were reported in control plots. Nevertheless, in trenched plots, soil solution averaged up to 870  $\mu\text{eq/l}$ . This quick, heavy response reveals the potential for very high nitrate losses following disturbance.

## INTRODUCCION

Las perturbaciones, naturales o antrópicas están siendo reconocidas como parte esencial del funcionamiento y dinámica de los ecosistemas (Pickett y White 1985; Sousa 1984), pudiendo afectar a los ciclos de nutrientes. En los bosques no perturbados, el montante anual de nutrientes que circulan internamente en el ecosistema es mucho mayor que las entradas o salidas de estos (Cole y Rapp, 1981). La absorción de nutrientes por las raíces juega un papel clave en el mantenimiento de esta situación (Vitousek y Reiners, 1975). Muchas perturbaciones cortan la absorción afectando o no a la descomposición de la materia orgánica y la liberación

de nutrientes, por tanto podrán producirse pérdidas de nutrientes a no ser que algún proceso biogeoquímico reduzca la liberación de nutrientes o su movilidad (Vitousek y Melillo, 1979). El conocimiento de las pérdidas de nutrientes es necesario para evaluar los efectos de una perturbación. Así mismo, las perturbaciones pueden ser consideradas como experimentos a través de los cuales podemos conocer cuáles son los mecanismos y procesos que controlan el almacenamiento y movimiento de nutrientes de los ecosistemas. Esto último es de vital importancia si el objetivo es aumentar nuestra capacidad predictiva en la gestión ambiental.

En este artículo presentamos el uso de pequeñas parcelas atrincheradas como perturbación experimental para investigar la respuesta del ciclo del nitrógeno de un encinar a una perturbación que elimina la absorción de agua y nutrientes por las raíces. Las parcelas se encuentran situadas en el macizo del Montseny (40 km NO de Barcelona). Una parcela atrincherada consiste en un parcela de suelo (2x2 m en nuestro estudio) que no incluye ningún árbol en su interior y cuyo perímetro se ha excavado hasta 1 m de profundidad con el fin de cortar todas las raíces que confluyen a ella. La parcela así aislada se entaja con un plástico resistente y la trinchera se rellena con la tierra original. El suelo en el interior de la parcela permanece inalterado al igual que la bóveda forestal. Este tipo de perturbación experimental es similar a las talas forestales en tanto que temporalmente se elimina la absorción de nutrientes por la vegetación, pero difiere en que la bóveda forestal permanece intacta y los horizontes superficiales del suelo no son alterados. La respuesta a la perturbación se ha seguido mediante los cambios en las tasas de mineralización y nitrificación neta del nitrógeno y las concentraciones iónicas en la solución del suelo.

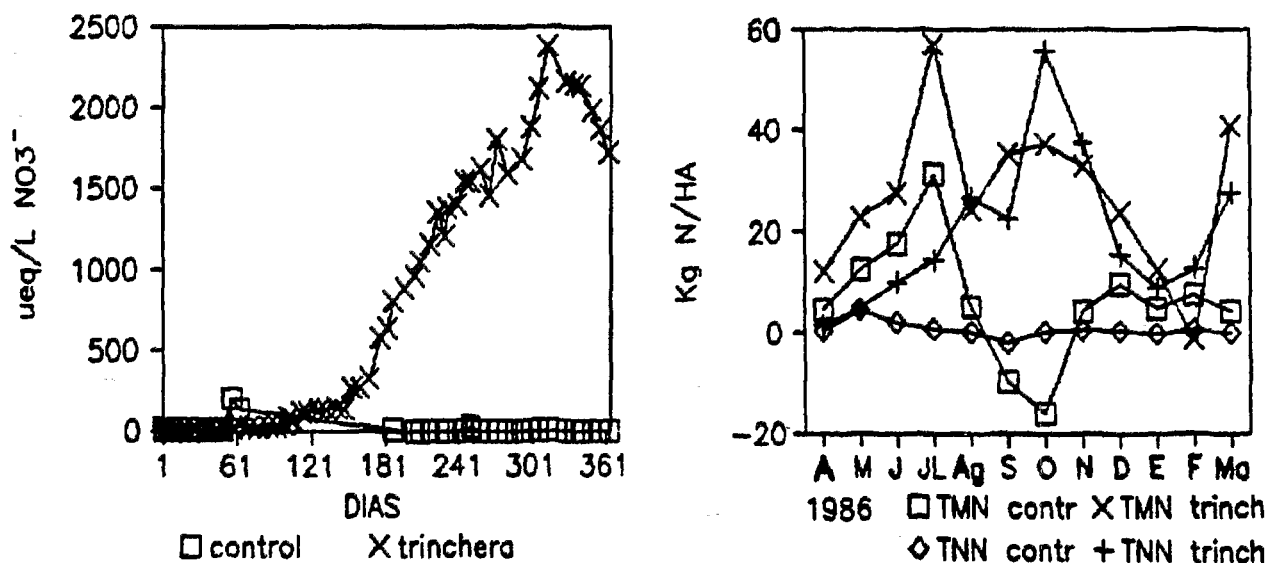
**MATERIAL Y METODO**

En Marzo de 1986 se atrincheraron 4 parcelas de encinar de 2x2 m que no incluía ningún árbol en su interior. El escaso sotobosque de estas parcelas se cortó y se dejó *in-situ*, eliminándose periódicamente los rebrotes. Paralelamente se delimitaron 3 parcelas control de mayor tamaño en áreas vecinas inalteradas.

La solución del suelo se ha muestreado mediante lisímetros de succión de cápsula de cerámica porosa. En cada parcela se instalaron 4 lisímetros a una profundidad de 40 cm. Semanalmente estos lisímetros se han vaciado restableciéndoles una presión de -65 kPa. A las muestras se les ha determinado la mayoría de iones, aunque en este artículo sólo se presenta los resultados referentes al nitrógeno. El amonio se ha analizado mediante el método colorimétrico del indophenol y el nitrato mediante cromatografía iónica.

Para determinar las tasas de mineralización neta (TMN) y la tasa de nitrificación neta (TNN) se ha utilizado la técnica de las incubaciones *in-situ* en

**FIGURA 1. (IZQUIERDA) CONCENTRACIÓN DE NITRATO EN  $\mu\text{eq/l}$  EN LA SOLUCIÓN DEL SUELO EN LAS PARCELAS CONTROL Y ATRINCHERADAS DURANTE EL PRIMER AÑO POSTERIOR A LA PERTURBACIÓN. (DERECHA) TASAS MENSUALES DE MINERALIZACIÓN NETA (TMN) Y NITRIFICACIÓN NETA (TNN) EN  $\text{kg N/ha/30 días}$  DE 0-20 cm. CADA PUNTO ES LA SUMA DE LA MEDIA DE 2 REPLICADOS DE 0-5 cm Y DE 5-20 cm.**



bolsas de polietileno (Ellenberg 1979; Pastor *et al.* 1984). Mensualmente, durante el período Abril 1986-Marzo 1987 se extrajeron catas de suelo de 20 cm de profundidad. El horizonte superficial (A11 de aproximadamente 5 cm) se separó de los 15 cm restantes procesándose, aunque idénticamente, por separado. La hojarasca se desechó y las muestras se tamizaron a 1 cm para eliminar las piedras y raíces mayores de este tamaño. En las parcelas atrincheradas se extrajeron 8 catas mensuales que se mezclaron para obtener 2 muestras de cada profundidad. En las parcelas control se extrajeron 6 catas componiéndose igualmente en 2 muestras de cada profundidad. Cada muestra se subdividió en 2 partes; una submuestra se repartió en bolsas de polietileno incubándose un mes en el hoyo de donde fueron extraídas. Las otras submuestras se transportaron al laboratorio y en un período máximo de 24 horas se realizaron extractos de muestra fresca en KCl 1N. Tras agitación de 2 horas los extractos se filtraron y se les analizó la concentración de amonio y nitrato mediante técnicas colorimétricas.

Este mismo proceso analítico se repitió con las muestras que quedaron incubándose en el campo. La TMN se define como el incremento del  $N-NH_4^+$  +  $N-NO_3^-$  en la incubación respecto de la muestra no incubada y la TNN como el incremento en la concentración de  $N-NO_3^-$  durante la incubación. A pesar de que se dispone de las TMN y TNN del horizonte de 0-5 cm y del de 5-20 cm por separado, en este artículo los resultados se expresan en kg N/ha/30 días de 0-20 cm.

## RESULTADOS

### Nitrato en la solución del suelo.

En la figura 1 puede verse el drástico incremento que sufrió la concentración de nitrato en la solución del suelo en las parcelas atrincheradas, pasando de valores inferiores a 10  $\mu\text{eq/l}$ , a 2380  $\mu\text{eq/l}$  a finales de Noviembre. La media ponderada por volumen de la concentración de nitrato en las parcelas control que de 7  $\mu\text{eq/l}$ , mientras que en las parcelas atrincheradas fue de 870  $\mu\text{eq/l}$ . El amonio no se ha analizado en todas las muestras pero los valores encontrados no superan en ningún caso los 6  $\mu\text{eq/l}$ . Es de destacar que durante el período Junio-Octubre no fué posible obtener muestras de los lisímetros control debido a la baja humedad del suelo, mientras que en los lisímetros de las parcelas atrincheradas se pudo obtener muestras durante todo el verano; esto es consecuencia de la falta

de absorción de agua por las raíces en las parcelas atrincheradas.

### Tasa de mineralización neta

Desde el primer mes posterior al atrincheramiento, la TMN es ligeramente más alta en las parcelas atrincheradas que en las parcelas control (fig.1), haciéndose esta diferencia más manifiesta a partir de Julio (mes de máxima mineralización neta en los dos tipos de parcela). De Septiembre a Octubre se detectó inmovilización neta en las parcelas control, mientras que en las parcelas atrincheradas se observó un submáximo de mineralización. Durante el período anual estudiado la TMN fué de 80.1 kg N/ha en las parcelas control, mientras que en las parcelas atrincheradas se mineralizaron 325.7 kg N/ha.

### Tasa de nitrificación neta

En el período anual estudiado la TNN en las parcelas control fué de 7.5 kg N/ha, un 9% del nitrógeno mineralizado. Por contra en las parcelas atrincheradas se nitrificaron 237.7 kg N/ha, un 73% del nitrógeno mineralizado. Estas diferencias empezaron a detectarse a partir de Junio (fig.1).

## DISCUSION

Como se ha visto en la sección precedente, nuestro encinar ha mostrado una fuerte respuesta, prácticamente sin demora, a la perturbación aplicada. Es importante destacar que, a partir de principios de Septiembre el  $NO_3^-$  desplazó al  $SO_4^{2-}$  en el papel de anión móvil dominante en la solución del suelo de las parcelas atrincheradas. Este fuerte incremento de la concentración de nitrato no sólo es atribuible a la falta de absorción de agua y nutrientes por las raíces sino también al aumento de la TMN, y sobre todo al aumento de la TNN respecto de las parcelas control. Por comparación, las TMN anuales suelen ser de 10-50 kg N/ha en muchos bosques de coníferas y algún bosque de caducifolios, mientras que en muchos bosques mesófilos caducifolios es de 90-150 kgN/ha (Aber *et al.* 1983; Ellenberg, 1977; McClaugherty *et al.* 1985). Esto situaría al encinar estudiado (TMN 80.1 kg N/ha/año) entre los bosques con buena disponibilidad de nitrógeno. El aumento en la TMN en las parcelas atrincheradas respecto a las de control debe ser en parte consecuencia de la suma de dos factores: la mayor disponibilidad de agua en los meses de verano y/o la disminución en la competencia entre descomponedores y las raíces por algún otro nutriente limitante. Las raíces finas, muertas como

consecuencia del atrincheramiento, aumentan la cantidad de materia orgánica del suelo. Este material tiene un cociente C/N relativamente alto tendiendo a disminuir la TMN por inmovilización, al menos durante un cierto período. La nitrificación también aumentó como consecuencia del atrincheramiento (fig.1), tanto en valor absoluto como en porcentaje de nitrógeno mineralizado. La mayor disponibilidad de agua en estas parcelas y la disminución en la competencia entre nitrificadores, descomponedores y raíces por el  $\text{NH}_4$  producido (Johnson y Edwards 1979), o por otro nutriente limitante como el fósforo (Pastor *et al.* 1984; Purchase 1974) deben ser la causa del aumento en la nitrificación en las parcelas atrincheradas.

Los bosques varían en la magnitud de la respuesta y en la escala temporal en que ésta se produce

(Vitousek *et al.* 1979, 1982). Sin lugar a dudas, el encinar estudiado tiene una respuesta al atrincheramiento que Vitousek *et al.* (1979) define de tipo 4, ya que se han detectado muy altas concentraciones de nitrato en la solución del suelo sin apenas retardos. Como discute el mismo autor este tipo de respuesta rápida es característica de ecosistemas con elevada disponibilidad de nitrógeno, afirmación que se corrobora con la tasa de mineralización neta encontrada en las parcelas control. El gran aumento de la concentración de nitrato en la solución del suelo de las parcelas atrincheradas (fig.1), revela un elevado potencial de pérdidas de nitrógeno de este tipo de encinares tras una perturbación. Será necesaria una investigación posterior para conocer el impacto real sobre los ciclos de nutrientes de las técnicas forestales aplicadas en nuestros bosques.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo ha sido financiado mediante el proyecto 2129/83 de la Comisión Asesora para la Investigación Científica y Tecnológica.

## BIBLIOGRAFIA

- ABER, J.D., MELILLO, J.M., McCLAUGHERTY, C.A. AND ESHLEMAN, K.N. (1983). *Potential sinks for mineralized nitrogen following disturbance in forest ecosystems*. Ecol. Bull. (Stockholm) 35, 179-192.
- COLE, D.W. AND RAPP, M. (1981). *Elemental cycling in forested ecosystems*. In "Dynamic Properties of Forest Ecosystems" (D. E. Reichle, ed.), pp.341-409. Cambridge University Press, Cambridge.
- ELLENBERG, H. (1977). *Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften*. Oecol. Plant. 12, 1-22.
- JOHNSON, D.W. AND EDWARDS, N.T. (1979). *The effects of stem girdling on biogeochemical cycles within a mixed deciduous forests in eastern Tennessee. II. Soil nitrogen mineralization and nitrification rates*. Oecologia 40, 259-271.
- McCLAUGHERTY, C.A., PASTOR, J., ABER, J.D. AND MELILLO, J.M. (1985) *Forest litter decomposition in relation to soil nitrogen dynamic as and litter quality*. Ecology 66, 266-275.
- PASTOR, J., ABER, J.D., McCLAUGHERTY, C.A. AND MELILLO, J.M. (1984) *Aboveground production and N and P cycling along a nitrogen mineralization gradient on Blackhawk Island, Wisconsin*. Ecology 65, 256-268.
- PICKETT, S.T.A. AND WHITE P.S. (eds.) (1985). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic Press, Orlando.
- PURCHASE, B.S. (1974). *The influence of phosphate deficiency on nitrification*. Pl. Soil 41, 541-547.
- SOUSA, W.P. (1984). *The role of disturbance in natural communities*. Annu. Rev. Ecol. Syst. 15, 353-391.
- VITOUSEK, P.M. (1982). *Nutrient cycling and nutrient use efficiency*. Am. Nat. 119, 553-572.
- VITOUSEK, P.M., GOSZ, J.R., GRIER, C.C., MELILLO, J.M. AND REINERS, W.A. (1982). *A comparative analysis of potential nitrification and nitrate mobility in forest ecosystems*. Ecol. Monogr. 52, 155-177.
- VITOUSEK, P.M., GOSZ, J.R., GRIER, C.C., MELILLO, J.M., REINERS, W.A. AND TODD, R.L. (1979). *Nitrate losses from disturbed ecosystems*. Science 204, 469-474.
- VITOUSEK, P.M. AND MELILLO, J.M. (1979). *Nitrate losses from disturbed forests: patterns and mechanisms*. Forest Sci. 25, 605-619.
- VITOUSEK, P.M. AND REINERS, W.A. (1975). *Ecosystem succession and nutrient retention: a hypothesis*. BioScience 25, 376-381.