

# PREVENIR la CONTAMINACIÓN por NITRATOS

Por: Manuel Vidal\*, Adolfo López\* y Ricardo Blázquez\*\*

Aplicación y extendido  
de paja de cereal  
al suelo

*Gramíneas y crucíferas  
inmolizadores  
del  $\text{NO}_3^-$*



La calificación de la agricultura como uno de los principales agentes de contaminación aparece claramente señalada por numerosos organismos encargados de la protección del medio ambiente (FAO, 1997; US-EPA, 1994). Entre las medidas preventivas y de lucha contra la contaminación de origen agrícola, particularmente la que experimentan los recursos

hídricos por aportes de nitratos, se proponen, entre otras, el establecimiento de cubiertas vegetales durante la postcosecha. Su finalidad es reducir el lavado del nitrógeno nítrico no absorbido durante el desarrollo del cultivo, así como el procedente de la mineralización del N orgánico durante el otoño.

La práctica agrícola de introducir cultivos intercalares o de cubierta a la salida de un cultivo principal redundará positivamente en el sistema suelo-planta en cuatro aspectos importantes: en primer lugar, consti-

tuyen una fuente suplementaria de N para el cultivo siguiente; contribuyen al mantenimiento del ciclo de nutrientes y, finalmente, mejoran las propiedades físicas y promueven la reducción de la erosión del suelo. En climas húmedos como los de la mitad norte de la provincia de Lugo, donde la simultaneidad invierno-primaveral de máximas precipitaciones, mínima evapotranspiración y reducida capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, favorecen el lixiviado del nitrato residual existente en el suelo bajo aquellas circunstancias: Con

(\*) Escuela Politécnica Superior.  
Universidad de Santiago

(\*\*) Laboratorio Agrario y Fitopatológico de Galicia.

estos condicionantes, un cultivo intercalar de invierno constituye un excelente medio de transformar el móvil  $\text{NO}_3^-$  remanente como en constituir una fuente suplementaria de N al cultivo posterior. Entre las especies de cultivo más empleadas se citan las gramíneas y las crucíferas. Dado que en estos dos grandes grupos de cultivo la asimilación del N tiene como sumidero o finalidad principal la rápida producción de materia seca, su implantación durante la postcosecha los convierte en excelentes inmovilizadores del  $\text{NO}_3^-$  frente a las leguminosas que, por el contrario, constituyen una probada

ción o de disminución de masa de N arrastrado con el agua de drenaje, así como por el decrecimiento de la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en los lixiviados producidos durante la estación lluviosa. La experiencia ha demostrado la superioridad de las gramíneas (centeno, cebada, trigo), en particular el centeno, frente a las leguminosas en la disminución de este arrastre de N.

Por otra parte, la práctica del enterrado de paja o el empleo de abonos verdes constituyen otros medios de aminorar el impacto de las actividades agrarias. Se cuenta con abundante experiencia sobre el efecto que

ria orgánica del suelo, así como la propia descomposición del residuo incorporado.

A efectos de evaluar la contribución de estas prácticas en la mejora de la utilización del N aplicado en la fertilización y en el aminoramiento de su impacto contaminante sobre las aguas, se establecieron unos ensayos de campo en la comarca lucense de Terra Cha, donde son conocidos los problemas de contaminación de  $\text{NO}_3^-$  en pozos y cauces fluviales.

La experiencia consistió en el establecimiento de un diseño de bloques completamente al azar, con



Vista de los tratamientos de centeno (al fondo), altramuza (en primer término) y paja entre ambos, antes del corte del primero y enterrado del segundo

*Enterrar residuos vegetales  
estimula la mineralización  
de la M.O.*

fuelle de N pero de efecto incierto en lo referente a disminuir el lavado del N soluble del suelo.

La eficiencia "anticontaminante" de nitratos de estos cultivos depende de la rapidez del desarrollo de su sistema radicular, así como de la velocidad de establecimiento y desarrollo del cultivo bajo condiciones adversas, principalmente invernales. Estas cualidades específicas les permite competir oportunamente con el proceso de lixiviación por el N que se encuentre soluble. Aquella eficacia se suele medir en unidades de reduc-

estas prácticas agrícolas tienen sobre el ciclo del N del suelo. La concepción clásica resalta, como único efecto de la incorporación de paja de cereal al suelo, la inmovilización que experimenta el N inorgánico de aquel medio, con la consiguiente reducción de la disponibilidad para el cultivo. Hoy día se cuenta con abundante experiencia a cerca de que el enterrado de residuos vegetales induce lo que se conoce como el "efecto de cebamiento" (priming effect). Este tendría como resultado la estimulación de la mineralización de la mate-

siembra de centeno y enterrado de paja de trigo del país (dosis de unos 4.000 kg/ha) en el mes de octubre, con siembra también otoñal de altramuza blanco con posterior corte y enterrado de este en estado de desarrollo de vainas (26.000 kg/ha de materia verde), aproximadamente, en el mes de mayo. Sobre cada una de estas tres condiciones de manejo del suelo, se estableció la clásica rotación consistente en siembras de primavera de patata, trigo y maíz forrajero. Las unidades de N-P-K aplicadas a cada uno de los cultivos ante-

riores fueron las tradicionales en aquella comarca.

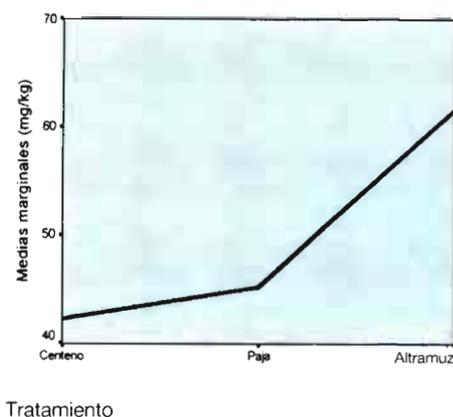
Se realizaron tres muestreos de suelo, a las profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm, en las fechas siguientes: julio de 1996, octubre de 1996 y julio de 1997.

El tratamiento de los resultados obtenidos de los análisis de las concentraciones de  $\text{NO}_3^-$  presentes en el suelo se llevó a cabo mediante un modelo lineal general (MLG) de medidas repetidas, cuya interpretación se facilita mediante los gráficos n° 1, 2 y 3. Estas gráficas reproducen las medias marginales predichas por el MLG y ajustadas a los diferentes niveles del factor tratamiento aplicado (centeno, enterrado de paja o abono verde de altramuz), y del factor cultivo (maíz, trigo y patata).

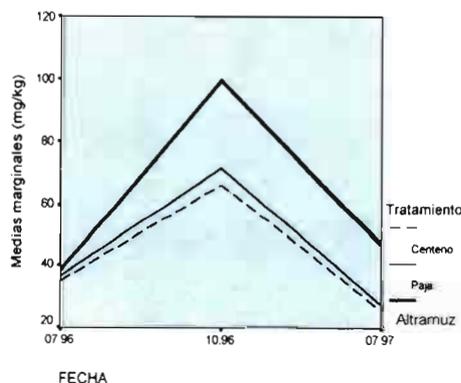
La gráfica n° 1 pone de manifiesto los efectos claramente diferenciados de cada uno de los niveles del factor tratamiento aplicado. El centeno, como cultivo intercalar de invierno se muestra bajo un "efecto secuestrador" o "trampa" de  $\text{NO}_3^-$ , resultando como un tratamiento esquilante del N nítrico del suelo. El valor más pequeño estimado por el MLG corresponde a este nivel de tratamiento. Por otra parte, resulta destacado el efecto fertilizante y mineralizador que ejerce el altramuz con relación a los otros dos niveles del factor. Por último, en relación con la paja enterrada es posible diferenciar un doble efecto. Por una parte, respecto al primer tratamiento (altramuz), la paja se muestra como inmovilizadora del N inorgánico del suelo, y comparándola con el centeno se presenta como estimulante o potenciador de la mineralización.

La gráfica n° 2 representa las estimaciones medias de  $\text{NO}_3^-$  en la interacción simultánea de factores Fecha/Tratamiento. En este otro caso, se pone de manifiesto claramente el efecto de cebamiento, además del efecto individual de la mineralización de origen puramente climática, a la que se ha aludido anteriormente, inducida por la incorporación de los residuos vegetales al suelo de cultivo. La posible explicación de este efecto hay que buscarlo en los mecanismos que articulan la velocidad de mineralización de la materia orgánica nativa del suelo, así como los que regulan el propio crecimiento

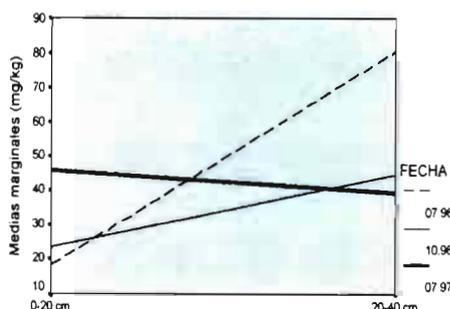
GRAFICA N° 1.  
 $\text{NO}_3^-$ -Tratamiento



GRAFICA N° 2.  
 $\text{NO}_3^-$ -Fecha/Tratamiento



GRAFICA N° 3.  
 $\text{NO}_3^-$ -Profundidad/Fecha/Tratamiento



y desarrollo de la biomasa microbiana que hace posible aquella. En nuestro caso, la paja con una  $C/N > 80$ , tiene como factor limitante el contenido de N de su materia seca. Sin embargo, la materia orgánica indígena del suelo ( $C/N = 18,4$ ) presenta otro condicionante impuesto por el contenido de C. Cuando se mezclan ambos sustratos, en principio desaparecen los factores limitantes del desarrollo microbiano del suelo y, por tanto, se intensifica la mineralización conjunta de ambos sustratos respecto al caso de que lo hiciesen por separado.

Finalmente, en la gráfica n° 3 se revela la eficacia anticontaminante de  $\text{NO}_3^-$  que supone este tipo de prácticas de cultivo. Como resultado de la mineralización superficial, los contenidos de  $\text{NO}_3^-$  en los primeros 20 cm del suelo se incrementan con el paso del tiempo, pero van decreciendo progresivamente en la zona más profunda por el "efecto trampa o secuestrador" que ejerce el centeno o el inmovilizador de la materia seca del residuo vegetal.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Consellería de Educación y Ordenación Universitaria de la XUNTA de Galicia por la financiación del proyecto XUGA-29104B94, en el marco del cual se establecieron estos ensayos, así como al I.N.LU.DES. y a la Granja Gayoso Castro, Castro Riberas de Lea (Lugo), por su colaboración en los trabajos de campo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- F.A.O., 1997. Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. Estudio FAO Riego y Drenaje n° 55, pp. 115.
- US-EPA, 1994. National Water Quality Inventory. Report to Congress. EPA-841-R-94-001. Office of Water, Washington, DC.