

CULTIVO DE MAÍZ Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA

¿Es posible compatibilizar la rentabilidad y la protección del medio ambiente?



TEXTO Y FOTOS: Ramón Isla y Dolores Quílez

Unidad de Suelos y Riegos. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

El maíz es un cultivo ya tradicional en los regadíos de Aragón, tanto por la superficie ocupada como por los ingresos que supone para los agricultores. En los últimos años ha ocupado una media de unas 80.000 hectáreas, con una producción media que supera los 9.000 kg/ha (Anuario estadístico, MAPA). Debido a los recientes cambios en la política agraria comunitaria y el desacoplamiento de las ayudas a los cultivos, existe una cierta incertidumbre acerca de la evolución de la superficie ocupada por este cultivo.

Las primeras estimaciones indican una reducción de su superficie a favor de cultivos de menor gasto económico y que suponen un menor riesgo para los agricultores. Parece razonable que el maíz seguirá siendo un cultivo importante en terrenos con elevadas producciones, donde la mayor inversión y riesgo, se compensa con un mayor margen bruto que otros cultivos como el trigo o incluso la alfalfa. Los problemas de disponibilidad hídrica también pueden afectar seriamente a la siembra del cultivo del maíz, debido a sus elevadas exigencias. En cualquier caso, aunque es difícil predecir la evolución de los precios mundiales de maíz, la creciente desviación de importantes cantidades de maíz (unas 41 millones de toneladas de grano el año 2005) a la producción de etanol para ser utilizado como biocarburante en EEUU podría dar un empujón al alza a los precios de los cereales en los próximos años, ya que la demanda mundial seguirá creciendo debido al aumento de la población mundial y al previsible cambio en los patrones alimenticios en los países en desarrollo. Datos recientes (Earth Policy Institute, 2006) indican que las reservas mundiales de cereales al final de la campaña 2006 se encontrarán en uno de los momentos más bajos de la historia reciente, estimándose unas reservas para 57 días, lo que supone el valor más bajo desde el año 1972.

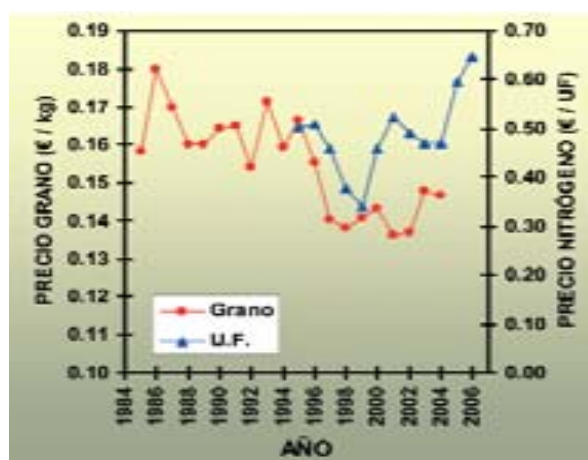


Figura 1. Evolución de los precios del maíz grano (Fuente: MAPA), y del fertilizante nitrogenado (Fuente: Coop. S. Isidro, Ontinar de Salz).

A pesar de que las previsiones para los granos de cereales parecen indicar una futura tendencia al alza, la evolución de los precios del grano de maíz en los últimos años (Fig. 1), ha sufrido una tendencia opuesta a la de los precios de los principales insumos agrarios (gasóleo, fertilizantes, semillas etc.), lo que ha provocado una menor rentabilidad del cultivo. Esta disminución del margen bruto del cultivo del maíz sólo es posible atenuarla aumentando las producciones y/o **optimizando los gastos de cultivo**.

En el caso del maíz, el fertilizante nitrogenado es uno de los gastos más importantes del cultivo. Como promedio y con los precios actuales, el gasto de los fertilizantes nitrogenados puede suponer en torno a 150-180 euros por hectárea. La Figura 1 muestra también la evolución del precio del fertilizante nitrogenado en los últimos diez años, observándose un aumento espectacular de la unidad fertilizante (UF) desde el año 1999. La conclusión es que debemos evitar derrochar el fertilizante si queremos mejorar la competitividad del cultivo. En definitiva se hace necesario ajustar mejor las dosis de fertilizante nitrogenado.

Diversos estudios indican una **tradicional tendencia a sobrefertilizar con nitrógeno el cultivo del maíz** para garantizar que no se produzca una carencia de nitrógeno, ya que es bien conocido por los agricultores su papel fundamental para el crecimiento y obtención de buenas cosechas de grano. Los menores precios de los fertilizantes en el pasado no ayudaban a estimular un uso más eficiente de los mismos por parte de los agricultores. Trabajos realizados por investigadores de la Unidad de Suelos y Riegos del CITA (Gobierno de Aragón), en diversos polígonos de riego de Aragón indican que una parte considerable del nitrógeno aplicado como fertilizante es lavado y arrastrado hasta los drenajes, con la consecuente merma económica y perjuicio medioambiental. En estos casos, las ineficiencias a nivel parcela de los sistemas de riego por inundación unido a la baja capacidad de retención de agua de algunos suelos (sasos) hace bastante difícil aumentar la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado. Este negativo efecto medioambiental está teniendo un impacto mediático y social cada vez mayor, percibiéndose la agricultura, especialmente desde entornos urbanos, como una actividad económica cada vez más contaminante lo que hasta fechas recientes estaba relegado a otros sectores económicos. Esta presión social y Directivas Europeas (DOCE, 1991) obligaron a las CCAA a elaborar códigos de buenas prácticas agrarias, declarar zonas vulnerables y desarrollar programas de actuación en dichas zonas. En el caso de Aragón se han declarado **9 zonas vulnerables** a contaminación por nitratos en las que ya se ha puesto en marcha un sistema que obliga a los agricultores a llevar un registro de los fertilizantes nitrogenados que aplican.

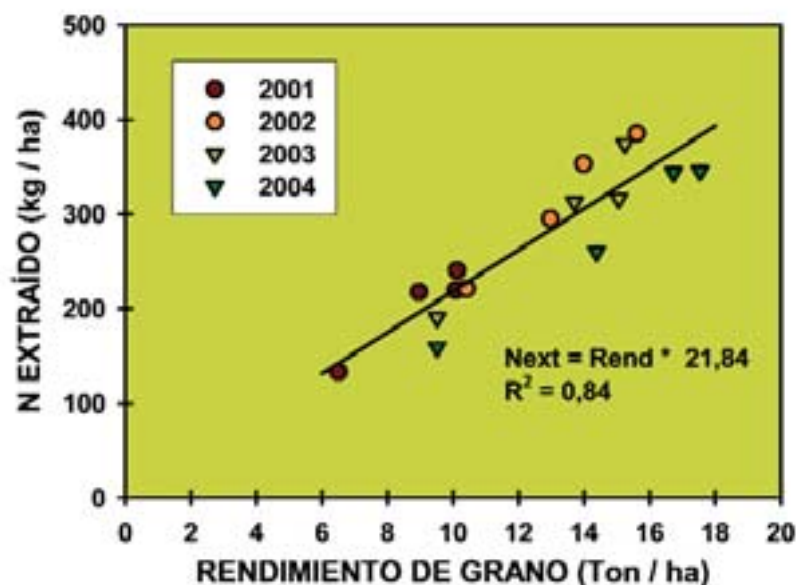


Figura 2. Relación entre el nitrógeno extraído por el cultivo y el rendimiento de grano.

El nitrógeno extraído incluye tanto el del grano como el de tallos, hojas y raíces en el momento de la cosecha.

Es bien conocido por los agricultores que el maíz es un cultivo muy exigente en cuanto a nitrógeno, debido a su elevada productividad. La Figura 2, obtenida a partir de datos de ensayos realizados en el CITA, pone de manifiesto que las extracciones de nitrógeno del cultivo del maíz aumentan de forma lineal con el rendimiento de grano. Los resultados en diversos ensayos realizados en Aragón indican **una extracción promedio de 21-22 kg de nitrógeno por cada tonelada de grano obtenida**. Sin embargo, hay que señalar que la extracción del grano supone aproximadamente unos 13 kg N / Ton, estando el resto del nitrógeno (8-9 kg N / Ton) retenido en hojas, tallos y raíces.

Esto último es importante, ya que en función del manejo de los residuos del maíz, únicamente el nitrógeno contenido en el grano es exportado de la parcela de cultivo, por lo que una parte importante del nitrógeno que se ha aplicado permanece en los residuos vegetales y puede ser utilizado por el cultivo siguiente al mineralizarse. La parte menos optimista es que este nitrógeno que queda en la parcela, una vez se ha mineralizado y convertido químicamente en nitrógeno mineral, unido al nitrato añadido en exceso como fertilizante puede ser lavado por la lluvia o riego a zonas más profundas del suelo donde no podrá ser absorbido por el cultivo que siga al maíz. Este nitrógeno,

llamado **residual**, al lavarse suele terminar en los desagües y en último término en los ríos.

El nitrato tiene una carga eléctrica negativa y es altamente soluble en el agua, lo que hace que no sea retenido por el complejo arcillo-húmico del suelo (cargado también negativamente) y que sea desplazado con el agua de lluvia o riego. Por otra parte, los microorganismos del suelo compiten por el nitrógeno con las plantas y pueden o bien utilizarlo o transformarlo en formas gaseosas perdiéndolo del suelo. La acción de estos microorganismos es extremadamente variable dependiendo de la temperatura y humedad del suelo, aunque también de otros factores más ligados al suelo como la cantidad y el tipo de residuos orgánicos. Todo esto, unido a que las lluvias pueden lavar el nitrato de los suelos hace que la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo antes de la siembra del cultivo sea prácticamente imposible de predecir. Esta elevada variabilidad en la cantidad de nitrógeno disponible en una misma parcela de cultivo en los distintos años es lo que hace imposible tener una receta válida para siempre. Debido a estos motivos, los ensayos de respuesta del maíz a distintas dosis de N suelen tener resultados muy dispares dependiendo del lugar y del año en que se realicen. Esto es, **la dosis de nitrógeno óptima a aplicar parece cambiar cada año, y de hecho lo hace**.

Para tener en cuenta esta variabilidad inherente en los suelos es preciso muestrearlos y analizar el nitrógeno disponible en el horizonte más superficial antes de la siembra del maíz. Esto es así, ya que este nitrógeno podrá ser utilizado por el cultivo y hay que tenerlo en cuenta además del nitrógeno que se añade con el fertilizante. A la suma del nitrógeno en el suelo antes de la siembra y el nitrógeno aplicado se le denomina nitrógeno provisto. La Figura 3 presenta la relación existente entre el rendimiento de grano relativo (al rendimiento más alto de cada año) y el nitrógeno provisto en cuatro años de ensayos de dosis de fertilizante nitrogenado. A partir de dicho análisis se ha obtenido un valor bastante ajustado del nitrógeno provisto necesario para maximizar el rendimiento en las condiciones del ensayo de riego por aspersión con una eficiencia de riego media-alta (80%).

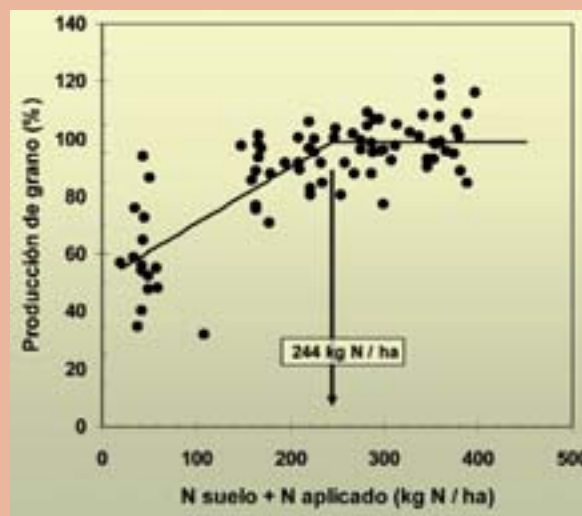


Figura 3. Relación entre la producción de grano en términos relativos) y el nitrógeno provisto al cultivo (N suelo + N aplicado).

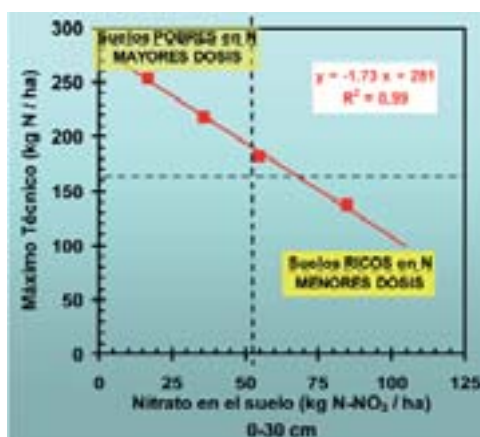


Figura 4. Relación entre la cantidad de fertilizante que maximiza el rendimiento de gran (máximo técnico, kg N/ha) y la cantidad de nitrato disponible en la capa superficial del suelo antes de la siembra

La importancia del **nitrógeno disponible en presiembra** queda también de manifiesto en los resultados presentados en la Figura 4, en la que se relaciona el nitrógeno disponible en el suelo, antes de la siembra, en la parte superficial (0-30 cm) en forma de nitrato y la dosis de fertilizante nitrogenado que permite obtener el rendimiento máximo. Se observa que cuando el suelo presenta valores más elevados de nitrato antes de la siembra, la dosis necesaria es menor que cuando el suelo es más pobre en nitrato.

FORMULA

Una forma bastante aproximada y sencilla de convertir la concentración de nitrato (C) en el suelo que proporcionan los análisis químicos en cantidad de N disponible es la siguiente:

$$\text{Kg/ha de NITRATO-N en 30 cm de suelo} = C \text{ (mg N-NO}_3\text{/ kg suelo)} \times 4,2$$

Así, por ejemplo, un suelo con una concentración de nitrato de 10 mg/kg (también expresado como partes por millón o ppm, contiene unos 42 kg/ha de nitrógeno en forma de nitrato en los primeros 30 centímetros de suelo.



A la vista de los resultados presentados queda patente el interés de conocer mejor la cantidad de **nitrógeno disponible** en los suelos antes de la siembra del maíz. Para que esto sea viable se hace necesario poder analizar los suelos a un precio razonable, y sobretodo, disponer del resultado en un plazo relativamente corto. El análisis de suelos es una práctica bastante habitual para los productores de maíz de EEUU que saben que pueden ahorrar dinero si conocen mejor la riqueza en nutrientes de sus suelos. En el caso de Aragón, el Laboratorio Agroalimentario (Departamento de Agricultura, Gobierno de Aragón) realiza análisis de nitrato en suelos, con una bonificación del 50% para las muestras que provengan de parcelas situadas en zonas declaradas vulnerables.

En la Unidad de Suelos y Riegos (CITA, Gobierno de Aragón) se están estudiando otros aspectos de la fertilización de los cultivos, así como posibles herramientas para mejorar la eficiencia en la utilización de los fertilizantes nitrogenados en el maíz, con el objetivo de mejorar la rentabilidad del cultivo y disminuir el menor impacto ambiental de la actividad agraria. En la actualidad hay en marcha un Proyecto de investigación para evaluar la utilización de cultivos cubierta (también llamados cultivos captura) después del maíz para disminuir las pérdidas por lavado durante el otoño-invierno, así como el efecto del precedente alfalfa sobre las necesidades de nitrógeno del maíz. También se están evaluando distintas herramientas que sean capaces de detectar deficiencias y excesos en el cultivo, lo que permitirá mejorar la eficiencia en el uso del fertilizante nitrogenado.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

DIRECTIVA 91/676/CEE de Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 diciembre 1991, relativa a la protección de aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (DOCE 375/L, de 31.12.1991).

Earth Policy Institute 2006. World grain stocks fall to 57 days of consumption: Grain prices starting to raise. Lester R. Brown. [Fecha de consulta: 23 Junio 2006]. <http://www.earth-policy.org/Indicators/Grain/2006.htm>.