

*Nueva serie*

# Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente

**B**ajo este título genérico van a publicarse en la revista Navarra Agraria una serie de artículos divulgativos, orientados al conocimiento del uso de fertilizantes de manera que permitan compatibilizar los objetivos agronómicos y medioambientales.

Se dedicará especial interés al Nitrógeno (N) por su trascendencia tanto como medio de producción como por su capacidad de contaminación de las aguas, que en algunas áreas geográficas origina la declaración de Zona Vulnerable lo cual implica restricciones en el uso del Nitrógeno como fertilizante.

A lo largo de esta serie, van a analizarse los diversos aspectos relacionados con la fertilización, los cultivos y el medio ambiente, que se desarrollarán en los siguientes artículos:

- I.- Importancia Agronómica y Medioambiental** de la Fertilización.
- II.- Valor agronómico** de los abonos orgánicos.
- III.- Fertilización con abonos minerales.** Eficiencia abonado nitrogenado.
- IV.- Necesidades nutritivas** de los principales cultivos en Zonas Vulnerables y ajuste de la fertilización (maíz, cereal invierno y brócoli).
- V.- Zonas Vulnerables. Qué son.** Aspectos agronómicos.
- VI.- Zonas Vulnerables: aspectos legales** en Navarra.



Agricultura, Fertilización y Medio Ambiente: *artículo 1*

# Importancia Agronómica y Medioambiental de la Fertilización



JESÚS IRAÑETA; LUCÍA SÁNCHEZ; ANGEL MALUMBRES. (ITG AGRÍCOLA)



*n este artículo se pretende mostrar la necesidad del uso de fertilizantes para lograr unas producciones suficientes que permitan la alimentación de la población mundial y, por otra parte, transmitir las consecuencias medioambientales de su uso inadecuado, para ser conscientes de la gran importancia que tiene una buena gestión agrícola. En definitiva, se habla de la necesidad de emplear los fertilizantes de una forma racional para **compaginar los objetivos agronómicos y medioambientales, en beneficio de todos**. Con información y responsabilidad ese equilibrio es posible.*

## 1. IMPORTANCIA AGRONÓMICA

Todos los seres del reino animal, incluidos nosotros los humanos, dependemos de las plantas para obtener nuestros alimentos. Sólo ellas, a través de la fotosíntesis, son capaces de formar materia orgánica a partir del CO<sub>2</sub> (dióxido de Carbono), agua, los nutrientes del suelo, aire y la luz solar. Estos vegetales constituyen la fuente nutritiva directa o indirecta de todo el mundo animal.

Cuando los recolectamos, nos estamos llevando de la parcela los nutrientes que contiene la cosecha. En los terrenos agrícolas donde se repiten cultivos año tras año, el suelo se va agotando de determinados nutrientes, de manera que es necesario restituir al mismo los elementos que el cultivo necesita y el suelo no es capaz de suministrarle. De lo contrario, el suelo será cada vez más pobre e irá disminuyendo su capacidad de producción.

Hasta hace un siglo aproximadamente, solo se disponía de los abonos orgánicos como medio de mantener la fertilidad del suelo. Como su disponi-

bilidad resulta limitada, la llegada de los abonos minerales, unido a otros avances técnicos como la maquinaria, riego, la mejora genética de los cultivos (variedades), etc, supuso un excelente impulso a las producciones obtenidas por unidad de superficie. Este fenómeno, conocido como **revolución verde**, consiguió **doblar la producción alimentaria mundial** entre 1950 y 1975. (Gráfico 1)

Hoy en día, dada la población mundial que existe y la limitada disponibilidad de tierras de cultivo, parece imprescindible la utilización razonada de los medios de producción incluida la fertiliza-

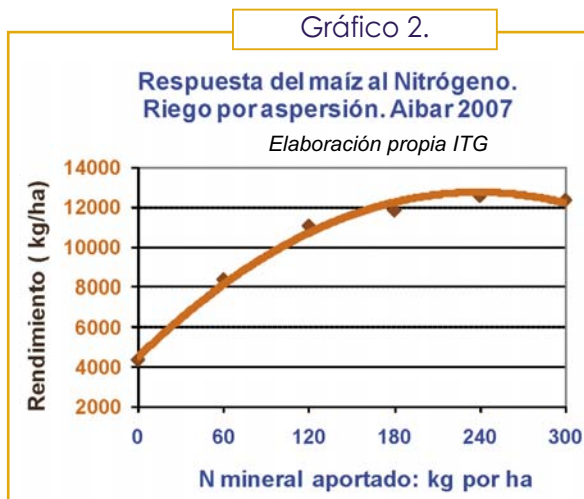
ción orgánica y mineral, para lograr unas altas producciones que permitan satisfacer las necesidades alimenticias.

Entre los distintos nutrientes que los cultivos necesitan, el Nitrógeno destaca por su efecto espectacular sobre el rendimiento y porque las cantidades que se necesitan son notablemente superiores a las de otros elementos. En el gráfico 2 se observa la respuesta productiva de un cultivo a la fertilización nitrogenada. Del mismo modo las fotografías de esta página muestran el deficiente desarrollo de una parcela entera y un cultivo (maíz) sin aporte de Nitrógeno, donde cabe esperar una importante merma de cosecha.

En resumen, **el suelo agrícola es un recurso limitado del que depende la cantidad y calidad de los alimentos que produce**. Por tanto se debe cuidar la calidad y capacidad productiva del mismo. **Los fertilizantes, orgánicos y minerales, constituyen una excelente herramienta** para lograr ese objetivo puesto que suponen:

- Importante factor de producción.
- Herramienta para mantener la capacidad de producción del suelo.

más adelante, en el punto 3, al hablar del ciclo del N y sus consecuencias. Cabe destacar, como una de las principales afecciones del uso del Nitrógeno, la posibilidad de contaminar las aguas subterráneas con nitratos, impidiendo que puedan utilizarse para consumo humano. Para comprender lo que ocurre con el Nitrógeno en el suelo conviene conocer su ciclo, es decir las distintas formas en que se encuentra y los procesos en que se ve involucrado.



## 2. IMPORTANCIA MEDIOAMBIENTAL

El uso de fertilizantes evidentemente también puede provocar **consecuencias medioambientales negativas, especialmente si se aportan en exceso**. En este sentido, el Nitrógeno es el elemento que más problemas presenta, seguido de lejos por el Fósforo.

El uso del Nitrógeno como fertilizante implica distintas afecciones medioambientales que se mencionan

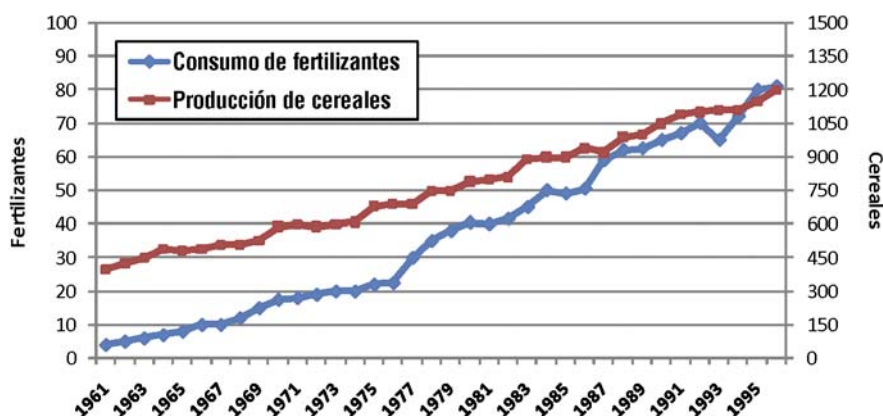
## 3. CICLO DEL NITRÓGENO EN EL SUELO

Como vamos a ver a continuación, en el suelo se encuentran grandes cantidades de Nitrógeno, la mayor parte formando parte de la materia orgánica y otra pequeña parte en forma de N mineral. Estas formas de Nitrógeno no son estables y permanentes sino que están sujetas a varios procesos que originan cambios, se mueven, este fenómeno se conoce como Ciclo del Nitrógeno.



En las imágenes, el trigo y el maíz menos desarrollados son los que no han recibido abonado nitrogenado.

Gráfico 1. Consumo de fertilizantes y producción de cereales en los países en desarrollo (millones toneladas). (Fuente: FAO)





Para comprender mejor su dinámica (los cambios que se producen), vamos a ver previamente las principales formas en que se encuentra el Nitrógeno del suelo y los cambios que se suelen dar.



## FORMAS DEL NITRÓGENO EN EL SUELO

Como ya se ha dicho se encuentra en diferentes formas, entre las que destacan:

**Nitrógeno (N) orgánico:** El suelo contiene importantes cantidades de materia orgánica, constituida por sustancias de origen vegetal, animal o mixto. Formando parte de esa materia orgánica se encuentran grandes cantidades de Nitrógeno, denominado N orgánico. Este no es utilizable por las plantas directamente, sino que conforme la materia orgánica se va descomponiendo ese N orgánico pasa a forma inorgánica o mineral quedando disponible para las plantas. Este proceso se conoce como mineralización.



Características del N orgánico:

- Se trata de N ligado a la materia orgánica, es decir constituyendo moléculas con Carbono, propiedad característica de la materia orgánica.
- Es muy estable y abundante. En general será proporcional al contenido del suelo en materia orgánica.
- No es asimilable por los cultivos.
- No se producen pérdidas por lavado o evaporación.
- Se va descomponiendo lentamente, liberando nutrientes disponibles para los cultivos.

**Nitrógeno (N) Mineral o inorgánico:** Es el que se encuentra disponible para los cultivos. Comprende el **N en forma Amoniacal** (NH<sub>4</sub>: N ligado al Hidrógeno) y el **N en forma Nítrico** (NO<sub>3</sub>: N ligado al Oxígeno).

- **N amoniacal:** Es asimilable por los cultivos, aunque en general el N absorbido en esta forma no suele llegar al 20 % del total.

Características:

- No es muy abundante.
- Poco estable, tiende a pasar a forma nítrica con humedad y temperatura.
- No se lava.
- Puede sufrir pérdidas por volatilización, evaporación, si está en superficie. Se trata del fenómeno conocido como volatilización del amoniaco.

- **N nítrico:** Su característica principal es que se encuentra disuelto en el agua del suelo y constituye la forma de Nitrógeno inmediatamente asimilable por los cultivos.

Otras características:

- Es la forma más abundante del Nitrógeno mineral.
- Fácilmente asimilable por los cultivos.
- Al ser soluble en agua, si hay drenaje es arrastrado con el agua hacia las capas profundas de suelo. Este fenómeno se conoce como lixiviado o lavado de nitrato y origina la contaminación de las aguas subterráneas por nitratos. Cuando la concentración en nitrato (NO<sub>3</sub>) del agua subterránea supera los 50 mg/litro origina la declaración por parte de la administración competente de Zona Vulnerable, lo que se traduce como zona con aguas subterráneas en peligro de ser contaminadas por nitratos.
- Se acumula en los tejidos vegetales de algunos cultivos hortícolas cuando la planta consume más de lo que necesita. Su exceso puede ser nocivo para la salud.

Para hacernos una idea de la cantidad de Nitrógeno que supone cada una de estas formas, diremos lo siguiente: *Si consideramos un suelo de 30 cm de profundidad, con un contenido medio en materia orgánica en torno a un 1,7%, esto quiere decir que contiene alrededor de 60 toneladas de materia orgánica; lo que implica en torno a 3.000-4.000 kg/ha de N orgánico. El N mineral puede suponer en torno a 100 kg/ha, de los cuales sólo un 20% será N amoniacal y el 80% N nítrico.*

## CICLO DEL NITRÓGENO EN EL SUELO

A continuación se muestra, con un ejemplo, como funciona el Nitrógeno en el suelo, las entradas, salidas y los cambios entre una y otra forma del mismo. Se trata de una serie de fenómenos relativamente complejos que se han simplificado para facilitar su comprensión. (Gráfico 3)

Cuando se aporta Nitrato Amónico Cálcico del 27 % (NAC 27%) el 50 % del N está en forma Amoniaca ( $\text{NH}_4$ ) y el 50 % en forma Nítrica ( $\text{NO}_3$ ). Como se ha visto anteriormente, estas formas son asimilables por las plantas, especialmente la segunda. Además, la forma nítrica (Nitrato:  $\text{NO}_3$ ) es susceptible de ser lavada o lixiviada hacia las aguas subterráneas provocando su paulatina contaminación.

Por otra parte ese suelo contiene una importante cantidad de materia orgánica en distintos estados de descomposición, desde restos relativamente frescos de la cosecha precedente a materia orgánica muy descompuesta, cuyo Nitrógeno no puede ser utilizado por las plantas. Sin embargo, esta materia orgánica se va descomponiendo lentamente liberando nutrientes que dejan de estar ligados al Carbono (forma orgánica) y pasan a forma mineral, disponibles para las plantas. Este fenómeno se conoce como mineralización.

Se trata de un fenómeno natural que se produce en todos los suelos. Es llevado a cabo por los microorganismos que van descomponiendo la materia orgánica. Este fenómeno presenta una intensidad variable que se ve favorecida por distintos factores como:

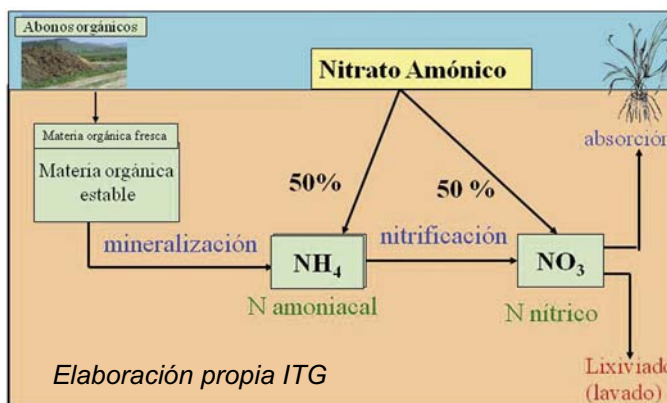
- > **Cantidad de materia orgánica y su estabilidad.** Un resto vegetal del cultivo anterior generalmente se descompone rápidamente, mientras que un compost maduro lo hace con lentitud.
- > **Temperatura, humedad y oxigenación del suelo** que favorecen la actividad de los microorganismos.

### CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES DEL USO DEL NITRÓGENO COMO FERTILIZANTE.

Los principales efectos medioambientales que el uso del Nitrógeno como fertilizante puede provocar son los siguientes:

- *Derivados de las pérdidas que se producen en el suelo:*

Gráfico 3. Ciclo simplificado del Nitrógeno en el suelo.



> **Desnitrificación:** Pérdidas hacia la atmósfera de óxidos nitrosos ( $\text{NO}_x$ ). Se ve favorecida en suelos saturados de agua. Este tipo de gases poseen un alto efecto invernadero.

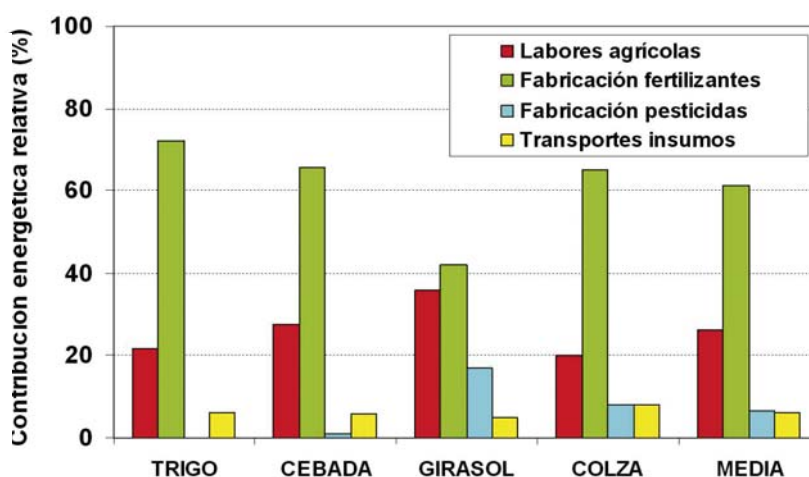


El nitrato (N nítrico) es susceptible de ser lavado, provocando la contaminación de las aguas.

- *Derivados del coste energético de la fabricación de abonos nitrogenados.*

Los abonos nitrogenados que utilizamos procedentes de la industria de fertilizantes, tienen como origen común la síntesis del amoníaco. Por este proceso industrial se obtiene de la atmósfera que respiramos, rica en Nitrógeno, el amoníaco que es la fuente de todos los abonos inorgánicos que se fabrican. Para obtener este producto final se requiere mucha energía, ya que se precisan  $500^\circ\text{C}$  de temperatura y 300 atmósferas de presión. Puede observarse en el gráfico 4 como la fertilización supone un alto coste energético en la producción de los cultivos, este coste se debe principalmente a la fabricación de abonos nitrogenados.

Gráfico 4. La fabricación de abonos nitrogenados supone un importante consumo energético. (Fuente: Ciemat)



## Conclusión: Necesidad de ajustar la fertilización.

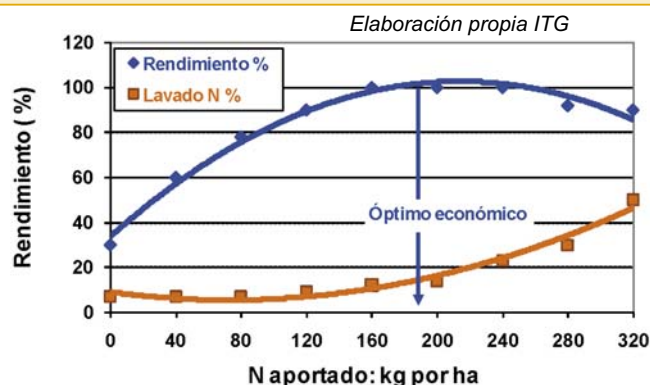


Visto el ciclo del Nitrógeno (N), resulta obvio que el cultivo debe disponer de una determinada cantidad de N nítrico cuando lo necesite. Pero si éste no se consume porque es excesivo o porque en ese momento el cultivo no tiene necesidades, ese nitrato puede ser lavado por el agua de lluvia o riego hacia las aguas subterráneas, contaminándolas.

Por tanto, debe ajustarse la fertilización nitrogenada para compaginar los objetivos agronómicos y medioambientales, de manera que puedan aprovecharse las ventajas agronómicas del uso de fertilizantes minimizando el negativo impacto medioambiental derivado de una mala utilización, ya sea por dosis excesivas o momentos inadecuados de aplicación, porque el cultivo no lo necesita.

Para realizar ese ajuste con precisión, debe considerarse por una parte las necesidades del cultivo en cada momento de su desarrollo vegetativo y por otra parte la disponibilidad en nutrientes del suelo para aportar con abonos minerales todo lo que sea necesario y sólo lo que sea necesario.

Gráfico 5. Típicas curvas de respuesta productiva y lavado al aporte de distintas dosis de Nitrógeno.



Se muestra en el gráfico 5 como aumenta el N lavado o lixiviado, a partir de las dosis que superan el óptimo económico (máxima rentabilidad para el agricultor). Si no se sobrepasa esa dosis las pérdidas por lavado se mantienen a niveles muy reducidos.

# AHI VA EL AGUA, S.L.

● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al “Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías”

## SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA

SISTEMA QUE UTILIZA AHI VA EL AGUA



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

SISTEMA TRADICIONAL



Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por “AHI VA

EL AGUA” logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salitrosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

Calle Alfonso el Batallador, 12 - 3º D. Teléfono: 948 256 608. Móvil: 608 977 302.  
31007- PAMPLONA (NAVARRA)