

NITRÓGENO DISPONIBLE EN EL SUELO

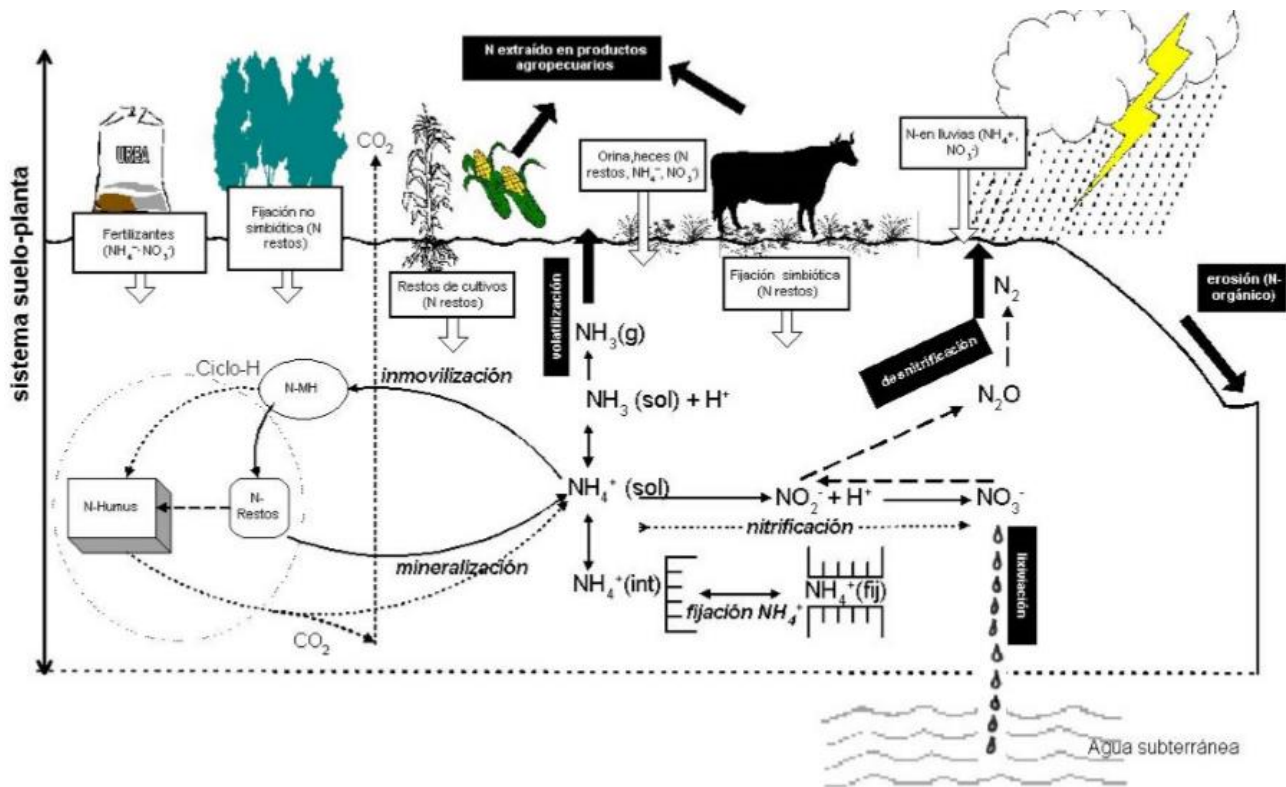


Figura 1. Ciclo del N en el sistema suelo-planta. Los procesos de aportes de nitrógeno se muestran en cuadros blancos y las pérdidas de nitrógeno en cuadros con fondo negro (Perdomo y Barbazán, 2001).

El nitrógeno (N) es el nutrimento que más requieren las plantas junto con el potasio y el fósforo, en comparación con los demás nutrimentos aportados por el suelo. La mayor parte del nitrógeno en el planeta se encuentra en el manto rocoso (rocas ígneas) y no se encuentra de forma disponible para los seres vivos. En la naturaleza existen dos fuentes principales de nitrógeno disponible para las plantas: el nitrógeno atmosférico y el nitrógeno del suelo (Figura 1). El nitrógeno atmosférico es mayor que el existente en el suelo y representa el 78% del aire total existente en el planeta. Este nutrimento se encuentra en la atmósfera principalmente en forma molecular (N_2) y existen cantidades mínimas en forma de: óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) y amoníaco (NH_3). El aire del suelo tiene una composición similar al aire atmosférico, aunque puede presentar mayores cantidades de otras formas gaseosas, como N_2O y NH_3 , debido a actividad microbológica o reacciones químicas propios del suelo (Stevenson, 1982).



La principal reserva de nitrógeno en el suelo es la materia orgánica, ya que del total de éste en el suelo, aproximadamente el 98% se encuentra en forma de compuestos orgánicos y el restante 2% en forma inorgánica. Sin embargo, el N en forma orgánica tampoco se encuentra disponible como tal para la planta, sino que tiene que pasar a formas inorgánicas (nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y nitrito (NO_2^-)). Aun así, las formas orgánicas de nitrógeno funcionan como una reserva de este nutrimento para los ciclos productivos posteriores.

Las formas inorgánicas del N en el suelo son temporales, por lo que sus cantidades son extremadamente variables, pudiendo existir desde cantidades muy bajas (gramos) hasta más de 100 kg/ha. Debido a que éstas formas del N son las que absorbe la planta, estas fuentes de nitrógeno son muy importantes para la nutrición del cultivo y forman parte del nitrógeno disponible en el suelo. La variabilidad de las cantidades de N disponible en el suelo se debe a varios factores relacionados con la pérdida y ganancia de este nutrimento, tales como:

Aportes de nitrógeno en el suelo

- a) N - lluvia.
- b) N - fijación no simbiótica.
- c) N - fijación simbiótica.
- d) N - fertilizantes y abonos orgánicos.
- e) N - mineralización de restos frescos (vegetales y animales).

Los aportes de N por las lluvias son de escasa relevancia en la producción agrícola. En regiones desérticas se estima que las cantidades de N aportadas por este mecanismo son del orden de 5 kg/ha al año, mientras que en zonas de intensa actividad industrial podrían ser hasta de 30 kg/ha al año (Lewis, 1993).

La fijación no simbiótica de N en el suelo puede ser realizada por microorganismos tales como bacterias de vida libre y algas azul-verde. Algunos reportes provienen de regiones de clima tropical, donde en el cultivo de arroz, las algas azul-verde (*Nostoc* y *Anabaena*) pueden fijar hasta 50 kg/ha al año de nitrógeno.

El N proveniente de la fijación simbiótica entre especies de leguminosas y bacterias fijadoras de N es particularmente importante en la producción agropecuaria. Por ejemplo, algunas investigaciones reportan que las pasturas pueden fijar en su segundo año de producción hasta 300 kg/ha de N por año (Mallarino *et al.*, 1990).

Para lograr altos rendimientos y hacer rentable la actividad agropecuaria los cultivos requieren de un buen suministro de N. Actualmente, los fertilizantes de origen químico constituyen una fuente importante de N en muchos sistemas agrícolas. Si el suelo no es capaz de aportar todo el N que demanda el cultivo, es posible suministrar parte de éste como fertilizante, orgánico o químico. El uso de estos materiales puede incrementar con el tiempo, las reservas de nitrógeno en el suelo y conservar para los ciclos productivos posteriores, nitrógeno disponible para el cultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de nitratos disponibles al inicio y finales del ciclo de maíz a diferentes profundidades en un suelo argiudol vértico (Benintende *et al.*, 2008).

Suelo	0-20 cm	20-40 cm
Inicial (mg/kg)	10.6	5.43
Sin aplicación de fertilizante (mg/kg)	21.26	7.67
Con fertilización (mg/kg)	27.25	16.40

La tasa de mineralización de los restos vegetales y animales depende de varios factores como: humedad y su alternancia en el suelo, temperatura, pH del suelo y presencia de micorrizas. La mineralización es muy baja en suelos secos, pero aumenta rápidamente cuando el contenido de agua en el suelo también aumenta. Por ejemplo, Alexander (1980) encontró que la cantidad de N inorgánico acumulada en el suelo aumentó de 15 a 80 ppm de N cuando el contenido de agua del suelo pasó de 10 a 30% en un período de sólo dos semanas.



El principal consumo de nitrógeno en el suelo es la extracción de éste por los cultivos, por ejemplo, la extracción de nitrógeno por maíz, trigo y arroz es diferente y están en función de sus requerimientos internos y rendimiento, de ahí la importancia de conocer las cantidades de nutrimentos que requiere cada uno de ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Requerimientos de nitrógeno en cereales (IPNI, 2001).

Cultivo	Rendimiento obtenido (t grano/ha)	Extracción (kg/ha)
Maíz	9	131
Trigo	5	99
Arroz	6	88

La disponibilidad del nitrógeno en el suelo cambia en función de todos los aportes y pérdidas presentes en el suelo. Estos procesos son variables y actúan de forma localizada en cada sistema de producción, por lo que es necesario analizar el suelo para conocer las cantidades de este nutrimento en forma disponible. Esta información nos permitirá determinar los requerimientos de fertilizante (nutrimentos) para obtener los rendimientos deseados de cada cultivo establecido en cada zona de producción.

Fuentes

- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. AGT EDITOR, S.A. 492 p.
- Benintende, M. C., J. J. de Battista, S. M. Benintende, M. F. Saluzzio, C. Muller y M. A. Sterren. 2008. Estimación del aporte de nitrógeno del suelo para la fertilización racional de cultivos. Ciencia, Docencia y Tecnología No. 37. Año XIX. Argentina.
- International Plant Nutrition Institute (IPNI). 2001. Requerimientos nutricionales de los cultivos. Archivo agronómico No. 3. Investigación INFOPOS Educación. Argentina. 4 p.
- Lewis, O. A. M. 1993. Plants and Nitrogen.. The Institute of Biology's Studies in Biology N° 166.
- Mallarino, A. P., W. F. Wedin, R. S. Goyenola, C. H. Perdomo y C. P. West. 1990. Legume species and proportion effects on symbiotic dinitrogen fixation in legume-grass mixtures. Agron. J. 82: 785- 790.
- Perdomo, C. y M. Barbazán. 2001. Nitrógeno. Cátedra de fertilidad. Área de suelos y aguas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 70 p.