

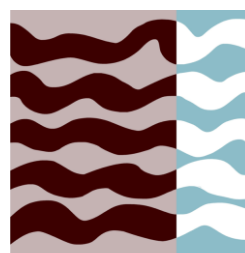
# Bases de la producción vegetal

## Tema 13

El nitrógeno y la fertilización nitrogenada  
Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y  
jardinería

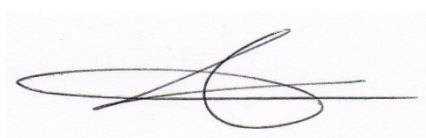


Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**ETSIA**  
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez



### 13.1. El nitrógeno y la fertilización nitrogenada

El nitrógeno existe en la naturaleza en dos estados:

- En estado libre en la atmósfera formando las 4/5 partes de ella (78% en volumen).
- En estado mineral u orgánico.

El paso de nitrógeno atmosférico al suelo puede deberse:

- Fijación abiótica: Arrastre por agua de lluvia y nieve. Aportando en un clima mediterráneo de 10 a 15 kg/ha año.
- Fijación biótica: Actividad debida a numerosos microorganismos y vegetales superiores capaces de fijarlo. Suponiendo 10 kg/ha año.

En suelos cultivados el aporte de nitrógeno es por medio de fertilizantes nitrogenados.

### 13.2. Formas de nitrógeno en el suelo

El nitrógeno aportado de origen biótico y abiótico al suelo se acumula en forma orgánica (95% del nitrógeno del suelo); estas formas no son asimilables, por ello, requieren un proceso de mineralización por el cual el nitrógeno orgánico se transforma a mineral.

Hay dos formas de minerales de nitrógeno y otra en estado gas en el suelo:

- Amoniacal  $\text{NH}_4^+$ : Se encuentra libre en la solución del suelo, forma parte en el complejo arcilloso-húmico, fijado en el interior de determinadas arcillas del suelo, absorbido por la planta o sufre nitrificación.
- Nítrica  $\text{NO}_3^-$ : Se encuentra libre en la solución del suelo utilizada directamente por la planta, lixivia con gran facilidad y puede ser arrastrado hacia capas profundas por el agua de lluvia o riego.
- Gas: Se encuentra como  $\text{N}_2$  de forma libre en mezcla con otros gases formando la atmósfera del suelo; es insignificante la importancia en esta forma para la nutrición de la planta.

### 13.3. Contenido del nitrógeno en el suelo

Es frecuente que el nitrógeno asimilable del suelo resulte insuficiente para las plantas. Es muy interesante conocer la velocidad con la cual el nitrógeno orgánico pasa a ser mineral.

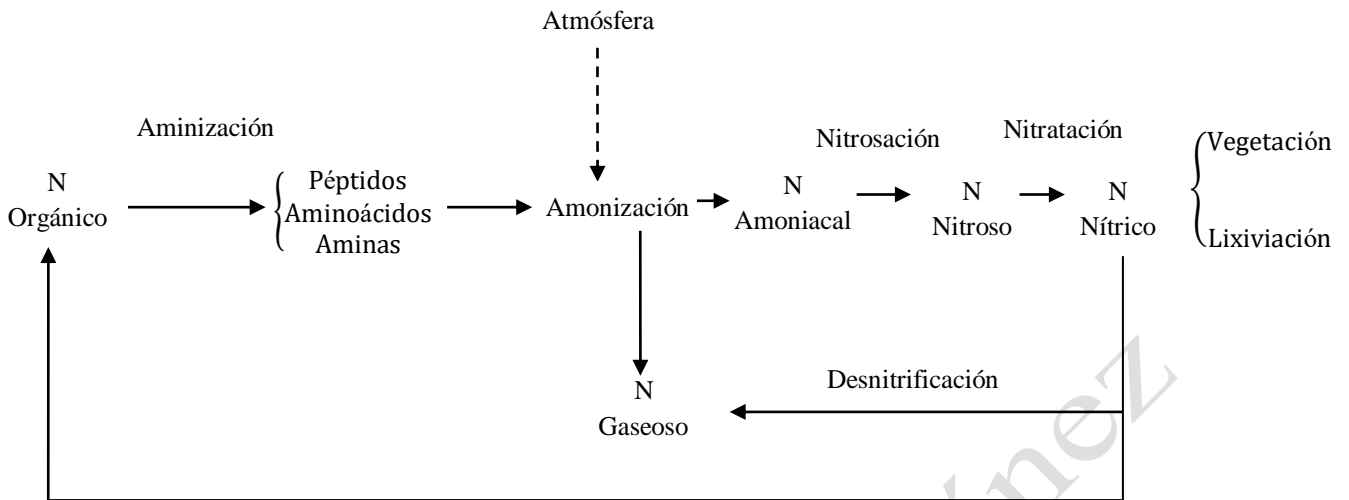
Es mayor la velocidad de mineralización cuanto mayor es el contenido hídrico del suelo, así, los suelos en regadío presentan mayor velocidad de mineralización que los suelos de secano.

### 13.4. Evolución del nitrógeno en el suelo

La mineralización del nitrógeno orgánico se realiza en diferentes etapas:

- Aminización
- Amonización
- Nitrosación: Se oxida el  $\text{NH}_4^+$  para dar óxido nitroso mediante la acción de bacterias llamadas nitrosomas.
- Nitratación: El óxido nitroso pasa a nitrógeno nítrico mediante la acción de bacterias del género nitrobacter.

## Esquema de la mineralización del nitrógeno orgánico



### Condiciones ecológicas que regulan la acción de bacterias en la nitrificación

Género	pH	Temperatura
Nitrosomas	Tolera pH elevados	Aún activas a bajas temperaturas
Nitrobacter	Inhibida a $pH < 5$ $pH > 1$	Inactiva a $t < 5^{\circ}\text{C}$ $t > 40^{\circ}\text{C}$

### 13.5. Balace nitrogenado de los suelos cultivados

**Pérdidas absolutas:** Nitrógeno mineral consumido por la vegetación y malas hierbas; nitrógeno nítrico arrastrado en profundidad por el agua; nitrógeno nítrico reducido (desnitrificación), perdido desde la atmósfera del suelo al aire; nitrógeno orgánico y mineral perdido por erosión eólica y por el agua del suelo.

**Pérdidas de nitrógeno asimilable:** Nitrógeno mineral utilizado por los microorganismos del suelo transformado en nitrógeno orgánico; Nitrógeno mineral absorbido por la vegetación y devuelto en forma orgánica por sus residuos.

**Ganancias absolutas:** Fijación abiótica del nitrógeno atmosférico; fijación biótica de microorganismos y vegetales; ascenso capilar de nitratos junto con el agua; aparte de fertilizantes orgánicos y minerales.

**Ganancias de nitrógeno asimilable:** Nitrógeno mineral procedente de la mineralización de formas orgánicas.

### 13.6. El nitrógeno en la planta

En la asimilación la planta absorbe el nitrógeno del suelo en forma iónica, preferentemente en forma nítrica ( $\text{NO}_3^-$ ) y menos como amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), y éste, es metabolizado mediante su incorporación en aminoácidos. En especies arbóreas reducen la mayor parte de los nitratos en las raíces, concentración en las hojas es bajo ( $<10$  ppm). En especies herbáceas la mayor parte de  $\text{NO}_3^-$  es reducido en las hojas, alta concentración ( $>1000$  ppm). El ión  $\text{NH}_4^+$  es altamente tóxico para las plantas.

### 13.7. Efectos del nitrógeno sobre el crecimiento vegetal

El nitrógeno tiene una alta movilidad, por ello, el desplazamiento hacia los puntos de crecimiento es rápido.

En estados de carencia leve solo es visible en las hojas viejas, en estados de carencia grave el efecto es visible en toda la planta.

La carencia del nitrógeno reduce la formación clorofílica, los órganos verdes aparecen de color amarillo (cloróticos) distinguiéndose claramente en las hojas los nervios sobre el parénquima foliar.

Esta carencia provocaría una reducción del crecimiento con plantas de porte más bajo, reducción del LAI, y peciolos de las hojas y entrenudos más cortos.

La falta de nitrógeno provoca el adelanto de la fase de floración y maduración, el número de flores y frutos es menor. Los frutos son más pequeños, más ácidos y más coloreados.

El análisis foliar de un cultivo permite conocer el estado nutricional de la planta y estimar la posible carencia de un elemento.

### 13.8. Extracciones de nitrógeno

Es necesario su conocimiento para estimar las cantidades de fertilizantes minerales a restituir el suelo.

El suelo, el clima, el agua de riego, técnicas de cultivo que son factores que van a influir en las extracciones. Es importante conocer la extracción periódica en el periodo del estado fenológico de la planta.

Para que la fertilización sea eficaz la planta ha de disponer en cada momento de la cantidad suficiente de nitrógeno para compensar sus necesidades, evitando excesos y deficiencias.

### 13.9. Bases agronómicas de la fertilización nitrogenada

Se definirá la cantidad de nitrógeno a aportar para cada cultivo que constituye la rotación o alternancia previamente determinadas. Se relacionaría el momento más oportuno para realizar los aportes de nitrógeno de acuerdo con la fenología del cultivo; y se seleccionará la forma o tipo de fertilizante más adecuado para ser utilizado en cada caso.

### 13.10. Elección el abonado nitrogenado adecuado

Hay que tener en cuenta:

- Forma del nutriente: En suelos fuertemente ácidos ( $\text{pH} < 5$ ), los nitratos son doblemente efectivos y elevan el pH. En suelos de ácidos a neutros ( $\text{pH} 5-7$ ) ambas formas tienen efecto similar. En suelos de neutros a ligeramente alcalinos ( $\text{pH} 7-7,5$ ), la forma amoniacal resulta más eficaz porque acidifica. En suelos alcalinos ( $\text{pH} > 7,5$ ) no conviene utilizar  $\text{NH}_4^+$  al producirse pérdidas de amoníaco gaseoso.
- Velocidad de acción: Abonados nítricos son de efecto inmediato, abonos de cobertera. Abonos amoniacales son de efecto moderadamente rápido. La urea y la cianamida cálcica son de efecto lento. Los abonos de acción retardada tienen un efecto muy lento y sostenido (también el estiércol).
- Utilización de los efectos residuales, y la existencia de posibles pérdidas.
- Efectos secundarios: Aportación adicional de nutrientes, sulfato amónico (24% azufre, 21% nitrógeno), nitrato de Chile (Sodio y oligoelementos). Modificación del pH del suelo.
- Factores de cultivo y económicos.

### 13.11. Utilización práctica de los abonos nitrogenados

El nitrógeno es el motor principal de la producción vegetal. Deben existir unas condiciones fundamentales para que el nitrógeno alcance su máxima eficacia, dinámica de nutrientes.

El abonado nitrogenado complementa a la aportación natural del nitrógeno del suelo; las plantas jóvenes requieren gran cantidad de nitrógeno.

Cuando se quiere suprimir rápidamente una carencia de nitrógeno se puede aplicar un abonado foliar de efecto inmediato o un abonado de cobertera, el suelo debe encontrarse lo suficiente húmedo.

En el abonado de fondo que se realiza en la siembra o en el trasplante puede realizarse una primera fracción o toda la cantidad de abono. Una primera fracción abastecerá a la planta en la primera época de

su crecimiento, es conveniente utilizar una forma lenta y rápida, de efecto inmediato y efecto retardado (nitrato y cianamida cálcica), y una aportación total, es decir, suministro de nutriente hasta la cosecha.

El abonado complementario se realiza tras el de fondo. Son adecuados el abono foliar con urea o con una solución nitrogenada, abonado de cobertera (nitratos, nitrato amónico, cálcico... etc.).

El momento óptimo para realizar el abonado se presenta en la época de crecimiento vegetativo máximo y en la formación de proteínas en órganos de reserva (semillas). También en cultivos hidropónicos donde el suministro es diario, es necesaria la acumulación para que las plantas extraigan lo que necesitan.

La cantidad óptima de nitrógeno que han de aportar los abonos se obtiene de la diferencia entre las cantidades de nitrógeno que existe en el suelo y lo que necesitan las plantas. Sólo tiene sentido suministrar una gran cantidad de nitrógeno cuando se asegura el correspondiente suministro del resto de nutrientes.

El efecto acidificante del suelo en época de crecimiento activo, los abonos acidificantes movilizan algunos elementos. Si se desea la acidificación, eliminación de ganancia de oligoelementos, el abono de cobertera se realiza con nitrato amónico o urea. Si se desea algo más básico se utiliza el nitrato cálcico.

### 13.12. Abonos nitrogenados

- **Orgánicos:**
  - Estiércoles: Se libera el 50% el 1<sup>er</sup> año, 25% el 2<sup>o</sup> y el 15% el 3<sup>o</sup> del nitrógeno mineral.
  - Purín: Son estiércoles líquidos, su composición es rica en fósforo, potasio y nitrógeno, este se debe enterrar para evitar pérdidas de amoníaco por volatilización.
  - Residuo de cosechas: Puede ser el aporte positivo o negativo.
- **Minerales:**
  - Urea: Forma parte del grupo de las amidas; forma granulada para abono de fondo o cobertera, cristalina para cobertera; es la unidad fertilizante más barata.
  - Sulfato amónico: Compuesto 100% amoniacal, acidifica el suelo y aporta azufre.
  - Nitrosulfato amónico: Mayor composición amoniacal que nítrica, acidifica el suelo.
  - Nitrato amónico: Mitad nítrico, mitad amoniacal, aporta Microelementos.
  - Soluciones nitrogenadas: Solución en agua de urea y nitrato amónico, 50-25-25, nitrato, amoniacal, urea, líquido de cobertera.
  - Nitrato cálcico: 100% nitrato con aporte de calcio
  - Nitrato magnésico: Nitrato amoniacal y nitrato con aporte magnésico.