

# DETERMINACIÓN RÁPIDA DEL NITRATO EN SUELOS AGRICOLAS Y EN AGUAS

---

**C. Ramos, J. Sepúlveda, F. Berbegall y P. Romero**

***Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias  
Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible***

***ramos\_carmon@gva.es***

# Indice

---

- Justificación
- Ideas básicas
- Descripción del método
- Resultados
- Precauciones
- Costes
- Conclusiones

# La necesidad de un método de análisis de nitrato rápido, sencillo y económico

- La mejora del abonado nitrogenado permite ahorrar costes de abonado y reducir la contaminación de las aguas por nitrato
- Un paso importante para un mejor abonado nitrogenado es la medida del contenido de nitrato en el suelo al inicio del cultivo
- Sin embargo, a la mayoría de los agricultores el análisis de nitrato en el suelo no les compensa económicamente
- El método que se propone podría resolver este problema porque es:
  - sencillo
  - rápido
  - económico
  - tiene una exactitud suficiente

# Ideas básicas (1)

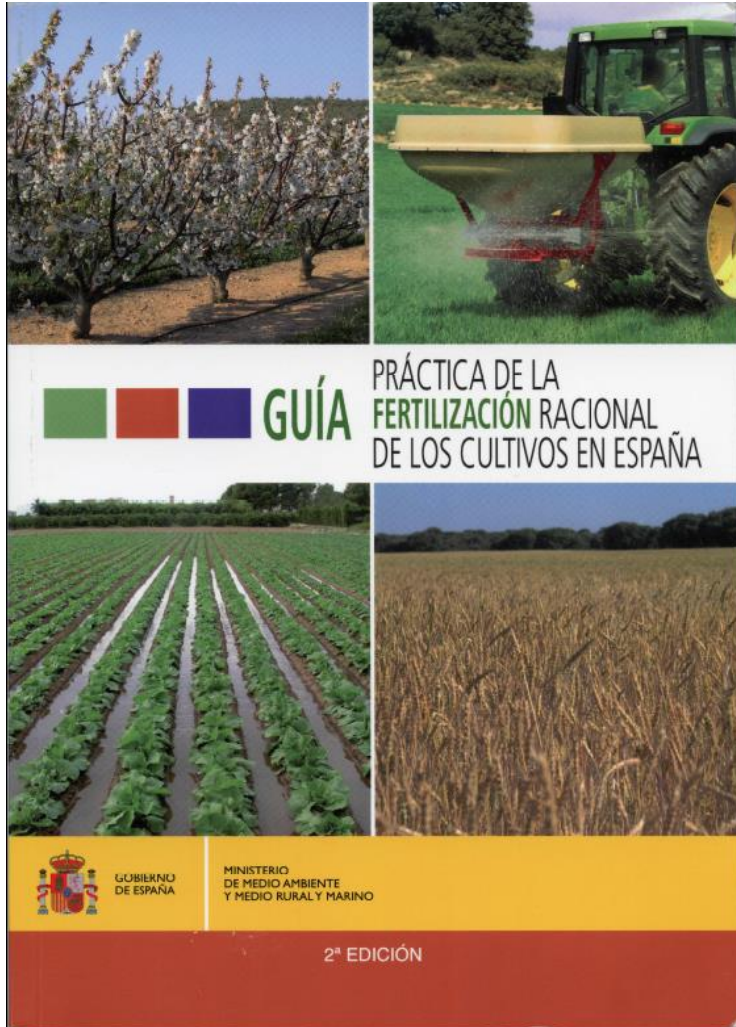
- El nitrógeno asimilable por las plantas en el suelo está en forma de nitrato y de amonio.
- En la mayoría de los casos el contenido de nitrato en el suelo es mucho mayor que el de amonio
- Hay que distinguir entre **nitrato** y **nitrógeno**:
  - El nitrato es:  $\text{NO}_3^-$  (es decir, además de N tiene oxígeno).
  - El 22,6 % del nitrato es nitrógeno
- **Nitrógeno nítrico**: nitrógeno en forma de nitrato
- **Nitrógeno amoniacal**: nitrógeno en forma de amonio
- **Nitrógeno mineral**: suma del N nítrico y el N amoniacal

(el nitrito también forma parte del N mineral pero, como suele haber muy poco en el suelo, se suele ignorar)

# Ideas básicas (2)

- **Los cultivos tienen unos requerimientos de nitrógeno que varían con el cultivo y con la producción**
- **Las necesidades de N de los diferentes cultivos hortícolas para producciones “típicas” se pueden obtener de la publicación:**

**“Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España” (2010)**



<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/publicaciones-fertilizantes.aspx>

# Necesidades de N de los cultivos hortícolas

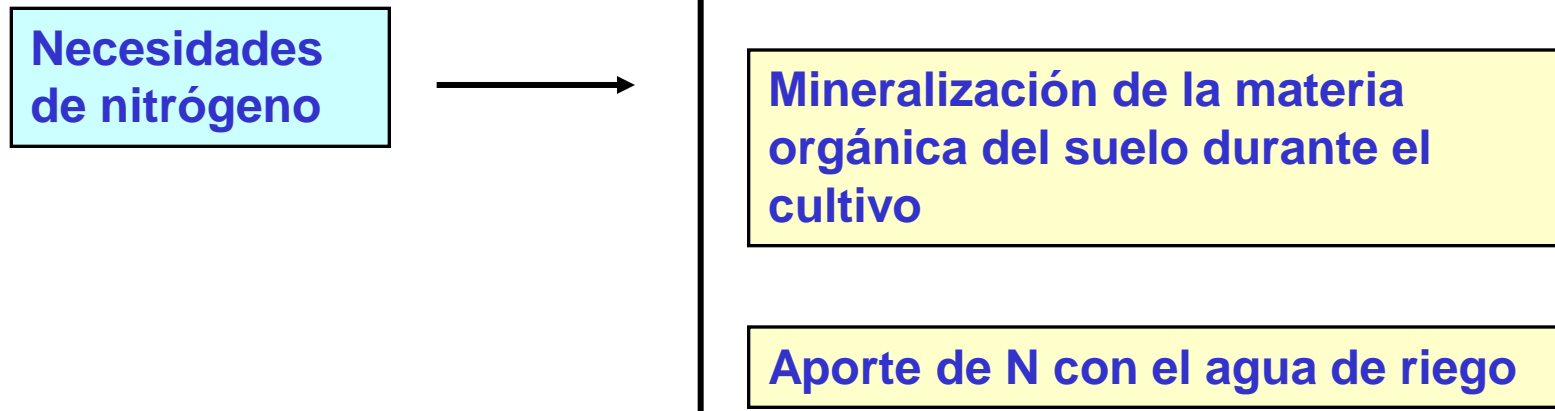
Tabla 23.4. Necesidades aproximadas de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos <sup>(1)</sup>

Cultivo	Producción (t/ha)	Necesidades de N (kg/ha)	Necesidades de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	Necesidades de K <sub>2</sub> O (kg/ha)
<b>Al aire libre</b>				
Alcachofa	15-20	250-290	60-90	300-380
Apio	60-80	280-320	100-130	380-600
Berenjena	50-70	290-330	90-120	320-400
Brócoli	15-20	280-320	80-100	370-450
Calabacín	25-35	100-120	30-40	110-160
Cebolla	60-70	170-190	60-100	200-250
Col	35-45	230-250	65-75	290-320
Col china	60-70	220-260	70-90	230-360
Coliflor	25-35	260-300	70-90	300-360
Espinaca	25-30	140-160	40-50	180-220
Guisante	3-5	80-130	40-60	90-140
Judía verdes	12-16	80-120	40-60	130-160
Lechuga	30-40	120-140	30-50	180-230
Melón	30-40	140-160	50-60	250-330
Pepino	25-35	100-120	40-50	120-160
Pimiento	50-60	220-280	80-100	300-340
Puerro	35-45	150-190	45-60	130-200
Rábano	25-30	80-100	30-40	90-110
Sandía	55-65	140-170	60-70	180-220
Tomate	55-65	200-240	65-90	300-330
Zanahoria	60-70	170-210	70-85	300-450
<b>En invernadero <sup>(2)</sup></b>				
Berenjena	65-75	370-390	120-150	400-480
Calabacín	50-60	200-250	60-80	220-300
Judía verdes	13-17	90-130	50-70	140-160
Melón	50-65	220-260	80-100	370-400
Pepino	75-85	220-280	130-150	260-320
Pimiento	55-65	270-290	90-120	350-400
Sandía	55-65	140-170	60-70	180-220
Tomate	100-120	380-410	160-180	600-700

(1) En el texto se explica como utilizar estos datos para determinar las necesidades de abonado específicas de un cultivo. En el caso del riego localizado, los valores indicados para el N deben reducirse un 15% si se considera la misma producción.

(2) Con riego localizado (elaborado a partir de Reche (2008), Cabello y Cabrera (2003) y datos facilitados por M.L. Segura (IFAPA, Almería)).

# ¿Cómo se pueden cubrir las necesidades de N de un cultivo?





# Necesidades de abonado

Necesidades  $N_{\text{abonado}} =$

Necesidades N del cultivo -  $N_{\text{min suelo}}$  -  $N_{\text{mineralización}}$  -  $N_{\text{agua riego}}$

- En los cultivos hortícolas, el N mineral del suelo (fundamentalmente el nitrato) es uno de los términos más importantes

# Descripción del muestreo y análisis de nitrato en el suelo

# Fases del procedimiento

- Muestreo de suelo
- Análisis de nitrato
- Cálculos
- Resultado:

**kg N nítrico/ha en la capa de suelo de 0 – 60 cm**

# Muestreo de suelo

- Toma de muestras con barrenas en 10 – 15 puntos
- En cada punto se muestrea la capas de 0 – 30 cm y 30 – 60 cm
- Mezclar las muestras de la misma profundidad
- Guardar las muestras en bolsas de plástico
- **No se debe emplear la azada para muestrear el suelo, ya que la proporción de suelo que se toma de cada profundidad varía**

# Algunos tipos de barrenas



# Equipo básico de muestreo



# Determinación de la humedad del suelo

- **La humedad del suelo es un dato necesario para los cálculos posteriores al análisis**
  - **Se pesan unos 50 – 60 g de suelo en un recipiente apto para el microondas. Si hay trozos mayores de 1 cm se trocean para facilitar el secado.**
  - **Se introduce el suelo en el microondas y se calienta 5 min a la máxima potencia (aprox. 900 W).**
  - **Se saca la muestra seca y cuando se haya enfriado se vuelve a pesar y se determina la humedad:**

$$\text{Humedad} = (\text{g agua}) / (\text{g suelo seco})$$

# Determinación de la humedad del suelo

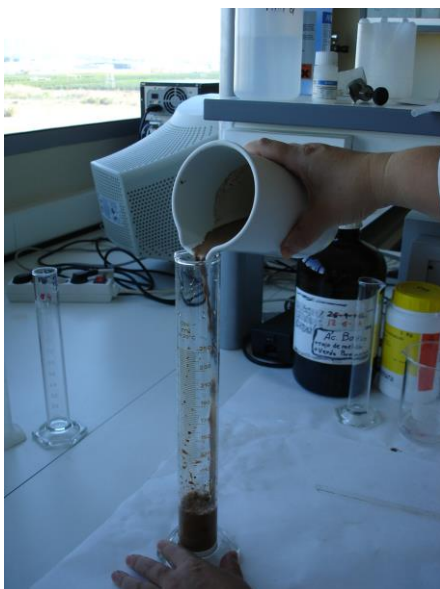




# Preparación del extracto acuoso

- Se pesan 100 – 120 g de la muestra de suelo fresco
- Se añaden a un vaso de una batidora
- Se añade 230 ml de agua del grifo (o embotellada)
- Se homogeneiza la mezcla con la batidora durante 1 minuto
- Se trasvasa a una probeta de 250 ml
- Se deja sedimentar durante unos 30 -45 minutos

# Preparación del extracto acuoso



# Análisis de nitrato en el extracto de suelo

- **Se determina la concentración de nitrato en el sobrenadante empleando tiras indicadoras**
- **Se determina la concentración de nitrato en dos soluciones patrón de concentración conocida (25 y 50 mg/l)**
- **Se determina la concentración de nitrato en el agua de grifo empleada como extractante**

# Análisis de nitrato en el extracto de suelo



Equipo RQFlex 10

# Cálculos (1)

## Ejemplo de cálculo del contenido de nitrógeno nítrico en un suelo

Las celdas amarillas indican valores medidos

Las celdas azules indican valores calculados

En este ejemplo suponemos que el extractante empleado es agua del grifo con una concentración de nitrato de 10.5 mg/l

Muestra de suelo de capa 0 - 30 cm

### Determinación de la humedad de la muestra de suelo

Peso recipiente de secado (g)	120.3
Peso recipiente + suelo fresco (g)	175.8
Peso recipiente + suelo seco (g)	167.7
Humedad suelo (g agua/g suelo seco)	0.171

### Cálculo del volumen total de agua en el extracto de suelo

Peso de suelo fresco empleado	145.8
Agua añadida al suelo (ml)	200
Agua total en el extracto (ml)	221.3

# Cálculos (2)

## Cálculo de la concentración de nitrato en el extracto

Concentración de la solución patrón de nitrato 1 (mg/l)	25
Lectura de la solución patrón de nitrato 1 (mg/l)	23

Concentración de la solución patrón de nitrato 2 (mg/l)	50
Lectura de la solución patrón de nitrato 2 (mg/l)	47

Lectura 1 de la muestra	21
Lectura 2 de la muestra	24
valor medio lecturas	22.5

Concentración de nitrato en el extracto (mg/l)	24.5
Concentración de nitrato en la solución extractante (mg/l)	10.5

mg de nitrato aportados por la muestra de suelo	3.3
---	-----

Concentración de nitrato en el suelo (mg/kg suelo seco)	27
---	----

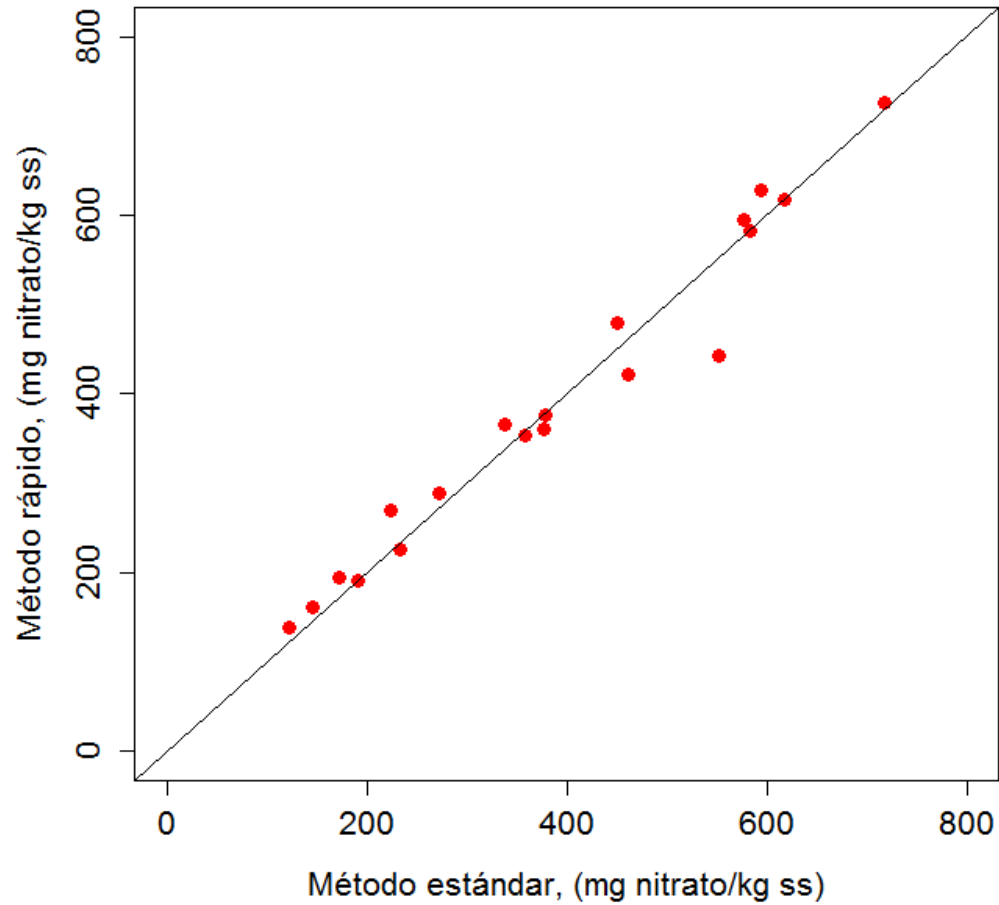
Concentración de nitrógeno nítrico en el suelo (mg N/kg suelo seco)	6.0
---	-----

Contenido de nitrógeno nítrico en el suelo (kg N/ha)	24
--	----

# Cálculos

- Estos cálculos se repiten para la capa de 30 – 60 cm
- El contenido de N nítrico en la capa de 0 – 60 cm es la suma de los dos valores (0 – 30 cm y 30 – 60 cm)

# Comparación del método rápido con un método estándar





# Precauciones a tener en cuenta (1)

- **Este método de análisis presenta problemas en suelos pedregosos**
- **En la partes de suelo que se emplean para determinar la humedad y para preparar el extracto acuoso conviene eliminar cualquier piedrecilla que se vea a simple vista**
- **En algunos suelos arcillosos el tiempo que hay que esperar para que haya una capa de líquido sobrenadante suficiente para tomar una pequeña muestra puede ser de 1 hora o más.**
- **Si el agua empleada como extractante tiene poco calcio la sedimentación del extracto es más lenta**
- **Las soluciones patrón de nitrato así como el tubo con tiras indicadoras de nitrato hay que guardarlas en el frigorífico**

# Precauciones a tener en cuenta (2)

- **Al medir las soluciones patrón de nitrato la temperatura de las mismas debe ser similar a la del agua que se emplea como extractante, ya que la temperatura afecta algo al desarrollo del color de las tiras indicadoras**
- **Si la concentración de nitrato del agua empleada para preparar el extracto es alta y el suelo tiene poco nitrato, el error de la determinación puede ser elevado**
- **En algunos suelos arcillosos el tiempo que hay que esperar para que haya una capa de líquido sobrenadante suficiente para medir con la tira indicadora puede ser de 1 hora o algo más.**

# Cálculo del nitrógeno nítrico que se aporta en un riego:

- Para calcular el nitrógeno nítrico que se aporta en un riego:
  - Volumen de riego: **X** m<sup>3</sup>/ha
  - Concentración de nitrato en agua: **Y** mg/l

$$\text{Kg N/ha aportados} = 0,226 \cdot 0,001 \cdot X \cdot Y$$

- Ejemplo:

- Un riego de 600 m<sup>3</sup>/ha con un agua que tiene una concentración de nitrato de 70 mg/l aporta al suelo:

$$0,226 \cdot 0,001 \cdot 600 \cdot 70 = 9,5 \text{ kg N/ha}$$

# Coste de los equipos (sept. 2014)

- Reflectómetro portátil RQFlex 10.....1200 €
  - Tubo 50 tiras indicadoras para nitrato.....52 €
  - **Suministrador: VWR International Eurolab, S.L. España**
- 
- Barrena suelo (hasta 30 cm)..... 395 €
  - Barrena suelo (hasta 60 cm)..... 395 €
  - Maza para barrena..... 200 €
  - **Suministrador: varios (Eijkelkamp, Analab, etc.)**

# Coste de los equipos (sept. 2014)

- **Balanza (hasta 400 g, reproducibilidad 0,1 g)....225 €**
- **Suministrador: varios (Levantina de Laboratorios, etc.)**
  
- **Solución patrón nitrato (500 ml 1000 mg/l).....60 €**
- **Suministrador: varios (IZASA, etc)**

# CONCLUSIONES

---

- **El método de análisis de nitrato en suelos y aguas descrito es rápido, sencillo, económico y sus resultados no difieren significativamente de un método estándar de laboratorio**
- **Este método podría ser incorporado dentro del servicio de asistencia técnica a los agricultores en las Cooperativas Agrícolas en zonas de cultivos hortícolas**

# Información adicional

---

- Esta presentación y material auxiliar como la hoja de cálculo mencionada y un video mostrando todo el proceso descrita estarán disponibles en la página web del IVIA:

[www.ivia.gva.es](http://www.ivia.gva.es)

✓ en el apartado: **Campus IVIA**

## Gracias por su atención

---

<http://www.ivia.gva.es>  
[ramos\\_carmon@gva.es](mailto:ramos_carmon@gva.es)



**Stand IVIA**, 1 de octubre de 2014