

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

C. Ramos

J. Sepúlveda

F. Berbegall

P. Romero

INDICE GENERAL

1. La necesidad de un método de análisis de nitrato rápido, sencillo y económico.....	1
2. Ideas básicas.....	1
2.1. Ideas básicas 1.....	1
2.2. Ideas básicas 2.....	2
3. Necesidades de N de los cultivos hortícolas.....	2
4. ¿Cómo se pueden cubrir las necesidades de N de un cultivo?.....	3
5. Necesidades de abonado.....	3
6. Descripción del muestreo y análisis de nitrato en el suelo.....	4
6.1. Fases del procedimiento.....	4
6.2. Muestreo de suelo.....	4
6.3. Algunos tipos de barrenas.....	5
6.4. Equipo básico de muestreo.....	5
6.5. Determinación de la humedad del suelo.....	6
6.6. Preparación del extracto acuoso.....	7
6.7. Análisis de nitrato en el extracto de suelo.....	8
6.8. Cálculos 1.....	9
6.9. Cálculos 2.....	9
6.10. Cálculos.....	10
6.11. Comparación del método rápido con un método estándar.....	10
6.12. Precauciones a tener en cuenta 1.....	11
6.13. Precauciones a tener en cuenta 2.....	11
6.14. Cálculo del nitrógeno nítrico que se aporta en un riego.....	11
7. Costes.....	12
7.1. Coste aproximado de los equipos (Febrero 2017)	12
8. Conclusiones.....	12

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

1. 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

2. IDEAS BÁSICAS

2.1. 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: 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 puede ignorar)

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

2.2. 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)

(hay una 2ª edición de 2011, con pequeños cambios)



- La 1ª edición está disponible en:

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

- El capítulo de “Cultivos hortícolas” es el 23 (está en el pdf: Parte II)

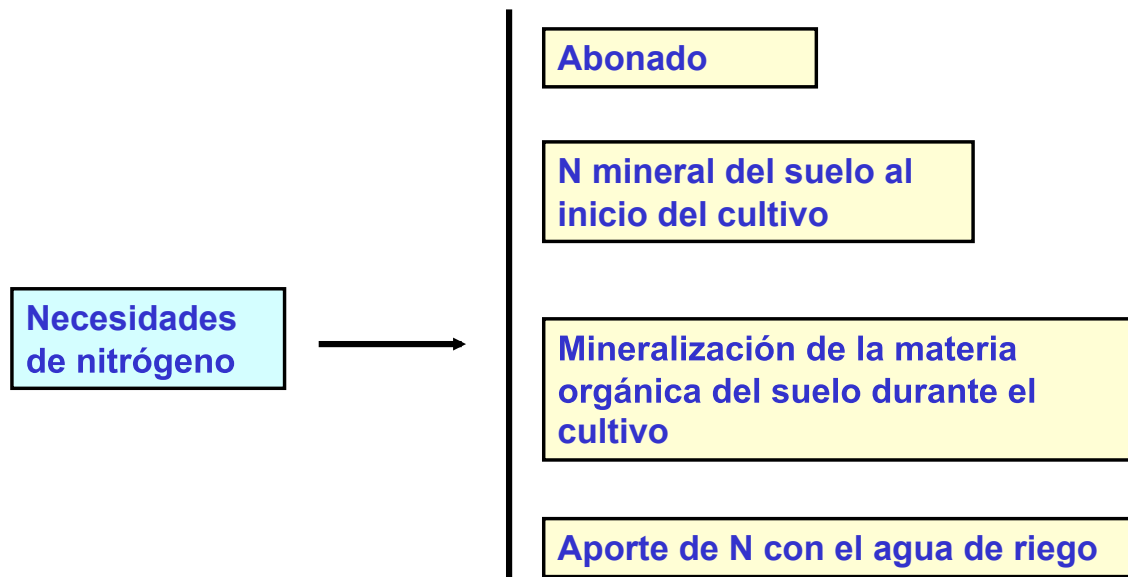
3. NECESIDADES DE N DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS

Cultivo	Producción (t/ha)	Necesidades de N (kg/ha)
Al aire libre		
Alcachofa	15-20	250-290
Apio	60-80	280-320
Berenjena	50-70	290-330
Brócoli	15-20	280-320
Calabacín	20-30	100-120
Cebolla	60-70	170-190
Col	45-55	230-250
Col china	60-70	220-260
Coliflor	25-35	260-300
Espinaca	22-28	140-160
Guisante	3-5	80-130
Judías verdes	12-16	80-120
Lechuga	30-40	120-140
Melón	30-40	140-160
Pepino	25-35	100-120
Pimiento	55-65	220-280
Puerro	25-35	150-190
Rábano	22-28	80-100
Sandía	45-55	140-170
Tomate	55-65	200-240
Zanahoria	60-70	170-210
En invernadero		
Berenjena	65-75	370-390
Calabacín	50-60	200-250
Judías verdes	13-17	90-130
Melón	50-65	220-260
Pepino	75-85	220-280
Pimiento	55-65	270-290
Sandía	55-65	140-170
Tomate	100-120	380-410

- Necesidades aproximadas de N de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos (1)

• (1) Tomado de: Ramos C. y Pomares F. 2011. Abonado de los cultivos hortícolas. En Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España (2ª Edición). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Madrid. págs.: 205-218.

4. ¿CÓMO SE PUEDEN CUBRIR LAS NECESIDADES DE N DE UN CULTIVO?



5. NECESIDADES DE ABONADO

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

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

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

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

6. DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO Y ANÁLISIS DE NITRATO EN EL SUELO

6.1. Fases del procedimiento

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

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

6.2. Muestreo de suelo

- Toma de muestras con barrenas en 10 – 15 puntos
- En cada punto se muestrean las 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

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

6.3. Algunos tipos de barrenas



6.4. Equipo básico de muestreo



DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

6.5. 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 RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

6.6. Preparación del extracto acuoso

- Se pesan 130 – 150 g de la muestra de suelo fresco (sin secar)
- Se añaden a un vaso de una batidora
- Se añaden 200 ml de agua del grifo (o embotellada)
- Se homogeneiza la mezcla con la batidora durante 1 minuto
- Se trasvasa a una probeta de de 250 ml (no hay que enrasar)
- Se deja sedimentar durante unos 30 - 45 minutos



DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

6.7. 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



6.8. 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

6.9. Cálculos 2

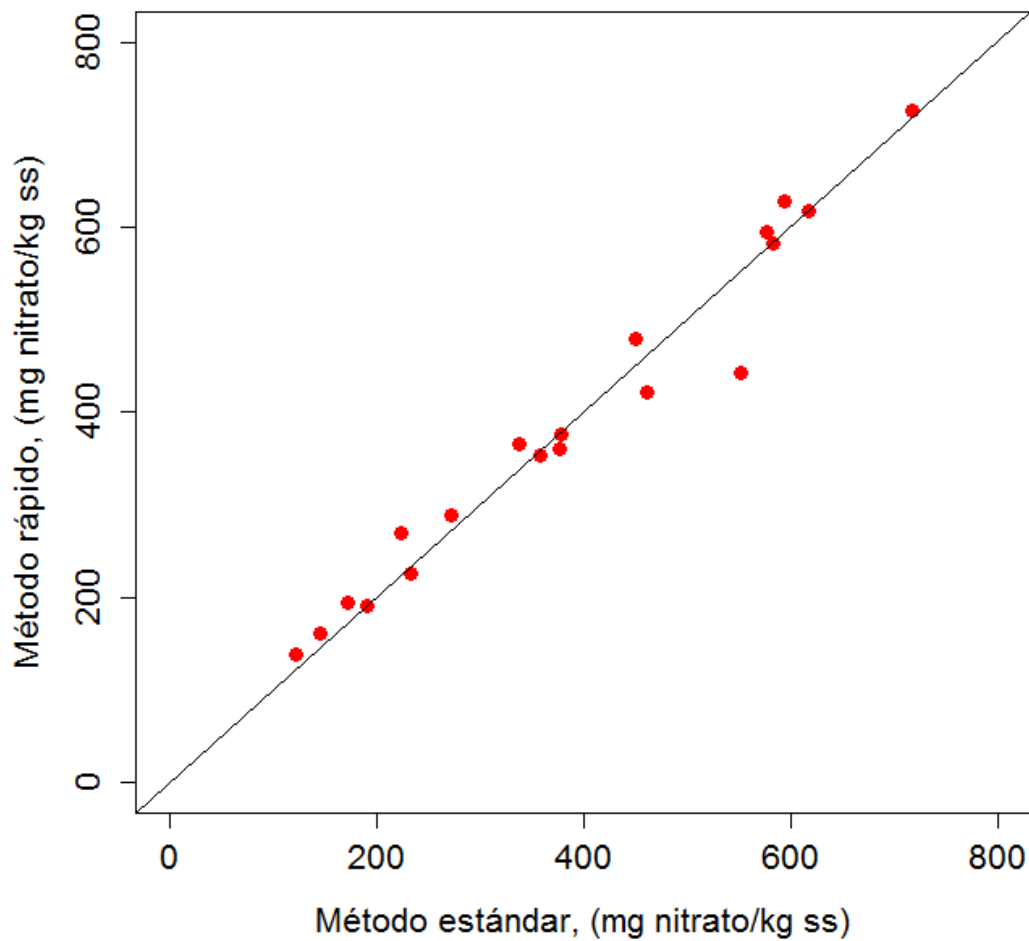
Cálculo de la concentración de nitrato en el extracto

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

6.10. 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)
- Para facilitar los cálculos, en un archivo Excel adjunto están todas las fórmulas empleadas

6.11. Comparación del método rápido con un método estándar



6.12. Precauciones a tener en cuenta 1

- Este método de análisis presenta problemas en suelos pedregosos (por la dificultad de muestrear el suelo y determinar el volumen de suelo en la capa de 0-60 cm)
- 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

6.13. 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

6.14. 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 m³/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 m³/ha con un agua que tiene una concentración de nitrato de 70 mg/l aporta al suelo:

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

DETERMINACIÓN RÁPIDA DE NITRATO EN SUELOS AGRÍCOLAS Y EN AGUAS

7. COSTES

7.1. Coste aproximado de los equipos (Febrero 2017)

– Reflectómetro portátil.....	1300 €
– Tubo 50 tiras indicadoras para nitrato.....	70 €

– Barrena suelo (hasta 30 cm).....	600 €
– Barrena suelo (hasta 60 cm).....	600 €
– Maza para barrena.....	200 €

– Balanza (hasta 400 g, reproducibilidad 0,1 g).....	275 €

– Solución patrón nitrato (500 ml 1000 mg/l).....	70 €

8. 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.