

Optimización de la fertilización nitrogenada en el cultivo de la alcachofa

Elche, 28/2/2018

José Miguel de Paz
Investigador del Centro de Desarrollo de la Agricultura Sostenible
E-mail: depaz_jos@gva.es
<http://www.ivia.gva.es/centro-de-desarrollo-de-agricultura-sostenible>

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

1

INDICE

- ❑ Cuál es el problema?
 - Medioambiental: Niveles de nitrato en aguas subterráneas y superficiales, emisión de GEI.
 - Legislación.
- ❑ El abonado racional
 - Por qué es importante?
 - Cálculo de las necesidades de N
 - Cálculo de la dosis de fertilización
- ❑ Ejemplo de abonado
 - Alcachofa

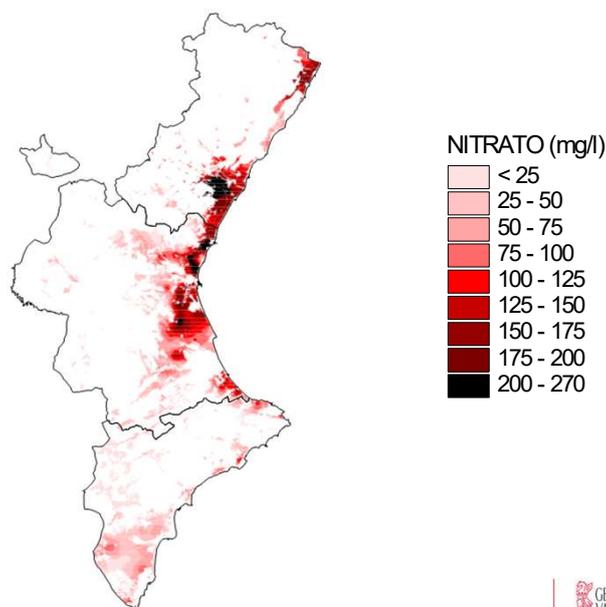
2

EL NITRÓGENO: Cuál es el problema?

- ❑ El nitrógeno es un macronutriente clave en la producción agraria.
- ❑ El nitrato es un ion muy móvil y soluble, capaz de perderse fácilmente hacia aguas subterráneas o superficiales.
- ❑ El N_2O es un GEI con un potencial de calentamiento 300 veces superior al CO_2 .
- ❑ El agua potable no puede tener un nivel de nitrato por encima de los 50 mg/l.
- ❑ El consumo de nitrato puede producir metahemoglobinemia en recién nacidos y embarazadas, y cáncer de estómago?.

3

NIVELES DE NITRATO EN AGUAS SUBTERRANEAS CV



4

LEGISLACION

5

LEGISLACION

**Directiva Marco
del agua
(2000/60/CE)**

**Directiva protección de las aguas
por nitratos utilizados en la
agricultura
(CEE 676/91, 19/12/91)**



LEGISLACIÓN ESPAÑOLA

(RD 261/96, BOE 16/2/1996)



- Determinación zonas vulnerables.
- Código de buenas prácticas agrarias.
- Programa de actuación.

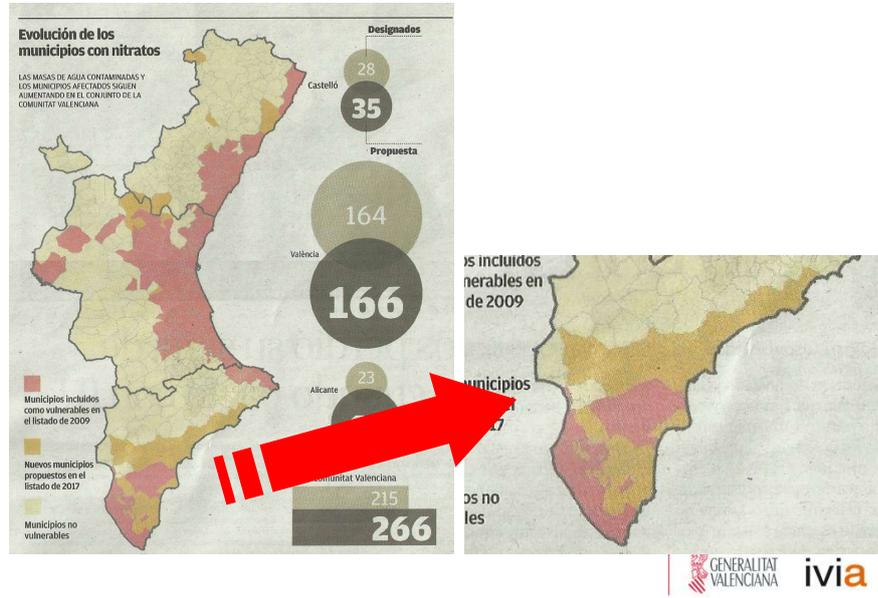
REGULACIONES REGIONALES

(DOGV: 31/01/2000, 10/04/2000, 29/12/2008, 10/12/2009,
10/3/2010, 23/2/2010, **2018?**)

6

DECLARACION ZONAS VULNERABLES NITRATOS COM. VAL.

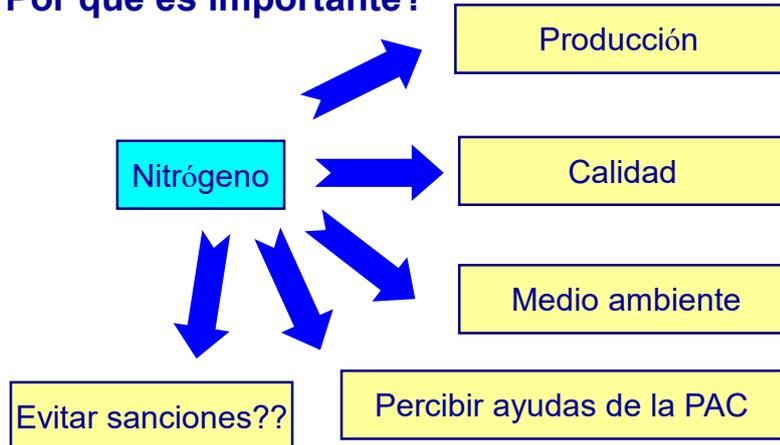
(DOGV: 1/3/2000, 3/2/2004, 10/12/2009, **2018?**)



7

El abonado racional

Por qué es importante?



➤ Para abonar de forma racional es necesario emplear un buen sistema de recomendación de abonado.

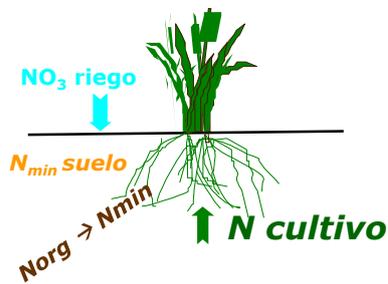
8

CALCULO DE LA DOSIS DE ABONADO NITROGENADO

$$N \text{ Abonado} = N \text{ cultivo} - \text{aportes N}$$

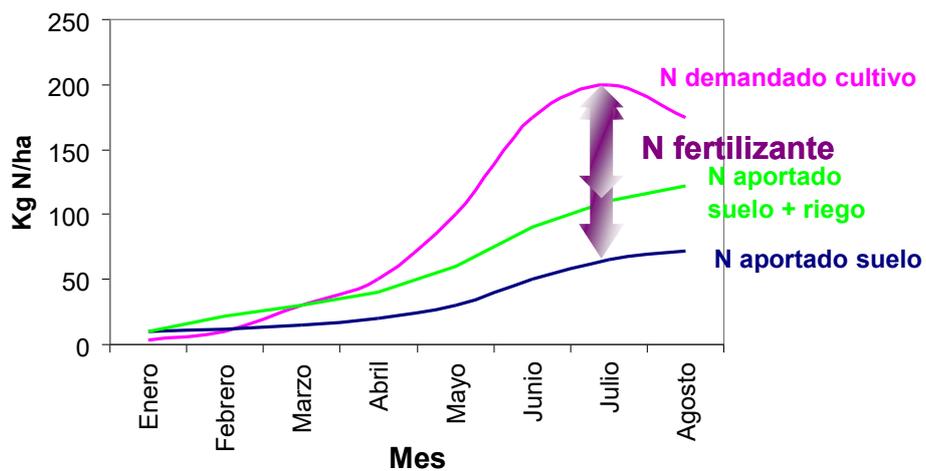
Aportes de N

- N agua de riego
- N mineralizado suelo
- N mineral en suelo al inicio cultivo



9

CALCULO DE LAS NECESIDADES DE ABONADO NITROGENADO



Adaptado de: Prosdocimi Giorgio, RUENA 2009

10

PROYECTO EUROPEO FERTINNOWA



FERTINNOWA

FERTINNOWA

Transfer of **INNO**vative techniques for sustainable
Water use in **FERT**igated crops

Transferencia de técnicas innovadoras para
el manejo sostenible del agua y la
fertirrigación en los cultivos



Horizon 2020



11

Consorcio de FERTINNOWA

- 23 participantes + 1 participante asociado
 - 9 Países europeos (BE, NL, DE, PL, SI, FR, IT, ES, UK) y South-Africa



EUFRAS EUROPEAN FORUM FOR AGRICULTURAL AND RURAL ADVISORY SERVICES



Horizon 2020



12

Objetivos

Recopilar, intercambiar, realizar demostraciones y transferir soluciones innovadoras sobre el manejo de la fertirrigación para:

- Mejorar la calidad del agua
- Mejorar la eficiencia del riego
- **Reducir el impacto ambiental**

<http://www.fertinnova.com/?lang=es>



13

MÉTODOS DE RECOMENDACIÓN DE ABONADOS NITROGENADOS

1. A OJÍMETRO
2. RECOMENDACIONES DEL VENDEDOR DE FERTILIZANTES-> Dosis fijas.
3. RECOMENDACIONES DEL TÉCNICO DE LA COOPERATIVA O CODIGO BUENAS PRACTICAS AGRARIAS-> Dosis fijas
4. MEDIDAS MÁS CIENTÍFICAS
 - Basadas en análisis de suelo
 - Basadas en análisis de plantas
 - Análisis foliar
 - Análisis de savia
 - Lectores ópticos
 - Teledetección
 - Basadas en modelos de simulacion-DSS

Bibliografía: Sistemas de recomendación de abonado. I Jornadas del grupo de fertilización de la SECH, 2005.



14

METODOS BASADOS EN MEDIDA EN SUELO

Sistema “Nmin” de recomendación de abonado

Se basa en la determinación del N mineral del suelo al inicio del crecimiento del cultivo

$$\text{Nrec} = \text{N cultivo} - \text{Nmin}$$

Nrec: Dosis óptima de nitrógeno mineral.

Ncultivo: Necesidades de nitrógeno por el cultivo (“target”) que se determina experimentalmente.

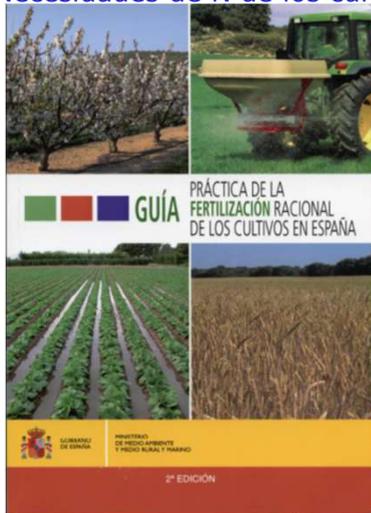
Nmin: N mineral del suelo a una profundidad radicular máxima (60 o 90 cm) al comienzo del cultivo.



15

METODOS BASADOS EN MEDIDA EN SUELO Nmin

Necesidades de N de los cultivos hortícolas (A)



Necesidades aproximadas de N, P₂O₅ y K₂O de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos ⁽¹⁾

Producción (t/ha)	Necesidades de N (kg/ha)	Necesidades de P ₂ O ₅ (kg/ha)	Necesidades de K ₂ O (kg/ha)
15-20	250-290	60-90	300-380
60-80	280-320	100-130	380-600
50-70	290-330	90-120	320-400
15-20	280-320	80-100	370-450
25-35	100-120	30-40	110-160
60-70	170-190	60-100	200-250
35-45	230-250	65-75	290-320
60-70	220-260	70-90	230-360
25-35	260-300	70-90	300-360
25-30	140-160	40-50	180-220
3-5	80-130	40-60	90-140
12-16	80-120	40-60	130-160
30-40	120-140	30-50	180-230
30-40	140-160	50-60	250-330
25-35	100-120	40-50	120-160
50-60	220-280	80-100	300-340
35-45	150-190	45-60	130-200
25-30	80-100	30-40	90-110
55-65	140-170	60-70	180-220
55-65	200-240	65-90	300-330
60-70	170-210	70-85	300-450
65-75	370-390	120-150	400-480
50-60	200-250	60-80	220-300
13-17	90-130	50-70	140-160
50-65	220-260	80-100	370-400
75-85	220-280	130-150	260-320
55-65	270-290	90-120	350-400
55-65	140-170	60-70	180-220
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)).

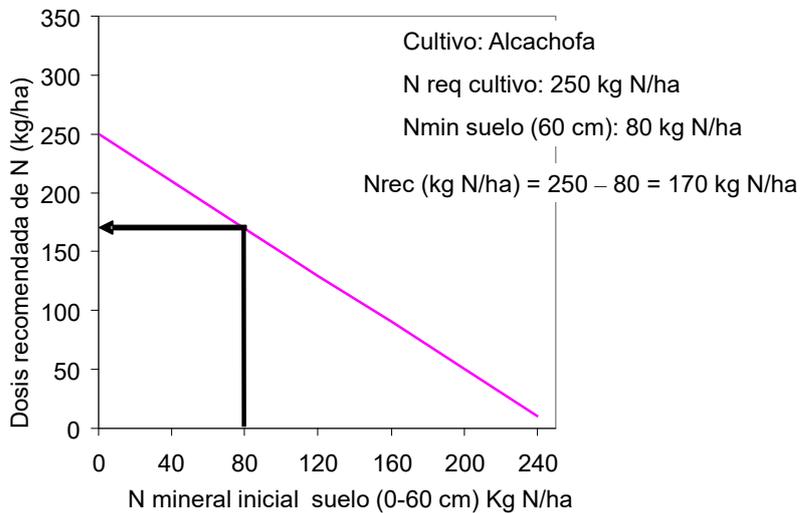
<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/publicaciones-fertilizantes.aspx>



16

METODOS BASADOS EN MEDIDA EN SUELO: Nmin

El método Nmin: Cálculos



Neteeson, 1995



17

METODOS BASADOS EN MEDIDA EN SUELO: Nmin, Procedimiento

1.- Toma muestra suelo 0-60 cm



2.- Preprocesado muestra laboratorio



3.- Análisis de nitrato en el extracto de suelo con RQFlex



Equipo RQFlex 10



18

METODOS BASADOS EN MEDIDA EN SUELO: Nmin

COSTE DEL MATERIAL

□ BARRENA:	600 €
□ EQUIPO RQFLEX:	1300€
□ MATERIAL LABORATORIO:	80€
□ 100 TIRAS REFLECTOMETRICAS:	144 €



TOTAL: 2124€



19

EJEMPLO: COMPARACION FERTILIZACIONES EN CULTIVO DE ALCACHOFA

- Cultivo: Alcachofa
- Abonado por fertirrigación:
 - N-20 (ENTEC)
- Riego por goteo, dosis de riego: 650 l/m²
- Materia orgánica del suelo: 2.7 %
- Suelo franco-arcilloso
- Agua de riego de pozo

CASOS:

- **CASO 1:** FERTIRRIGACION DOSIS MÁXIMA CODIGO BUENAS PRACTICAS AGRARIAS CONVENCIONAL
- **CASO 2:** CONSIDERANDO N APORTADO EN AGUA DE RIEGO Y MINERALIZACION MATERIA ORGANICA DEL SUELO
- **CASO 3:** CONSIDERANDO N APORTADO EN AGUA DE RIEGO, MINERALIZACION MATERIA ORGANICA DEL SUELO, Y EL NMIN INICIAL DEL SUELO A LA PLANTACION CULTIVO

20

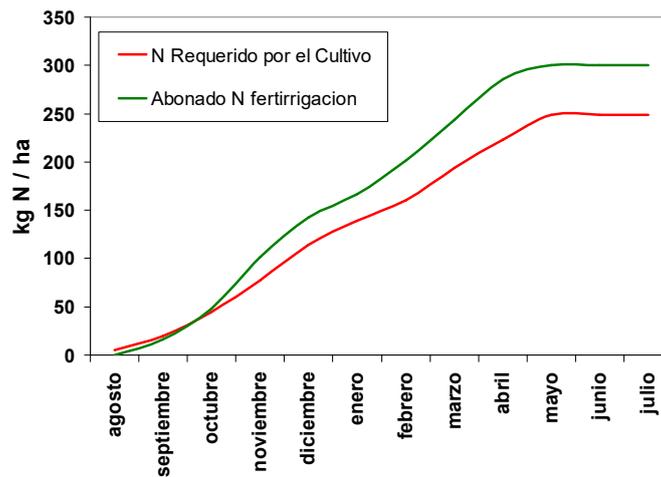
CASO 1: FERTIRRIGACION CONVENCIONAL

Abonado	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
N requerido cultivo (Kg N/ha)	25	21	34	29	26	0	0	5	15	25	32	37	250
N-20 (l/jornal)	36	53	63	64	22	0	0	0	24	48	80	63	453
N-20 (l/ha)	95	140	167	169	58	0	0	0	63	127	212	167	1198
UFN (kg N/ha)	24	35	42	42	14	0	0	0	16	31	53	42	300

N-20: 20% riqueza N. Densidad: 1.26 kg/L

21

FERTIRRIGACION CONVENCIONAL



22

CASO 2: CONSIDERANDO EL N MINERALIZADO POR EL SUELO Y EL APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO

N Abonado = N cultivo – aportes N

Aportes de N

- N agua de riego
- N mineralizado MO suelo






23

CASO 2: CONSIDERANDO EL N MINERALIZADO POR EL SUELO Y EL APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO

N MINERALIZADO POR EL SUELO

- Materia orgánica: 2.7 % y suelo franco-arcilloso:
 - Aporte de N a partir de la mineralización del suelo: 50 kg N/ha/año

MAT. ORG (%)	Nitrógeno anual disponible (Kg N/ha)		
	Arenoso	Franco	Arcilloso
0.5	10-15	7-12	5-10
1.0	20-30	15-25	10-20
1.5	30-45	22-37	15-30
2.0	40-60	30-50	20-40
2.5		37-62	25-50
3.0			30-60

24

CASO 2: CONSIDERANDO EL N MINERALIZADO POR EL SUELO Y EL APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO

N APORTADO EN AGUA DE RIEGO

Aporte N riego = Concentración NO₃ x Dosis de riego

□ Dosis de riego al año: 650 l/m² y con una concentración de nitrato en el agua de riego de 102 mg/l.

- Agua de pozo: 102 mg/l nitrato
- Dosis de riego: 650 l/m²

Aporte N riego = 102 * 650 * 0.226 = 14983 mg N/m² = 150 kg N/ha

25

CASO 2: CONSIDERANDO EL N MINERALIZADO POR EL SUELO Y EL APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
N requerido cultivo (Kg N/ha)	25	21	34	29	26	0	0	5	15	25	32	37	250
Riego (l/m²)	106	55	26	49	27	0	0	87	61	69	120	49	650
N agua riego (kg N/ha)	24	13	6	11	6	0	0	20	14	16	28	11	150
N mineral suelo (kg N/ha)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	50
N abonado (Kg N/ha)	0	5	24	13	16	0	0	0	0	5	0.2	22	84
Abonado ENTEC-20 (l/jornal)	0	7.5	36.2	19.6	24.1	0	0	0	0	7.5	0.3	33.2	255

26

CASO 3: N MINERALIZADO POR EL SUELO, APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO Y N MINERAL DEL SUELO AL INICIO DEL CULTIVO

- ❑ **Materia orgánica: 2.7 % y suelo franco-arcilloso:**
 - **Aporte de N a partir de la mineralización del suelo: 50 kg N/ha/año**

- ❑ **Dosis de riego al año: 650 l/m² y con una concentración de nitrato en el agua de riego de 102 mg/l.**
 - **Aporte de N en el agua de riego: 150 kg N/ha.**

- ❑ **N mineral en el suelo (0 - 60 cm) antes de la plantacion: 50 kg N / ha.**

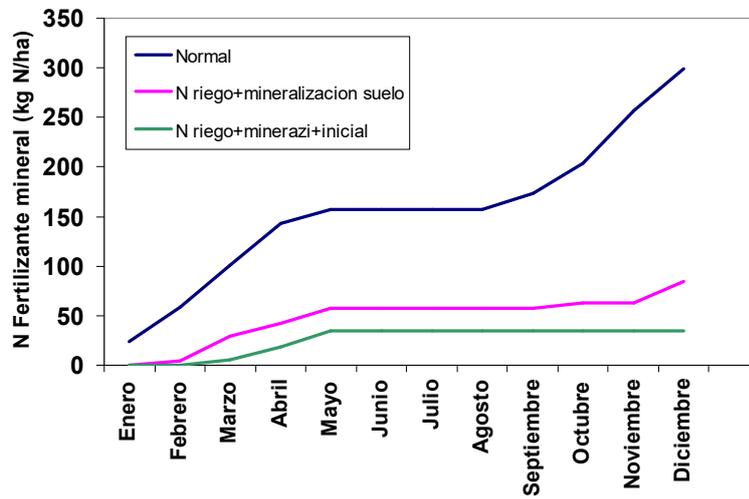
27

CASO 3: N MINERALIZADO POR EL SUELO, APORTADO EN EL AGUA DE RIEGO Y N MINERAL DEL SUELO AL INICIO DEL CULTIVO

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
N requerido cultivo (Kg N/ha)	25	21	34	29	26	0	0	5	15	25	32	37	250
Riego (l/m ²)	106	55	26	49	27	0	0	87	61	69	120	49	650
N agua riego (kg N/ha)	24	13	6	11	6	0	0	20	14	16	28	11	150
N mineral suelo (kg N/ha)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	50
N abonado (Kg N/ha)	0	0	6	13	16	0	0	0	0	0	0	0	34
Abonado ENTEC-20 (l/jornal)	0	0	9	20	24	0	0	0	0	0	0	0	53

28

COMPARACION DE ABONADOS



29

COMPARATIVA DE COSTES

ABONADO	UFN (Kg N/ha)	Coste abonado (con ENTEC-20) (€ / ha)	N lixiviado (kg N/ha)	NUE (%)
NORMAL	300	663	131	41.9
N min Suelo + N riego	84	189	86.1	73.4
N suelo + N riego + Nmin inicial suelo	34.3	76	82.3	82

88% menos coste que el abonado normal

71% menos coste que el abonado normal

59% reducc. lixiv

52% reducc. lixiv

30



Gracias por vuestra atención