



# LA FERTILIZACIÓN DEL PISTACHERO

INSTITUTO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO AGROALIMENTARIO Y FORESTAL DE CASTILLA LA MANCHA (IRIAF)

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA  
JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA LA MANCHA

# FACTORES PARA UN BUEN MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN

- Necesidades del cultivo y fenología según la zona.
- Orografía del lugar, pendiente, profundidad del suelo.
- Analíticas del suelo.
- Analíticas foliares.
- Manejo del cultivo (regadío, secano, riego deficitario, mantenimiento del suelo y poda).
- Experiencia, observación y decisión.

# CONSEGUIR LA MÁXIMA EFICIENCIA DE LOS NUTRIENTES

- **DOSIS:** Deben aplicarse a la dosis correcta y, por tanto, ajustarse a la demanda de los árboles. Pueden ajustarse conociendo las analíticas foliares y las del suelo.
- **MOMENTO:** Cuando la absorción radicular sea más activa.
- **LUGAR:** El reparto debe realizarse solo en los lugares donde se encuentren las raíces.
- **TIPO DE FERTILIZANTE:** Deben aplicarse los más apropiados, es decir, aquellos que maximicen la absorción y minimicen las pérdidas.
- **MANEJO DEL RIEGO:** Los riegos con una excesiva cantidad de agua pueden llegar a lixiviar determinados nutrientes hacia debajo de la zona radicular.

# ANALÍTICA DE HOJAS

## PROTOCOLO DE MUESTREO

- Hojas (foliolos) sub-terminales de ramas sin frutos.
- En plantaciones no uniformes se muestreará separadamente por cada tipo de suelo o zona productiva
- Recoger desde finales de julio hasta agosto aleatoriamente unas 10 foliolos por árbol a unos 180 cm de altura y alrededor de la copa de unos 13 árboles separados entre sí al menos 30 metros.
- Agrupar esos foliolos en bolsas de plástico para su envío al laboratorio separando los bloques. Si se desea comparar árboles buenos con los malos, el muestreo puede realizarse en cualquier momento estacional.
- Solicitar el análisis de N, P, K, B, Ca, Cu Zn y Mg.
- Los árboles tratados previamente con abonos foliares no deben muestrearse.

NOTA: Los muestreos primaverales pueden predecir de manera bastante precisa los valores de los nutrientes que ese tejido tendrá durante el verano siguiente, para ello pueden recogerse las muestras aproximadamente unos 40 días después de la floración

# TABLA DE VALORES ÓPTIMOS EN HOJA

(en plantaciones californianas)

ELEMENTO	VALOR CRÍTICO	INTERVALO
Nitrógeno (N)	1,8 (%)	2,2-2,5
Fósforo (P)	0,14 (%)	0,14-0,17
Potasio (K)	1,6 (%)	1,8-2
Calcio (Ca)	1,3 (%)	1,3-4
Magnesio (Mg)	0,6 (%)	0,6-1,2
Boro (B)	90 (ppm)	150-250
Cobre (Cu)	4 (ppm)	6,0-10,0
Manganeso (Mn)	30 (ppm)	30-80
Zinc (Zn)	7 (ppm)	10,0-15,0
Cloro (Cl)		0,1-0,3

NOTA: Si los valores son iguales o están por debajo nivel crítico, la producción será de un 95% o menor y puede que se detecten síntomas de deficiencia. Si la concentración de nutrientes está en ese intervalo, el crecimiento y rendimiento serán óptimos si no hay otros factores limitantes

# ANALÍTICAS DE SUELO

- Realizar tantas calicatas u hoyos como diferentes tipos de suelo (cambio claro de color o de aspecto).
- En cada hoyo se recogerá una muestra independiente de 1 kilogramo aproximadamente cada 30 centímetros de profundidad hasta llegar al final del suelo (roca, costra caliza, pizarra, etc.).
- Para el caso del verticillium recoger el mayor número de puñados de tierra lo más pequeños que podamos para muestrear la mayor superficie posible. Estos puñados deben recogerse a unos 30/40 cm de profundidad.
- Variables a analizar: pH, textura, permeabilidad, conductividad eléctrica, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Na, CIC, Saturación Bases y los micronutrientes que nos interesen (Zn, Cu, Fe, Mn y B).

## ANALISIS DE LA MUESTRA

DETERMINACIONES / UNIDADES	RESULTADOS	VALORACION
- Textura ::.....:	Franco	--
- Arena (%) ::.....:	42,24	Normal
- Limo (%) ::.....:	32,28	Normal
- Arcilla (%) ::.....:	25,48	Normal
- pH (Extr. 1:2.5 agua) ::.....:	8,21	Alcalino
- Conductividad E. (Extr. 1:5 agua mmhos/cm) ::.....:	0,20	Normal
- Materia Orgánica Oxidable(%) ::.....:	0,98	Baja
- Carbonatos (%) ::.....:	30,09	Alto
- Nitrógeno Total (%) ::.....:	0,065	Bajo
- Fósforo (ppm) ::.....:	16,31	Normal
- Sodio de Cambio (meq/100g) ::.....:	0,60	Bajo
- Potasio de Cambio (meq/100g) ::.....:	0,75	Alto
- Calcio de Cambio (meq/100g) ::.....:	14,5	Alto
- Magnesio de Cambio (meq/100g) ::.....:	3,5	Alto
- Capacidad de Inter. Catiónico (meq/100g) ::.....:	19,36	Normal
- Densidad Aparente (g/cc) ::.....:	1,53	Ligero
- Capacidad de Campo (% p/p) ::.....:	28,53	Medio
- Punto de Marchitez (% p/p) ::.....:	15,89	Alto
- Agua Útil (% p/p) ::.....:	12,63	Bajo
- Grado Saturación de Agua (% p/p) ::.....:	42,34	Medio
- Permeabilidad (mm/h) ::.....:	6,89	Moderada

# ANALÍTICA DE AGUAS

- Variables a analizar: SAR, CSR, dureza total, pH, conductividad, bicarbonatos, carbonatos, K, Ca, Mg, Na, B, Fe, nitratos, cloruros y sulfatos.



**EL ABONADO  
DE FONDO**

# COMPOSICIÓN MEDIA DE ALGUNOS ESTIÉRCOLES

## Composición media de estiércoles de diferentes especies (%)

Sustancia o elemento	Vacuno	Porcino	Equino	Ovino
Agua	80 - 60	85 - 65	75 - 60	70 - 60
Materia seca	20 - 40	15 - 35	25 - 40	30 - 40
Nitrógeno total (N)	0,3 - 0,6	0,4 - 0,7	0,4 - 0,7	0,5 - 0,7
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,1 - 0,4	0,1 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,5
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0,4 - 1,0	0,6 - 1,6	0,5 - 0,8	0,5 - 1,5
Calcio (CaO)	0,2 - 0,3	0,08 - 0,1	0,2 - 0,3	0,1 - 0,3
Magnesio (MgO)	0,1 - 0,3	0,2 - 0,3	0,2 - 0,4	0,3 - 0,4

NOTA: Los intervalos de agua consignados corresponden a un grado de maduración bajo ("estiércol fresco" o poco hecho) y a un estiércol "maduro"

FUENTE: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (2010). Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. ISBN: 978-84-491-0997-3. 119 pp.

# COMPOSICIÓN MEDIA DEL COMPOST (y 2)

## Valores orientaticos de los parámetros agronómicos de un compost medio

Parámetro	Medida	Valor
Conductividad (dS/m)	dS/m	0,7 - 4
pH		7 - 8,5
Humedad	%	35 - 40
Nitrógeno (N)	%	0,5 - 2,6
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	0,3 - 2,1
Potasio (K <sub>2</sub> O)	%	0,4 - 1,2
Calcio (CaO)	%	5,0 - 16,0
Magnesio (MgO)	%	0,7 - 2,1

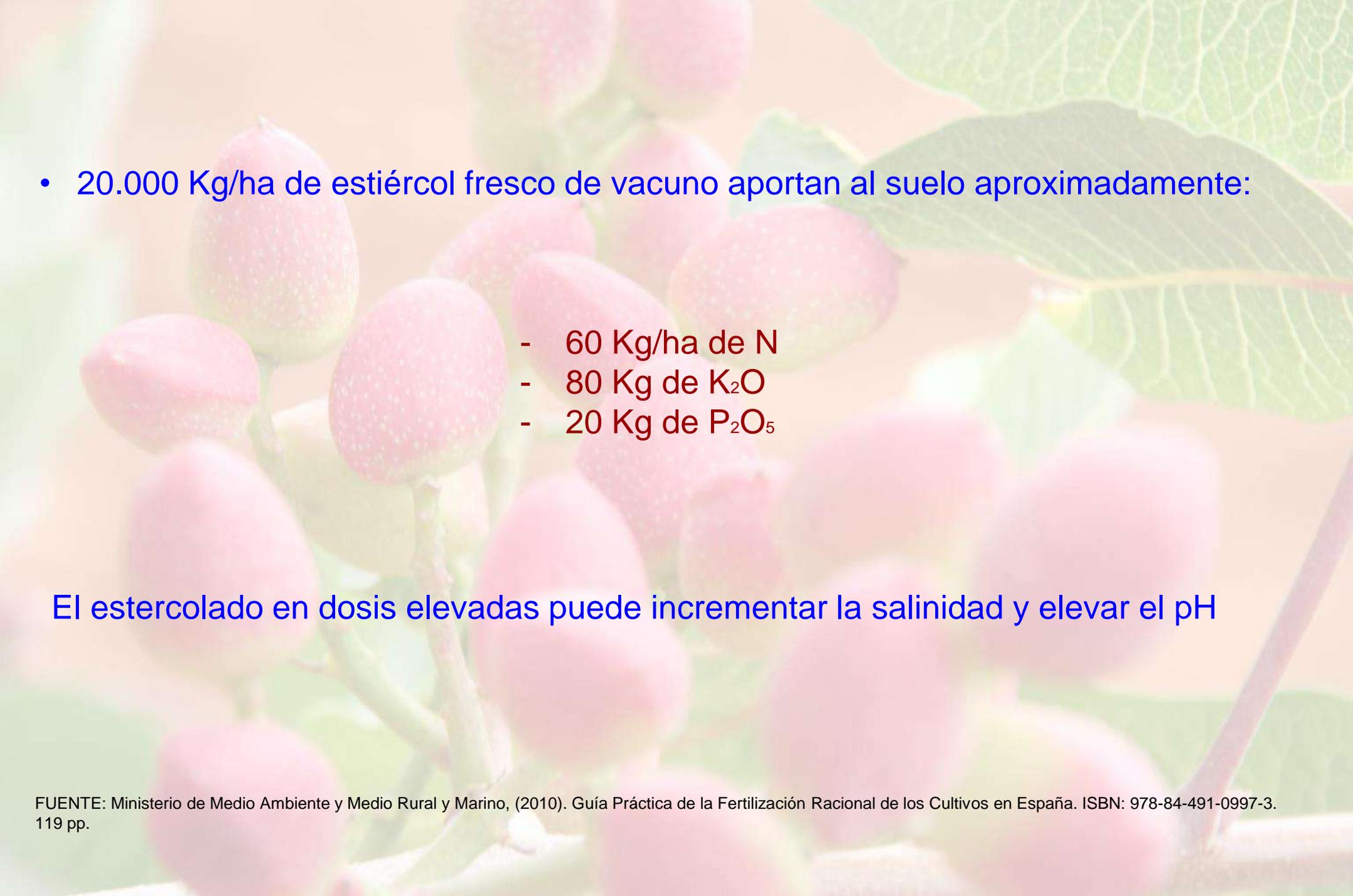
FUENTE: Registro de Productos Fertilizantes (2009)

# ABONADO DE FONDO ORGÁNICO

## Aportaciones de estiércol orientativas y su periodicidad en función de la textura de los suelos\*

Tipo de suelo	Conservación		Conservación + Mantenimiento	
	Dosis (t/ha)	Periodicidad (años)	Dosis (t/ha)	Periodicidad (años)
Arenosos y calizos	10	Cada 4 años	15	Cada 4 años
Francos	15	Cada 5 años	20	Cada 5 años
Arcillosos	20	Cada 5 años	25	Cada 5 años

\* Dosis para suelos de secano y escasa profundidad (< 40 cm). En suelos profundos (> 80 cm) y de regadío podrían duplicarse



- 20.000 Kg/ha de estiércol fresco de vacuno aportan al suelo aproximadamente:

- 60 Kg/ha de N
- 80 Kg de  $K_2O$
- 20 Kg de  $P_2O_5$

El estercolado en dosis elevadas puede incrementar la salinidad y elevar el pH

# ABONADO DE FONDO MINERAL

## Necesidades orientativas (Kg/ha) de macronutrientes para un abonado de fondo mineral en función del tipo de suelo<sup>1</sup>

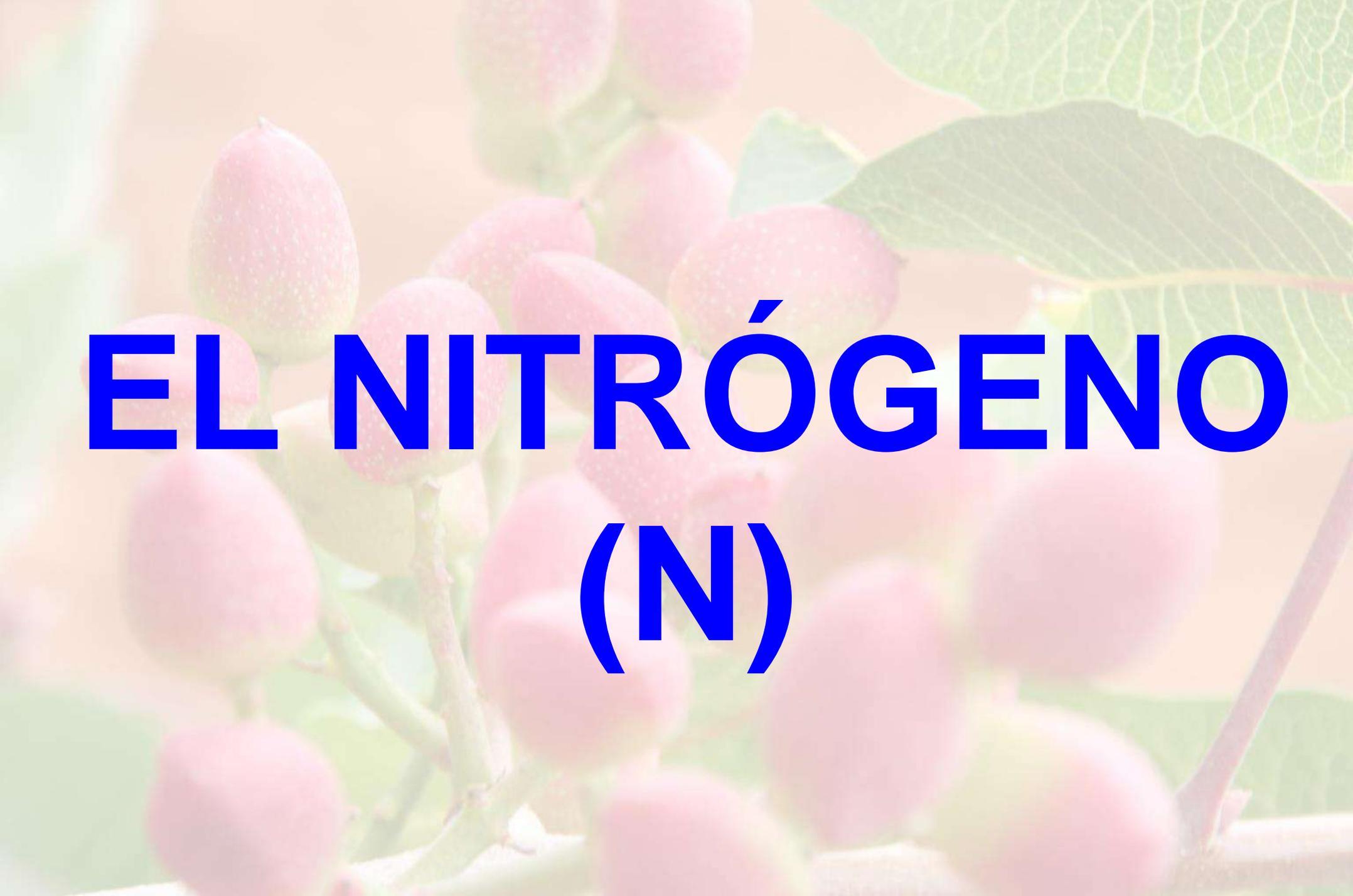
Tipo de suelo	N*	P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K (K <sub>2</sub> O)**
Arenoso y calizo	45	15	60
Franco	60	20	80
Arcilloso	75	25	100

1. Para suelos de una profundidad media alrededor de 40 cm

\* A ser posible incorporarlo con un fertilizante de baja mineralización, como p. ejemplo el sulfato amónico (21% de "N" amoniacal) en sementera, es decir, bien mezclado con el suelo

\*\* Suponiendo un suelo con una baja disponibilidad de este nutriente para las plantas

FUENTE: Elaboración propia



# EL NITRÓGENO

## (N)

# SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA EN “N”



# FORMAS DE APLICACIÓN

- Aplicaciones con pequeñas cantidades durante el crecimiento primaveral (desde finales de marzo hasta mediados de mayo).
- El “N” debe aportarse dos veces como mínimo, aunque lo ideal sería aplicarlo en 3 o mejor en 4 veces al año. Por ejemplo: Siddiqui y Brown aconsejan aplicar el 20% de la demanda anual después de la salida de las hojas, el 30% durante el desarrollo del fruto, el 30% en el llenado del grano y el 20% restante durante la maduración del fruto o en cuanto se haya recogido la cosecha. Aplicaciones pequeñas cantidades durante el crecimiento primaveral (desde finales de marzo hasta mediados de mayo).
- La fertirrigación con microaspersión es más efectiva para aplicar el “N” pero la más desaconsejada.
- El fertilizante debe inyectarse en el sistema de riego en el tercio medio del tiempo de riego. Es decir, en un riego de 18 horas, el fertilizante se inyectaría desde la hora 6 hasta la 12. Esto evita que la urea y el nitrato se muevan por debajo de la zona radicular, se asegura una buena distribución del “N” en la zona de humectación y de que no permanezca en las instalaciones de riego.
- En EEUU los fertilizantes se aplican mejor en la hilera de los árboles. El aplicado entre las hileras es menos eficiente debido a la competencia de las malas hierbas o a los cultivos de cobertura y también al haber menos densidad de raíces en comparación a la zona de la hilera de árboles.
- Las aplicaciones en septiembre estimularían un crecimiento vegetativo excesivo sobre todo en árboles “OFF” o en los más jóvenes Kerman/P. *integerrima* y retrasarían la latencia, lo cual elevaría, en gran medida, el riesgo de daños por heladas
- Brent Holtz aconseja (para los almendros) el uso de fertilizantes granulares en árboles de primera hoja por el riesgo de quemadura de raíz que suele incrementarse con los fertilizantes líquidos, ya que su aplicación puede dar lugar a altas concentraciones en la zona radicular. Para árboles de segunda hoja, pueden aplicarse fertilizantes líquidos, como solución nitrogenada (32%) o el llamado Can-17 (12% nítrico + 5% amoniacal + óxido de calcio). Los abonos granulares deberían distribuirse a unos 50 cm del tronco pero siempre sobre la zona de humectación producida por el riego

NOTA: El llenado del fruto en Castilla La Mancha tiene lugar, habitualmente, entre mediados de julio y mediados de agosto

Dosis orientativas de “N” para las plantaciones de pistachero en la península ibérica\* con una textura de suelo media.

		Kg/ha			
Año del injerto		Regadío**		Secano***	
Plantaciones Jóvenes		Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)	Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)
1		0	0	0	0
2		0	0	0	0
3		6	8	0	5
4		8	10	6	8
5		10	14	8	10
6		14	20	10	14
7		60	65	35	40
Plantaciones adultas					
8		65	70	40	45
9		65	70	40	45
10		75	80	50	55
11		75	85	60	65

\* Estimaciones basadas en los estudios realizados en California (EEUU) (ver bibliografía)

\*\* Repartido prioritariamente sobre la zona de humectación en la siguiente proporción y fechas: 20% abril, 30% a finales de mayo, 30% en agosto y 20% a mediados de octubre si optamos por aplicarlo en cuatro momentos; 50% en Abril, 25% en junio y 25% en agosto si elegimos hacerlo en tres veces y si se reparte en dos veces: 70% a finales de abril y el 30% durante el mes de julio

\*\*\* En secano aplicar esa cantidad por toda la superficie en una sola vez pero con posterioridad a la brotación y a partir del 5º año de injerto. Posteriormente es mejor enterrarlo con pase de cultivador. Es necesario un mínimo de lluvia posterior para que la planta pueda absorberlo



**EI FÓSFORO**

**(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)**

# Síntomas de deficiencia en fósforo (P)



# MOMENTO DE APLICACIÓN

- En los años “ON” solo el 5% del fósforo fue absorbido durante el crecimiento primaveral (desde mediados de abril hasta primeros de junio para Kerman en Castilla La Mancha), mientras que el 95% restante fue consumido en el llenado del fruto.
- En los años “OFF”, el “P” consumido durante el crecimiento primaveral representó el 36% del total.
- Su absorción entre la recolección y la caída de hoja es insignificante.
- Preferentemente debería estar disponible durante el periodo del llenado de la cáscara.

# MODO DE APLICACIÓN

- Las aplicaciones a voleo son menos efectivas que las realizadas en bandas a lo largo de las dos líneas de goteros a cada lado de los árboles.
- Los fertilizantes con este nutriente deberían llegar fácilmente a unos 15/20 cm de profundidad.
- Si el fertilizante lo aportamos en fertirrigación debemos tomar la precaución de evitar la formación de fosfatos de calcio que pueden taponar los emisores (agua con exceso de calcio).

Dosis orientativas de “P” (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para las plantaciones de pistachero en la península ibérica\* con una textura del suelo media.

		Kg/ha			
Año del injerto		Regadío**		Secano***	
Plantaciones Jóvenes		Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)	Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)
1		0	0	0	0
2		0	0	0	0
3		3	3	0	0
4		3	3	3	3
5		3	4	3	3
6		4	7	3	4
7		7	9	4	5
Plantaciones adultas					
8		9	12	7	9
9		9	12	7	9
10		14	14	9	12
11		14	16	9	12

\* Estimaciones basadas en los estudios realizados en California (EEUU) (ver bibliografía) sujetas a las analíticas de suelo y hojas y suponiendo una buena provisión de este elemento en el suelo en el abonado de fondo antes de la plantación

\*\* Aplicación en fertirrigación o localizado a unos 15-20 cm de profundidad a partir del mes de junio. También superficialmente desde finales de abril hasta el 30 de agosto (plantaciones con kerman) o a partir de primeros de abril hasta mediados de agosto para las variedades tempranas

\*\*\* Una aplicación anual a primeros de abril a ser posible mezclado con el terreno en los primeros 15 cm de profundidad



# **EI POTASIO**

## **(K<sub>2</sub>O)**

# Síntomas de deficiencia en potasio (K)



Dosis orientativas de “K” (K<sub>2</sub>O) para las plantaciones de pistachero en la península ibérica\* con una textura del suelo media.

		Kg/ha			
Año del injerto		Regadío**		Secano***	
Plantaciones Jóvenes		Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)	Suelos (<40 cm)	Suelos (60/80 cm)
1		0	0	0	0
2		0	0	0	0
3		10	12	0	0
4		12	15	30	36
5 <sup>1</sup>		18	24	0	0
6		7	12	0	0
7 <sup>1</sup>		60	66	60	72
Plantaciones adultas					
8		30	35	0	0
9 <sup>1</sup>		66	72	0	0
10		36	42	72	84
11 <sup>1</sup>		66	78	0	0
12		36	42	0	0
13 <sup>1</sup>		72	78	78	90
14		36	42	0	0

\* Estimaciones basadas en los estudios realizados en California (EEUU) (ver bibliografía)

\*\* Distribución en bandas tanto en fertirrigación como en fertilización normal con dos líneas portagoteros a cada lado de la hilera de árboles cada 2 o 3 años suponiendo una buena provisión de materia orgánica de fondo y guiándose por los análisis foliares (cada 4 o 5 años). Dosis medias aproximadas para los años “ON”, en los “OFF” las reduciríamos a la mitad. Aplicarlas en tres veces a partes iguales durante los meses de mayo, junio y julio

\*\*\* Suponiendo una buena provisión de abono orgánico de fondo, aplicar el abono cada dos o tres años con esas cantidades de una sola vez (mes de mayo) suponiendo que los análisis foliares, que realizaremos cada 4 o 5 años, así nos lo confirmen.

1. Caso de año “ON”



**EI ZINC**  
**(Zn)**

# Síntomas de deficiencia en zinc (Zn)



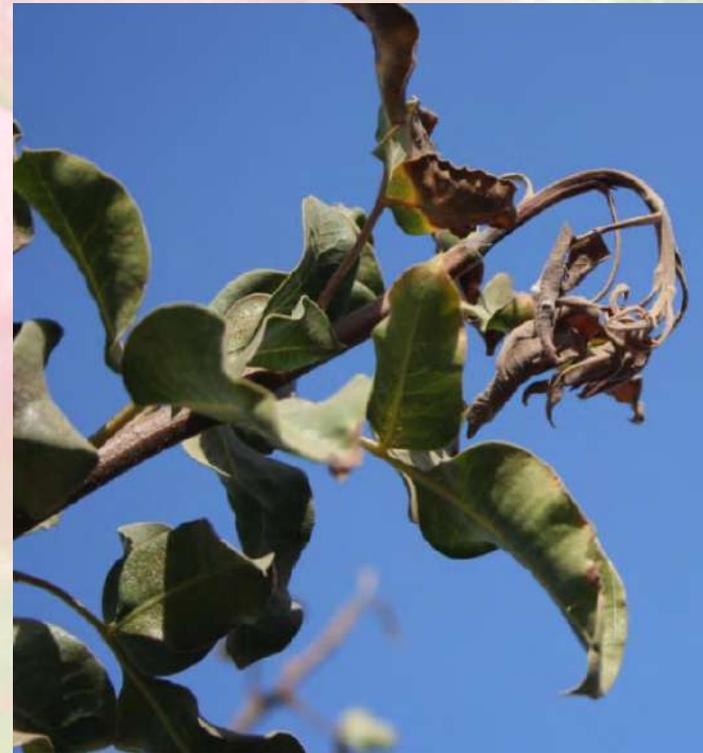
# CORRECCIÓN FOLIAR DE LA DEFICIENCIA

- Aplicación otoñal al 50% de la caída de hoja (finales de octubre o principios de noviembre) con sulfato de zinc (36%) a razón de unos 4 Kg del producto por cada 100 litros de agua (40 g/litro). También es efectivo en líquido el mismo producto (12%) a razón del 10 litros del producto por cada 100 litros de agua.
- Tratamiento al final del reposo invernal (finales de marzo) con las dosis anteriores.
- Las dosis son menores cuando se aplican con el 50% de las hojas expandidas (primeros de mayo), es decir, antes de que las hojas completen su máximo desarrollo: 1,5 Kg/ha de sulfato de zinc (36%).
- Las aplicaciones corrigen las deficiencias en los nuevos crecimientos, pero no en los viejos. Este elemento es muy inmóvil y, por tanto, puede ser necesario repetir los tratamientos.
- La acidificación de los suelos a base de ácido sulfúrico o polvo de azufre en los que abunde la cal podría corregir determinadas carencias en suelos alcalinos, como por ejemplo las de: Zn, Fe, Mn, Mg, B. Para ello se debe localizar la acidificación por bandas o goteo.



**EI COBRE**  
**(Cu)**

# Síntomas de deficiencia de cobre (Cu)



# CORRECCIÓN FOLIAR DE LA DEFICIENCIA

- Aplicación de 100 gramos de quelato de cobre (14,5%) cuando las hojas se encuentren desplegadas al 50% en primavera (primeros de mayo).
- Puede ser mezclado con “Zn”.
- Puede ser incluido en las mezclas con nutrientes para ser aplicadas varias veces en primavera.
- La fertirrigación a base de “Zn” y “Cu” en suelos alcalinos no fue efectiva.

A close-up photograph of a branch with several bright pink, oval-shaped rose hips. The fruits are clustered together and have a slightly textured surface. Green leaves with prominent veins are visible in the background and foreground, some slightly out of focus. The overall lighting is soft and natural, suggesting an outdoor setting.

# **EI BORO**

## **(B)**

# Deficiencia de Boro

(hojas arrugadas o coriáceas)



# Relación entre los síntomas de carencia de boro y el porcentaje de frutos vacíos



# CORRECCIÓN FOLIAR DE LA DEFICIENCIA

- El bajo nivel de este elemento limita la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico.
- Debido a que este micronutriente permanece inmóvil en el floema, es necesario que exista en el suelo en las cantidades adecuadas para que pueda ser absorbido con el agua.
- Para que pueda comenzar la corrección en la primavera siguiente, los tratamientos del suelo tienen que comenzar a finales de agosto del año anterior. DOSIS: 50 gramos de Solubor por árbol en goteo o en aplicaciones herbicidas (15 Kg/ha).
- Para mejorar la producción bajo niveles marginales de este elemento, aplicar alrededor de 5 Kg/ha de Solubor a finales de marzo o primeros del mes de abril. Combinado con “Zn” mejora la absorción de este elemento.
- Debe controlarse los niveles en hojas y suelo a fin de no tener problemas de toxicidad. Se trata de un nutriente de difícil lavado.



**EI MAGNESIO**  
**(Mg)**

## Síntomas de deficiencia en magnesio (Mg) en vid



# Síntomas de deficiencia en magnesio (Mg) en pistachero





# **EI MANGANESO**

## **(Mn)**

# Síntomas de deficiencia en manganeso (Mn) en vid





# EL ENCALADO

## Kg de caliza\* para elevar el pH del suelo

Textura	Rango de incremento del pH	
	de 4,5 a 5,5	de 5,5 a 6,5
Suelos arenosos	1.500	2.250
Suelos francos	2.000	3.000
Suelos limosos	2.750	3.750
Suelos arcillosos	3.500	4.250

\*Caliza: roca sedimentaria compuesta mayoritariamente de carbonato de calcio ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ). Dolomita: mineral compuesto por carbonato de calcio y magnesio [ $(\text{CO}_3)_2\text{CaMg}$ ]  
FUENTE: Tames, C., (1966). Encalados. Boletín INIA, (54): 19-38. Madrid *in*: Urbano Terrón, P., (2015). Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundi-Prensa. ISBN 13:9788484763307.

## Kg de cal viva\* para elevar el pH del suelo

Textura	Rango de incremento del pH	
	de 4,5 a 5,5	de 5,5 a 6,5
Suelos arenosos	850	1.250
Suelos francos	1.100	1.700
Suelos limosos	1.600	2.100
Suelos arcillosos	2.000	2.400

\*Cal viva: también llamada cal es un término que designa todas las formas físicas en las que puede aparecer el óxido de calcio (CaO). Se obtiene de la calcinación de las rocas calizas o dolomías. Dolomía: roca sedimentaria de origen químico compuesta básicamente de dolomita

FUENTE: Tames, C., (1966). Encalados. Boletín INIA, (54): 19-38. Madrid *in*: Urbano Terrón, P., (2015). Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundi-Prensa. ISBN 13:9788484763307

## Necesidades medias de caliza pura finamente dividida para incrementar en 0,5 unidades el pH del suelo en función de su pH inicial, textura y composición orgánica (t/ha)

Tipo de suelo	pH inicial			
	4,5 – 5,0	5,0 – 5,5	5,5 – 6,0	6,0 – 6,5
Arenoso	0,35	0,35	0,4	0,5
Franco arenoso	0,5	0,6	0,7	0,9
Franco	0,85	0,95	1,05	1,25
Franco limoso	1,3	1,4	1,5	1,7
Franco arcilloso	1,6	1,8	2	2,5
Orgánico	3,6	3,8	4	4,5

FUENTE: Cadahía, et al, 2005. Fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid