

# Aplicación de fósforo y potasio y corrección de carencias de oligoelementos en el pistachero

Momento y forma de aplicación y detección de deficiencias nutricionales en el árbol

J.F. Couceiro<sup>1</sup>, M.J. Cabello<sup>1</sup>, D. Pérez<sup>2</sup>, S. Armadoro<sup>1</sup>, E. Martínez<sup>1</sup> y J. Guerrero<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigación Agroambiental El Chaparrillo (CIAC) (IRIAF). Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

<sup>2</sup> Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Producción Agraria.

<sup>3</sup> Empresa de asesoramiento OMNIApistachos.

El presente trabajo complementa los anteriores realizando una revisión de las dosis óptimas a aplicar en árboles jóvenes y adultos de fósforo y potasio en función de la producción neta esperada, finalizando con los síntomas más característicos de la deficiencia de oligoelementos y la corrección de carencias de zinc, cobre, boro, magnesio y manganeso.

**A** continuación se presenta la interpretación de los resultados de los análisis de muestras de suelo de fósforo y potasio y las dosis orientativas necesarias en función de la textura y riqueza del suelo, así como los síntomas de deficiencia y corrección de los oligoelementos.

## Fósforo

### Síntomas de deficiencia

Reducido desarrollo de los árboles. Brotes con entrenudos más cortos, pudiendo aparecer en su parte inferior la corteza de





un color rojizo. Las hojas son más pequeñas de lo habitual y se vuelven de color verde apagado al principio y luego verde amarillento (clorosis) con pequeñas manchas necróticas de color marrón claro de forma irregular cerca de los márgenes de las hojas inferiores de los brotes. Esas manchas dan a los folíolos una apariencia bronceada. La clorosis puede aparecer en las hojas terminales donde se encuentran los frutos. En condiciones de deficiencia severa las hojas se secan y se desprenden rápidamente.

### Dosis orientativas

La cantidad de fósforo consumida en la cosecha debe ser repuesta al suelo para mantener una disponibilidad adecuada. Las plantaciones californianas consumen aproximadamente 6-7 kg de  $P_2O_5$  (3 kg de P) por cada 1.000 kg de cosecha neta (CN<sup>1</sup>) (Brown y Siddiqui, 2012, 2013). Según estos datos y de forma aproximada, una plantación adulta de regadío por cada 1.000 kg de CN podría necesitar alrededor de unos 34 g  $P_2O_5$ /árbol/año (marco 7 x 7 m).

Aunque los análisis foliares en árboles adultos serían suficientes para conocer el estado nutricional del árbol tanto de este como de los otros elementos, una analítica del suelo nos acercaría más a la dosis de abonado a aplicar<sup>2</sup>. En este sentido, la disponibilidad de fósforo depende en gran medida del pH del suelo. En suelos ácidos este elemento suele estar inmovilizado por hierro y minerales de aluminio, mientras que su bloqueo en suelos alcalinos suele estar determinado por la formación de compuestos de fosfato de calcio insolubles. Por esta razón el tipo de analítica a realizar para conocer la cantidad de fósforo (P) en el suelo dependerá de su pH. En California es habitual utilizar la prueba Bray (Ashworth *et al.*, 1985) en suelos ácidos a neutros (pH <7) y el método Olsen (Fulton, 2010) en los neutros y alcalinos (pH > 6,5). Teniendo la



Plantación adulta de secano de más de 25 años en Ciudad Real.

### CUADRO I. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MUESTRAS DE SUELO EN RELACIÓN AL FÓSFORO (PPM) EN LAS PLANTACIONES DE PISTACHEROS CALIFORNIANAS.

Nivel de fertilidad del suelo	Método Bray	Método Olsen
Bajo	< 20	< 10
Medio	20 - 40	10 - 20
Alto	40 - 100	20 - 40
Excesivo	> 100	> 40

analítica del fósforo con estas dos metodologías podremos determinar el nivel de fertilidad de ese suelo para este nutriente (**cuadro I**).

El **cuadro II** nos ofrece las dosis orientativas de fósforo (P) para suelos de textura media de la Península Ibérica considerando la aportación del abonado de fondo antes de la plantación. Con los análisis foliares realizados cada cuatro o cinco años podremos comprobar si esas dosis son las correctas, o si tenemos que disminuirlas o aumentarlas.

### Momento y forma de aplicación

El fósforo es un elemento que se encuentra casi inmóvil en el suelo y, por tanto,

como apenas se lixivia, el momento de incorporarlo no tiene tanta importancia como con el nitrógeno. En California suele abonarse en noviembre, tras la caída de hoja.

Sin embargo, investigadores americanos mencionan la opción de aplicarlo con mayor eficacia más cerca de la demanda si se trata de suelos contrastadamente ácidos o alcalinos ante el poder de bloqueo que tienen estos suelos para con este elemento y, sobre todo, con el paso del tiempo. En los años ON solo el 5% del fósforo se absorbe durante el crecimiento primaveral<sup>3</sup>, mientras que el 95% restante lo hace en el llenado del fruto. Por el contrario, su absorción entre la

**CUADRO II.** DOSIS ORIENTATIVAS DE FÓSFORO (P - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (KG/HA) PARA SUELOS DE TEXTURA MEDIA EN LAS PLANTACIONES DE PISTACHERO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA\*

Años de injerto	Regadío**		Secano***	
	Suelos (< 40 cm)	Suelos (> 50 cm)	Suelos (< 40 cm)	Suelos (> 50 cm)
Plantaciones jóvenes				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	1 - 2,3	1 - 2,3	0	0
4	1 - 2,3	1 - 2,3	1 - 2,3	1 - 2,3
5	1 - 2,3	1,5 - 3,4	1 - 2,3	1 - 2,3
6	1,5 - 3,4	3 - 7	1 - 2,3	1,5 - 3,4
7	3 - 7	4 - 9	1,5 - 3,4	2 - 4,6
Plantaciones adultas				
8	4 - 9	5 - 11,5	3 - 7	4 - 9
9	4 - 9	5 - 11,5	3 - 7	4 - 9
10	6 - 14	6 - 14	4 - 9	5 - 11,5
11	6 - 14	7 - 16	4 - 9	5 - 11,5

\* Para pasar de P a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> multiplicar por 2,291. Datos basados en estimaciones recogidas en diversos estudios realizados en California (EE.UU) (ver bibliografía) pero adaptadas al menor ciclo vegetativo de los árboles en nuestro país, producción estimada, profundidad de los suelos y disponibilidad de agua. Se considera que durante los primeros años las necesidades en este elemento se encuentran cubiertas por las enmiendas orgánicas realizadas antes de la plantación. Como suelos de textura media se entiende los francos o los franco arenosos sin exceso de arcilla y arena. Estos datos deben ser contrastados con los de los análisis foliares.

\*\* Aplicación localizada a lo largo de cada una de las dos líneas de goteros 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.

recolección y la caída de hoja es insignificante.

En cuanto a la forma de aplicación, estudios realizados con nogales en EE.UU mostraron que la aplicación de abonos con este fertilizante en zanjas de unos 15 cm de profundidad, en la zona de humectación de los goteros y a unos 80/100 cm (dependiendo de la envergadura de los árboles) del tronco, resultó ser más efectiva que la realizada a voleo o en fertirrigación<sup>4</sup>.

Deberíamos evitar la aportación de este elemento con el agua de riego (fertirrigación) si contiene un exceso de calcio ante el riesgo de obstrucción de los goteros debido a la formación de fosfatos de calcio.

### Años ON y OFF

El contenido de fósforo es más elevado en árboles después de los años OFF en relación a los árboles tras los años ON, es decir, el acumulado en los años OFF se acaba consumiendo en su apoyo a la



*En los años ON solo el 5% del fósforo se absorbe durante el crecimiento primaveral, mientras que el 95% restante lo hace en el llenado del fruto. Por el contrario su absorción entre la recolección y la caída de hoja es insignificante.*

**CUADRO III.** NIVEL DE FERTILIDAD DEL POTASIO (K) SEGÚN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO (PPM)\*.

Nivel de fertilidad del suelo	Potasio
Muy bajo	< 75
Bajo	75 - 150
Medio	150 - 250
Alto	250 - 800
Excesivo	> 800

\*Método de extracción con acetato de amonio.

gran demanda que los frutos tienen en los años ON.

## Potasio

### Síntomas de deficiencia

La deficiencia de potasio provoca un lento desarrollo de los árboles con hojas pequeñas, inicialmente de color pálido, semejante a las que manifiestan carencia de nitrógeno. Bajo una fuerte deficiencia las hojas se vuelven amarillas comenzando por su punta y avanzando hacia abajo por sus bordes rizados. El tejido amarillo se vuelve marrón y muere, síntomas que pueden confundirse con la toxicidad de sodio o cloro y que se hacen más evidentes en las hojas viejas. Los bordes y las puntas de los folíolos pueden curvarse hacia abajo.

### Dosis orientativas

Una analítica del suelo nos puede indicar de forma aproximada el nivel de fertilidad de ese suelo para este nutriente (**cuadro III**).

En ensayos de campo con árboles de regadío entre 9 y 15 años de edad con la variedad Kerman, ubicados en el sur del Valle de San Joaquín (California), Brown y Siddiqui (2012, 2013) constataron que por cada 500 kg de CN se consumen 14 kg de K<sub>2</sub>O (12 kg de K). Además de ello habría que añadir unos 20 kg/ha de K<sub>2</sub>O que es la cantidad que el árbol gastaría en su crecimiento. El **cuadro IV** recoge los requerimientos estimados de potasio



(K<sub>2</sub>O o K) para esa zona californiana en función de los kilos de cosecha neta producidos y las aportaciones correspondientes de un abono como el sulfato potásico.

Una adecuada provisión de este nutriente favorece el incremento del peso de los frutos y su calidad, elevando el porcentaje de frutos abiertos y reduciendo los frutos vacíos y manchados (Zeng, *et al.*, 2001). Por otro lado, los árboles con deficiencia de este nutriente suelen ser más sensibles al hongo del suelo *Verticillium* (Ashworth *et al.*, 1985), pero las aplicaciones en exceso podrían provocar una deficiencia de magnesio (Mg) o una bajada de rendimiento productivo.

Los árboles que se desarrollan sobre suelos de menos de 150 ppm de K extraíble a nivel radicular ofrecerán una buena respuesta a un abonado con este elemento, mientras que si se sitúa entre los 150 y 250 ppm, esa respuesta no sería tan apreciable. La combinación entre la analítica de suelo y la de hojas ayudará a conocer mejor las tendencias de la nutrición de K y, por tanto, al mejor manejo del abonado (Fulton, 2010).

### Momento y forma de aplicación

La demanda de este elemento es elevada durante el llenado de los frutos (90%), es decir, desde finales de mayo hasta principios de septiembre. Por lo tanto, debería estar presente cerca de las raíces durante este periodo (Rosecrance *et al.*, 1996, 2002; Zeng *et al.*, 2001). Beede (2014) sugiere aplicar el 40% de las necesidades de este fertilizante en mayo, 40% en junio y 20% en julio a través del goteo. En este caso la experiencia derivada de un estudio de dos temporadas en California concluyó que se produjo una mayor producción de cosecha cuando se aplicó K mediante microaspersores en comparación con bandas en la superficie del suelo (Zeng *et al.*, 1996, 1997). Sin embargo, en suelos de alta capacidad de

**CUADRO IV.** REQUERIMIENTOS ORIENTATIVOS DE POTASIO (K<sub>2</sub>O Y K) EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE LA PRODUCCIÓN COMERCIALIZABLE O COSECHA NETA (CN)\*.

CN (kg/ha)	Requerimientos <sup>1</sup>		Cantidad a aplicar de sulfato potásico (SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> ) (50% K <sub>2</sub> O)
	(Kg K <sub>2</sub> O /ha)	(kg de K/ha)	(kg/ha)
1.000	54	45	108
2.000	84	70	168
3.000	113	94	226
4.000	142	118	284

\* Cantidades orientadas a una plantación de regadío a marco 7 x 7 m (204 árboles/ha) tomando como base la información procedente de Brown y Siddiqui (2012, 2013).

<sup>1</sup> Incluye el K eliminado en frutos y crecimiento de los árboles.

**CUADRO V.** DOSIS ORIENTATIVAS DE POTASIO (K - K<sub>2</sub>O) (KG/HA) PARA SUELOS DE TEXTURA MEDIA EN LAS PLANTACIONES DE PISTACHERO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA\*.

Años de injerto	Regadío**		Secano***	
	Suelos (< 40 cm)	Suelos (> 50 cm)	Suelos (< 40 cm)	Suelos (> 50 cm)
<b>Plantaciones jóvenes</b>				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	8 - 10	10 - 12	0	0
4	10 - 12	12 - 15	25 - 30	30 - 36
5 <sup>1</sup>	15 - 18	20 - 24	0	0
6	16 - 17	10 - 12	0	0
7 <sup>1</sup>	50 - 60	55 - 66	50 - 60	60 - 72
<b>Plantaciones adultas</b>				
8	25 - 30	30 - 36	0	0
9 <sup>1</sup>	55 - 66	60 - 72	0	0
10	30 - 36	35 - 42	60 - 72	70 - 84
11 <sup>1</sup>	55 - 66	65 - 78	0	0
12	30 - 36	35 - 42	0	0
13 <sup>1</sup>	60 - 72	65 - 78	65 - 78	75 - 90
14	30 - 36	35 - 42	0	0

\* Para pasar de K a K<sub>2</sub>O multiplicar por 1,205. Datos basados en estimaciones recogidas en diversos estudios realizados en California (EE.UU) (ver bibliografía) pero adaptadas al menor ciclo vegetativo de los árboles en nuestro país, producción estimada, profundidad y riqueza de este elemento (elevada en muchos suelos de Castilla-La Mancha) y disponibilidad de agua. Se considera que durante los primeros años las necesidades en este elemento se encuentran cubiertas con las enmiendas orgánicas realizadas antes de la plantación. Como suelos de textura media se entiende los francos o los franco arenosos sin exceso de arcilla y arena. Estos datos deben ser contrastados con los de los análisis foliares.

\*\* Distribución a lo largo de toda la superficie o en bandas tanto en fertirrigación como en fertilización normal con dos líneas portagoteros a cada lado de la hilera de árboles, 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 y OFF (reducidas a la mitad de los ON). 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 a lo largo de toda la superficie cada tres años en una sola vez (mes de mayo) suponiendo que los análisis foliares lo demanden.

<sup>1</sup> Caso de año ON.

fijación de este nutriente, las aplicaciones de banda fueron más eficaces que las de difusión. Al parecer, al incorporar el K en una banda satura el complejo de intercambio de la arcilla y proporciona más potasio a la solución del suelo para su absorción (Beede, 2014).

El **cuadro V** nos ofrece las dosis orientativas de potasio (K) para suelos de textu-

ra media de la Península Ibérica considerando una buena aportación de abonado de fondo para los primeros años. Como cada cuatro o cinco años tendremos que realizar analíticas foliares, podremos comprobar si las dosis del **cuadro V** son las correctas, tenemos que disminuirlas o aumentarlas y en qué proporción debemos hacerlo.

## Zinc

### Síntomas de deficiencia

Suele aparecer al principio de la estación de crecimiento o al final de la misma, manifestándose cuando las concentraciones foliares se sitúan por debajo de 7 ppm, sobre todo, en árboles jóvenes. Además de producirse un retraso de la brotación, las hojas muestran un pequeño tamaño con márgenes ondulados. Tanto los brotes (con entrenudos cortos) como las hojas y peciolo poseen un color rojizo. En los árboles suele ocasionar una reducción significativa del número de frutos por racimo. En un mismo árbol esta carencia puede observarse en algunas ramas y frutos, mientras que otras ofrecen un aspecto sano debido a la escasa movilidad del elemento en el árbol.

### Corrección

Se realiza una 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 el mismo producto (12%) en líquido a razón de 10 litros por cada 100 litros de agua. Otra opción es realizar un 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, siendo suficiente una aplicación de 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 en los que abunde la cal (suelos alcalinos), a base de ácido sulfúrico o polvo de azufre,



*La demanda de K es elevada durante el llenado de los frutos (90%), desde finales de mayo hasta principios de septiembre. Beede (2014) sugiere aplicar el 40% de las necesidades de este fertilizante en mayo, 40% en junio y 20% en julio por goteo.*

podría corregir determinadas carencias, como las de Zn, Fe, Mn, Mg y B. Para ello debería localizarse la acidificación en bandas o en el goteo.

## Cobre

### Síntomas de deficiencia

Es relativamente frecuente, especialmente sobre árboles jóvenes. Los síntomas aparecen a finales de julio o mediados de agosto en las hojas recién formadas de los brotes terminales, siendo más pequeñas y redondeadas de lo normal, con manchas necróticas en sus puntas. A finales del mes de agosto las puntas de los brotes suelen curvarse antes de secarse. Habitualmente los síntomas de esta deficiencia y de la de zinc son parecidos y, en algunos casos, aparecen a la vez. Puede distinguirse de la de zinc por el momento en el que suelen aparecer los síntomas, a mediados del verano, mientras que la de zinc tiene lugar a principios de la primavera.

### Corrección

La deficiencia de cobre se puede corregir con la aplicación de 100 gramos de que-

lato de cobre (14,5%) cuando las hojas se encuentren desplegadas al 50% en primavera (primeros de mayo). Puede mezclarse con zinc así como incluirse en las mezclas con nutrientes para ser aplicadas varias veces en primavera.

## Boro

### Síntomas de deficiencia

Se manifiesta con una necrosis en determinados puntos de crecimiento, la brotación de las yemas laterales mientras la terminal permanece dormida y la presencia de entrenudos cortos. También se produce la muerte súbita de las puntas de los brotes y hojas coriáceas cuyas puntas se encrespan hacia arriba y se deforman. Los racimos de flores a menudo se caen antes del cuajado.

### Corrección

Debido a que este micronutriente permanece inmóvil en el floema, es necesario que exista en el suelo en las cantidades adecuadas para ser absorbido con el agua. Para que pueda comenzar la corrección en la primavera siguiente, los tratamientos del suelo tienen que iniciarse a finales de agosto del año anterior a base de 50 gramos de Solubor<sup>5</sup> 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.

Deben controlarse los niveles en hojas y suelo a fin de no tener problemas de toxicidad. Se trata de un nutriente de difícil lavado. Combinado con zinc parece mejorar la absorción de este elemento.

## Magnesio

### Síntomas de deficiencia

A mediados de la temporada aparecen los primeros síntomas en las hojas más

bajas que pierden el color, tanto en su punta como en sus márgenes laterales. En algunos casos pueden aparecer clorosis entre las nervaduras. El follaje es escaso y las hojas adquieren un color verde pálido, llegando a caer las basales. Suele aparecer clorosis en sus bordes que se convierten en necrosis de color marrón claro, dejando un área verde en forma de V invertida en la base de los foliolos. Pequeñas manchas de color marrón claro aparecen en el avance del “quemado” de la hoja. Esta deficiencia puede ser confundida con la de potasio. Los árboles jóvenes son los más susceptibles a esta carencia. El constante desarrollo radicular va elevando su absorción y los síntomas suelen ir desapareciendo.

### Corrección

La escasa concentración de este elemento en hojas suele deberse a suelos excesivamente arenosos, ácidos y sometidos a un profundo lavado. Los suelos calcáreos pueden limitar la cantidad de magnesio disponible y un exceso de calcio o potasio pueden aumentar su bloqueo.

## Manganeso

### Síntomas de deficiencia

Se empiezan a manifestar a mediados de la temporada en las hojas más viejas (basales). La clorosis comienza entre las venas de las hojas, no en los márgenes y progresa hasta dejar solo un ligero tejido de color verde al lado de las venas, apareciendo el área del medio amarilla (síntomas conocidos como 2espina de pescado”). La falta de manganeso no arruga la hoja como el boro ni seca las puntas de los brotes como el cobre.

### Corrección

Para corregir sus deficiencias se emplea el sulfato de manganeso o abonos complejos en los que suelen incluirse otros micronutrientes. ■

## NOTAS DE LOS AUTORES

- 1 Si los valores de este nutriente tanto en suelo como en hojas es bajo, será necesario elevar la dosis indicada, mientras que si es elevado, sería conveniente reducirla.
- 2 Las muestras deben tomarse de la zona cercana al grueso de raíces, es decir, entre 30 y 60 cm según se trate de suelos someros o profundos, respectivamente.
- 3 Desde mediados de abril hasta primeros de junio para Kerman en Castilla-La Mancha.
- 4 El fósforo puede utilizarse en fertirrigación pero existe la posibilidad de que se formen fosfatos de calcio que suelen obstruir los goteros (California Plant Health Association, 2002).
- 5 Borato sódico natural sin disolventes, con un 17,5% de boro soluble (pH: 7,4).

## BIBLIOGRAFÍA

### General

- Cadahía, C., 2005. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 681 pp.
- Couceiro, J.F.; Cabello, M.J.; Pérez-López, D.; Armadoro, S.; Guerrero, J.; Gijón, M.C.; Martínez, E., 2017a. Optimización de técnicas de cultivo del pistachero en secano y en regadío. Revista Vida Rural, 440: 40-45.
- Couceiro, J.F.; Cabello, M.J.; Memmi, H.; Pérez-López, D.; Armadoro, S.; Martínez, E.; Mecinas, F.; Guerrero, J.; Gijón, M.C., 2017b. Desarrollo de los Aspectos Agronómicos más Demandados en el Manejo del Cultivo del Pistachero en España. Revista Agricultura, 1006: 428-438.
- Couceiro, J.F.; Guerrero, J.; Gijón, M.C.; Moriana, A.; Pérez-López, D.; Rodríguez, M., 2017c. El Cultivo del Pistachero (Segunda Edición). Ed. Mundi Prensa (Parainfo). 733 pp.
- Espada, J.L., 2009, in: MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010. Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. 259 pp.
- Memmi, H., 2016. Improvement of Regulated Deficit Irrigation in Pistachio (*Pistacia vera* L.). Water relations and rootstocks influence. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 168 pp.
- Memmi, H.; Gijón, M.C.; Couceiro, J.F.; Pérez-López, D., 2016a. Water Stress thresholds for Regulated Deficit Irrigation in Pistachio Trees: Rootstock Influence and Effects on Yield Quality. Agricultural Water Management (164): 58-72.
- Memmi, H.; Couceiro, J.F.; Gijón, M.C.; Pérez-López, D., 2016b. Impacts of Water Stress, Environment and Rootstock on the Diurnal Behaviour of Stem Water Potential and Leaf Conductance in Pistachio (*Pistacia vera* L.). Spanish Journal of Agricultural Research (SJAR): 14 (1-14).
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (2010). Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. ISBN: 978-84-4910997-3. 119 pp.
- Tames, C., 1966. Encalados. Boletín INIA, (54): 19-38. Madrid
- Urbano Terrón, P., (2015). Tratado de Fitotecnia General. Ed. Mundi-Prensa. ISBN 13:9788484763307.
- Thompson, L. M.; Troeh, F. R., 1988. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverté. 4ª ed. 649 pp.

### Nitrógeno

- Beede, B., Kallsen, C., 2008. How do I develop a sound pistachio nutrition management program?.
- Brown, P.H., Siddiqui, I., 2012. Development of leaf sampling and interpretation methods for pistachio and development of a nutrient budget approach to fertilizer management in pistachio. Pistachio Project Final Report.

Brown, P.H., Siddiqui, I., 2013. Update 2013: Managing pistachio nutrition: Overview. Findings & recommendations.

Ferguson, L., 1985. Effect of foliar urea applications on leaf nitrogen content and bud retention in pistachio. In: Pistachio Industry Annual Report 1985. pp. 94-95.

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H., 1996. Assessment of nitrogen, phosphorus, and potassium uptake capacity and root growth in mature alternate-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees. Tree Physiology 16, 949-956.

Zasoski, R.J., 1994. Nitrogen efficiency in drip irrigated almonds. FREP Final Report. Number 93 – 0551.

### Fósforo

Ashworth, L.J., Gaona, S.A., Surber, E., 1985. Nutritional diseases of pistachio trees: Potassium and phosphorus deficiencies and chloride and boron toxicities. Phytopathology 75, 1084-1091.

Brown, P.H., Siddiqui, I., 2012. Development of leaf sampling and interpretation methods for pistachio and development of a nutrient budget approach to fertilizer management in pistachio. Pistachio Project Final Report.

California Plant Health Association, 2002. Western Fertilizer Handbook 9th Edition. Interstate Publishers, Inc.

Fulton, A., 2010. Understanding and applying Information from a Soil Test: Part 2 – NPK. The Almond Doctor. University of California Cooperative Extension.

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H., 1996. Assessment of nitrogen, phosphorus, and potassium uptake capacity and root growth in mature alternate-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees. Tree Physiology 16, 949-956.

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H., 2002. Phosphorus and potassium nutrition of pistachio trees as affected by alternate-bearing. Better Crops 86(1), 18-22.

Siddiqui, M.I., Brown, P., 2013. Pistachio prediction model. A new tool in nutrient management.

### Potasio

Ashworth, L.J., Gaona, S.A., Surber, E., 1985. Verticillium wilt of pistachio: The influence of potassium nutrition on susceptibility to infection by *Verticillium dahliae*. Phytopathology 75, 1091-1093.

Beede, B., 2014. June, 2014 Orchard task list for pistachios. UCCE Kings County Newsletter.

Brown, P., Siddiqui, I., 2012. Development of leaf sampling and interpretation methods for pistachio and development of a nutrient budget approach to fertilizer management in pistachio. Pistachio Project Final Report.

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H., 1996. Assessment of nitrogen, phosphorus, and potassium uptake capacity and root growth in mature alternate-bearing pistachio (*Pistacia vera*) trees. Tree Physiology 16, 949-956.

Rosecrance, R.C., Weinbaum, S.A., Brown, P.H., 2002. Phosphorus and potassium nutrition of pistachio trees as affected by alternate-bearing. Better Crops 86(1), 18-22.

Zeng, Q., Brown, P.H., Fairweather, T., Holtz, B.A., 1996. Potassium nutrition of pistachio: Development of potassium diagnostic procedures and fertilizer recommendations (first year report). Pistachio Industry Annual Report 1996. Pp. 135-138.

Zeng, Q., Brown, P.H., Hornung, C., Holtz, B.A., 1997. Effects of potassium application on soil potassium availability, leaf potassium status, nut yield and quality in mature pistachio (*Pistacia vera* L.) trees. Pistachio Industry Annual Report 1997. pp. 90-96.

Zeng, Q., Brown, P.H., Holtz, B.A., 2001. Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. HortScience, 36, 85-89.