



nº 1  
enero  
2020

# BOLETIN Informativo

## Sumario

**IMPORTANCIA DEL BORO EN EL CULTIVO DEL PISTACHO. DEFICIENCIA DE BORO EN LA COMARCA SUROCCIDENTAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID**

García-Estringana, P., Fernández-Suela, E., Salcedo López, L., Ramírez-Martín, N., Galvez Rodríguez, B., Saiz Saiz, R., Alegre, J. (pistachos.imidra@madrid.org)

## EL BORO EN LAS PLANTACIONES DE PISTACHO

El objetivo de este trabajo es proporcionar información sobre la importancia del boro para el cultivo del pistacho, sus funciones en la planta y los efectos de su deficiencia. Se describen los síntomas visuales que causan las deficiencias en boro y los excesos (toxicidad). Se analiza un caso concreto, la deficiencia en boro de una zona de la Comunidad de Madrid asociada a suelos desarrollados a partir de rocas graníticas. Por último se discuten los procedimientos agronómicos y las formulaciones químicas disponibles para corregir las deficiencias.

### El pistachero tiene unas necesidades en boro excepcionalmente elevadas

El contenido de boro en las hojas de las plantas superiores generalmente fluctúa dentro de un rango de concentraciones reducido alrededor de las 20 ppm (20 mg por cada kg de peso seco) siendo también relativamente estrecho el rango de concentraciones entre la suficiencia y la toxicidad. El cultivo del pistacho es excepcional por sus elevadas necesidades de boro. La figura 1 muestra una comparativa entre los niveles de boro en hoja adecuados para el trigo, el almendro, el olivo y el pistacho. Las necesidades de boro del pistachero son unas 20 veces superiores a las del trigo y unas cuatro veces mayores que las del olivo y la vid. Las concentraciones de boro en hoja recomendable para el pistacho (hasta 250 ppm) causarían toxicidad para la mayoría de los cultivos.

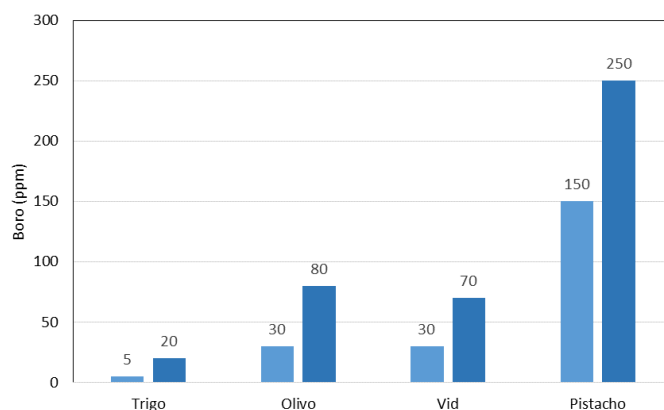


Figura 1. Niveles de boro en hoja adecuados para diferentes cultivos: en azul claro el valor mínimo y en azul oscuro el valor máximo

### Efectos de la deficiencia en boro en los vegetales

La deficiencia de boro, en principio, afecta más severamente al proceso reproductivo que al crecimiento vegetativo. La síntesis de hormonas se ve alterada, disminuye la germinación del polen y el tubo polínico crece con malformaciones que le impiden alcanzar el saco embrionario. Como la fecundación de las flores es insuficiente y defectuosa el rendimiento disminuye, pero el rendimiento también se ve

afectado porque la deficiencia en boro puede inducir un desarrollo anómalo del embrión y el fruto en las flores fecundadas.

El boro es necesario también en muchos otros procesos metabólicos, su deficiencia altera, entre otros, el crecimiento de las paredes celulares, la estabilidad de las membranas, la absorción de nutrientes y en definitiva hace que los tejidos meristemáticos, que son responsables del crecimiento vegetal, pierdan su funcionalidad. Una deficiencia severa se traduce en crecimientos anormales de tallos y raíces, llegando a generar la total falta de crecimiento de los órganos vegetales.

## Síntomas de deficiencia en pistacho

### Deficiencia leve

Las deficiencias leves causan un porcentaje elevado de frutos vacíos (blancos) (Figura 2a y 2b), incrementan el porcentaje de frutos cerrados y reducen tanto la producción en kg/ha como su valor económico. El porcentaje de frutos vacíos es una característica varietal. En la variedad Kerman se considera normal un porcentaje de frutos vacíos de hasta el 10 %.

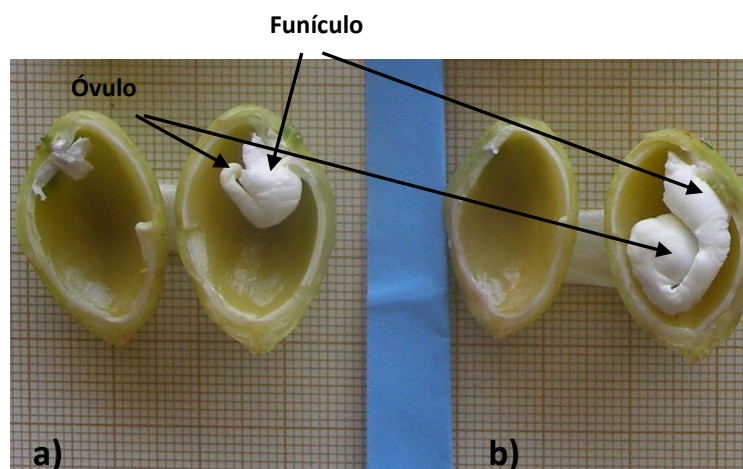


Figura 2. Comparación de un fruto afectado por déficit moderado de boro (2a) frente a un fruto no afectado (2b) a finales de julio.

### Deficiencia severa

Las deficiencias severas provocan, además, deformación en las hojas jóvenes: hojas con bordes enroscados hacia el interior (Figura 3a), gruesas, con abolladuras (Figura 3b), con predominancia de hojas de un solo foliolo (Figura 3c).

Además de los síntomas en hoja, se produce una reducción del crecimiento terminal, con muerte de las yemas terminales que provocan la brotación de yemas adventicias, con entrenudos cortos, dando al árbol un aspecto arbustivo. Muchos de estos brotes también acaban muriendo, por lo que da la sensación como si el árbol quisiera crecer pero no puede.

En los peciolo de las hojas y en las hojas aparecen pequeñas manchas oscuras, zonas necrosadas, que suelen ser el prelude del marchitamiento del brote (Figura 4). Esto provoca la muerte completa de alguna de las ramas principales, mientras que alguna otra rama intenta brotar, pero en su brotación manifiesta los síntomas en hoja y entrenudos cortos (Figura 5)



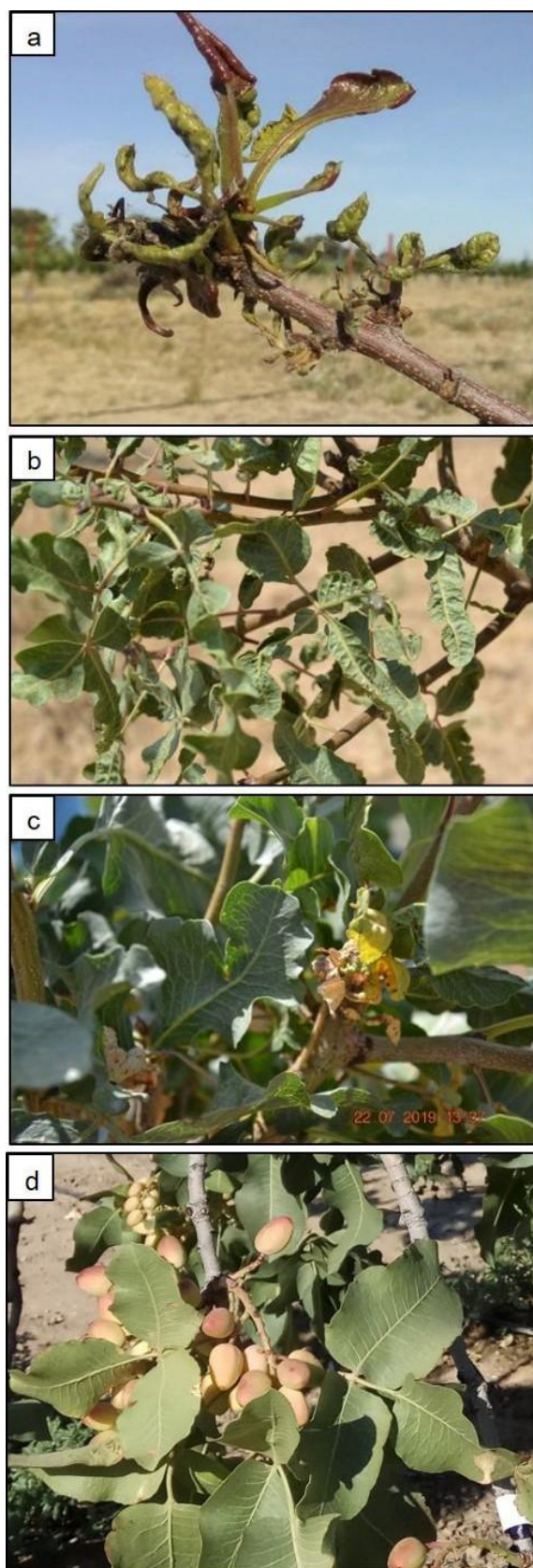


Figura 3. Síntomas en hoja de una deficiencia severa en boro (3a, 3b y 3c) frente a una hoja no afectada (3d)

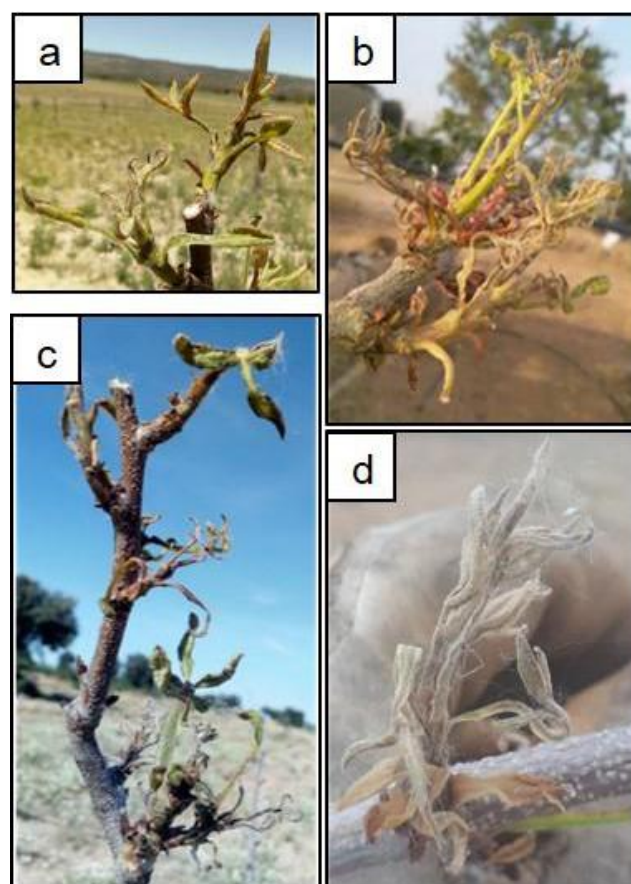


Figura 4. Síntomas de deficiencia severa en los brotes nuevos: aparición de manchas (4a) y diferentes estados durante el proceso de marchitamiento (4b, 4c y 4d).



Figura 5. Pistachero afectado por deficiencia severa en boro: marchitamiento de la brotación en dos ramas principales, y brotación con deformaciones en hojas y entrenudos cortos.

La deficiencia severa puede llegar a inhibir por completo el desarrollo de los nuevos brotes en primavera y culmina con árboles sin copa, aparentemente secos, que terminan por morir si no se corrige.

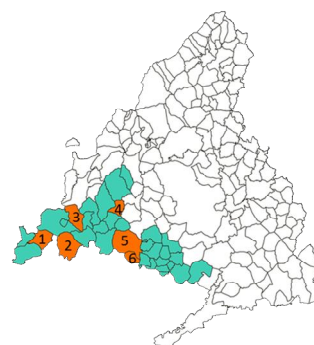
## Deficiencia en boro en la comarca Suroccidental de la Comunidad de Madrid

En la Comarca Suroccidental de la Comunidad de Madrid se ha iniciado la implantación del cultivo del pistacho y ya existen varias plantaciones en producción o a punto de entrar en producción.

Los suelos de esta región son susceptibles de mostrar deficiencias en boro. Son suelos de textura gruesa, lo que facilita el lavado de los nutrientes, originados sobre materiales ígneos pobres en boro y con un bajo contenido en materia orgánica.

En la figura 6 se muestran los valores de boro asimilable en el suelo medidos en 6 plantaciones de pistacho de los municipios de Cadalso de los Vidrios, Villa del Prado, Navas del Rey, Quijorna, Navalcarnero y El Álamo, todos ellos pertenecientes a la Comarca Suroccidental. Los valores de boro asimilable, determinados mediante extracción con DTPA, oscilaron entre 0,06 y 0,22 ppm. Para estos niveles de boro asimilable en suelo se han observado síntomas de deficiencias severas de boro en 4 plantaciones de pistacho con concentraciones de boro en hoja entre 28 ppm y 70 ppm, todas ellas por debajo del valor crítico de 90 ppm (Figura 7).

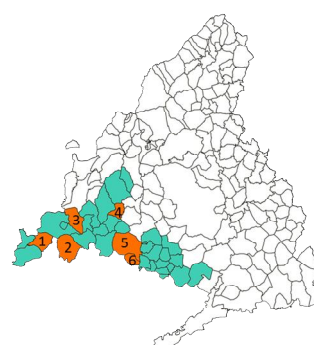
Las plantaciones de Quijorna y El Álamo están recién establecidas con patrones para injertar y casi con toda seguridad mostrarán problemas de deficiencia en boro.



Localidad	[Boro] <sub>SUELO</sub> (ppm)
1. Cadalso de los Vidrios	0,22
2. Villa del Prado	0,13
3. Navas del Rey	0,21
4. Quijorna	0,16
5. Navalcarnero	0,06
6. El Álamo	0,13

Figura 6. Niveles de boro asimilable en suelo en diferentes plantaciones de pistacho de la Comarca Suroccidental de la Comunidad de Madrid.

Para estos niveles de boro asimilable en suelo se han observado deficiencias severas de boro en hoja en 4 plantaciones de pistacho, con valores que oscilaron entre 28 ppm y 70 ppm, muy por debajo del valor crítico de 90 ppm descrito en Beede et al. (2016) (Figura 7).



Localidad	[Boro] <sub>HOJA</sub> (ppm)
1. Cadalso de los Vidrios	28
2. Villa del Prado	51
3. Navas del Rey	70
5. Navalcarnero	54

Figura 7. Niveles de boro en hoja en plantaciones de pistacho de la Comarca Suroccidental de la Comunidad de Madrid.

## El origen del problema

La aparición de deficiencias en boro está asociada fundamentalmente con la naturaleza del suelo. Las deficiencias son más frecuentes cuando la roca que originó el suelo es pobre en boro como



sucede, por ejemplo, con los granitos ácidos que han dado origen a muchos de los suelos de la Comarca Suroccidental de la Comunidad de Madrid. Las texturas gruesas y arenosas de estos suelos y los contenidos en materia orgánica muy bajos contribuyen, también, la aparición de estas deficiencias en un cultivo que, por otra parte, como ya hemos comentado es muy exigente en boro. Esta problemática sin duda aparecerá también en otras zonas del centro de España sobre suelos desarrollados a partir de los materiales geológicos característicos del Sistema Central.

## **Diagnóstico y corrección de la deficiencia de boro en pistacho**

La deficiencia de boro en el pistacho siempre se asocia a los síntomas específicos descritos en el apartado anterior, que sólo pueden ser corregidos con la aplicación de este elemento. El diagnóstico de la deficiencia se basa en el reconocimiento de los síntomas pero, además, es imprescindible recurrir al análisis foliar para evaluar el alcance del problema y gestionar su corrección. Cuando la concentración media de boro en hoja, de los árboles de nuestra plantación, esté por debajo de 120 ppm algunos árboles pueden manifestar deficiencias a través de un elevado porcentaje de frutos vacíos y pérdidas de producción que son más difíciles de detectar. Las deficiencias severas, normalmente, aparecerán en árboles de plantaciones con concentraciones medias de boro en hoja inferiores al valor crítico de 90 ppm.

La corrección de la deficiencia se logra utilizando ácido bórico y sales de boro que se aplican sobre las plantas, en el

suelo o de ambas formas. Los productos comerciales contienen boro altamente soluble en agua en concentraciones que suelen variar entre el 10 % y el 20 %. También se comercializan minerales de boro procesados que pueden emplearse en agricultura ecológica, su concentración en boro puede ser similar y su solubilidad suele ser menor. La elevada solubilidad del boro en agua garantiza la rapidez de la absorción y la corrección inmediata de los problemas existentes en el momento de la aplicación, pero esta elevada solubilidad también hace que el fertilizante aplicado se pierda fácilmente del suelo, por lavado, de forma que una sola aportación no previene las deficiencias nutricionales a medio y largo plazo, siendo necesario realizar controles periódicos y nuevas aportaciones.

Las deficiencias leves se tratan con aplicaciones foliares en primavera. Se emplean concentraciones de 50 a 100 g de boro por cada 100 litros de agua y el fertilizante se aplica cuando las yemas están empezando a abrir. Son aplicaciones destinadas a lograr una mejor polinización y un mejor cuajado de los frutos.

Las deficiencias severas se tratan con aplicaciones al suelo de entre 2 y 4 kg boro por ha. El boro en el suelo se puede aplicar desde final de marzo hasta el comienzo del otoño. La absorción es mejor si el árbol está en plena actividad y las temperaturas son ya elevadas. Hay que distribuir el boro de forma uniforme en el terreno y evitar acumulaciones puntuales que generen toxicidad. La aplicación puede realizarse mediante el sistema de fertirrigación o utilizando un pulverizador de los empleados habitualmente en la

aplicación de herbicidas. En los casos de deficiencia severa, con árboles en producción, puede ser interesante combinar la aplicación foliar y la aplicación al suelo.

### Toxicidad por boro

Como se ha comentado, el rango de concentraciones que separa la suficiencia de la toxicidad es relativamente estrecho para el boro. Por eso, cuando se realizan correcciones de este micronutriente, es necesario ser preciso con las dosis empleadas y minuciosos con la forma de aplicación.

En el pistacho pueden aparecer problemas de toxicidad si se superan concentraciones de 400 ppm en hoja. La toxicidad se manifiesta con una necrosis progresiva de las hojas que empiezan por un amarilleamiento de las extremidades y de los bordes de las hojas (Figura 8a), que progresa con quemaduras entre los nervios laterales hacia la nervadura central y evoluciona con un oscurecimiento y posterior necrosis (Figura 8b), lo que acaba provocando una caída prematura de las hojas.

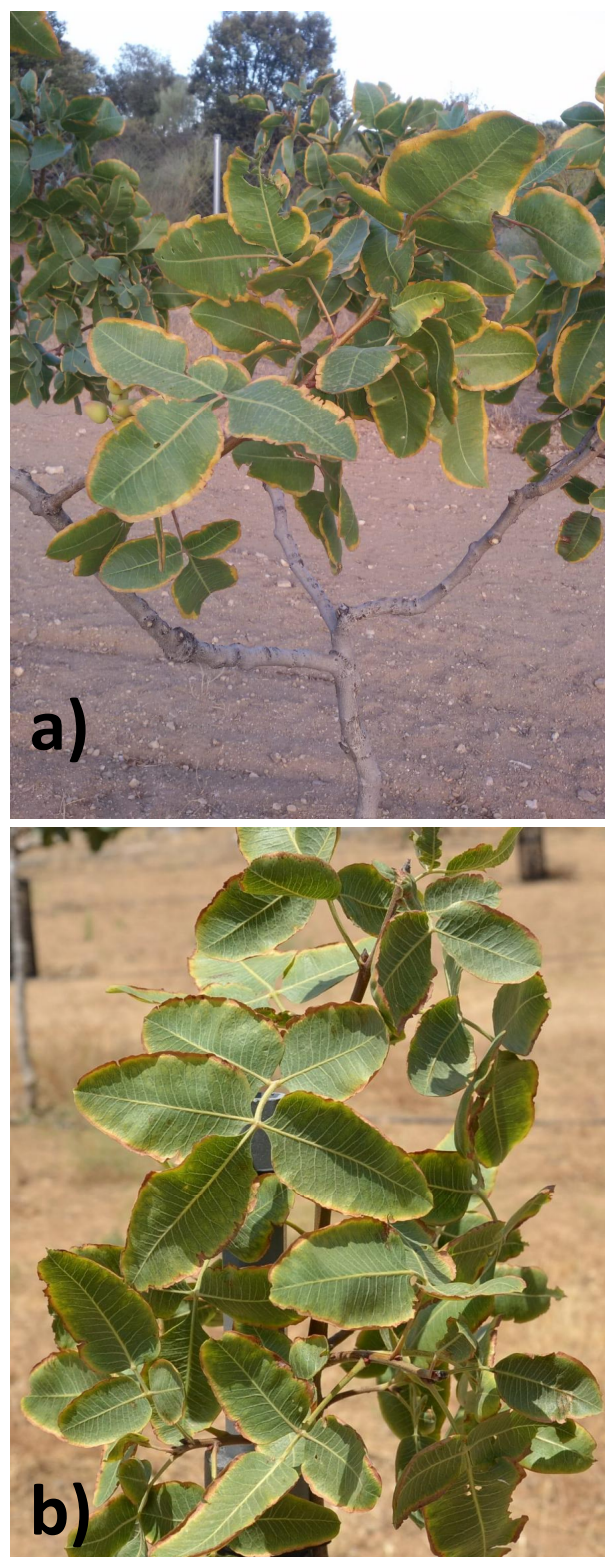


Figura 8. Síntomas de toxicidad por exceso de boro en hoja de pistacho. Fase inicial (8a) y fase intermedia (8b).

## Control del boro en comarcas vulnerables

Un agricultor que se encuentre en una comarca vulnerable a sufrir deficiencia en boro y decida plantar pistacho, debe tomar conciencia de que necesitará hacer un control periódico de este nutriente por ser un cultivo muy exigente. Para ello el agricultor tendrá que realizar un análisis foliar cada año, tomando muestras de hojas entre la segunda y la tercera semana de agosto, tomando los folíolos subterminales de ramas que no porten fruto y que se encuentren en la parte externa de la copa (Figura 9). Para más información consultar García-Estringana et al., 2019.

Además tendrá que estar pendiente de observar los síntomas de déficit, tanto en la época de brotación como durante el llenado del fruto. Ante la observación de síntomas confirmados por valores deficitarios en las analíticas, el agricultor tendrá que realizar una corrección aplicando el producto oportuno con la dosis adecuada, nunca sobrepasando las dosis recomendadas, y aplicando el producto de una manera uniforme, de forma que no se quede concentrado todo el boro en pequeños rodales para evitar problemas de toxicidad.

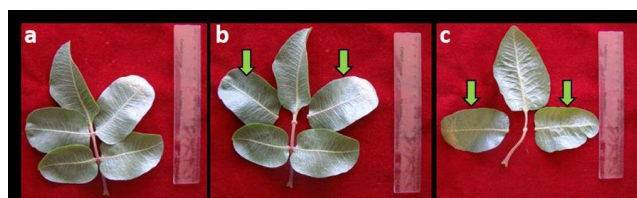


Figura 9. Los folíolos subterminales (9b y 9c) son los que se tomarán para realizar el análisis foliar.

## Referencias

- Alarcón, A. L. (n.d.). El boro como nutriente esencial. Infoagro.com.
- Beede, R. H., Brown, P. H., Kallsen, C., & Weinbaum, S. A. (2005). Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. In L. Ferguson (Ed.), Pistachio production manual (University, pp. 147–157).
- Beede, R. H., Brown, P. H., Kallsen, C., & Weinbaum, S. A. (2016). Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. In L. Ferguson & D. Haviland (Eds.), Pistachio production manual. University of California Agricultural and Natural Resources Press.
- Ferguson, L., Maranto, J., & Beede, R. (1995). Mechanical Topping Mitigates Alternate Bearing of "Kerman" Pistachios (*Pistacia vera* L.). *HortScience*, 30(7), 1369–1372.
- García-Estringana, P., Fernández-suela, E., López, L. S., & Ramírez-martín, N. (2019). Evaluación del estado nutricional de plantaciones de pistacho. *Agricultura*, Julio-Agosto, 36–40.
- Gijón, M. C., Guerrero, J., Couceiro, J. F., & Moriana, A. (2009). Deficit irrigation without reducing yield or nut splitting in pistachio (*Pistacia vera* cv Kerman on *Pistacia terebinthus* L.). *Agricultural Water Management*, 96, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.004>
- Kallsen, C. E., & Parfitt, D. E. (2009). New pistachio varieties show promise for California cultivation. *California Agriculture*, 63(1), 1