

# Parámetros previos a la plantación del pistacho

Antes de realizar la plantación es importante hacer un estudio del suelo y del agua

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.



Buena parte del contenido de este artículo procede de los ensayos llevados a cabo durante décadas por investigadores de diferentes universidades de EE.UU sobre plantaciones de pistacheros del valle de San Joaquín (California). Para poder ser extrapolada a nuestro país se han considerado variables basadas en la mayor actividad vegetativa registrada en esa zona californiana en relación a la que tiene lugar en la Península Ibérica, principalmente ocasionada por un régimen térmico mucho más benigno.

Este hecho puede ser comprobado cuando, en esa área cercana al Pacífico, se contemplan ejemplares de pistacheros, almendros, avellanos y nogales de una envergadura y unos rendimientos por hectárea significativamente superiores a los que se dan en otras zonas del planeta. Sin em-

bargo, a esas excepcionales condiciones agroclimáticas habría que anteponer otros aspectos no tan favorables, como una dependencia excesiva del agua, un mayor consumo de inputs (agua, fertilizantes, productos fitosanitarios, etc.) y un indiscutible deterioro de la calidad organoléptica de sus producciones, aspecto cada vez más valorado por los mercados que apuestan por la calidad en todos los órdenes.

## Macro y micronutrientes

Los nutrientes son los elementos esenciales que participan en el desarrollo vegetal y pueden clasificarse en macro y micronutrientes. Los primeros como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) son requeridos en grandes cantidades y los segundos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), molibdeno (Mo), níquel (Ni), cobre (Cu), zinc (Zn) y cloro (Cl) en pequeñas cantidades. La insuficiencia de cualquiera de ellos da lugar a una carencia y su exceso puede provocar una toxicidad.

### En el suelo

Entre los nutrientes móviles y solubles en el suelo, y por tanto fácilmente lixiviables, podemos mencionar N, S, Mg, Ca y B, y entre los inmóviles o con una movilidad restringida P, Fe, Zn, Mn y Cu.

### En la planta

Conocer la movilidad de un elemento en el árbol puede indicarnos cómo mejorar su aportación con aquellos abonos que lo contengan y conocer dónde y cuándo aparecerán los síntomas de su deficiencia o toxicidad. Los nutrientes de libre movilidad son N, K, S, Mg y Cl; los de baja movilidad Zn y Cu; mientras que los inmóviles son Mn, Fe, Ca y B. Los elementos N, P, K, Mg y S circulan tanto a través del xilema<sup>1</sup> como del floe-



Plantación adulta en Peal de Becerro (Jaén).

ma<sup>2</sup>. Estos nutrientes pueden ser almacenados en el árbol y, por lo tanto, sus efectos perdurarán más en el tiempo en relación a otros de menos movilidad. Por otro lado, las deficiencias de estos elementos aparecen más pronto en las partes más viejas y los tratamientos foliares que se llevan a cabo con ellos son eficaces tanto para los tejidos ya formados como para los que se encuentran en proceso de formación.

Los nutrientes inmóviles, sin embargo, se desplazan exclusiva o principalmente por el xilema, es decir, por el flujo unidireccional del agua hasta las hojas. Por lo tanto, cualquier limitación de ese flujo podría causar las correspondientes deficiencias de esos nutrientes. Es importante suministrarlos en todas las etapas tanto de desarrollo como de reproducción. Al no poder ser almacenados, los fertilizantes con estos nutrientes poseen una eficacia limitada en el tiempo. Por otro lado, de los tratamientos foliares solo se benefician los tejidos tratados y no los que continúan su formación después de la aplicación.

Al parecer el boro es el único nutriente que varía su movilidad según la especie. En este sentido, es muy móvil, por ejemplo, en el almendro, olivo, manzano, peral (y otras especies relacionadas con ellas) e inmóvil en todas las demás, como el pistachero, nogal, cítricos, etc.

## Análisis foliar

Las analíticas foliares son una herramienta fundamental a la hora de conocer el estado nutricional del árbol en el momento en el que se realizan. Los resultados de las mismas nos orientan sobre la situación de los nutrientes en el suelo y si las aportaciones previas de abonos al suelo están teniendo la repercusión esperada sobre los árboles de la plantación. Para la elaboración de esas analíticas deben seguirse unas determinadas pautas que se detallan en lo que hemos denominado protocolo de muestreo.

### Protocolo de muestreo

Si las plantaciones no son uniformes recogeremos una muestra por cada tipo de



Plantación adulta en Motilla del Palancar (Cuenca).

**CUADRO I. VALORES ÓPTIMOS EN HOJA DE LOS ELEMENTOS CONSIDERADOS IMPORTANTES PARA EL PISTACHERO PARA LAS 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

Si los valores son iguales o están por debajo del nivel crítico, la producción será de un 95% o menor y, en este caso, es probable que se detecten síntomas de deficiencia. Si la concentración de nutrientes está dentro de ese intervalo, el crecimiento y rendimiento serán óptimos, siempre que no existan otros factores limitantes para una perfecta absorción.

suelo o área productiva diferente, lo que podrían considerarse como bloques distintos. Para cada muestra se recogerán aleatoriamente un total de unas 10/15 hojas bien desarrolladas de ramas sin frutos por árbol, desde finales de julio hasta el mes de agosto incluido<sup>3</sup>, a una altura de unos 150/180 cm y alrededor de toda su copa. Esas 10 hojas se escogerán de unos 10/15 árboles separados entre sí al menos unos 30 metros. No deben ser uti-

lizados en el muestreo los árboles tratados recientemente con abonos<sup>4</sup>. Las hojas se introducirán en bolsas de plástico para su envío al laboratorio separadas por bloques, suponiendo que hayamos detectado suficientes diferencias de suelo o de zonas de producción para que puedan ser considerados de esa manera. En caso de no existir esas diferencias se enviaría una bolsa con esas 10 hojas/árbol de cada uno de esos 10/15 árboles

por plantación.

Se solicita al laboratorio la analítica de los siguientes elementos: N, P, K, B, Ca, Cu, Zn y Mg. Con los resultados en nuestro poder, el siguiente paso sería comparar cada elemento con los datos del **cuadro I**. Si cada nutriente se mantiene dentro del intervalo señalado en el **cuadro I** significa que se encuentra dentro de los límites considerados adecuados; pero si, por el contrario, se sitúan por debajo de su valor crítico, lo que probablemente nos está indicando es que su proporción en el suelo es insuficiente para un normal desarrollo del árbol, bien por un consumo de los últimos años sin reposición de nutrientes o por un bloqueo ocasionado por un pH extremo del suelo o por un efecto antagónico con otros nutrientes. Sea cual sea la circunstancia de esa escasez, el siguiente paso sería realizar una analítica del suelo antes de iniciar el programa de abonado definitivo.

**Análisis del suelo**

El suelo es el almacén del cual el árbol extrae el agua y los nutrientes necesarios a lo largo de su vida productiva. Por tanto, antes de establecer la plantación comprobaremos que el factor suelo no va a suponer ninguna limitación en cualquiera de los plazos en el tiempo.

Extraeremos de un hoyo (calicata) las muestras necesarias que luego enviaremos al laboratorio<sup>5</sup>. Si el suelo es homogéneo, es decir, sin cambios de color o de aspecto en toda su extensión superficial, con una calicata será suficiente. Si es variable tendremos que realizar tantos hoyos como tipos de suelo tengamos. Recogeremos aproximadamente 1 kg de tierra por muestra y horizonte diferente en profundidad, es decir, si el suelo es homogéneo en todo su perfil (hasta 1 metro), con una muestra será suficiente, pero si tenemos diferentes horizontes en ese perfil, tendremos que recoger tantas

muestras como número de ellos. Otra forma, aunque menos precisa, de realizar el muestreo, sin tener que fijarnos en los cambios de color o de aspecto de los horizontes, sería recoger tres muestras: la primera entre los 0 y los 30 cm, la segunda entre los 30 y los 60 cm y una tercera entre los 60 cm y 1 m. En el caso de que la profundidad del suelo supere el metro, sería conveniente comprobar que ninguno de los horizontes fuera impermeable por debajo de esa distancia ya que podría perjudicar gravemente la plantación ante un encharcamiento esporádico y temporal. También debemos cerciorarnos de que la capa freática no se eleve por encima de ese metro, incluida la estación invernal, en cuyo caso también deberíamos descartar el cultivo. Al menos inicialmente, solicitaríamos al laboratorio la analítica de las siguientes

“

*El pistachero es una de las especies que más resistencia posee a la salinidad. Datos de diferentes países indican que para un desarrollo y unas producciones normales, la salinidad del agua de riego no debería sobrepasar los 4 dS/m<sup>10</sup>*

variables: textura (arena, limo y arcilla), permeabilidad, pH, salinidad, capacidad de campo y el contenido en calcio (Ca), sodio (Na) y presencia de hongos del género *Verticillium*<sup>6</sup>. Recibidos y analizados los resultados, el siguiente paso será determinar si el cultivo es viable, si es necesaria alguna enmienda para hacerlo mínimamente posible o si debemos descartarlo. En caso de ser adecuado, ya podremos solicitar al laboratorio una ampliación de la primera analítica a otros elementos y variables como, por ejemplo, las cantidades de N, P, K, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y el porcentaje de saturación de bases. Los mejores suelos para el pistachero serían aquellos que cumplieran las siguientes condiciones:



**CEAT**  
SPECIALTY

5 años de  
Garantía

CUORE  
ITALIANO

#MÁS  
TRACCIÓN

**CUADRO II. DOSIS ORIENTATIVAS DE KILOGRAMOS DE CALIZA\* Y CAL VIVA\*\* POR HECTÁREA PARA ELEVAR EL PH DEL SUELO EN FUNCIÓN DE SU TEXTURA.**

Textura	Rango de incremento del pH			
	De 4,5 a 5,5		De 5,5 a 6,5	
	Caliza	Cal viva	Caliza	Cal viva
Arenosa	1.500	850	2.250	1.250
Franca	2.000	1.100	3.000	1.700
Limosa	2.750	1.600	3.750	2.100
Arcillosa	3.500	2.000	4.250	2.400

\*Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente de carbonato de calcio (CO<sub>3</sub>Ca). \*\*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: Elaboración propia tomando como base los datos indicados por Tames (1966).

**CUADRO III. NECESIDADES ORIENTATIVAS MEDIAS DE CALIZA PURA FINAMENTE DIVIDIDA (TONELADAS POR HECTÁREA) PARA INCREMENTAR EN 0,5 UNIDADES EL PH DEL SUELO EN FUNCIÓN DE SU PH INICIAL, TEXTURA Y COMPOSICIÓN ORGÁNICA.**

Textura	pH inicial			
	4,5 - 5,0	5,0 - 5,5	5,5 - 6,0	6,0 - 6,5
Arenosa	0,35	0,35	0,4	0,5
Franco arenosa	0,5	0,6	0,7	0,9
Franca	0,85	0,95	1,05	1,25
Franco limosa	1,3	1,4	1,5	1,7
Franco arcillosa	1,6	1,8	2	2,5
Orgánica*	3,6	3,8	4	4,5

\*Una riqueza del 12% en carbono orgánico constituye el límite que separa los suelos orgánicos de los minerales que no contengan arcilla. Este límite asciende con la riqueza de arcilla y alcanza el 18% para los suelos con más del 60% de arcilla (Thompson y Troeh, 1988).

Fuente: Cadahía (2005).

- Buen balance entre las fracciones de arena, limo y arcilla (suelos francos, por ejemplo). También pueden ser válidos los franco-arenosos, siempre que el porcentaje de arena no supere el 80% y el de arcilla no sea inferior al 5%. Estos suelos no serían adecuados por la escasa capacidad de retención de agua y nutrientes, circunstancia que daría lugar a unas bajas producciones con unos elevados porcentajes de frutos cerrados. Además de ello, si en el inicio de la plantación optamos por el injerto en campo, el porcentaje de prendimiento en este tipo de suelos bajaría significativamente en relación a otros con mayor capacidad de campo<sup>7</sup>. Dependiendo del porcentaje de arena en relación al de la arcilla y limo<sup>8</sup>, los suelos podrían mejorarse aportando materia orgánica en grandes cantidades, aunque esta me-

- jora solo sería temporal, manteniéndose el tiempo en el que esa materia orgánica tardara en descomponerse.
- Buena permeabilidad en todos los niveles de profundidad (hasta los 2 metros). Se considera aceptable por encima de los 8 milímetros/hora. Los laboratorios realizan esta medición de forma indirecta que suele aproximarse a la realidad. Cualquier terreno que se encharque durante más de 10/12 horas después de una copiosa lluvia debería ser desechado para el cultivo. La instalación de tubos de drenaje o aportaciones masivas de estiércol no suelen ser eficaces. En estas circunstancias solo cabe la alternativa de plantar especies con mayor resistencia a la asfixia radicular tales como el olivo, el almendro o la vid.
- Bajo nivel de apelmazamiento. La relación entre el calcio y el sodio debe

ser superior a 16. La compactación no es deseable para esta especie. La formación de terrones duros provoca igualmente asfixia radicular en la medida que el suelo va perdiendo humedad y comprimiendo las raíces hasta dejarlas sin oxígeno. La compactación podría paliarse en gran medida mediante aportaciones anuales de dolomita<sup>9</sup> molida en el caso de que la causa real fuera el exceso de sodio en relación al calcio.

- pH entre 7 y 8. Si el pH se encuentra por debajo de 7 debemos elevarlo aportando abonos de reacción alcalina (**cuadros II y III**) como fosfatos naturales, nitrato de cal, cal viva, caliza, dolomita, carbonato cálcico, etc. Si el resultado indica que está por encima de 8 los abonos a utilizar deberían ser de reacción ácida, como el sulfato potásico o magnésico, ácido fosfórico, fosfato monoamónico, urea, etc.
- Salinidad del extracto saturado de suelo < 4/6 dS/m y CIC > 10 meq/100 g. Aunque el pistachero llega a soportar una salinidad del extracto saturado de hasta 9,4 dS/m, no son aconsejables suelos por encima de 4 o 6 dS/m. La CIC es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos, gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica, por lo tanto, a mayor CIC mayor fertilidad del suelo.

### Análisis de agua

La analítica del agua de riego debe contar con los datos de las siguientes variables: relación de adsorción de sodio (SAR), carbonato de sodio residual (CSR), dureza total, pH, conductividad, carbonatos y bicarbonatos, K, Mg, Na, B, Fe, nitratos, cloruros y sulfatos. Para poder clasificar el agua como de buena calidad para el riego debería cumplir los siguientes requisitos:

- Un índice SAR por debajo de los 10 meq/l. Con ese valor indicaría un riesgo de sodio medio y por encima de 18 meq/l alto.
- El índice CSR nos evalúa el potencial del agua de riego para provocar un suelo alcalino. Los suelos alcalinos son fácilmente inundables e impiden la penetración de raíces. Un valor por encima de 1,25 meq/l indicaría un riesgo medio (poco recomendable) y por encima de 2,5 meq/l alto (no recomendable).
- El índice de dureza, que se refiere al contenido de calcio en el agua y nos indica el riesgo de obstrucción en los emisores y la utilidad del agua en determinados suelos. Una dureza por encima de los 32 grados hidrométricos franceses indicaría un agua dura y, por tanto, de elevado riesgo de

taponamiento de goteros.

- El pistachero es una de las especies, junto a la palmera datilera, que más resistencia posee a la salinidad. Los datos recogidos en diferentes países indican que, tanto para su desarrollo como para sus producciones normales, la salinidad del agua de riego no debería sobrepasar los 4 dS/m<sup>10</sup>.
- pH entre 7 y 8. ■

#### NOTAS DEL AUTOR

- 1 Tejido vegetal de conducción lignificado situado en el centro del tronco que transporta agua, sales minerales y otros nutrientes (savia bruta) desde la raíz hasta las hojas de las plantas.
- 2 Tejido conductor en la parte más exterior del tronco encargado del transporte de nutrientes orgánicos e inorgánicos (azúcares) producidos por la parte aérea fotosintética hacia las partes basales del árbol.
- 3 Al parecer, los muestreos primaverales pueden predecir de manera bastante precisa los nutrientes que ese tejido tendrá durante el verano. En este sentido esas muestras podrían recogerse, aproximadamente, 40 días después de la floración.
- 4 Si queremos analizar las hojas de árboles con apariencia de enfermos debemos contrastar los resultados con los que nos proporcionen las hojas de los árboles aparentemente sanos.
- 5 Preferiblemente laboratorios con experiencia en este tipo de análisis y que conozcan el comportamiento de la especie, sobre todo a nivel de suelo.
- 6 Se tiene constancia de que determinados hongos del género *Verticillium* taponan, a nivel radicular, los conductos por donde circula la savia del árbol (portainjerto). Estos hongos podrían estar presentes en ese terreno solo si anteriormente, no importa el tiempo que haya pasado, ha habido cultivos de regadío, principalmente hortícolas. Si el ataque es importante, el estrés en el árbol aumenta, causando una considerable merma productiva junto a un elevado porcentaje de frutos cerrados. La única solución para paliar, al menos en parte, este problema en la actualidad es la utilización del portainjerto conocido como UCB1, el más tolerante (que no resistente) de los pies conocidos.
- 7 Contenido de agua o humedad que es capaz de retener el suelo después de llevarlo al punto de saturación o de haber sido mojado abundantemente y tras dejarlo drenar libremente.
- 8 Los suelos con textura limosa se apelmazan con facilidad y son frecuentes las formaciones de costras superficiales. Solo un aporte orgánico puede atenuar sus malas características para el empleo agrícola.
- 9 Mineral a base de carbonato de calcio y magnesio.
- 10 4 dS/m = 4 mS/cm = 4 milimhos/cm = 4.000 µS/cm = 4.000 micromhos/cm.

## Elija soluciones personalizadas para la agricultura inteligente

Sea cual sea su tipo de parcela, de cultivo o de vehículo, Topcon ofrece para cada temporada instrumentos de precisión que le ayudan a satisfacer las necesidades de un mundo cambiante.

**TOPCON**  
Agriculture

- ✓ Dosis variable
- ✓ Control de secciones
- ✓ Control de implementos
- ✓ Compatible con ISOBUS
- ✓ Guiado

**DIGI★STAR**

**NORAC**

**RDS TECHNOLOGY**