

Optimización en la aplicación de nitrógeno en pistacheros adultos

Dosis orientativas de N para suelos de textura media en plantaciones españolas

J.F. Couceiro¹, M.J. Cabello¹, D. Pérez², S. Armadoro¹, E. Martínez¹ y J. Guerrero³.

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

² Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Producción Agraria.

³ Empresa de asesoramiento OMNIAPistachos.

En esta tercera parte se aborda la fertilización nitrogenada en árboles adultos. Además de mostrarse los principales síntomas de esta carencia, se definen las dosis orientativas en función del manejo (secano o regadío) y la profundidad de los suelos, momento y forma de aplicación, tipos de fertilizantes y las formas de abonado.

A partir del séptimo año del injerto el árbol se considera adulto y la mejor manera de conocer el estado real de nutrición, con independencia de la climatología de la zona, suelo o manejo del cultivo, es mediante una analítica de hojas¹, que sería conveniente realizar cada cuatro o cinco años. Los datos de esta analítica se confrontarían con los valores del **cuadro I** del primer artículo publicado y posteriormente iniciaríamos la preparación de los abonos con los nutrientes que necesitamos aportar (los que se encuentran por debajo del valor crítico marcado en el cuadro) para disminuir las carencias en los próximos años.

Con independencia del uso de los resultados de los análisis foliares y la referencia del **cuadro I**, en EE.UU se calcularon las necesidades de abonado en función de la producción obtenida, más concretamente de su cosecha neta (CN)². Estos estudios realizados en las áreas de producción californianas³, llegaron a la conclusión de que una plantación media adulta consume anualmente cifras cercanas a los 14 kg de nitrógeno⁴ (N), 1,5 kg de fósforo (P) y 12,5 kg de potasio (K) por cada 500 kg de CN⁵, sin considerar



Plantación de regadío en Pozuelo de Calatrava (Ciudad Real).

las necesidades del desarrollo del tronco y de la copa del árbol.

Nitrógeno

Síntomas de deficiencia

Escaso desarrollo del árbol con brotes cortos y delgados. Corteza de los árboles jóvenes rojiza. Inicialmente las hojas aparecen de un color verde pálido, se vuelven amarillas posteriormente y, finalmente, se caen de forma prematura. Generalmente son más pequeñas aunque la forma que mantienen es normal. Los peciolo y nervaduras centrales de las hojas se vuelven rojas. También se produce una disminución del rendimiento del fruto. Al ser un elemento móvil en el interior de la planta, los primeros síntomas de deficiencia suelen aparecer en las hojas más viejas.

El estrés hídrico, el riego excesivo, sobre todo en terrenos pesados o la presencia de *Verticillium* en los suelos, pueden producir los mismos síntomas que la carencia de este elemento y por esta razón su deficiencia debe confirmarse con una analítica foliar.

Dosis orientativas

Son muchos los factores que se relacionan con las necesidades de una fertilización nitrogenada: edad del árbol, fenología, contenido de este elemento en el agua de riego (**cuadro I**), eficiencia del riego, cubierta vegetal, textura del suelo, tipo de abono nitrogenado (orgánico o mineral), etc.

El **cuadro I** del primer artículo nos indica el intervalo recomendable de nitrógeno en hoja para árboles adultos (2,2 - 2,5%) con un valor crítico del 1,8%. En esta situación se ha comprobado que niveles por encima del 2,5% no mejoran el rendimiento de la planta. Si nos referimos a los árboles jóvenes de rápido crecimiento, el intervalo óptimo estaría entre el 2,6 y el 2,9%.



Plantación adulta de regadío en Archidona (Málaga). GLZA. Pepe Aguilar.

CUADRO I. CANTIDAD DE NITRÓGENO APORTADO POR EL AGUA DE RIEGO (KG/HA), SEGÚN SU CONTENIDO EN NITRATOS Y EL CONSUMO DE AGUA DE LA PLANTACIÓN.

Volumen de agua aplicada (m ³ /ha/año)	Contenido de nitratos (ppm)							
	5	10	15	20	25	30	40	60
2.000	2,3	4,5	6,8	9,0	11,3	13,5	18,0	27,0
3.000	3,4	6,8	10,1	13,5	16,9	20,3	27,0	40,5
4.000	4,5	9,0	13,5	18,0	22,5	27,0	36,0	54,0
5.000	5,6	11,3	16,9	22,5	28,1	33,8	45,0	67,5

Fuente: Espada (2009).

El **cuadro II** nos muestra las dosis orientativas de nitrógeno (considerando la aportación de abonado de fondo) que en las plantaciones de nuestro país para suelos de textura media⁶ serían necesarias para conseguir un desarrollo satisfactorio de las mismas, al menos el de las ubicadas en las zonas consideradas como adecuadas para el cultivo (Couceiro *et al.*, 2017c). En su obtención se han tenido en cuenta los estudios californianos⁷, la producción media estimada en España, la profundidad media de nuestros suelos, el tamaño de los árboles de nuestras plantaciones y la disponibilidad de agua y restricciones⁸ en Castilla-La Mancha. Como se ha señalado anteriormente, cada cuatro o cinco años podre-

mos comprobar, con los análisis foliares correspondientes, si esas dosis han sido las correctas o en qué proporción tenemos que disminuirlas o aumentarlas.

Momento y forma de aplicación

Sería aconsejable realizar las aplicaciones de nitrógeno desde la brotación (finales del mes de marzo) hasta el comienzo del llenado del fruto⁹ (finales de julio), repartiendo el abono por toda la superficie del suelo¹⁰ varias veces (ver pie del **cuadro II**). En cualquier situación deberían evitarse las aportaciones tardías por estimular el crecimiento vegetativo y retrasar la latencia invernal, lo cual elevaría considerablemente el riesgo de daño por heladas (Beede y Kallsen, 2008).



Plantación de regadío en Herencia (Ciudad Real).

CUADRO II. DOSIS ORIENTATIVAS DE NITRÓGENO (N) (KG/HA) PARA SUELOS DE TEXTURA MEDIA EN 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	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 (EE.UU.) (ver bibliografía), 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. Con independencia de los años de carga (ON) o de descarga (OFF), el mayor consumo de nutrientes tiene lugar en la fase del llenado del fruto. Según Rosecrance *et al.* (1996), la utilización de nitrógeno y potasio en los años ON se incrementa en un 35 y 112%, respectivamente, durante la fase de crecimiento del grano. Estos autores indican que en los años ON los nutrientes se consumen en el desarrollo del grano y en los años OFF se almacenan en los tejidos permanentes del árbol.

** Repartido prioritariamente sobre la zona de humectación en la siguiente proporción y fechas aproximadas: 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 a partir del cuarto año de injerto en una sola vez, pero con posterioridad a la brotación y mejor enterrarlo con pase de cultivador para evitar pérdidas por volatilidad. Siempre será necesaria alguna precipitación posterior para que el sistema radicular pueda aprovecharlo.

Abonado foliar

La absorción de nitrógeno mediante aplicaciones foliares sería insuficiente para satisfacer las necesidades totales de los árboles, pero podrían complementar las realizadas al suelo, especialmente si las condiciones de los terrenos no son buenas o cuando la demanda de los árboles es elevada. En un estudio realizado en California (plantación de Kerman con 14 años de injerto), las aplicaciones realizadas a base de nitrato potásico (NO₃K) y urea de bajo biuret realizadas a finales del mes de abril elevaron las concentraciones de nitrógeno en hoja durante las tres semanas siguientes a su aplicación. En este caso concreto se observó que la urea fue más eficaz que el NO₃K. Este tipo de abonados deben realizarse con precaución, ya que a elevadas concentraciones podrían causar quemaduras en las hojas (Ferguson, 1985).

En California, la aplicación foliar de urea baja en biuret junto a citoquinina (6-benziladenina 1,98% p/v) produjo una mayor retención de yemas evitando una mayor caída en junio. La aplicación se realizó en tres veces: cuajado de frutos, inicio del crecimiento embrionario (junio) y crecimiento rápido del embrión (finales de julio). Esos tratamientos también incrementaron el rendimiento de los frutos en los años OFF. No obstante, las producciones en los años OFF siguieron siendo más bajas que las obtenidas los años anteriores ON.

Por otro lado, la aportación de 7 gramos de urea/litro de agua durante el hinchado de yemas y expansión de las hojas ayudó en la absorción de zinc y boro.

Fertirrigación

La fertirrigación con cantidades pequeñas asegura concentraciones de este nutriente en el suelo suficientes para la absorción por parte de la planta. De esta manera se reducirían los periodos de elevada concentración que podrían estar suje-

tos a pérdidas por lixiviación en los momentos de riego o de las precipitaciones. Un fertilizante común es el N-32 (solución nitrogenada del 32% de nitrógeno). Otros fertilizantes relativamente solubles son la urea, sulfato amónico y nitrato potásico. El amoníaco anhidro y acuoso también puede usarse como fertilizante, sin embargo, provocan un aumento del pH en agua, lo que podría dar lugar a precipitados si el agua es rica en calcio o magnesio. El pH elevado del agua también eleva las pérdidas por volatilización de amoníaco.

Los investigadores californianos recomiendan inyectar los abonos en el sistema de riego en el tercio medio del tiempo de este, 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, asegurándose una buena distribución de este nutriente en la zona de humectación y su no permanencia en las instalaciones de riego.

La fertirrigación con microaspersión resultó más efectiva a la hora de aplicar el nitrógeno, pero para nuestros particulares intereses basados en la calidad sería la más desaconsejada por elevar excesivamente la humedad relativa ambiental¹¹.

Fertilizantes

Los abonos de procedencia mineral contienen nitrógeno en forma de urea, amonio, nitrato o una mezcla de ellos con un comportamiento diferente en el mismo medio. Así, por ejemplo, la forma de nitrato es muy móvil en el suelo cuando se incorpora con el agua de riego o la lluvia, sobre todo en los suelos arenosos. La urea tiende a convertirse rápidamente en amonio y es relativamente móvil en el suelo. El amonio, aunque es menos móvil, se convierte rápidamente en nitrato en suelos cálidos y húmedos gracias a la intermediación de los microorganismos. Todos estos procesos suelen rebajar el pH



En los años ON aproximadamente el 30% del nitrógeno se absorbe durante el crecimiento primaveral (desde mediados de marzo hasta finales de mayo) y el 70% restante durante el llenado de grano

del suelo, sobre todo a nivel del bulbo húmedo generado por el gotero. El amonio y la urea son formas más proclives a perder parte de su nitrógeno por la volatilización del amoníaco, especialmente si se aplican en la superficie de suelos secos y alcalinos en caso de no ser enterrados (Zasoski, 1994).

Los abonos granulados permiten un manejo más cómodo, un mejor funcionamiento de las abonadoras, una dosificación más exacta y una distribución sobre el terreno más uniforme

Las aplicaciones en los años ON

En los años ON¹², en el periodo desde la latencia (enero) hasta la salida de la hoja, los pistacheros dependen por completo del nitrógeno que se removiliza en los órganos perennes y esencialmente no se toma del suelo. En estos años, aproximadamente el 30% de este elemento se absorbe durante el crecimiento primaveral (desde mediados de marzo hasta finales de mayo) y el 70% restante durante el llenado del grano. La absorción resulta insignificante entre la recolección y la caída de hoja.

Las aplicaciones en los años OFF

La demanda y el consumo de nitrógeno durante el crecimiento primaveral es ma-

yor en los años OFF si se compara con el de los años ON. Esto sugiere que los árboles en descarga (OFF) necesitan más nitrógeno en los primeros desarrollos del año. En estos años (descarga) la mitad de las necesidades de este nutriente pueden incorporarse antes del endurecimiento de la cáscara y el resto entre julio y agosto.

Otras consideraciones

El abonado con este elemento no genera más yemas de flor en el árbol sino todo lo contrario. ■

NOTAS DEL AUTOR

- 1 Ver protocolo de muestreo en el apartado del análisis foliar para conocer cómo realizar la recogida de hojas.
- 2 CN: Cosecha Neta (kilogramos de pistachos pelados y secos al 6/7% de humedad).
- 3 Siempre en regadío.
- 4 A esta cantidad los agricultores californianos añaden la que se pierde por la eficiencia de aplicación con riego por goteo del 70% (20 kg) más lo que consume el árbol en su desarrollo (24 kg/ha – 7 x 7 m de marco de plantación), lo que nos deja un total aproximado de 43 kg de N por cada 500 kg de CN. Como ya se ha señalado anteriormente, tanto para éste como para otros casos debemos considerar la mayor envergadura de los árboles en California comparados con los de la Península Ibérica.
- 5 En esta cantidad se incluyen los nutrientes eliminados en pellejos, cáscaras, granos, frutos vacíos y frutos con el pellejo adherido.
- 6 Francos o franco arenosos sin exceso de arena (< 70%) o de arcilla (< 25%).
- 7 En el valle de San Joaquín (California) las necesidades hídricas máximas del pistachero suelen oscilar entre los 10.000 y 12.000 m³/ha/año frente a los 5.500 m³/ha/año en cálculos realizados para Castilla-La Mancha (Memmi, 2016; Memmi *et al.*, 2016a, 2016b).
- 8 En Castilla-La Mancha existen restricciones en las cantidades a incorporar de este elemento según la Orden 04/02/2010 de la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, por la cual se aprueba el programa de actuación aplicable a las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario designadas en esta Comunidad. En las tablas de dicha Orden se han considerado las cantidades máximas para el almendro, frutal de comportamiento parecido al pistachero (Couceiro *et al.*, 2017c).
- 9 Variedad Kerman en regadío.
- 10 En EE.UU los suelos son muy profundos y el abono es más eficiente cuando se aplica en la hilera de árboles. El repartido por las calles es menos efectivo debido a la competencia de las malas hierbas, los cultivos de cobertura y al haber menos densidad radicular comparada con la existente en la zona de la hilera de árboles.
- 11 Debería evitarse el exceso de sombreo y de humedad ambiental ante el riesgo de elevar el número de plagas y enfermedades sobre esta especie en particular.
- 12 Se entiende como años ON aquellos en los que se produce un incremento de la producción en relación a los años anteriores o posteriores (años OFF).