

SEGUNDA PARTE: FERTILIZACIÓN DEL NOGAL

Diagnóstico y correc

Rafael Ruiz S.
Ingeniero Agrónomo, Dr.
rruiz@inia.cl

INIA La Platina

En el artículo precedente hemos explicado las principales funciones de los distintos nutrientes en el desarrollo del nogal. En las páginas que siguen abordamos las fórmulas para asegurar una correcta disponibilidad de estos elementos para las plantas.

Aplicación de nitrógeno

Una deficiencia leve de nitrógeno (N) apenas es perceptible por el tono verde algo más pálido del follaje. A medida que el déficit progresa la amarillez o palidez del follaje aumenta su notoriedad, el crecimiento de los brotes es más lento y no alcanzan el tamaño final adecuado. El déficit tiene repercusiones en aspectos productivos: la fruta es chica; el llenado, pobre, y aumenta el porcentaje de frutos con golpe de sol y nuez seca.

Estudios californianos indican que en el cultivar Serr, la falta de nitrógeno produciría aborto floral y menos cuaja al existir una competencia entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo. Estos eventos se dan en forma simultánea en el nogal, con el agravante de que el nitrógeno soluble se dirige preferentemente al brote vegetativo. De allí la importancia de contar con buenas reservas de nitrógeno.

El exceso también puede ser perjudicial, ya que promueve crecimiento vegetativo exagerado, con hojas más grandes, de color verde más intenso, y al interior de la copa se producen áreas sombreadas con mala fructificación. En esas circunstancias la formación de dardos resulta



Cuando el déficit de potasio llega a niveles foliares inferiores a 0,9%, aparece la sintomatología típica de todas las especies: encarrujamiento de las hojas unida a necrosis de la punta o marginal.

pobre y la muerte de ramillas es frecuente. La fruta alcanza mayor tamaño, pero la producción decrece pues se da sólo en la periferia. Al intentar revertir el problema por medio de la poda, se genera intenso achupnamiento y gran dificultad para recuperar centros frutales.

Dosis: no existe información nacional sobre respuesta al nitrógeno en ensayos de largo plazo en nogales. Sin embargo, es posible estimar una dosis basándose en modelos simples que consideran la extracción de nitrógeno por una cosecha determinada (datos medidos) y la eficiencia de recuperación, o sea la fracción del nitrógeno aplicado que la planta es capaz de absorber. Este valor se ha extrapolado de experimentos con N "marcado" (N15), en otros frutales caducos.

INIA La Platina ha cuantificado todos los componentes de la extracción en términos de producción de fruta (mariposa

y cáscara), poda y hojas. De acuerdo a estos datos, la extracción estimada para una buena producción (3.500 kg/ha) es de 88,7 kg. Asumiendo una eficiencia de recuperación de 40%, la dosis debería ser de 221 kg de N/ha (88,7/0,4) para árboles en plena producción. Esta dosis debe ser ajustada de acuerdo a las observaciones de vigor y productividad del huerto. En este sentido es de gran utilidad el monitoreo con análisis foliar y de reservas en raíces durante el receso.

Época y forma de aplicación: diferentes experiencias demuestran la ineficiencia de aplicar durante el invierno y hasta principio de primavera, ya que el crecimiento primaveral inicial es sustentado desde las reservas de la planta y no desde el suelo. Con riego convencional se aconseja aplicar nitrógeno en al menos dos épocas: mediados de octubre, principalmente para sustentar la deman-

ción

da del crecimiento vegetativo una vez que se agoten las reservas, y en la post-cosecha inmediata. En esta segunda oportunidad, el nitrógeno absorbido es depositado primero en las hojas y luego es reciclado para reservas. En huertos en que, por problemas de manejo o de la variedad, la cosecha se realiza con el follaje del árbol entrando en senescencia, conviene adelantar la segunda aplicación a precosecha.

En suelos delgados, las buenas prácticas agrícolas indican parcializar la dosis en tres o cuatro: octubre, noviembre, diciembre y marzo, para disminuir pérdidas por lixiviación (arrastre por agua hacia abajo en el suelo).

Los fertilizantes nitrogenados usuales (urea, fertilizantes nítricos) pueden ser agregados en la entre hilera e incorporados con alguna labor de suelo en el área de los futuros surcos de riego. También se puede optar por la aplicación directa en los surcos. En tal caso el fertilizante debe agregarse al fondo del primer o

segundo surco, antes de regar. Los fertilizantes altamente solubles, como la urea o los fertilizantes nítricos, no son arrastrados por el agua en el surco.

Aplicaciones posteriores al riego producen problemas diferentes según el tipo de fertilizante. Si es nítrico, se pierde la oportunidad de la aplicación porque el fertilizante no alcanzará el sistema radicular hasta el próximo riego. Si es de tipo

Diferentes experiencias demuestran que aplicar nitrógeno durante el invierno y hasta principios de primavera es ineficiente en nogales

amoniaco o portador de N-amídico (urea), el problema es más grave, puesto que se disolverá, pero quedará en la superficie sujeto a pérdidas por volatilización hasta el siguiente riego. Una opción válida es agregar el fertilizante sobre la lámina remanente de agua al finalizar el riego. En ese caso el fertilizante se disuelve e incorpora en los primeros centímetros de suelo, quedando a salvo de perderse por volatilización.

Fuentes de nitrógeno: corresponden a fertilizantes sintéticos y guanos. Entre los sintéticos los más usuales son los portadores de N-amídico, de N-nitratos y mix-

tos nítricos-amoniacaes. Las características más relevantes son:

N-amídico: corresponde al que contiene la urea (46% de N). Es la fuente más barata por kilo de nitrógeno. Su reacción es alcalina en los primeros días después de ser agregada al suelo y posteriormente es ácida si el suelo no tiene carbonatos libres. En este último caso, se debe monitorear la acidificación del suelo, vía análisis del mismo, ya que una acidificación excesiva puede implicar pérdida de bases (calcio, magnesio, potasio) y, dependiendo de la naturaleza del suelo, generar toxicidad de manganeso y cobre.

La urea como tal no es aprovechable por la planta sino hasta descomponerse por acción de una enzima (ureasa), siempre presente en el suelo. Forma carbonato de amonio, inestable en suelos de pH alcalino y potencial formador de amoniaco (NH_3) cuando la urea es mal aplicada (en cobertura sobre suelo húmedo). No obstante, si ha sido bien aplicada, las pérdidas son mínimas. Su acción es lenta en primaveras frías o en suelos con excesiva humedad.

N-nítrico: las plantas absorben el nitrógeno de preferencia en forma nítrica, la cual es de acción rápida aún a bajas tem-



En el nogal la floración y la cuaja son simultáneas con el inicio de crecimiento vegetativo, lo que lleva a una competencia interna por nitrógeno y otros nutrientes (fósforo, potasio).

Competencia nutricional

peraturas o excesos relativos de humedad. El nitrato no es retenido en el suelo, por lo que en aquellos delgados y de texturas gruesas debe aplicarse parcializado para evitar problemas de lixiviación excesiva. En suelos de texturas medias y profundas, las pérdidas son iguales a las de cualquier otro fertilizante nitrogenado convencional.

Nitratos de amonio: ocasionalmente se cuenta con fertilizantes de este tipo, que aportan nitrógeno en forma nítrica y amoniacal en una proporción similar. Tienen la ventaja de entregar nitrógeno rápidamente aprovechable (forma nítrica) y una fracción importante (50%) como amonio, el cual queda retenido temporalmente en el complejo arcilloso del suelo.

Guanos: son un aporte muy importante a la fertilidad y su conservación en el suelo. Además de suministrar nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), activan la flora microbiana. Una parte importante de los nutrientes minerales queda en los propios microorganismos, lo cual disminuye eventuales pérdidas. También mejoran la estructura del suelo al formar complejos con la fracción mineral arcillosa y por la importante acción que tienen sobre las lombrices, las cuales al excavar galerías generan estructura, y en el paso de la tierra por su tracto digestivo mejoran la fertilidad. Las fecas de la lombriz (crotovinas) representan microáreas de alta concentración de nutrientes disponibles y con una estructuración de suelo óptima. Como resultado, los guanos producen efectos positivos en los árboles, derivados principalmente de mejorías del sistema radicular.

No obstante, los guanos provenientes de monogástricos (aves, cerdos, equinos) si no están maduros son muy salinos, contienen altas concentraciones de amonio y desprenden amoníaco, el cual puede ser dañino para los árboles.

Fósforo y análisis foliar

En los déficit leve o moderado de fósforo, no se producen síntomas visibles

El nogal es sensible a la toxicidad de cloruros.



en el follaje y sólo se evidencia un ligero menor vigor. Por lo mismo, el análisis foliar es muy importante en este elemento.

En el artículo precedente se señaló la relevancia del fósforo en la fructificación y en el desarrollo radicular. Una forma de estar seguros de que los niveles son los adecuados es con análisis foliar. Un nivel adecuado en las hojas garantiza contar con suficiente fósforo al interior del árbol, e indica que la alta concentración local requerida en la fructificación y en las raíces está satisfecha.

Con niveles foliares en descenso, acercándose al nivel bajo de acuerdo a estándares californianos (0,14%) o bien con un nivel francamente deficitario (menor o igual a 0,1%) es recomendable aplicar fósforo. Una dosis estimativa de la extracción de una buena cosecha (3.500 kg/ha) es de aproximadamente 9 kilos. La eficiencia de recuperación del fósforo en suelos de pH alcalino es del orden del

25% de lo que se aplica, con lo cual la dosis a agregar es de $9/0,25 = 36$ kg de fósforo, equivalente a 82 kg de P_2O_5 /ha.

Una fuente eficiente, en pH alcalino, es el fosfato monoamónico (MAP; 10-50-0) o los fertilizantes complejos que lo contengan. La aplicación se puede hacer localizada en el segundo surco de riego. La época debe coincidir con alguno o ambos de los peaks de crecimiento de raíces del nogal: a mediados o fines de primavera y a mediados o fines de verano.

Origen de la deficiencia de potasio

Los árboles con déficit leve de potasio (0,9 a 1,2% de potasio foliar) presentan hojas abarquilladas, en especial en las horas de calor intenso, y un color verde grisáceo. Cuando el déficit es mayor (niveles foliares inferiores a 0,9%), aparece la sintomatología típica de todas las especies: encarrujamiento de las hojas unida



a necrosis de la punta o marginal. También puede aparecer una clorosis laminar difusa y caída prematura de hojas. En el fruto el llenado es deficiente y decrece la proporción mariposa/cáscara.

El déficit de potasio se manifiesta tanto en suelos de texturas gruesas (franco arenoso hacia abajo) como en los de textura fina (arcillosos). Antes de enfrentar la corrección del problema es preciso clarificar su origen, ya que pueden provocarlo factores extra nutricionales; dentro de ellos:

- Déficit hídrico: con frecuencia se presenta localizado en la sobrehilera debido a mal movimiento lateral del agua desde los surcos.
- Problemas de permeabilidad. Una mala estructura de suelo y baja macroporosidad afecta la absorción de potasio, la cual necesita de oxígeno libre en el suelo para producirse. Lo mismo ocurre con los problemas de drenaje.

- Exceso de laboreo en suelos delgados.
- Patógenos e insectos que dañan el sistema radicular, tales como nematodos y larvas de insectos.

En estos casos es posible que la adición de fertilizante potásico no produzca el efecto esperado.

A pesar de que el nogal extrae poco potasio (25 kg/ha), éste es fijado por el suelo. Ello implica la necesidad de agregar mayores cantidades. Referencias extranjeras indican que en suelos de texturas gruesas (con menor interacción del suelo), las dosis correctivas son de alrededor de 150 kg/ha, mientras en suelos de texturas finas (franco arcilloso), las cantidades se duplican, o sea se debe aplicar 300 kilos.

La baja movilidad del potasio y el fenómeno de fijación (inactivación) pueden ser intensos, de modo que la aplicación más aconsejable es localizada, profundizando el primer o segundo surco de riego a ambos lados de la planta. Los fertilizantes cloruro de potasio (KCl) y nitrato de potasio (KNO_3) son de moderada solubilidad y si se aplican al inicio del riego con caudal bajo y controlado, se pueden agregar al fondo del surco. El proceso es más complicado con sulfato de potasio, de más lenta solubilidad, y debe ser preferiblemente incorporado al suelo con labor mecánica.

KCl es la fuente potásica más barata por unidad de potasio (K_2O). Sin embargo, tiene alto contenido de cloro (47%). El nogal es sensible a la toxicidad de cloruros, por lo cual no se recomienda el uso de este fertilizante en las siguientes condiciones:

- Aguas de riego con alto contenido de cloruros (sobre 7 meq/l).
- Suelos con problemas de salinidad (más de 2 dS/m).
- Subsuelo arcilloso o de lenta permeabilidad por otros motivos.
- Riego por goteo.
- Cuando se requieren altas dosis.
- En escasez de agua de riego o condiciones de sequía.

El déficit de zinc se caracteriza por la presencia de hojas pequeñas, las cuales se hacen más aguzadas. Aparece también una ligera clorosis intervenal.

El difícil magnesio

El nogal tiene especial sensibilidad al déficit de magnesio en la condición nacional. El síntoma se presenta en las hojas a mediados de verano como una amarillez en forma de V invertida que comprende el área intervenal. En casos de déficit severo los síntomas se aprecian desde mediados de primavera. Dependiendo de la variedad y de la intensidad del déficit, se puede presentar necrosis intervenal.

El déficit de magnesio no se ha podido vincular con algún tipo especial de suelo o condición. Se presenta tanto en suelos de texturas gruesas como de texturas finas y en condiciones de pH neutro (piedmonts de la 5ª Región) o de pH alcalino (zona regada del valle del Maipo).

La corrección del problema resulta difícil, y la fuente más eficiente es el nitrato de magnesio. En este compuesto se aprovecha un sinergismo entre el magnesio y el ión nitrato, lo cual no se da entre el magnesio y otros aniones, como sulfatos. Lo más conveniente es realizar aspersiones foliares en pleno follaje con dosis de 2,5 kg/ha y aplicar al suelo, tentativamente, 100 a 200 kg/ha, localizado en el primer surco de riego, a ambos lados del árbol.

La inmovilidad del zinc

Los síntomas del déficit de zinc se presentan con niveles francamente carenciales en las hojas (menos de 15 mg/kg). Se caracteriza por la presencia de hojas pequeñas, las cuales se hacen más aguzadas. Aparece también una ligera clorosis intervenal. En casos extremos se produce muerte de ramillas y, de acuerdo a información extranjera, se presenta una notoria disminución del tamaño del fruto. El déficit aparece en todo tipo de suelos, aunque no siempre en aquellos con niveles de Zn disponible inferiores a 0,5 mg/kg en el subsuelo.

También se produce el déficit después de aplicaciones de guanos frescos de origen aviar de alta concentración, al

entrar el zinc en complejos orgánicos no aprovechables.

La inmovilidad del zinc y la necesidad de que esté presente al momento del cuajado, hacen necesario efectuar aspersiones foliares a inicios de la brotación primaveral, inmediatamente terminada la floración, cuando los restos de la flor pistilada (femenina) están de color café. Las aspersiones pueden realizarse con productos tales como Zintrac, Nutraphos-Zn y quelatos de zinc. Experiencias californianas indican que también se puede utilizar sulfato de zinc al 0,1% u óxido de zinc al 0,1%. Como la absorción foliar de la hoja del nogal es baja con cualquiera de estos productos, deben repetirse las aplicaciones dos a tres veces en el período primavera-verano. Hacia fines de verano, se puede aplicar sulfato de zinc al 0,8% neutralizado con hidróxido de potasio al 0,015%. Es decir, 15 g en 100 l de agua. Aparte de ser absorbida por las hojas, esta aplicación queda parcialmente absorbida en las yemas, en el sitio de acción más importante para la floración y cuaja del año siguiente.

Boro

Según experiencias californianas con

Cuadro 1			
Contenido de boro (mg/kg) en tejidos de frutos a cosecha de árboles asperjados con boro radiactivo			
Tejido	Almendro	Pistacho	Nogal
Hojas	42	130	295
Pelón	171	33	40
Semilla	43	1	4
Cáscara	34	2	3

Fuente: Patrick y Hu, 1996.

boro marcado radioactivamente, en el nogal, a diferencia del almendro, el boro es muy inmóvil: se absorbe desde el suelo, llega a las hojas bajo transpiración activa y no se mueve a otros destinos.

En el cuadro 1 se indican valores de boro en diferentes tejidos del fruto al momento de cosecha después de que las hojas de los árboles de almendro, pistacho y nogal se asperjaron con boro radioactivo (B¹⁰).

En hojas de almendro el boro marcado disminuyó notablemente por efecto de la movilización al fruto, lo que no sucedió en nogal. Esto indica que, en nogal, ya sea asperjado sobre las hojas o aplicado al suelo, el boro no se removiliza por el floema a tejidos tales como los frutos en proceso de cuajado. Las consecuencias pueden ser importantes desde el punto de vista de la cuaja final y de la calidad

de la nuez. La escasez de boro hace fracasar la fecundación y cuaja, o provoca deformaciones en la mariposa. La única alternativa válida por el momento es de tipo preventiva: aplicar el boro en la postcosecha, en forma de ácido bórico al 0,1%, Bortrac o Solubor en las concentraciones indicadas por los fabricantes. Hoy no existe suficiente información en el país para recomendar aspersiones con boro en plena flor y corregir el problema en la estación corriente, como es el caso de los almendros.

Durante la postcosecha las aplicaciones de boro también se pueden combinar con aspersiones de zinc. Estas aplicaciones persiguen que algo de boro y zinc queden metabólicamente activos en lugares estratégicos de acción, como son las yemas, y aseguren el cuajado y crecimiento inicial del fruto en la primavera siguiente. ■

34



El nogal tiene especial sensibilidad al déficit de magnesio en la condición nacional.