

SU OBJETIVO ES MINIMIZAR EL LAVADO DE NITRATOS DEL SUELO EN LOS MESES EN LOS QUE NO HAY MAÍZ SEMBRADO

Cultivos captadores de nitrógeno, una buena práctica agrícola en el cultivo de maíz

Un cultivo captador de nitrógeno (CCN) es un cultivo que se intercala entre los cultivos principales de la rotación y, por tanto, crece en las épocas en que no hay un cultivo principal implantado en la parcela. Su objetivo es extraer el nitrato del suelo y evitar su lavado. El nitrógeno

absorbido se incorpora a los tejidos de la planta y queda temporalmente protegido, evitando así el lavado del mismo en caso de lluvias suficientemente abundantes que puedan producir drenaje de agua por debajo de la zona de enraizamiento del cultivo.

Francesc Domingo Olivé y
Albert Roselló Martínez.

Institut per la Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)
Mas Badia. La Tallada d'Empordà.

El cultivo captador de nitrógeno (CCN) se destruye e incorpora al suelo antes de llegar al estadio de floración o justo en este momento, y antes de empezar a preparar el terreno para el siguiente cultivo, de forma que el N que extrae el CCN no desaparece. Al descomponerse la biomasa incorporada al suelo, el N absorbido se pondrá a disposición de los siguientes cultivos. Por lo tanto se tendrá que considerar en el momento de planificar el abonado.

No se obtiene un beneficio económico directo de estos cultivos captadores de N. Aunque en algunos casos, en condiciones de exceso de nutrientes en la parcela, se puede realizar un aprovechamiento forrajero con el fin de extraer el N excedentario del sistema, si el cultivo lo permite. De todas formas, en ningún caso tiene sentido la fertilización de los CCN, ya que precisamente su objetivo es el de absorber el nitrógeno mineral que contiene el suelo (el disponible al final del cultivo anterior o el mineralizado posteriormente), para evitar su lavado en épocas con elevado riesgo de lavado de nitrato.

Los CCN son un caso particular de cultivos cubierta. Éstos pueden tener diversos objetivos

(protección frente la erosión del suelo, reducción del lavado de nitrato, evitar el flujo de nutrientes y fitosanitarios o sus derivados hacia aguas superficiales, etc.), de los cuales los CCN priorizan el de reducir el lavado de nitrato, aunque éste se puede compatibilizar con otros objetivos. A largo plazo, establecer una cubierta vegetal y luego in-

corporarla, puede aportar otros beneficios, como por ejemplo: incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, mejorar la estructura del suelo, incrementar la capacidad de retención de humedad, mejorar el drenaje en suelos compactados, servir de hábitat para insectos y fauna útil, etc.

El nitrógeno del suelo, su disponibilidad y su lavado

El nitrógeno (N) del suelo se encuentra en forma de N orgánico –formando parte de la materia orgánica del suelo– y en forma de N mineral. El N mineral es mayoritariamente N nítrico (nitrato), pero también se pueden encontrar otras formas, p.ej.: N amoniacal. El N de la materia orgánica del suelo, o de los materiales orgánicos (estiércoles, purines, lodos, etc.) que se le aportan, se transforman lentamente en N nítrico (proceso de mineralización) y, por tanto, su disponibilidad no es inmediata. Por el contrario, el nitrógeno que se aporta con los abonos minerales está en forma de N nítrico (nitrato) o bien se transforma en él rápidamente.

El nitrato es la forma de N que principalmente absorben las plantas. Pero es también la forma de N que se puede lavar fuera de la zona de exploración de las raíces de los cultivos y que contribuye a la contaminación del agua subterránea. El N que se encuentra como N orgánico o N amoniacal no se puede lavar, en general.

Mientras el nitrato se encuentre en la profundidad explorable por parte de las raíces de los cultivos, no se considera que se haya lavado. Cuanto más profundo se encuentre dentro de esta zona de enraizamiento, mayor será el riesgo de lavado. El riesgo de lavado de nitrato fuera de la zona de enraizamiento de los cultivos es más elevado cuando mayor sea la cantidad de nitratos acumulados en el suelo, cuando se producen lluvias (o riegos) importantes o cuando el suelo tenga poca capacidad de retención de agua (p.ej., suelos arenosos o poco profundos).



Fotos 1 y 2. Vistas generales de los ensayos en diferentes momentos de desarrollo de los CCN (colza forrajera, avena y adventicias espontáneas).

De forma tradicional se han sembrado leguminosas (p.ej.: vezas) en períodos sin cultivo para incorporarlas al suelo al llegar al estadio de floración y realizar así un abonado en verde. Estas prácticas, no obstante, no tienen como objetivo extraer el nitrógeno del suelo y evitar el lavado, sino que captan N atmosférico y enriquecen el suelo en N. Es una técnica que se suele utilizar en situaciones de poca disponibilidad de N en el sistema y no se consideran CCN.

Para entender la diferencia entre lo que es un CCN y lo que no se muestran los siguientes ejemplos:

- Es un cultivo captador de N: una gramínea (trigo, cebada, avena, raigrás, etc.) sembrada después de un cultivo de maíz, a la cual no se le aplica ningún tipo de abonado (deyecciones ganaderas, lodos de depuradora, abono mineral, etc.) y que se destruye antes de la siembra del cultivo de maíz siguiente.

- No es un cultivo captador de N: un cultivo de raigrás que crece entre dos cultivos de maíz, en el cual se han aportado abonos (como estiércoles o purines) y que se aprovecha para forraje.

- No es un cultivo captador de N: un cultivo de leguminosa (veza, guisantes, etc.) a la que no se le aplica ningún abono y que se entierra antes de completar su ciclo para enriquecer el suelo en nutrientes.

Los cultivos captadores de nitrógeno son, en este contexto, una herramienta más que se puede usar con el fin de mejorar la gestión del N en la agricultura. En ningún caso pueden sustituir,

pero sí complementar otras herramientas en la gestión de la fertilización, como la aplicación razonada de abonos orgánicos y minerales, un planteamiento adecuado de la rotación de los cultivos, etc.

Necesidad de implantar un cultivo captador de nitrógeno

Se recomienda la implantación de un CCN en aquellas situaciones en que el riesgo de lavado de nitrato sea elevado. El riesgo de producirse lavado de nitrato fuera de la zona radicular depende de varios factores, relativos a condiciones muy locales, entre las cuales destaca la probabilidad de episodios de precipitación abundante, la capacidad de retención de agua del suelo y el contenido de N mineral del suelo. El primero depende de las características climáticas de cada zona y período. El segundo está re-

lacionado con la profundidad de enraizamiento, textura y pedregosidad del suelo y puede variar considerablemente entre parcelas e incluso en la misma parcela. En algunas áreas, esta información puede encontrarse en cartografía de suelos disponible. Finalmente, el contenido de N mineral del suelo depende del manejo de la fertilización orgánica y mineral que se esté llevando a cabo y del momento del año.

Los cultivos captadores de N tienen que crecer y extraer N del suelo cuando no hay ningún cultivo principal de la rotación en la parcela. Y además, han de hacerlo antes de que se produzcan lluvias capaces de generar lavado, con el fin de evitarlos. Tiene sentido por lo tanto, implantarlos en períodos sin cultivos principales y con riesgo de lavado de N nitrato del suelo.

El **cuadro I** muestra los períodos en que, en general, el suelo no dispone de una cubierta en crecimiento, para diversas secuencias de cultivos en una rotación de cultivos anuales que

CUADRO I.

Ejemplos de secuencias de cultivos en rotaciones de cultivos anuales que incluyen el maíz y de duración del período sin cultivo.

Secuencia de cultivos		Período sin cultivo	
Cultivo anterior	Cultivo posterior	Meses	Nº de meses
Cereal de invierno, colza u otros cultivos de recolección similar	Maíz	Julio a febrero-marzo	8-9
Maíz	Cereal de invierno u otros cultivos de siembra similar	Octubre a noviembre	1-2
Maíz	Maíz	Octubre a febrero-marzo	5-6
Maíz	Girasol u otros cultivos de siembra similar	Octubre a enero	4

incluya el maíz. Se muestran algunos ejemplos, aunque en la práctica sería necesario definirlos de forma más precisa para diferentes zonas o tipos de manejo.

Los períodos sin cultivo tienen una duración de entre uno o dos meses y ocho o nueve meses. El período entre la cosecha de un cultivo de maíz para grano y la siembra de un cereal u otro cultivo de invierno dependerá del momento de cosecha y siembra, pero se sitúa, normalmente, entre uno y dos meses, entre octubre y noviembre. Durante este período no parece adecuado implantar un CCN, ya que, aunque el riesgo de lavado por abundantes lluvias fuese importante (depende de la zona), el CCN no dispone de un período de crecimiento que permita capturar una cantidad suficiente de N del suelo. En cambio, el resto de períodos que aparecen en el **cuadro 1**, tienen una duración suficientemente larga, más de cuatro meses, para plantearse la implantación de un CCN. En todo caso, en la práctica se han de definir estos periodos de forma más precisa en cada situación. Como ejemplo, se describen las siguientes situaciones:

- En localidades donde se espera poca lluvia durante el período de intercultivo tiene sentido implantar un cultivo captador de N cuando el suelo es de menos de 50 cm y su textura es gruesa, y no lo tiene cuando es muy profundo (p.ej.: más de 100 cm) y su textura es fina, ya que el riesgo de lavado de nitratos es más elevado en suelos poco profundos o de texturas gruesas.

- En rotaciones de cultivos con maíz donde se aplican cantidades elevadas de N (deyecciones ganaderas, lodos de depuradora, abono mineral), puede ser más necesario implantar CCN que en sistemas donde las entradas de N son



Foto 3. Aplicación de purines al suelo como abonado nitrogenado para el cultivo del maíz.

menores, como por ejemplo en los sistemas sin ganadería. En los primeros el riesgo de lavado de nitratos es más elevado ya que las cantidades de N disponible en el suelo suelen ser mayores.

Características de un cultivo captador de nitrógeno

Todos los cultivos al crecer captan N del suelo y, al incorporarlo, evitan que pueda lavarse en caso de precipitaciones importantes o riegos que provoquen drenaje. De todos modos, una planta que se siembra con el objetivo específico de captar N y evitar pérdidas por lavado

de nitrato del suelo, deberá tener una serie de características que la hagan tan eficiente como sea posible:

- Capacidad de crecimiento rápido. En un período relativamente corto tiene que ser capaz de producir una cantidad elevada de biomasa, con el fin de captar la mayor cantidad de N posible.

- Sistema radicular denso y profundo. Una elevada densidad de longitud radicular permite explorar el suelo de forma más homogénea y eficaz. Al explorar horizontes de suelo más profundos se puede evitar el lavado de N de las partes del suelo con más riesgo de perder N nítrico fuera de la zona de exploración de los cultivos principales.

- Contenido elevado de N en los tejidos. Las especies que de forma natural tienen un contenido de N más elevado en sus tejidos son capaces de captar más N para una misma producción de biomasa. Tienen, por lo tanto, mayor capacidad de extracción de N.

- Adaptación para el crecimiento durante el período entre cultivos principales. El ciclo de desarrollo del cultivo se tiene que adaptar al período en que crece la biomasa y extrae N. En función del período y zona en el que deba desarrollarse se necesitarán especies resistentes y adaptadas a temperaturas bajas y heladas o adaptadas a condiciones de sequía.

En definitiva, las especies o variedades más adecuadas para utilizarse como cultivos captadores de N son aquellas que, en la época de crecimiento, son capaces de extraer la mayor cantidad posible de N del suelo. En general, aunque no siempre, se adaptan mejor a dichas características las especies forrajeras.

Además, la especie escogida como CCN también incide de forma clara en la dinámica del N que se produce una vez enterrado éste y durante el desarrollo del siguiente cultivo comercial. Esta dinámica dependerá, para determinadas condiciones del medio, de la facilidad de descomposición del residuo que se incorpore (relacionado con la relación C/N del cultivo), del momento de incorporación del cultivo y de la biomasa producida por el cultivo captador de N.

En ensayos realizados en la zona de producción de maíz de Girona se constata cómo el crecimiento del cultivo de maíz en los estadios iniciales (hasta ocho hojas desarrolladas) es mayor y el estado nutricional del cultivo (**figura 1**) es mejor después de un cultivo de colza forrajera que después de un cultivo de avena, uti-

Procedencia del nitrógeno nítrico presente en el suelo en el período intercultivos

Para que la nutrición de los cultivos y la absorción de N por parte de la planta sea la adecuada, es necesario que la planta tenga N disponible y, por lo tanto, el suelo contenga nitrato. Al final de su ciclo, los cultivos, en general, dejan de absorber N y el N nítrico que no han utilizado permanece en el suelo. Además, el proceso natural de mineralización de la materia orgánica del suelo y de los abonos orgánicos que se aplican no se detiene con el final de ciclo del cultivo y continúa acumulándose nitrato en el suelo. De este modo, en los períodos en que no hay cultivo que pueda absorber el nitrato, éste se puede acumular en el suelo en cantidades muy altas, especialmente cuando la gestión del abonado de los cultivos no es ajustada, cuando se aportan cantidades excesivas de deyecciones ganaderas, etc.

lizados ambos como CCN. Este hecho se explica por la mayor velocidad de descomposición de la planta de colza una vez enterrada frente al cultivo de avena, que comporta una mayor disponibilidad de N en los primeros estadios de desarrollo del cultivo de maíz.

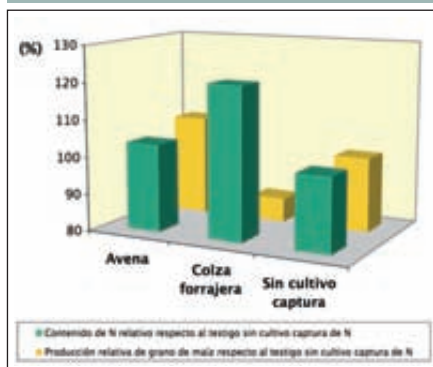
Por el contrario, en el mismo ensayo, la producción final del maíz (**figura 1**) ha sido superior después del cultivo de avena que del de colza forrajera. Indicando que el N absorbido por el cultivo de avena se ha liberado más tarde en el suelo, cuando las necesidades en N del maíz eran superiores, que el absorbido por el cultivo de colza forrajera. Para el caso de la avena, el cultivo se ha encontrado en unas condiciones menos limitantes.

Manejo de los cultivos captadores de nitrógeno

Una vez tomada la decisión de implantar un CCN y conocido el período y la secuencia de cultivos en que éstos han de crecer, se deben tener en cuenta principalmente tres aspectos

FIGURA 1.

Contenido de N relativo en el estadio de 8 hojas desarrolladas y producción relativa de grano de maíz, respecto al manejo sin cultivo captador de N, para dos cultivos captadores de N (avena y colza forrajera).



en el manejo de estos cultivos: la especie a utilizar, la siembra y la finalización del cultivo. Las

decisiones se deben tomar considerando los aspectos conjuntamente y no de forma aislada, ya que están relacionados entre sí. Además, al no obtenerse rendimiento económico directo de estos cultivos, interesa disminuir el coste del manejo en la medida en que sea posible, y los tres aspectos mencionados pueden incidir.

El manejo de estos cultivos se limita, en general, a la siembra y la incorporación al suelo, ya que la finalidad es extraer N y minimizar el coste del cultivo. No se fertiliza, no se controlan las adventicias, no se protege frente a las plagas y enfermedades, etc. En general, tampoco se riega. En caso de regarse, debe vigilarse que no se produzcan riegos excesivos que puedan provocar lavado de nitratos y que no se utilice agua que contenga cantidades importantes de nitrato. En todo caso, es necesario valorar el coste de estos riegos en el momento de decidir la idoneidad de los mismos.

Especie de CCN a implantar

La especie que se implante debe estar adaptada a la zona y al período en que crece-

UREATEC[®] 46

Powered by AGROTAIN

ALIMENTO 5 ESTRELLAS PARA SUS CULTIVOS

Ahora disponible en su cooperativa habitual

www.ureatec46.es

CUADRO II.

Contenido en planta y extracciones de N de diferentes especies utilizadas como cultivos captadores de N entre dos cultivos de maíz para grano en Girona (período de crecimiento: octubre-marzo).

Cultivo captador de N		Contenido en N	Extracciones de N
		(%)	(Kg N/ha)
Crucíferas	Mostaza	2,5-3	100-150
	Colza forrajera	2-3 (en algún caso hasta 4,3)	100-250
	Rábano	2,5-3	100-150
Gramíneas	Avena	1,5-2	50-100
	Raigrás	1,3-1,8 (en algún caso hasta 2,5)	100-200

rá. Las familias de especies más usadas son las gramíneas y las crucíferas, si bien no son las únicas. En períodos de otoño-invierno, que sería el principal en el caso del cultivo de maíz, se pueden adaptar diferentes crucíferas (colza, colza forrajera, mostaza, etc.) y gramíneas (trigo, cebada, triticale, avena, raigrás, centeno, etc.). En general las crucíferas se adecúan más a momentos de siembra de finales de verano y en zonas con temperaturas suaves en otoño, mientras que las gramíneas se pueden utilizar también en siembras de CCN más tardías y períodos con temperaturas más bajas.

Las extracciones en el período de crecimiento deben ser tan elevadas como sea posible. En general, las crucíferas (colza y similares) tienen un contenido de N mayor que las gramíneas y extraen cantidades de N más elevadas. En el **cuadro II** se presenta el contenido de N y las cantidades de N extraído por varias especies utilizadas como cultivo captador de N en diferentes ensayos realizados en Girona. Las extracciones de N más elevadas se obtienen en el

caso de las crucíferas, no obstante, en la elección de una u otra especie se tendrán que considerar otros factores.

Una planta que se siembra con el objetivo específico de captar N deberá tener las siguientes características: capacidad de crecimiento rápido, sistema radicular denso y profundo, contenido elevado de N, y adaptación para el crecimiento durante el período entre cultivos principales

Se deben considerar además los efectos que puedan ocasionar los CCN en el manejo del resto de cultivos de la rotación. Es necesario evitar especies que puedan ocasionar problemas en el control de las adventicias, puedan incrementar el riesgo de enfermedades o plagas, etc. de los siguientes cultivos comerciales. De este modo, la utilización de especies que tengan una rápida implantación, evitará el crecimiento y desarrollo de la flora adventicia (mala hierba) y reducirá problemas en los cultivos siguientes.

Siembra de los CCN

Se recomienda realizarla tan pronto como sea posible, para lograr que al desarrollarse capte la máxima cantidad de N, antes del período de lluvias que podrían provocar lavado de nitratos (otoño o primavera en general).

Para la siembra de uno de estos cultivos se pueden seguir los mismos criterios técnicos que en el caso de un cultivo comercial (preparación del terreno, humedad adecuada, etc.). De todos modos, al no obtenerse un beneficio económico directo, es necesario disminuir al máximo el coste de la siembra, que es el principal en estos cultivos. Los costes se pueden disminuir principalmente mediante la reducción de los trabajos de preparación del terreno y variando la dosis de siembra empleada.

En trabajos realizados en la zona de Girona, la implantación de los CCN ha sido similar entre un tipo de siembra convencional (trabajo del suelo) y una siembra a granel, sin un trabajo previo del suelo y sin retirar los restos del cultivo del maíz, con un pase superficial de grada de



Foto 4 (izquierda). Detalle del cultivo de colza forrajera. Foto 5 (dcha.). Detalle de la parcela de ensayo con adventicias espontáneas.



Fotos 6 y 7. La finalización o enterrado del CCN depende del momento de la siembra del siguiente cultivo, de la desecación del cultivo, de su producción de biomasa y de su estadio de desarrollo.

discos posterior. En otros lugares se han probado sistemas de siembra alternativos: a granel al mismo tiempo que se recolecta el cultivo anterior, con pequeñas modificaciones de la maquinaria convencional; siembra en el momento del abonado de cobertera del cultivo anterior y, por lo tanto, antes de la recolección del cultivo principal, etc.

Finalización y enterrado del CCN

Para detener el desarrollo de los CCN se pueden utilizar sistemas mecánicos (picado, triturado, etc.) o químicos (herbicidas totales). Cuando existe una regulación sobre el manejo de estos cultivos, normalmente se tiende a favorecer el uso de medios mecánicos. En caso de utilizar herbicidas debe prestarse especial atención a que éstos no generen problemas en el desarrollo del cultivo que se implantará a continuación.

El cultivo captador de N se entierra e incorpora al suelo, donde se descompondrá y liberará el N que ha captado durante su crecimiento. En función de la rapidez de esta descomposición será el cultivo siguiente u otros los que puedan aprovechar el N mineralizado. Es recomendable la incorporación inmediatamente después de la finalización del cultivo, para evitar así, pérdidas de N hacia la atmósfera. Cuando se utilizan medios mecánicos la finalización e incorporación al suelo se pueden realizar en el mismo momento.

El momento de finalización y/o enterrado del cultivo se debe decidir en función de:

- El momento de la siembra del siguiente cultivo. El CCN se enterrará con antelación sufi-

ciente para poder preparar bien el terreno para la siembra del cultivo principal. El tiempo de enterrado y siembra dependerá de cada cultivo, del tipo de suelo, de la maquinaria y de otros condicionantes locales.

- La desecación del suelo por parte del CCN. Si no está garantizada (elevada probabilidad de lluvia o posibilidad de riego) suficiente humedad del suelo para la siembra del siguiente cultivo, podría ser necesario finalizar el CCN antes que genere un desecamiento excesivo del suelo.

- La producción de biomasa del CCN. Las extracciones de N por parte del cultivo aumentan, en general, al incrementar la biomasa producida; por lo tanto, conviene que ésta sea alta. De todos modos, una producción de 2.000 kg/ha de materia seca se suele considerar suficiente. Producciones excesivamente elevadas pueden dificultar las tareas de incorporación del CCN al suelo.

- El estadio de desarrollo. El CCN se finalizará, en general, al iniciar la floración o antes, ya que los cultivos extraen la mayor parte del N antes de floración. Además, con el fin de evitar problemas de adventicias en el cultivo comercial siguiente, no interesa que el CCN produzca semillas.

Como ejemplos prácticos, se citan los siguientes:

- En zonas con probabilidad de lluvias primaverales suficientes muy alta, se puede realizar una siembra adecuada del maíz, incluso después de un cultivo captador de N que seque el suelo, a pesar de la irregularidad interanual de las lluvias existentes.

- De forma similar, en los regadíos de Lleida –con bajas precipitaciones–, el secado del suelo debido a un CCN durante el otoño y invierno no condiciona el cultivo de maíz siguiente, ya que normalmente siempre se riega antes de preparar el terreno para la siembra del maíz.

Resumen

Los cultivos captadores de N son una herramienta para mejorar la gestión del N en la agricultura, que complementa, y en ningún caso sustituye, otras herramientas que se usan en esta gestión (aplicación razonada de abonos orgánicos y minerales, adecuado planteamiento de la rotación de cultivos, etc.). Debe tenerse en cuenta que, al introducir estos cultivos, se modifica la dinámica de disponibilidad de N en la rotación de cultivos y, por lo tanto, es necesario adaptar la gestión del N a este nuevo elemento de manejo.

Al tomar la decisión de implantar un CCN, deben considerarse las posibilidades de éxito de obtener el objetivo planteado y las diferentes opciones de manejo disponibles. Es muy útil, en este sentido, disponer de información sobre experimentación realizada a nivel local, que pueda ayudar a seleccionar la especie más indicada en cada caso, el manejo del CCN y la gestión del N en los cultivos principales de la rotación.

La inclusión de un cultivo captador de N en una rotación de cultivos debe valorar, además de los aspectos técnicos, el coste que puede suponer este manejo y los beneficios que puede aportar a los otros cultivos de la rotación y los efectos positivos en el medio. ●