

MANEJO DEL CULTIVO, RECOMENDACIONES DE ABONADO Y PARÁMETROS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO

Estrategias de fertilización en el cultivo de colza

En este trabajo se presentan los resultados de encuestas a agricultores y seguimientos de parcelas comerciales de colza realizados durante las dos últimas campañas del cultivo en explotaciones de las comarcas de Girona y Barce-

lona. Asimismo, se realizan recomendaciones sobre el manejo de la fertilización de este cultivo basadas en los resultados mencionados y en ensayos de fertilización llevados a cabo en este mismo período.

Elena González Llinàs, Irma Gelí Bosch,
Francesc Domingo Olivé.

IRTA Mas Badia. La Tallada d'Empordà.

El cultivo de colza ocupó en 2009 una superficie de 5.368 ha en Cataluña (DAAM, 2011), que representó un 25% de la superficie dedicada a

este cultivo en toda España (MARM, 2011). Desde entonces se estima que su superficie ha aumentado en más de un 60%.

El conjunto de las comarcas de Girona y Barcelona suman el 66% de la superficie y un 71% de la producción de colza en Cataluña, siendo su manejo mayoritariamente –un 92%– en secano. Los rendimientos medios que se obtienen en las comarcas de Girona y

Barcelona (1.894 kg/ha) son un 8% superiores a la media de Cataluña, que a su vez es un 10% superior al rendimiento medio que se obtiene en el conjunto de España (1.599 kg/ha), siendo estas comarcas en conjunto significativas en este cultivo.

La colza es un cultivo exigente en macronutrientes, especialmente nitrógeno, en comparación con otros cultivos como el cereal de invierno. Las necesidades totales del cultivo dependen en principal medida del rendimiento que se obtenga en cada parcela. A su vez, esta producción viene condicionada por diversas características propias de cada parcela (tipo de suelo, condiciones agroclimáticas, etc.) y por el manejo que se realice del cultivo (fecha de siembra, riego, etc).

Manejo del cultivo en parcelas comerciales

Durante las campañas 2009/10 y 2010/11 se realizaron un total de 33 encuestas en explotaciones agrícolas de las comarcas de Girona y Barcelona con la finalidad de conocer de forma cuantitativa el manejo de la fertilización en la colza, y algún otro aspecto relacionado, que los agricultores están llevando a cabo en esta zona. Estas comarcas comparten en gran medida unas características agroclimáticas similares en los aspectos más relevantes para este cultivo. Todas las encuestas se realizaron en explotaciones en las que el manejo del cultivo fue en secano, el más extendido, con un rango de precipitación media anual entre 550 y 750 mm.

Los rendimientos observados en las encuestas son muy dispares (**figura 1**) y oscilan entre 800 y 4.100 kg/ha, siendo el ren-



FIGURA 1.

Rendimientos obtenidos (kg/ha) en el cultivo de colza en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11.

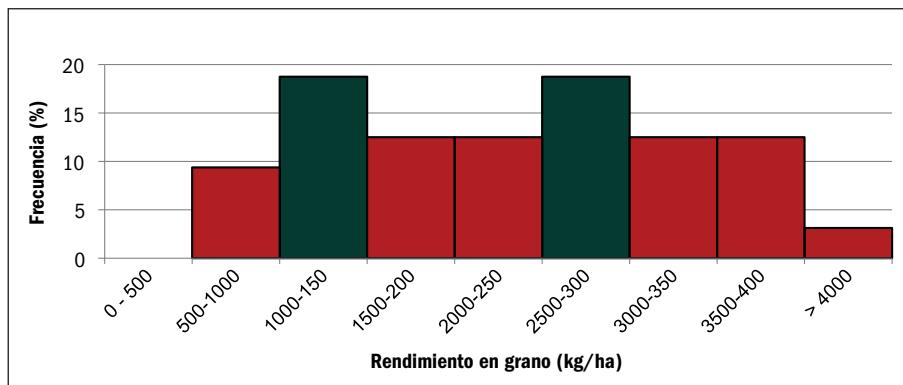


FIGURA 2.

Fecha de siembra (agrupadas por quincenas) del cultivo de colza en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11.

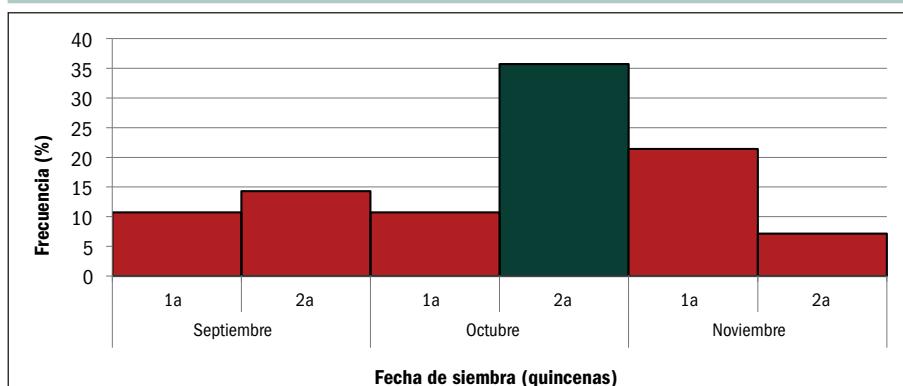
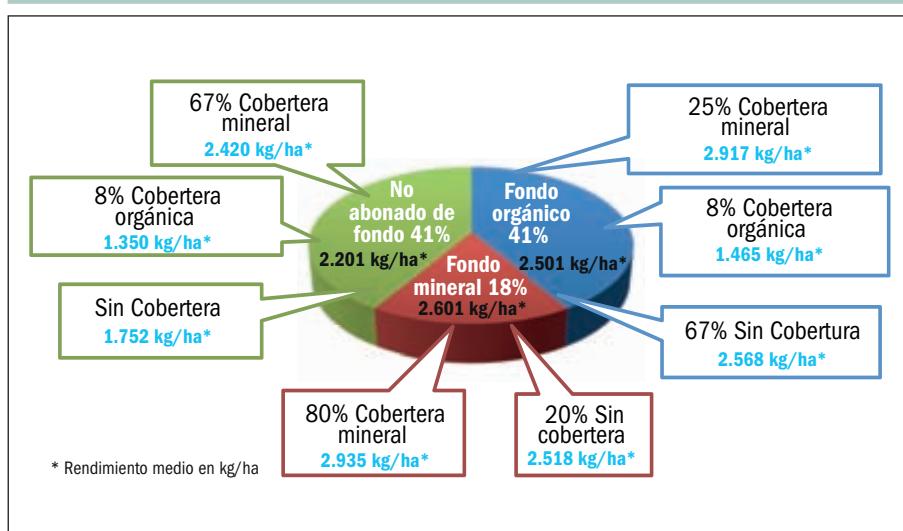


FIGURA 3.

Manejo de la fertilización del cultivo de colza en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11.



amiento medio obtenido en las explotaciones encuestadas de 2.359 kg/ha.

También se observa una disparidad elevada de fechas de siembra del cultivo (**figura 2**) entre las explotaciones encuestadas, que abarca el período de los meses de septiembre a noviembre, siendo la época de siembra más frecuente (57%) entre mediados de octubre y mediados de noviembre.

Manejo de la fertilización

Las encuestas evidencian (**figuras 3 y 4**) una multiplicidad de manejos de la fertilización (tipos de abono, dosis, fraccionamiento, etc.), aunque habitualmente no existe un criterio técnico en la toma de decisiones al respecto.

Para las aplicaciones de fondo, en el 41% de las explotaciones se aplican materiales orgánicos, principalmente purines de cerdo, purines de vacuno de leche y gallinaza, aunque también se aplican otros materiales orgánicos menos abundantes, como lodos de depuradora o subproductos de industrias cárnicas, entre otros. Las dosis que se aplican con estos abonos se sitúan entre 86 y 500 kg N/ha, con un valor medio de 266 kg de N/ha. Las dosis mayores se aplican para el caso de la gallinaza. Las dosis medias de fósforo y potasio aportados con estos abonos orgánicos se encuentran entre 48 y 577 kg P₂O₅/ha y 83 y 377 kg K₂O/ha, respectivamente. Se observa que, cuando se aportan materiales orgánicos, en el 58% de los casos se aplican dosis de nitrógeno superiores a las legalmente permitidas en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos según la legislación vigente.

Es igualmente frecuente entre los encuestados (41% de los casos) no aplicar ningún tipo de fertilizante antes de la siembra. Y sólo en un 18% de las parcelas se aplica fertilizante complejo mineral en fondo, con aplicaciones de N, P y K de entre 48 y 60 kg N/ha, 96 y 120 kg P₂O₅/ha y 120 y 150 kg K₂O/ha, respectivamente.

Cuando se aplican materiales orgánicos en fondo, en un 25% de los casos se aplica cobertura mineral, exclusivamente con abonos minerales nitrogenados, a una dosis media de 109 kg N/ha. En el 67% de los casos son abonos nitrogenados que contienen azufre (SO₃⁻) en su formulación (NitralkickS33), la dosis media de azufre aportada es de 17 kg de SO₃⁻/ha. En un 8% se aplican coberturas orgánicas con purín, a una dosis media de

FIGURA 4.

Relación entre el nitrógeno total aplicado y el rendimiento en cosecha del cultivo de colza en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11

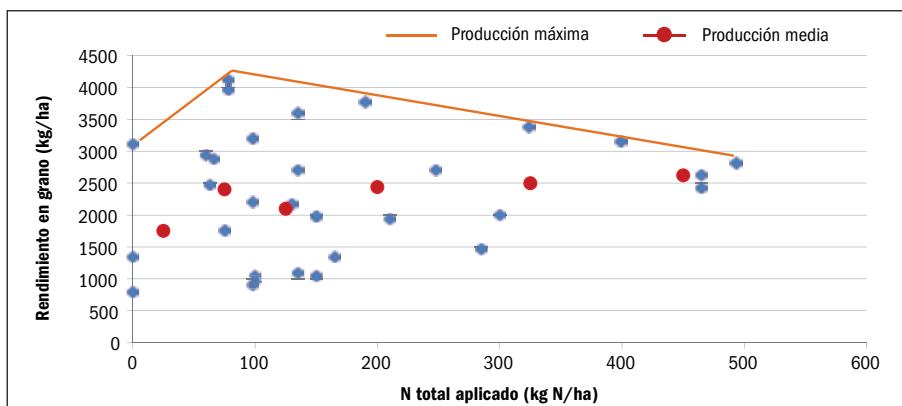


FIGURA 5.

Biomasa de colza en el momento de salida del invierno de tres parcelas de seguimiento. De izquierda a derecha, los valores de biomasa de las imágenes corresponden a 0,10; 1,27 y 2,61 kg/m² de materia fresca respectivamente.



El cultivo de colza debe alcanzar una biomasa superior a 1,5 kg/m² de materia fresca a la salida del invierno para obtener rendimientos óptimos en cosecha. Para ello se han de realizar siembras tempranas y es necesario que el cultivo disponga de suficientes nutrientes durante el periodo siembra-salida del invierno

170 kg N/ha. En el 67% restante no se realizan aplicaciones de abonado en cobertura y la dosis total de N aplicado, que incluye sólo las aplicaciones de fondo, es de 294 kg N/ha. Éstos coinciden con los que han aplicado dosis de N en fondo más elevadas.

Cuando se aplica fertilizante mineral en fondo, en un 80% de los casos se aplica asimismo abonado de cobertura, que se realiza

exclusivamente con abonos minerales nitrogenados (tipo NAC 27 y N32) con una dosis media de 70 kg N/ha. En el 75% de los casos son abonos nitrogenados que contienen azufre (SO₃⁻) en su formulación (NitralickS33 y NSA26, entre otros) y la dosis aportada de azufre se encuentra alrededor de los 70 kg de SO₃⁻/ha. Sólo en un 20% de las ocasiones no se aplica abonado en cobertura, confiando la nu-

trición del cultivo únicamente a la fertilización de fondo, además de los aportes del suelo.

Para el caso de la no aplicación de abonado de fondo, se aplica fertilizante mineral en cobertura en el 67% de las parcelas y, como en el caso anterior, los abonos utilizados en cobertura son siempre abonos minerales nitrogenados, aplicados a una dosis media de 86 kg N/ha. En el 50% de los casos se utilizan también abonos nitrogenados que contienen azufre, siendo la dosis media aportada de éste de 62 kg de SO₃⁻/ha. Aunque cabe destacar que en el 75% de las ocasiones la dosis de azufre aportada no es superior a 20 kg de SO₃⁻/ha. En un 8% de las parcelas se aplican purines en cobertura, a una dosis media de 165 Kg N/ha. En el 25% de los casos restante no se aplica abonado en cobertura y por tanto el cultivo de colza se nutre únicamente de los aportes del suelo.

Relacionando la dosis de N aplicado en cada parcela con las producciones obtenidas (figura 4) se observaron tres aspectos destacables: por una parte, existe una elevada variabilidad y, por tanto, no se observa una relación clara entre la dosis de N aplicada y los rendimientos obtenidos; por otra, se ve que los rendimientos más altos se dan para dosis de N total aplicado entre 80 y 180 kg/ha y no para los aportes de N más elevados; finalmente, las producciones medias alcanzadas para rangos de N aplicado definidos indican que los máximos rendimientos del cultivo se obtienen a partir de dosis de 80 kg N/ha.

Parámetros que influyen en el rendimiento

En las parcelas que fueron objeto de encuesta se realizó un seguimiento que conllevó la valoración de la implantación del cultivo, la determinación de la biomasa producida en diferentes estadios y la evaluación del estado nutritivo del cultivo mediante sensores ópticos en diferentes momentos. Con esta información se buscaron relaciones que permitieran obtener criterios para un mejor manejo del cultivo, especialmente la fertilización del mismo, que maximice el rendimiento.

Biomasa producida por el cultivo al final del invierno

Al relacionar la biomasa producida (figura 5) por el cultivo al final del invierno (final del es-

UN AÑO MÁS Y POR TERCER AÑO CONSECUTIVO



Te volvemos a garantizar
que puedes **abonar tu cereal**
por menos de

60
€/ha

(Abonado de sementera)

Con nuestros fertilizantes
microgranulados

 agristart®

FERTINAGRO

 FERTIUM®
MICRO

FERTIUM®
MÁXIMA

 MAQMICRO

 FERTESA
REDFER

 T³ERVALIS

TECNOLOGÍA PARA UNA AGRICULTURA RENTABLE.

Consulte a su proveedor habitual
o entre en la página web www.abonarbiensucereal.com

FIGURA 6.

Relación entre el rendimiento en cosecha y la biomasa fresca producida a la salida del invierno por el cultivo de colza en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11.

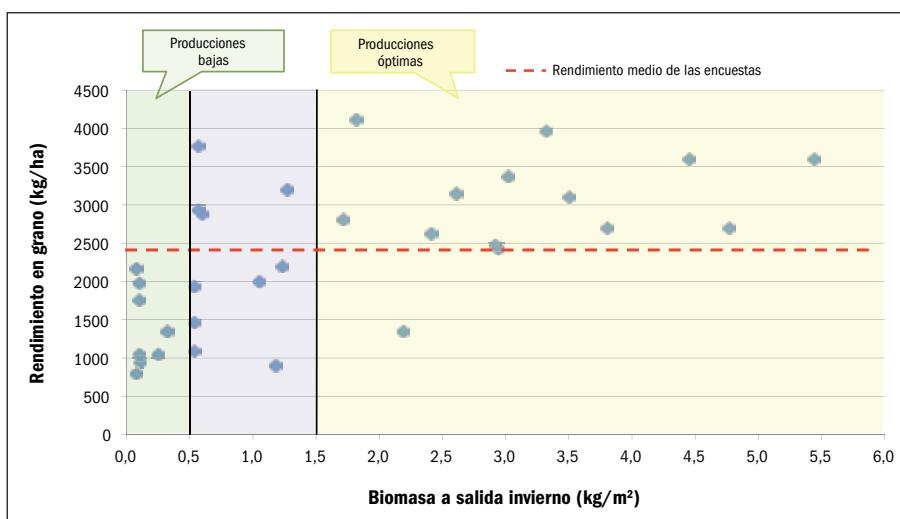
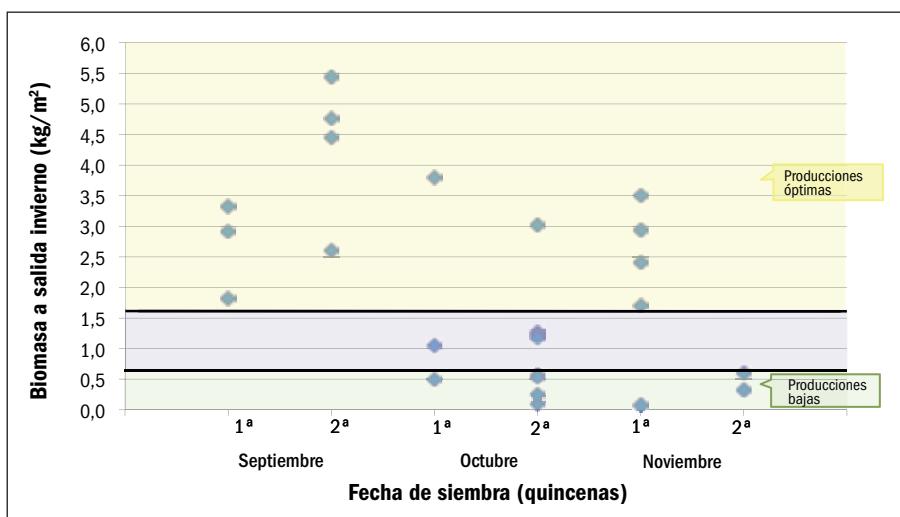


FIGURA 7.

Relación entre la fecha de siembra del cultivo de colza con la biomasa fresca generada a la salida del invierno en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11.



tadio de roseta) con el rendimiento final alcanzado en cada parcela se distingue (figura 6):

► Una primera zona, de producciones óptimas, que incluye las parcelas con un valor de biomasa producida al final del invierno superior a 1,5 kg de materia fresca por metro cuadrado, en la que el 93% de las parcelas obtienen rendimientos superiores a la media de las parcelas de la encuesta (2.359 kg/ha).

- Un segundo rango intermedio, para las parcelas con una producción de biomasa al final del invierno entre 0,5 y 1,5 kg de materia fresca por metro cuadrado, en el cual se consigue llegar a producciones óptimas, superiores a la media, en el 40% de los casos.
- Una tercera zona de bajas producciones que incluye las parcelas con un valor de biomasa producida entre 0 y 0,5 kg de

materia fresca por metro cuadrado, en la cual en ninguna de las parcelas de la encuesta se alcanza un rendimiento superior a la producción media.

Parece claro, por tanto, que para garantizar la obtención de producciones óptimas en el cultivo de colza, es necesario disponer a la salida del invierno de un cultivo que haya alcanzado una biomasa superior a 1,5 kg de materia fresca por metro cuadrado. También se observa que valores de biomasa a la salida del invierno muy superiores a 1,5 kg/ha no redundan en un incremento de las producciones en cosecha (figura 6).

Para saber cómo se puede conseguir la biomasa deseada a la salida del invierno, se ha relacionado este parámetro con otros que influyen directamente sobre él para, en su caso, tenerlos en cuenta a la hora de manejar el cultivo de la colza. En concreto se ha relacionado con la fecha de siembra y con el nitrógeno aplicado en presiembra.

Influencia de la fecha de siembra

Para las siembras realizadas durante el mes de septiembre, en todos los casos se consiguen 1,5 kg de biomasa fresca por metro cuadrado a la salida del invierno (figura 7). Para fechas posteriores, la probabilidad de alcanzar esta producción de biomasa se reduce a menos de la mitad, siendo prácticamente imposible para las siembras más tardías (segunda quincena de noviembre). Esta relación tiene su justificación en el riesgo de heladas y las bajas temperaturas que ocurren de noviembre a enero, ya que si el cultivo está en un estadio temprano se verá severamente afectado. Un patrón similar de comportamiento se observa cuando se relaciona la fecha de siembra con los rendimientos obtenidos en cosecha.

Por tanto, para obtener a la salida del invierno un crecimiento suficiente del cultivo, que redunde en una producción óptima al final del mismo, se requiere realizar la siembra del cultivo de colza en fechas tempranas, durante el mes de septiembre en las comarcas de Girona y Barcelona.

Influencia del abonado de fondo

Cuando no se realiza abonado de fondo, en el 82% de los casos los valores de biomasa alcanzados a la salida del invierno se sitúan por debajo, o alrededor, de 0,5 kg/m² (figura 8). Fertilizar en presiembra, ya sea con abono

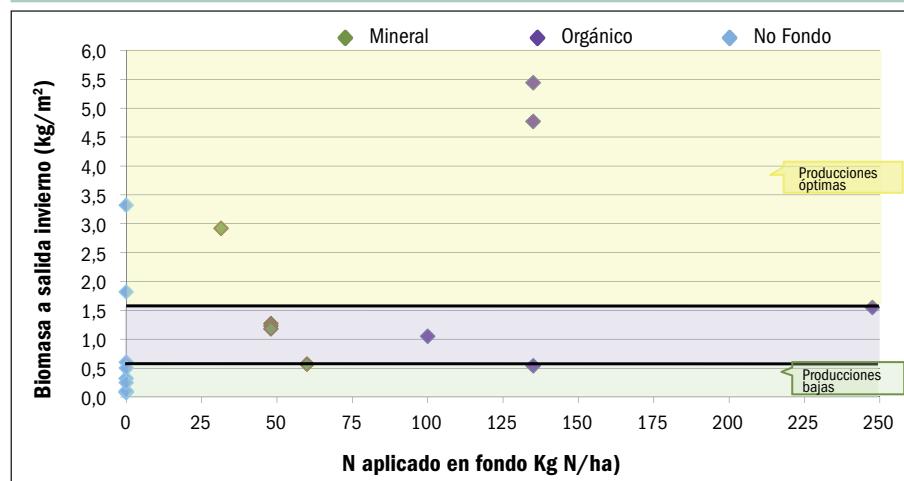
A menudo el abonado de fondo es necesario, especialmente en situaciones que permiten producciones elevadas.

Se recomienda evaluar la necesidad de nitrógeno a aplicar en fondo, y en su caso la dosis, mediante métodos o herramientas de ayuda a la decisión disponibles.

Cuando se fertiliza en presiembra con materiales orgánicos, conviene aplicar dosis inferiores a 170 kg N/ha

FIGURA 8.

Relación entre el nitrógeno aplicado en fondo (hasta dosis de 250 kg N/ha) y la biomasa fresca (kg/m²) producida por el cultivo hasta el momento de salida de invierno, en las explotaciones encuestadas de las comarcas de Girona y Barcelona. Campañas 2009/10 y 2010/11



orgánico o mineral, contribuye a alcanzar a la salida del invierno un peso de biomasa del cultivo superior a 0,5 kg/m² y, en más de un 30% de los casos, con valores superiores a 1,5 kg/m² (**figura 8**).

A pesar de los resultados mencionados, existen casos de producción de biomasa elevada aún sin aplicaciones de abonado de fondo. A causa, probablemente, de una disponibilidad de nitrógeno mineral en el suelo durante los primeros estadios del cultivo procedente de otras fuentes: mineralización de la propia materia orgánica del suelo o de la que se haya aplicado en cultivos anteriores.

Se observa, pues, la conveniencia de aplicar abonado de fondo para obtener a la salida del invierno un crecimiento suficiente del cultivo, que redunde en una producción óptima al final del mismo, cuando el nitrógeno que el cultivo podrá disponer en los primeros estadios no sea muy elevado.

Recomendaciones de abonado nitrogenado

Un abonado optimizado de la colza pretende aportar las dosis adecuadas de nitrógeno, en los momentos que éste sea necesario, para una producción que maximice los beneficios de la explotación y minimice las pérdidas de nitrógeno hacia el medio. Con esta pretensión, en el momento de plantearse el abonado del cultivo es necesario tomar decisiones respecto diversos aspectos: momento de aporte, dosis a aplicar, etc.

Necesidad del abonado de fondo, dosis y tipo de abono

El abonado de fondo debe pretender, básicamente, cubrir las necesidades del cultivo durante los primeros estadios de la planta antes del abonado de cobertura. Como se ha comentado anteriormente, en el caso de la colza, el

objetivo de las aportaciones de fertilizantes en fondo debe ser alcanzar una producción de biomasa alrededor de 1,5 kg/m² al final del estadio de roseta.

Se aportará abonado nitrogenado en fondo cuando se estime que el suelo por sí mismo no podrá suministrar a la planta el nitrógeno que necesite durante este periodo inicial. Al ser la colza un cultivo muy exigente en nitrógeno (Triboi-Blondel, 1988), también en los primeros estadios de desarrollo, a menudo es necesario el abonado de fondo, especialmente en situaciones que permiten producciones elevadas.

En las parcelas encuestadas (**figura 3**) que sólo reciben N en fondo se obtiene una producción media de 2.610 kg/ha, similar a la que se obtiene aplicando el N de forma fraccionada (en fondo y en cobertura) -2.541 kg/ha-, pero superior a las que sólo reciben abonado de cobertura (2.306 kg/ha). Por el contrario, la eficiencia en el uso del N aplicado es similar entre las parcelas que reciben sólo abonado de fondo y las que reciben abonado en presiembra y en cobertura (4,3 kg grano/kg N aplicado), pero éstas son inferiores, aproximadamente la mitad, a las que sólo reciben nitrógeno en cobertura (8,2 kg grano/kg N aplicado). En un ensayo en el que se estudiaba este aspecto, en condiciones de rendimientos medios-bajos, se observó (datos no mostrados) un patrón de respuestas similar.

La necesidad de nitrógeno y, en su caso, la dosis a aplicar en fondo depende de muchos factores (tipo de suelo, fertilizantes orgánicos aportados en años anteriores, etc.) y es importante disponer de métodos o herramientas de ayuda en el momento de la toma de decisiones en relación al abonado que hay que realizar.

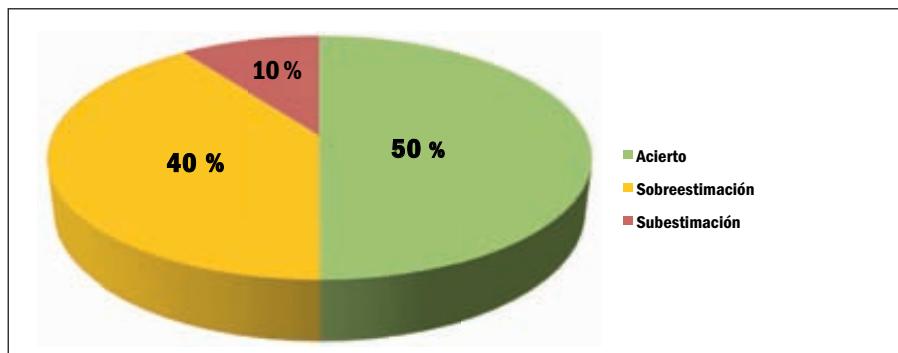
Métodos para decidir el abonado en fondo

Para decidir la cantidad de abono a aportar antes de la siembra se dispone de diferentes métodos:

- Balance de nitrógeno. Consiste en considerar las diferentes entradas y salidas de nitrógeno del sistema agrícola para un periodo determinado. Para el cálculo de las dosis de abonado de fondo se tienen en cuenta principalmente las actuaciones realizadas en la parcela durante la campaña antecedente y otras anteriores en el caso de aplicaciones de materiales orgánicos. Existen herramientas y criterios adaptados a diferentes zonas.

FIGURA 9.

Acierto, sobreestimación y subestimación de la dosis de N a aplicar en cobertura en ensayos realizados en las comarcas de Girona y Barcelona utilizando el método Reglette azote de recomendación, adaptado para el sur del territorio francés.



► Análisis de suelo. Para el caso del abonado nitrogenado, el análisis del nitrógeno mineral (N_{min}) del suelo antes de la siembra nos indica la cantidad de N disponible para el cultivo en el momento del muestreo. Es necesaria una periodicidad de análisis anual o más frecuente. Para usar este método con fiabilidad es esencial un muestreo de suelo riguroso para que la muestra sea representativa de la parcela.

El abonado de fondo se puede realizar tanto con materiales orgánicos como con abonos minerales. De las encuestas realizadas no se desprenden diferencias de producción (figura 3) entre estos manejos, a pesar de las diferencias de dosis de N aportado con materiales orgánicos (266 kg N/ha) y con abonos minerales (53 kg N/ha). Por el contrario, sí se observa que la cantidad de biomasa acumulada al final del invierno es mayor cuando se aplican fertilizantes orgánicos (figura 8). También, cuando se aportan fertilizantes minerales en presiembra, la eficiencia en el uso del N es mayor (8,2 kg grano/kg N aplicado) que cuando se aportan materiales orgánicos (2,2 kg grano/kg N aplicado). En el ensayo anteriormente mencionado se observa una tendencia similar. La razón puede estar ligada a las mayores dosis aportadas normalmente y al aporte involuntario

de otros macro y micronutrientes con los materiales orgánicos. Cabe destacar, también, que la aplicación de dosis excesivas de N, no redonda en mayores producciones (figura 4), ni en mayores producciones de biomasa en invierno, pero sí en eficiencias en el uso del N marcadamente menores que a dosis de aplicación inferiores a 170 kg N/ha, por lo que se desaconseja este manejo, claramente donde estas dosis están prohibidas -zonas vulnerables-, pero también fuera de éstas.

A grandes rasgos, pues, el cultivo de colza se fertilizará en presiembra (utilizar herramientas de ayuda a la decisión para decidir la conveniencia y la dosis), con materiales orgánicos, si están disponibles, a dosis inferiores a 170 kg N/ha o con fertilizantes minerales a las dosis determinadas con las herramientas de soporte a la decisión.

Necesidad del abonado de cobertura y dosis

Ya se ha comentado en el apartado anterior que la aplicación de abonado de cobertura es adecuada y resulta en altas eficiencias en el uso del N. Por tanto, es altamente conveniente reservar parte del N a aportar al cultivo para aplicarlo a la salida del invierno poco antes del inicio de la elongación del tallo, cuando

Se recomienda reservar parte del N a aportar al cultivo para aplicarlo en cobertura, a la salida del invierno, por la alta eficiencia en el uso del nitrógeno de estos aportes. El método Reglette azote del CETIOM permite orientar la dosis a aplicar en cobertura

se inicia la fase de aumento de las necesidades del cultivo.

El CETIOM (Francia) ha desarrollado el método *Reglette azote* (CETIOM, 1998), basado en la determinación, o estimación, de la cantidad de biomasa producida por el cultivo a la salida del invierno, para decidir la dosis de nitrógeno en el aporte de cobertura. Para el cálculo tiene en cuenta la producción objetivo, el tipo de suelo y el contenido en materia orgánica, entre otros elementos. Es un método visual muy sencillo y está calibrado para diferentes zonas del territorio francés.

Se ha comparado la dosis de N recomendada según este método, en su versión para la región sur del territorio francés, con las dosis óptimas de N en cobertura obtenidas en 10 ensayos de abonado en cobertura de la colza en las comarcas de Girona y Barcelona. Se considera que el método acierta cuando la dosis recomendada no difiere en más de 25 kg N/ha respecto la dosis óptima del ensayo. El método realiza una recomendación acertada en el 50% de los casos (figura 9), sobreestima la dosis a aportar (64 kg N/ha de media) en un 40% de situaciones y en el resto subestima la dosis (45 kg N/ha de media). El porcentaje de recomendaciones acertadas mejora ligeramente (hasta un 60%) cuando la estimación de la producción objetivo planteada se ajusta mejor a la realmente obtenida. ●

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer encarecidamente la participación de todos los agricultores en las encuestas realizadas, su predisposición para colaborar en los seguimientos de las parcelas y toda la ayuda prestada durante el desarrollo de este trabajo. También quieren agradecer a Carles Mallol, Martí Espigulé y Guillem Borrrell su colaboración en la toma de datos y seguimiento de parcelas.

Bibliografía ▼

- CETIOM, Avec la réglette azote colza, vous apportez la dose rien que la dose. Ed. CETIOM, 1998.
- DAAM, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, Avanços de superfícies i produccions agrícoles, Maig 2011.
- MARM, Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino, Boletín Mensual de Estadística, Junio 2011.
- Tribol-Blondel, A. M. 1988. Azote, croissance, rendement et qualité de la graine chez le colza d'hiver. En Physiologie et élaboration du rendement du colza d'hiver. Centre Technique Interprofessionnel des Oleagineux Metropolitains (CETIOM). pp. 134-139.