

LA FERTILIZACIÓN EN EL MAÍZ



Sonda de succión en campo de maíz. Foto: J. Lloveras



Campo de maíz. Foto: E. Martínez



Detalle del cultivo de maíz. Foto: E. Martínez

01 Introducción

El maíz para grano es uno de los cultivos más productivos de nuestros regadíos, con rendimientos de 12 a 14 toneladas/ha de grano (14% de humedad)/ha. Esta elevada productividad hace que sea muy exigente en suelos, fertilización y agua de riego, a la vez que tiene un elevado coste de producción.

Las mayores producciones de maíz se obtienen cuando se hace un buen manejo en suelos profundos (más de un metro de profundidad), no salino, que no se encharquen, de textura media, con una elevada capacidad de retención de agua, y con una buena fertilidad: buenos niveles de materia orgánica, fósforo y potasio.

Los costes de la fertilización son uno de los pocos aspectos donde es posible un cierto ahorro. Esto, junto con el hecho que una mala fertilización (tanto por exceso como por defecto o en el momento de aplicación) puede tener un significativo impacto económico y medioambiental hace que el abonado del maíz -sobre todo por lo que respecta al nitrógeno- sea uno de los aspectos clave del cultivo.



UNA DEFICIENTE FERTILIZACIÓN, TANTO POR EXCESO COMO POR DEFECTO, PUEDE TENER UN SIGNIFICATIVO IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL, QUE HACE QUE EL ABONADO SEA UN ASPECTO CLAVE DEL CULTIVO

02 Extracción de nutrientes por el cultivo

El maíz extrae por 1 tonelada de grano (14% humedad), por término medio, alrededor de:

- 23 kg (22-27) de nitrógeno (N)
- 10 kg (9-11) de fósforo (P₂O₅)
- 22 kg (20-25) de potasio (K₂O)

Entre paréntesis, el intervalo de valores observado en nuestras condiciones.

Estas cantidades extraídas por la planta se reparten aproximadamente así:

| | Grano | Cañas y resto de cosecha |
|---|--------------|--------------------------|
| Nitrógeno (N) | 65 % (50-80) | 35% |
| Fósforo (P₂O₅) | 70 % (60-80) | 25% |
| Potasio (K₂O) | 40 % (25-45) | 60% |

Entre paréntesis los intervalos de valores observados en nuestras condiciones.

Esto quiere decir que para una producción de 13 toneladas/grano (14% humedad) se extraen aproximadamente:

- 300 kg nitrógeno (N)/ha
- 130 kg fósforo (P₂O₅)/ha
- 280 kg potasio (K₂O)/ha

Si se devuelven al suelo las cañas, las cantidades exportadas se reducen a:

- 200 kg nitrógeno (N)/ha
- 90 kg fósforo (P₂O₅)/ha
- 110 kg potasio (K₂O)/ha

Los nutrientes se absorben a lo largo del ciclo del cultivo de manera diferente: a partir de los

20-30 días de aplicación empieza un período de rápida absorción más o menos paralelo a la acumulación de biomasa, pero adelantado en el tiempo. Así, durante las semanas de la 4 a la 12 se absorbe:

- el 75% del nitrógeno, el 75% del total antes de floración
- el 55% del fósforo
- el 95% del potasio

Los nutrientes que la planta necesita son suministrados mayoritariamente para:

- las reservas del suelo
- los restos de cosecha anteriores
- los abonos: orgánicos y minerales
- por el agua de riego en algunas zonas

El abonado en el cultivo del maíz se centra básicamente en el nitrógeno, fósforo y potasio, con estrategias diferenciadas para cada nutriente. El resto de nutrientes, aunque absorbidos en gran cantidad por el cultivo, son suministrados por el suelo y rara vez hace falta fertilizar, a excepción de situaciones excepcionales: monocultivo prolongado, estrés diverso, etc.

Las cantidades finales de fertilizante a aportar varían en función de:

- rotación de cultivos: Maíz/maíz; alfalfa/maíz/trigo; hortalizas/trigo/maíz, etc.
- destino de las cañas: enterrados o exportados
- fertilización orgánica, mineral o mixta (orgánica-mineral)

En cualquier caso, la utilización de estiércoles y purines, el enterrar las cañas o un cultivo antecedente de leguminosas, como por ejemplo la alfalfa, u hortalizas obliga a disminuir sustancialmente la cantidad de abonado mineral a aplicar.

03 Cálculo de la fertilización

La fertilización se debe hacer en base a:

- un buen conocimiento de la fertilidad del suelo, a partir de:
 - análisis de suelo
 - las prácticas agronómicas a nivel de parcela
- la planificación de la fertilización (planes de abonado),
- la conservación de los registros de lo que se ha hecho.

El primer paso para una buena fertilización es el análisis del suelo. Un segundo paso muy importante es hacer una previsión de la producción esperable, el máximo debe ser realista, y a partir de esto planificar el abonado. Hace falta tener muy claro la interrelación de la capacidad productiva del suelo, el riego y el manejo.

03.01 Análisis de suelo

Los análisis a realizar y el momento de muestreo son diferentes para el caso del nitrógeno que para el fósforo y el potasio.

treo son diferentes para el caso del nitrógeno que para el fósforo y el potasio.

a/ Los análisis de nitratos del suelo, método del Nmin

El método Nmin para estimar las disponibilidades de nitrógeno consiste en medir el contenido de nitratos antes de sembrar el maíz, o cuando las plantas de maíz tienen entre 15 y 30 cm de altura. Realizarlo en un momento u otro tendrá lógicamente una interpretación diferente. En el segundo caso, es posible afinar mejor las dosis necesarias al estar más próximo el período de absorción. Este momento de muestreo es más preciso y es de mayor utilidad en zonas de alta pluviometría o en suelos de drenaje muy rápido.

A continuación, se presentan las recomendaciones de nitrógeno adaptadas a las condiciones del valle del Ebro para el cultivo del maíz, que se ajustan a producciones medianas alrededor 12-14 t/ha. Hace falta realizar ajustes por producciones fuera del intervalo.

Interpretación del análisis de Nmin antes de sembrar

| Contenido de nitrógeno nítrico (N-NO ₃) (ppm) (0-30 cm) | Recomendación nitrógeno (kg/ha) |
|---|---------------------------------|
| < 10 | 250 |
| 10 – 20 | 200 |
| 20 – 30 | 150 |
| 30 – 40 | 100 |
| > 40 | 0 |

b/ Fósforo y potasio

Para el fósforo y potasio hace falta realizar análisis de suelo de los primeros 20-30 cm del suelo, cada 4-5 años, para hacer la recomendación y el seguimiento. La interpretación es la de los cuadros siguientes:

Interpretaciones de los contenidos de fósforo al suelo adaptadas al cultivo del maíz

| Contenido de fósforo (P Olsen) (ppm) | Interpretación | Recomendación P ₂ O ₅ (kg/ha) (*) |
|--------------------------------------|----------------|---|
| < 6 | Muy bajo | 150 |
| 6 – 12 | Bajo | 125 |
| 12 – 25 | Medio | 80 |
| 25 – 35 | Alto | 40 |
| > 40 | Muy alto | 0 |

(*) En niveles altos de fósforo, no hace falta fertilizar si se entierran las cañas

Para la fertilización con potasio:

Interpretaciones de los contenidos de potasio al suelo adaptadas al cultivo del maíz

| Contenido de potasio (extracto de acetato amónico) (ppm) | Interpretación | Recomendación(*) K ₂ O (kg/ha) | Recomendación(**) K ₂ O (kg/ha) |
|--|----------------|---|--|
| < 80 | Muy bajo | 225 | 200 |
| 80 – 125 | Bajo | 200 | 150 |
| 125 – 175 | Medio | 175 | 100 |
| 175 – 300 | Alto | 100 | 50 |
| > 300 | Muy alto | 0 | 0 |

(*) En el caso de extracción de las cañas. (**) En el caso de incorporar las cañas. En niveles altos no hace falta fertilizar con fósforo y potasio si se entierran las cañas.

03.02 Método del balance

El balance de nitrógeno disponible es una técnica muy empleada y que se ha utilizado en la comarca del Baix Empordà en el marco del Plan

piloto para la mejora de la fertilización nitrogenada como una de las herramientas básicas en la estrategia global de recomendación del abonado. El balance considera el manejo que se ha

hecho del cultivo anterior, el historial de aplicaciones de abonados orgánicos, los cultivos de leguminosas que se han producido en la parcela y el manejo que se hace en el cultivo actual.

| Momento de recomendación | Método usado/Resultado que se obtiene (unidades) | Variables consideradas | Parámetros que influyen | Criterios de recomendación |
|----------------------------------|---|--|--|---|
| Antes de la siembra | Balance de N del cultivo precedente N-MARZO (Kg N/ha) = N permaneciendo en el suelo a inicios de marzo | · N mineralización del año anterior · N aportado con el abonado mineral · N aportado con abono orgánicos en años anteriores · N debido a prados y leguminosas · N aportado con el agua de riego | Zona agroclimática Tipo de abono, momento y frecuencia de aplicación Tipo de prado o cultivo y tiempo desde el enterrado Tipo de suelo, sistema de riego, volumen aportado y contenido en N | Si N-MARZO > 50 Recomendación: No abonar Si N-MARZO < 50 Recomendación: Aport. de máxim 40 Kg N/ha |
| Estadio de 6 hojas desarrolladas | Balance de N por el cultivo actual N-ABONO (Kg N/ha) = Cantidad de N que hace falta aportar al cultivo = (Necesidades del cultivo - Aportaciones del suelo) X Eficiencia del sistema | · N permaneciendo en el suelo a inicios de marzo · Lavado entre marzo y mayo · N mineralización durante el cultivo · N aportado con abonos orgánicos en años anteriores · N debido a prados y leguminosas · N aportado con el agua de riego | Balance de N por el cultivo precedente Tipo de suelo, lluvias marzo-mayo y cultivo precedente Zona agroclimática Tipo de abono momento y frecuencia de aplicación Tipo de prado o cultivo y tiempo desde el enterrado Tipo de suelo, sistema de riego, volumen portado y contenido en N | Si N-abono < 0 Recomendado: No abonar Si N-abono > 0 Aconsejado: Aportar el 60 % de N-abono si es posible corregir un mes más tarde (A través del riego,...). Aportar el 100 % de N-abono si no se puede Aplicar N un mes más tarde. |
| | | · N consumido por el cultivo · Lavado invernal · Necesidades del cultivo · Eficiencia del sistema | Producción, cultivo y aprovechamiento Tipo de suelo, lluvias invernales y cultivo precedente Producción, cultivo y aprovechamiento Tipo de suelo, tipo y eficiencia del riego, sistema distribución abonos orgánicos | |



LA MEJOR PRÁCTICA AGRONÓMICA A MENUDO ES TAMBIÉN LA MEJOR PRÁCTICA MEDIOAMBIENTAL, Y EL EXCESO DE ABONO REDUCE EL BENEFICIO ECONÓMICO DEL CULTIVO

04 Distribución del abonado nitrogenado

Siempre que se pueda se debe fraccionar el abonado, aplicando una parte en cobertera.

Las coberteras se deben realizar en los primeros estados de desarrollo del cultivo: p.e., 5-6 hojas, momento en el cual todavía es posible el paso de la maquinaria.

05 Riego

El manejo del riego es crítico en el cultivo del maíz, tanto para la producción como para los aspectos ambientales. Es necesario optimizar el riego, logrando la mayor eficiencia posible. Para ello existen diversas herramientas, tipo de riego y de suelos.

Cuando es posible la aplicación de nitrógeno a través del sistema de riego (aspersión: pivot, cobertura total,...), es recomendable fraccionar las aplicaciones de este elemento hasta estadios próximos a la floración del cultivo.

En riegos por inundación, conviene utilizar caudales elevados para lograr tiempos de riego cortos que ayudan a una distribución homogénea del agua de riego en la parcela. Esta práctica es especialmente importante en el caso de suelos poco profundos y con grava, para evitar un drenaje excesivo con el lavado de los nitratos.

06 Aspectos medioambientales

Para evitar posibles pérdidas por lavado de nitratos que pueda haber en exceso en el suelo tras la cosecha (baja producción, exceso de fertilización, etc.), es conveniente la implantación de un cultivo captador de nitrógeno, que absorba el nitrógeno del suelo durante el otoño-invierno. Así se disminuirá el lavado de nitratos durante este período, especialmente si las lluvias son abundantes.

Este cultivo se entierra antes de la siembra del maíz que, al descomponerse, suministrará nitrógeno. También se puede aprovechar como forraje, según la especie implantada. En este caso, y para cumplir el objetivo por el cual se implantan estos cultivos, no deben recibir fer-

tilizantes orgánicos ni minerales durante su ciclo.

Los cultivos que se pueden utilizar son diversos, pero interesan especies que puedan crecer y producir biomasa durante el otoño-invierno (temperaturas bajas) y que absorban cantidades importantes de nitrógeno, como pueden ser la colza forrajera, el ray-gras y la avena.

07 Recomendación final

La fertilización se debe fundamentar en el conocimiento de nutrientes del suelo, básicamente a partir de los análisis de suelos. Además hace falta tener en cuenta:

- plantear una producción objetivo de maíz realista
- considerar los antecedentes de cosecha, las aportaciones orgánicas, leguminosas del año anterior, manejo de las cañas, etc., disminuyendo la dosis en función de los antecedentes (especialmente si se aplica estiércoles, purines, riego con agua de desagüe, etc.) y del manejo
- fraccionar el abonado nitrogenado; minimizar la aplicación en fondo aplicando siempre que sea posible en cobertera
- hace falta analizar el suelo cada 4-5 años para conocer su situación con respecto a fósforo, potasio, materia orgánica, salinización, etc
- si se hace cultivo de conservación, puede ser conveniente incrementar un 10% las dosis de abonado los primeros años

Recuerde:

- 10 toneladas de purín de cerdo de engorde aportan del orden de 55 kg de N, 50 kg de P_2O_5 y 36 kg de K_2O
- 10 toneladas de estiércol de vacuno aportan del orden de 50 kg de N, 25 kg de P_2O_5 y 70 kg de K_2O
- 10 toneladas de gallinaza aportan del orden de 200 kg de N, 100 kg de P_2O_5 y 170 kg de K_2O

07.01 Nitrógeno

Los ensayos que se han llevado a cabo en el Pla de Lleida durante los últimos 10 años indican que a menudo la dosis óptima para una fertilización con abonos minerales se sitúa entre 100-150 Kg. de N/ha, aunque a menudo no se encuentra respuesta a la fertilización; tan sólo alguna vez se ha obtenido respuesta a dosis de 300 kg N/ha. En Girona, de forma similar, la dosis óptima de nitrógeno por una

fertilización con abonos minerales y producciones próximas a las 15 toneladas/ha, no supera en muchos casos los 100-150 kg de N/ha. Tanto en Girona como en Lleida, cuando se utilizan abonos orgánicos en dosis agronómicas, rara vez se obtienen incrementos de producción con la aplicación complementaria de fertilizantes minerales.

En rotaciones de maíz tras cultivo de maíz el óptimo se sitúa entre 200-250 kg de N/ha.

07.02 Fósforo y potasio

Si se aplican abonos orgánicos, se puede prescindir de la fertilización fosfatada. También se puede prescindir del potasio si se entierran las cañas o, si no se entierran, se puede reducir entre un 40% (si se aplican abonos orgánicos sin cama o purines) y un 80% (si se aplican abonos orgánicos con cama o estiércoles).

Cuando no se aplican abonos orgánicos, en caso de enterrar las cañas, se puede reducir la aportación fosfórica en un 20% y la potásica en un 40%.

La recomendación es que no hay una recomendación o una dosis estándar.

El ejemplo siguiente se puede utilizar como guía cuando no se disponga de otra información.

La recomendación de abonado maíz en diferentes rotaciones de cultivos. Producción esperada: 13 toneladas/ha (14%).

| Situación o rotación | Unidades fertilizantes a aplicar | | |
|--|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | N | P_2O_5 | K_2O |
| Maíz-maíz (muchos años) | 250-300 | 110 | 200 |
| Primeros años | 150 | (80 si no se extraen las cañas) | (110 si no se extraen las cañas) |
| Con aplicación de 30 m³/purín o 20 t de estiércol o 10 t gallinaza | 100 | 0 | 0 |
| Última alfalfa | 100 | 130 | 200 |
| Última trigo | 150 | 130 | 200 |

Hace falta recordar que:

La mejor práctica agronómica es a menudo también la mejor práctica medioambiental, y el exceso de abonado reduce el beneficio económico del cultivo.

Jaume Boixadera Llobet. Sección de Evaluación de Recursos Agrarios. DARP. jaume.boixadera@gencat.net
Josep M. Villar i Mir. Universidad de Lérida (UdL). jmvillar@macs.udl.es
Jaume Lloveras Vilamanyà. Centro UdL-IRTA. jaume.lloveras@irta.es
Miquel Aran Mayor. Laboratorio de Análisis y Fertilidad (LAF). maran@lafsols.com
Pere Villar i Mir. Laboratorio de Análisis y Fertilidad (LAF). pvillar@lafsols.com
Francesc Domingo Olivé. Plan piloto. IRTA-Fundación Mas Badia. Francesc.Domingo@irta.es
Àngela D. Bosch Serra. Universidad de Lérida (UdL). angela.bosch@macs.udl.es
Narcís Teixidor Albert. Sección de Evaluación de Recursos Agrarios. DARP. narcis.teixidor@irta.es
Joan Serra Gironella. IRTA-Fundación Mas Badia. joan.serra@irta.es