

LOS ENSAYOS SE REALIZARON EN EL PÁRAMO DE LEÓN CON LA DOSIS HABITUAL DE LA ZONA Y UNA DOSIS REDUCIDA

Ensayos realizados para el ajuste de la fertilización nitrogenada en maíz de ciclo 400 en León

La falta de experimentos de campo que permitan calibrar los niveles de nitrógeno disponible en el suelo hace que los técnicos tiendan a recomendar dosis de fertilizante nitrogenado elevadas para evitar posibles situaciones de carencia de nitró-

geno durante el ciclo del cultivo. Por ello, el objetivo de este trabajo ha sido ajustar la dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz para optimizar los rendimientos en la zona del Páramo de León a lo largo de dos campañas.

M^a. Anunciación Pérez, Sergio del Cura, Esther Sanz y Manuel Calvo.

Centro Tecnológico Agrario y Agroalimentario (Itagra.CT), Palencia.

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos de la provincia de León, típicamente en rotación con remolacha (*Beta vulgaris* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.), con producciones medias entorno a las 12 t ha⁻¹.

Uno de los macronutrientes que limitan en mayor medida la productividad del cultivo es el nitrógeno (Andrade *et al.*, 1996), que participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo y en las producciones, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa de la planta. Las deficiencias de nitrógeno se observan en la planta de maíz por presentar las hojas basales, es decir las hojas más viejas un verde amarillento y por una mala formación de la mazorca mostrándose con un tamaño pequeño y sin llenar la punta.

La dosis y el momento de aplicación de los fertilizantes nitrogenados son dos factores importantes en la eficiencia del nitrógeno (Jokela y Randall, 1989). En este sentido en el Páramo de León la dosis de fertilizante supera los 300



Medidas con el N-Tester en maíz.

kg N ha⁻¹ aplicándose un 30% en presiembra y un 70% en cobertera. Conforme a esto, en estudios previos realizados por Ballesta y Lloveras (1996) y Villar *et al.* (1996) señalaron que la dosis aplicada normalmente por los agricultores está por encima de las necesidades reales del cultivo del maíz.

El estado nutricional del cultivo puede ser evaluado a través de la medición del contenido de clorofila de la hoja mediante métodos no destructivos como es el caso del N-Tester. Este medidor portátil de clorofila, se considera una herramienta a tener en cuenta en los programas de fertilización en el cultivo de maíz (Piekielek *et al.*, 1995 y Sainz y Echevarría, 1998).

Material y métodos

Los ensayos de maíz se realizaron en el Páramo de León, en las campañas 2007 y 2008. Las variedades utilizadas fueron las que habitualmente se siembran en la zona con un ciclo FAO 400 y con un marco de plantación de 18 x 52,5 cm (105.820 plantas/ha⁻¹). En ningún caso el cultivo ha estado limitado por el abastecimiento de agua, y a excepción del abonado, la aplicación de fitosanitarios, siembra, mantenimiento del suelo, etc., se han realizado por igual en todos los tratamientos experimentales. Señalar que una práctica habitual en la zona es la aportación de urea en presiembra para ayudar

a descomponer los restos de paja del cultivo anterior. Concretamente, en este caso se aplicaron 52 kg N ha⁻¹ en toda la parcela de ensayo.

El suelo tenía una textura franco-arcillosa-arenosa, con un pH neutro, un contenido en materia orgánica en torno al 1,5% y una concentración alta en fósforo y potasio asimilable. En cuanto a las condiciones climáticas la precipitación acumulada a lo largo del ciclo de cultivo fue de 400 mm para la campaña 2007 y de 296 mm para la campaña 2008. Las temperaturas medias oscilaron entre los 18°C en verano y 2°C en invierno (**cuadro I**).

Se fijaron tres dosis de nitrógeno:

- Testigo sin abonar D = 0 kg N ha⁻¹.
- Dosis reducida D = 245 kg N ha⁻¹.
- Dosis normal D = 300 kg N ha⁻¹.

Este abono se aplicó en dos momentos diferentes, uno en fondo antes de la siembra y otro en cobertera, cuando la planta tenía cuatro hojas (estadio V4). Los tratamientos se establecieron de acuerdo a un diseño experimental en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones.

Los parámetros analizados en el ensayo fueron: contenido de nitrógeno referencial en hoja con el N-Tester, altura de inserción de la mazorca, altura de la planta y producción total.

Resultados y discusión

Nitrógeno referencial en hoja

En las **figuras 1 y 2** se observa cómo evolucionaron las lecturas efectuadas con el medidor de clorofila N-Tester en cada uno de los tratamientos.

CUADRO I.

Características climáticas durante el periodo de crecimiento del cultivo. Campaña 2007 y 2008.

| Campaña 2007 | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene* |
|--------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tª (°C) | 11,0 | 13,6 | 16,0 | 18,5 | 17,3 | 14,8 | 10,3 | 3,9 | 0,5 | 4,9 |
| P (mm) | 72,2 | 105,2 | 41,0 | 1,4 | 18,6 | 26,6 | 48,8 | 24,6 | 16,8 | 35,4 |
| Campaña 2008 | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb* |
| Tª (°C) | 12,4 | 17,6 | 18,6 | 18,3 | 14,0 | 9,7 | 4,0 | 2,7 | 2,5 | 3,4 |
| P (mm) | 91,8 | 26,2 | 0,0 | 1,0 | 14,8 | 42,2 | 26,0 | 28,0 | 37,6 | 28,6 |

(*). Hasta el día 15. Fuente: Inforiego. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

La respuesta a la fertilización nitrogenada ha sido similar en las dos campañas, de manera que se alcanza la máxima producción para la dosis reducida, existiendo diferencias con respecto a la dosis normal de 300 a 500 kg ha⁻¹

En general se puede ver que las curvas de evolución del nitrógeno referencial en planta disminuyen gradualmente a partir de los 125-130 DDE (días desde la emergencia del cultivo), momento en el que la planta se encuentra en el estado de grano lechoso y alcanza la mayor cantidad de biomasa aérea. A partir de los 130 DDE las lecturas con el N-Tester disminuyen, coincidiendo esto con una merma de reservas nitrogenadas en la planta, ya que según Greenwood *et al.* (1990) a medida que la planta crece la concentración de N en la misma tiende a disminuir

debido a un fenómeno de “dilución”.

Cuando se limitan las unidades fertilizantes de nitrógeno en el suelo, también se está limitando el contenido de nitrógeno en planta (**figura 1 y 2**), así en el tratamiento a dosis reducida, el Índice de Verdor (IV) fue ligeramente menor que en el tratamiento a dosis normal, a excepción de la última fecha de medida, tomada a partir de los 180 DDE, donde las lecturas con el N-Tester en la campaña 2007 a dosis reducida fueron ligeramente superiores que la dosis normal.

FIGURA 1.

Evolución media de los valores tomados con N-Tester en función de los días desde la emergencia del cultivo (DDE). Campaña 2007.

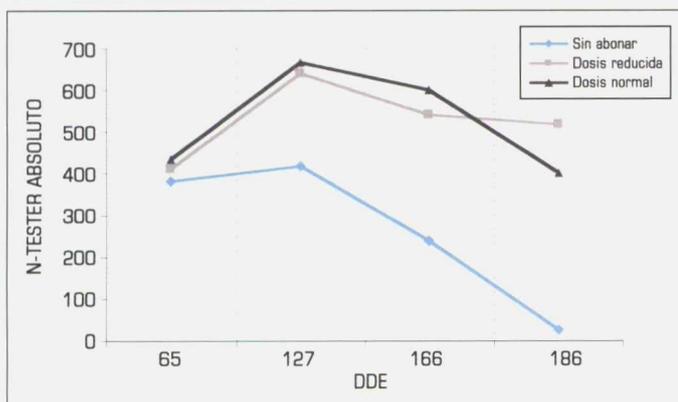
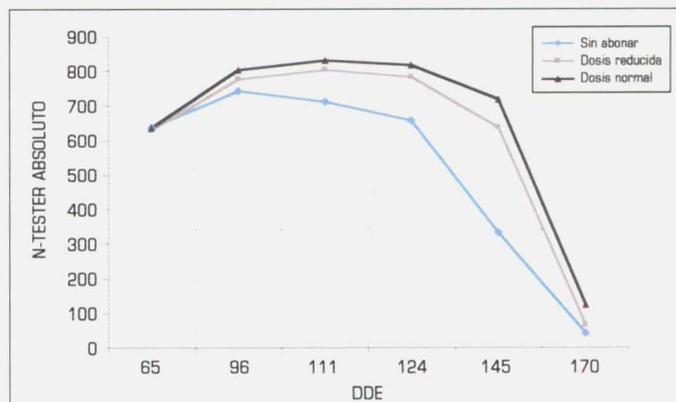


FIGURA 2.

Evolución media de los valores tomados con N-Tester en función de los días desde la emergencia del cultivo (DDE). Campaña 2008.





Campo de ensayo de maíz a finales de junio. En la foto derecha, detalle de los ensayos al final del ciclo de cultivo.

En la campaña 2007 las lecturas con el clorofilómetro en hoja estuvieron próximas a 650 a los 120 DDE, en aquellos tratamientos que recibieron una aportación adicional de nutrientes. En la campaña 2008 los valores de N-

Tester fueron superiores, estando su valor próximo a 800 a los 115 DDE a excepción del tratamiento sin abonar en el cual los valores estuvieron siempre en niveles más bajos que el resto durante todo el ciclo del cultivo. Una vez que

se superan los 120 DDE el IV (Índice de Verdor) comienza a disminuir hasta el final del ciclo.

El maíz es uno de los cultivos que mejor expresa su respuesta a la fertilización nitrogenada, ya que el manejo eficiente de la nutrición en este cultivo es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados y con resultados económicos positivos

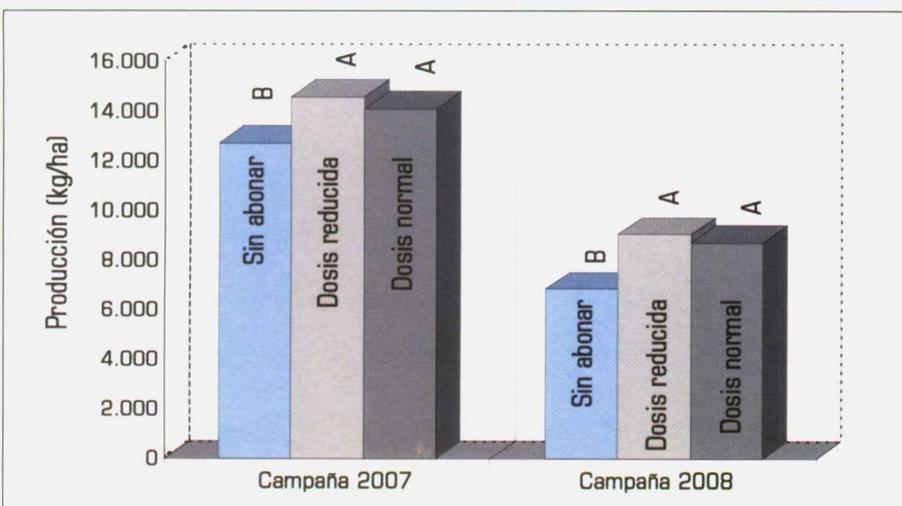
Producción y desarrollo vegetativo

Hay una clara diferencia entre las producciones obtenidas en la campaña 2007 con respecto a las de la campaña 2008 (figura 3), siendo esta última menos productiva. La respuesta a la fertilización nitrogenada ha sido similar en las dos campañas, de manera que se alcanza la máxima producción para la dosis reducida, existiendo diferencias con respecto a la dosis normal de 300 a 500 kg ha⁻¹ (según el año) y diferencias con respecto al tratamiento sin abonar de 1.800 a 2.200 kg ha⁻¹.

Se ha realizado una comparación de medias a través de test de Tukey en la producción total de maíz para ambas campañas y se ha visto que existen dos subgrupos bien definidos,

FIGURA 3.

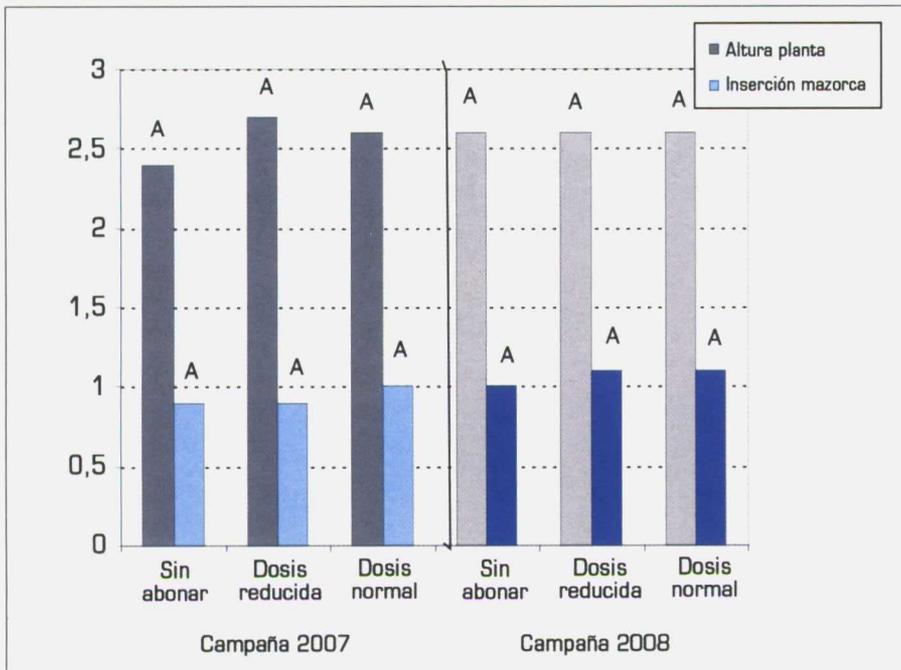
Producción media en kg ha⁻¹ según la dosis de fertilizante. Por columnas valores seguidos de letras distintas difieren significativamente (p<0,05). Campaña 2007 y 2008.



Cosechadora del ensayo realizado en maíz.

FIGURA 4.

Altura media de la planta y altura media de inserción de la mazorca, en metros. Por columnas valores seguidos por letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$). Campaña 2007 y 2008.



un primer subgrupo identificado como (A), formado por los tratamientos fertilizados, y un segundo subgrupo (B), formado por el tratamiento sin abonar.

En lo referente a la altura de la planta, las diferencias estadísticas no fueron significativas (figura 4). En la campaña 2007 se observa que las plantas fertilizadas a dosis reducida han alcanzado una altura ligeramente superior que los tratamientos no abonados y dosis normal, sin embargo en la campaña 2008 las diferencias en la altura apenas se

aprecian entre los distintos tratamientos.

En las dos campañas la altura de inserción de la mazorca es muy similar para los tres tratamientos no encontrando diferencias estadísticas significativas.

Conclusiones

El maíz es uno de los cultivos que mejor expresa su respuesta a la fertilización nitrogenada, ya que el manejo eficiente de la nutrición en este cultivo es uno de los pilares fundamenta-

les para alcanzar rendimientos elevados y con resultados económicos positivos.

En general el nitrógeno referencial medido en las hojas de maíz comenzó a disminuir a partir de los 125 DDE, siendo menores las lecturas del N-Tester en los tratamientos que no se abonaron.

La dosis normal de nitrógeno que aplica el agricultor de la zona (300 kg N ha^{-1}) repartidas en fondo y cobertera, no ha contribuido a aumentar la producción ni la altura de la planta en las condiciones edafoclimáticas en las que se han realizado los ensayos, obteniendo una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno a dosis más bajas (250 kg N ha^{-1}).

En definitiva, la estrategia más recomendable a seguir será reducir la dosis de nitrógeno en 50 kg N ha^{-1} , ya que la dosis normal que aplica el agricultor de la zona, ocasiona un "consumo de lujo", con la problemática medioambiental que conlleva la sobrefertilización. ●

Bibliografía ▼

- Andrade, F.H. y V. Sadras. 239-272. INTA Balcarse-Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarse, Argentina.
- Echeverría, H., H. Sainz Rozas, y P. Barbieri. 2005. Congreso nacional de Maíz: Métodos de diagnóstico de requerimiento de nitrógeno en Maíz. Agroactiva.
- Jokela W.E., Randall G.W., 1989. Corn yield and residual soil nitrate as affected by time and rate of nitrogen application. *Agronomy Journal*, 81: 720-726
- Piekielek, W.P., R.H. Fox, J.D. Toth, y E.M. Kirsten 1995. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agronomy Journal*, 87: 403-408.
- Rafael Novoa, S.A., y A. Nicolás Villagrán. 2000. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Chilean Journal of Agricultura Research*, 62, n° 1: 166-171.
- Sainz Rozas, H., y H.E. Echeverría. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento del grano. *Rev. Fac. Agron.* 103 (1): 37-44.

Expertos en tecnologías aplicadas a la nutrición vegetal.

COMPO EXPERT

EXPERTS
FOR GROWTH



DuraTec®

**Doble tecnología, doble eficacia.
Abono de fondo para sus cultivos.**

DuraTec® es el NUEVO abono diseñado con las tecnologías más avanzadas en nutrición de cultivos: NET (Eficiencia en el uso del nitrógeno) y CAR (liberación continua de nutrientes a largo plazo). DuraTec® es el abono seguro: los nutrientes no se pierden y los cultivos rinden más, de forma respetuosa para el medio ambiente.



COMPO EXPERT
C/ Joan d'Àustria 39-47
08005 Barcelona
Tel.: +34 93 224 72 22
Fax: +34 93 221 41 93
www.compo-expert.es