

Los resultados obtenidos en este ensayo muestran que el tipo de inhibidor afecta a la producción del maíz

EVALUACIÓN DE DISTINTAS COBERTERAS NITROGENADAS PARA EL MAÍZ

Jesús Val¹, María Videgain², Javier Nocito³, Israel Carrasco¹ y Ángel Maresma¹

¹Departamento de I+D de EuroChem Agro Iberia, S.L.

²Escuela Politécnica Superior de Huesca–Universidad de Zaragoza

³Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria–Gobierno de Aragón

Tradicionalmente, la fertilización nitrogenada de los cultivos extensivos se ha ajustado mediante métodos basados en el potencial productivo de una zona determinada y el conocimiento previo del agricultor. Si se tiene en cuenta la variabilidad anual de las cosechas, resulta complicado determinar una estrategia de fertilización óptima que sea igual para todos los años. Hay que tener presente que si la aplicación de nitrógeno es insuficiente puede tener graves consecuencias económicas para el rendimiento de los cultivos, y por el contrario, si la aplicación de nitrógeno es excesiva se aumenta el riesgo de contaminación ambiental.

ESCENARIO ACTUAL

El maíz es un cultivo muy exigente en lo que a fertilización se refiere, siendo el nitrógeno (N) el elemento al que normalmente presenta mayor respuesta. Esto se debe a que el N juega un papel clave en el metabolismo de las plantas, y la gran mayoría de los suelos no son capaces de suministrar las cantidades de este nutriente que necesita el maíz. Pero al final, la fertilización no sólo es la cantidad de N que se aplica. Hay otra serie de criterios que influyen en la eficiencia del uso de los fertilizantes, que son: el momento, la forma y el lugar de aplicación, y el tipo de fertilizante. Estos cuatro criterios marcan el principio de las 4R (*right rate, right time, right place, right source*) tan importante para maximizar la eficiencia en el uso del fertilizante que nos marcan las nuevas normativas.

La agricultura española se enfrenta al desafío de adaptar sus prácticas de fertilización a las nuevas normativas europeas y nacionales para conseguir mejorar en la eficiencia en el uso de los nutrientes, especialmente la del N. La estrategia del “Farm to Fork” (de la granja a la mesa) del Pacto Verde Europeo, el reciente Real Decreto de nutrición sostenible, o los planes de actuación en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, son los ejemplos más importantes de este nuevo escenario que busca reducir las pérdidas de nutrientes para mejorar la calidad ambiental. Dentro de estas normativas se establecen límites máximos de N a aplicar por cultivo y periodos de prohibición de fertilización nitrogenada. Además, favorecen el uso de fertilizantes que reduzcan las emisiones de amoníaco, las emisiones de gases de efecto invernadero y las pérdidas de N por lixiviación.

Para reducir las pérdidas potenciales de N y mejorar la nutrición de los cultivos existen a disposición del agricultor una serie de tecnologías de fertilizantes contrastadas científicamente y que pueden ayudar a los agricultores a adaptarse a las nuevas normativas, los inhibidores. Los inhibidores son unos compuestos que añadidos a fertilizantes (granulados, solubles o líquidos) les proporcionan unas características que mejoran su eficiencia. Sin embargo, es importante remarcar que no todos los inhibidores tienen el mismo efecto porque actúan en procesos diferentes de la transformación del fertilizante nitrogenado en el suelo, por eso se distingue entre inhibidores de la ureasa e inhibidores de la nitrificación.

- Los inhibidores de la ureasa (IU) actúan en el proceso de hidrólisis de transformación de urea a amonio

TRAT	COBERTERA			
	Fertilizante (kg/ha)	Fuente del N	Inhibidor	
T1	Urea IU	500	Ureico	Ureasa (NBPT)
T2	ENTEC® 26	885	Nítrico-Amoniacal	Nitrificación (DMPP)
T3	ENTEC® 27	850	Nítrico-Amoniacal	Nitrificación (DMPSA)
T4	ENTEC® DI	500	Ureico	Ureasa (NBPT) + Nitrificación (DMPSA)

Tabla 1. Estrategias de fertilización adoptadas en el ensayo.

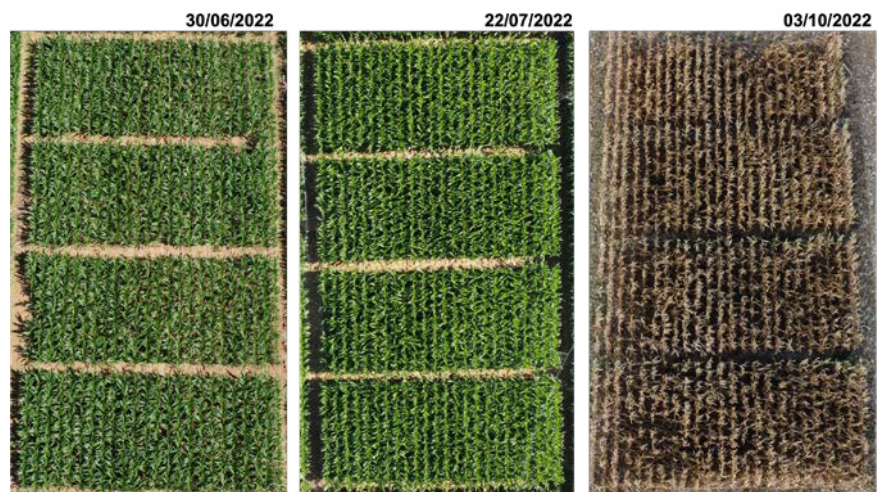


Figura 1. Evolución del ensayo de coberteras nitrogenadas en maíz.

(NH_4^+), reduciendo las pérdidas de N por volatilización de amoníaco (NH_3).

- Los inhibidores de la nitrificación (IN) actúan en la actividad de las bacterias nitrificantes del suelo (*Nitrosomonas*) responsables de la transformación del amonio (NH_4^+) a nitrato (NO_3^-), reduciendo las pérdidas por emisión de gases de efecto invernadero (óxido nitroso, N_2O), y por lixiviación de nitratos (NO_3^-).

El ensayo que se presenta a continuación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de los inhibidores de la ureasa y de la nitrificación en las estrategias de fertilización nitrogenada de cobertera del cultivo de maíz.

ENSAYO DE COBERTERAS NITROGENADAS EN MAÍZ

El ensayo fue ejecutado por el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal-Gobierno de Aragón y la Escuela Politécnica Superior de Huesca en una parcela de maíz (*Zea Mays* var. P0900) en riego por aspersión en el municipio de Selgua (Huesca) (Figura 1). La siembra del campo (y del ensayo) fue el 12/05/2022 a una densidad de 90.000 plantas/ha y se aplicaron 700 kg de ENTEC® 13-10-20 (91 kgN/ha) como abonado de fondo el 10/05/2022. El diseño experimental adoptado fue de bloques completamente al azar (RCBD) y se evaluaron 4 tratamientos (fertilizantes nitrogenados) con 4 repeticiones. Las parcelas experimentales eran de 21 m² (7m x 3m) y los diferentes fertilizantes de cobertera se aplicaron el 14/06/2022 (230 kgN/ha) (Tabla 1). El N total aplicado durante el ciclo del cultivo fue 321 kgN/ha.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este ensayo muestran que el tipo de inhibidor afecta a la producción del maíz. Los tratamientos con fertilizantes ENTEC® (inhibidor de la nitrificación), independientemente del producto, mejoraron el rendimiento conseguido por la urea IU (inhibidor de la

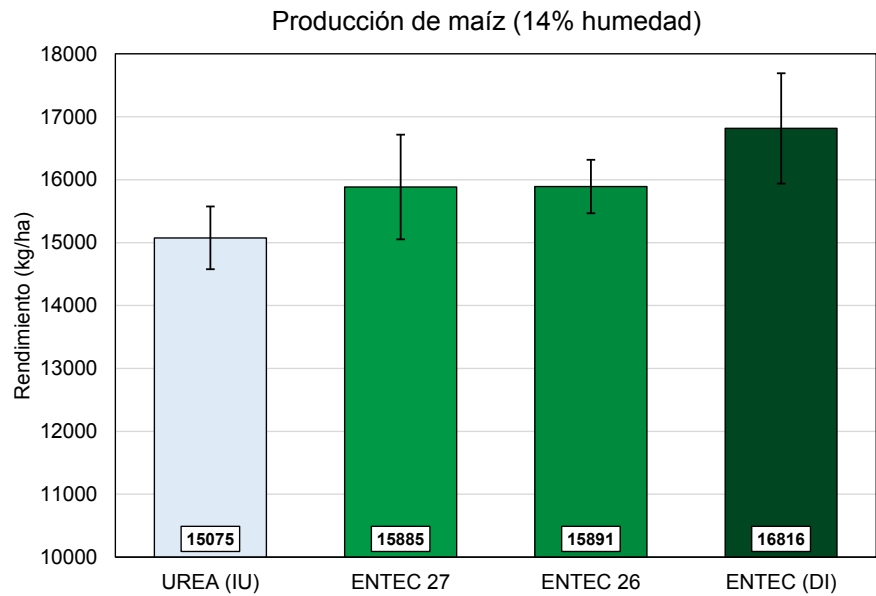


Figura 2. Producción de maíz (14% humedad) en los tratamientos evaluados en cobertera en un sistema de riego por aspersión. Las barras de error representan el error estándar (SE).

ureasa) (Figura 2). Con ENTEC® 26 y 27 se aumentó en un 5,4% la producción frente a la urea IU, y el ENTEC® DI mejoró el rendimiento de la urea IU en un 11,5%.

Los resultados obtenidos evidencian un mayor efecto por parte del inhibidor de la nitrificación (ENTEC®) para mejorar la eficiencia en el uso del N en condiciones de riego por aspersión. La literatura científica ha demostrado que el inhibidor de la ureasa reduce las pérdidas de N por volatilización de amoníaco (NH_3), y en condiciones de secano o riegos por gravedad, puede mejorar la disponibilidad de N para el cultivo. Sin embargo, en sistemas de riego por aspersión, donde se puede regar inmediatamente después de la aplicación de la urea, los beneficios del inhibidor de la ureasa no son tan evidentes ya que la incorporación de la urea mediante el riego también reduce la mayor parte de las pérdidas por volatilización.

Por otro lado, se confirma la mayor disponibilidad de N gracias al uso de fertilizantes con inhibidores de la nitrificación (ENTEC®) ya que su efecto provoca que se reduzcan las pérdi-

das por lavado de nitratos (NO_3^-), tan comunes en sistemas de riego y especialmente en cultivos como el maíz. Esta ventaja, se traduce en un mayor rendimiento del cultivo, así como en un menor impacto de la fertilización sobre el medioambiente. En este ensayo, la combinación de ambos inhibidores (IU, IN) en ENTEC® DI se presenta como una alternativa a la fertilización tradicional que permite hacer todavía más eficiente el uso del N.

EVALUACIÓN EN POST-COSECHA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA

El test de nitratos en la base del tallo de maíz o CSNT (*Corn Stalk Nitrate Test*) fue desarrollado por Iowa State University y permite evaluar la gestión de la fertilización nitrogenada en el maíz. Es una prueba "post cosecha", ya que las muestras de tallo se toman una vez que la planta alcanza la madurez fisiológica (capa negra en el grano). Por lo tanto, la interpretación de los resultados no ofrece ayuda para ajustar la fertilización de N en esa campaña, sino que proporciona la información para la gestión del N en los próximos años.



Figura 3. Jesús Val (asesor técnico de la zona noreste) tomando las muestras de tallo del maíz para analizar la concentración de nitratos (CSNT) (A) y cosecha de maíz con la máquina experimental en las microparcelas (B).

El fundamento del CSNT radica en el hecho de que las plantas de maíz con deficiencias de N generalmente remobilizan el N almacenado en las partes inferiores del tallo y las hojas hacia el grano en desarrollo; resultando la concentración de N más baja en la base del tallo al final de la campaña. Cuando se produce una sobre-fertilización de N, este se almacena en la parte inferior del tallo, resultando en una mayor concentración de nitratos (Figura 3). Esta prueba presenta una mayor fiabilidad en la determinación de la sobre-fertilización ya que la concentración de nitratos en la base del tallo tiene una evolución exponencial. Los valores de CSNT obtenidos en el maíz se pueden clasificar como: deficiencia de N (<750 ppm), óptimo (750 – 2500 ppm) y sobre-fertilización (> 2500 ppm).

Los resultados obtenidos en el experimento, muestran que los 4 tratamientos (Figura 4) han dispuesto de unos niveles óptimos de N durante el ciclo y que por lo tanto el N no ha sido un limitante para la producción final de grano. Por lo tanto, se puede concluir que la dosis de N aplicada en los tratamientos es correcta y que

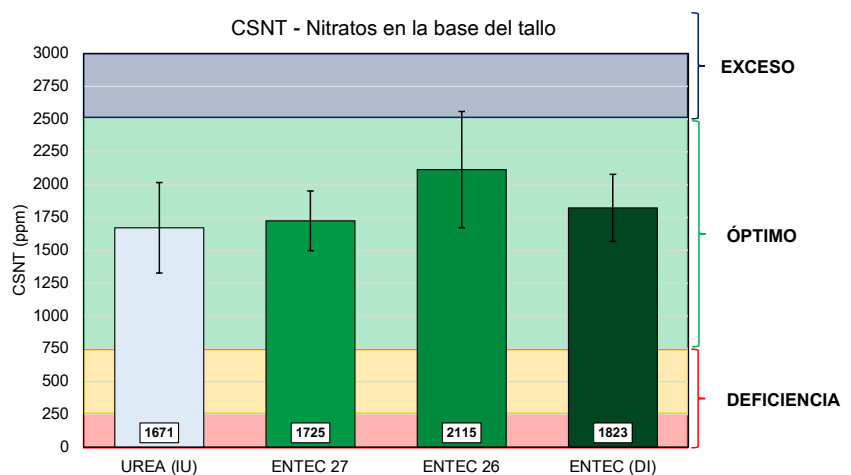


Figura 4. Evaluación de la concentración de nitratos en la base del tallo del maíz (CSNT) e interpretación de la disponibilidad de N durante el ciclo del cultivo. Las barras de error representan el error estándar (SE).

el efecto de rendimiento puede venir marcado por el tipo de fertilizante y el inhibidor utilizado.

CONCLUSIONES

El uso del inhibidor de la nitrificación (ENTEC®) tuvo mayor efecto en la producción de maíz que el inhibidor de la ureasa en las condiciones del experimento. La aplicación combinada de ambos inhibidores (ureasa y nitrificación) en ENTEC® DI parece tener un gran potencial de cara a conseguir los

objetivos de mejoría de la eficiencia en el uso del N marcados por las nuevas normativas. ■

AGRADECIMIENTOS

A J.M. por la cesión del campo para el ensayo y al Ministerio de Ciencia e Innovación por la beca Torres de Quevedo PTQ2020-011271/AEI/10.13039/501100011033, recibida por Dr. Ángel Maresma.