

Efectos de la fertilización nitrogenada con el inhibidor de la nitrificación DMPP

Influencia en factores ambientales y productivos en cultivos hortícolas de la Comunidad Valenciana

Una de las estrategias más prometedoras para minimizar las pérdidas de nitrógeno (N) por lixiviación en la agricultura es la fertilización con abonos amoniacales y ureicos que incluyan inhibidores de la nitrificación (IN) en su formulación. Los IN son compuestos que ralentizan la oxidación biológica del amonio (NH_4^+) a nitrito (NO_2^-) por parte de las bacterias del género *Nitrosomonas*, que representa la primera fase de la nitrificación. Esto permite que el amonio permanezca adsorbido por más tiempo en el complejo de cambio del suelo, reduciendo de esta forma el riesgo de lixiviación del nitrato (NO_3^-) y la consecuente pérdida de nitrógeno (N) desde los campos de cultivo hacia las aguas subterráneas.

El fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP), desarrollado en Alemania, y comercializado bajo la marca Entec en distintos fertilizantes minerales es uno de los IN más utilizados en la agricultura española. Entre sus ventajas están la inocuidad, degradabilidad y adecuada solubilidad, así como una gran efectividad a dosis bajas (entre $0,5$ y $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$), diferenciándose así de otros inhibidores de la nitrificación (Lezama y Carrasco, 2002).

Varios estudios han demostrado que la aplicación de inhibidores que contienen DMPP en la fertilización nitrogenada

Enrique Peiró, Fernando Visconti y José Miguel de Paz.

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias-IVIA (GVA), Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible-CDAS.

El uso de inhibidores de la nitrificación junto con fertilizantes amoniacales y ureicos es una estrategia prometedora para reducir las pérdidas de nitrógeno en la agricultura. En este estudio se evaluaron los efectos sobre la producción, extracción de nitrógeno por la planta y lixiviación de nitrógeno del uso del inhibidor de la nitrificación fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP) junto con el fertilizante sulfato amónico comparándolo con el uso del mismo fertilizante sin inhibidor.



reduce significativamente las pérdidas de nitrato por lixiviación (Di y Cameron, 2004; Sanz-Cobena *et al.*, 2012; Serna *et al.*, 2000; Schroder *et al.*, 1993). Además, se ha observado que con el uso de DMPP también mejoran los rendimientos de producción de diversos cultivos, tanto cereales como hortícolas, como la patata y la remolacha, entre otros (Pasda *et al.*, 2001; Wozniak *et al.*, 1999). En este contexto, el DMPP no solo disminuye la lixiviación de nitrato, sino también las emisiones de óxido nitroso (N_2O), al tiempo que incrementa el rendimiento de los cultivos (Singh y Verm, 2007). Sin embargo, otros estudios han encontrado que la efectividad de los inhibidores de la nitrificación sobre la lixiviación de NO_3^- (Arregui *et al.*, 2006; Davies *et al.*, 1995) o sobre la producción (Munzert, 1984; Hu *et al.*, 2014) se ve afectada por factores como las condiciones de

cultivo, el manejo del fertilizante, el clima, la gestión del riego o el tipo de suelo (Amberger, 1981; Slangen y Kerkhoff, 1984).

Los cultivos hortícolas se caracterizan por presentar una elevada demanda de nitrógeno y una baja eficiencia de uso de este nutriente (NUE) y, por tanto, son más susceptibles a las pérdidas del nitrato por lixiviación. Sin embargo, hasta la fecha no se había evaluado de manera exhaustiva el efecto del manejo de la fertilización nitrogenada de fondo y cobertera con un abono amoniacal, como el sulfato amónico, mezclado con el inhibidor de la nitrificación DMPP sobre la lixiviación de nitrato y el rendimiento de una rotación larga de hortícolas bajo condiciones de suelo y clima mediterráneo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos del inhibidor de la nitrificación DMPP, usado junto con sulfato amónico en una formu-

lación comercial (Entec solub 21), sobre la lixiviación de nitrato, la extracción de nitrógeno y el rendimiento de una rotación de cultivos hortícolas, en un contexto edafoclimático representativo de las condiciones mediterráneas.

Materiales y métodos

En este apartado se muestran los distintos elementos utilizados para la consecución de este ensayo.

Descripción del ensayo

Se realizó un experimento en 12 contenedores de suelo con un volumen de $0,72 m^3$ ($1,5 \times 0,8 \times 0,6 m$) cada uno, elevados a 1 metro de altura sobre la superficie del terreno en la estación experimental del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en Moncada (Valencia)

HaifaStim™

Suplementos nutricionales para cultivos de calidad



HaifaMicro™

El complemento ideal para la nutrición de las plantas y un desarrollo óptimo

Micro Fe EDDHA | Micro Mn EDTA
Micro Zn EDTA | Micro Combi



Haifa Iberia
Telf 91 591 2138
Email: iberia@haifagroup.com www.haifagroup.com





Foto 1. Contenedores del ensayo con sistema de recogida de agua de drenaje con el cultivo de pimiento.

CUADRO I

PERIODO DE DESARROLLO Y RIEGO DE CADA CULTIVO INCLUIDO EN EL ENSAYO.

Cultivo	Periodo de cultivo	Riego (L/m ²)
Berenjena	28/05/2021 - 14/09/2021	363,5
Cebolla	09/11/2021 - 21/04/2022	286,2
Pimiento	20/05/2022 - 25/10/2022	360,4
Brócoli	02/12/2022 - 23/03/2023	325,6

El diseño experimental incluyó dos tratamientos diferenciados de fertilización nitrogenada, cada uno replicado cuatro veces con distribución aleatoria. Ambos fertilizantes se encuentran en forma sólida: uno convencional utilizando únicamente sulfato amónico (en adelante, SA) y otro con el mismo fertilizante, pero incluyendo el inhibidor de la nitrificación (IN) fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP) (en adelante, SA-DMPP), este último comercializado bajo la marca Entec solub 21. El sulfato amónico contiene un 21% de nitrógeno (N) en forma amoniacal (NH_4^+H) y un 60% de azufre expresado como trióxido de azufre (SO_3). El Entec solub 21 contiene además un 0,8% de DMPP sobre el N amoniacal.

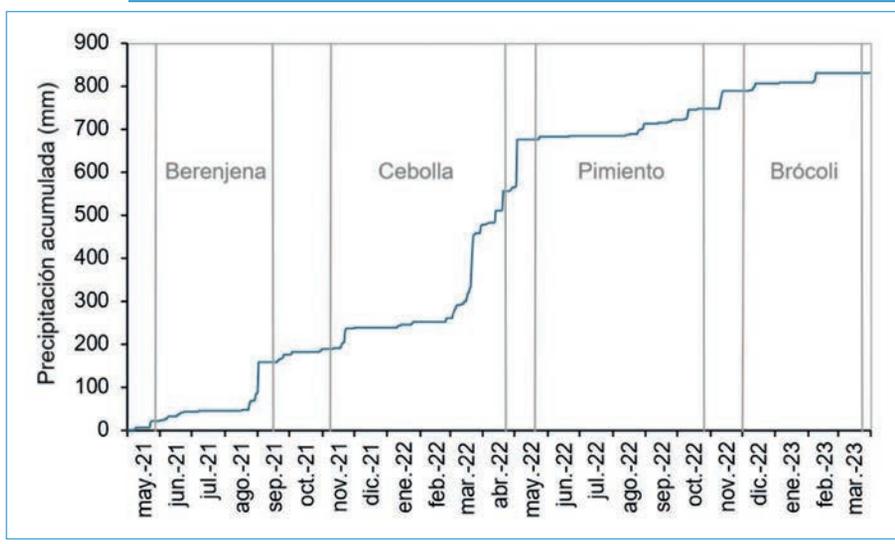
Descripción de los cultivos

En todos los contenedores se llevó a cabo una rotación de cuatro cultivos (berenjena, cebolla, pimiento y brócoli) de dos años de duración total, con los periodos de cultivo que se muestran en el **cuadro I**.

El primer cultivo de la rotación fue la berenjena (*Solanum melongena* L. cv. Listada de Gandía), un cultivo que requiere aproximadamente 100 días para completarse desde el trasplante hasta la maduración. Al tratarse de un cultivo de verano, su capacidad productiva es alta, con rendimientos medios de 28-30 t/ha, pudiendo alcanzar hasta 50 t/ha de producción en la provincia de Valencia (MAPA, 2023).

El segundo cultivo fue la cebolla (*Allium cepa* L. cv. Babosa), un cultivo de ciclo corto que generalmente presenta un rendimiento moderado, entre 43 y 60 t/

FIG. 1 Precipitación acumulada a lo largo de la rotación de hortícola objeto de este ensayo.



(foto 1), bajo clima mediterráneo semiárido de verano caluroso y seco, en el cual las precipitaciones anuales se concentran en pocos episodios durante el otoño y la primavera, tal y como pone de manifiesto la precipitación acumulada recogida a lo largo del ensayo en la estación agro-

meteorológica Moncada IVIA separada apenas 50 m de la ubicación de los contenedores del ensayo (figura 1). Cada contenedor disponía de un sistema de recogida de lixiviados en donde se medía periódicamente el volumen de drenaje y su concentración de nitrato.

CUADRO II

DOSIS DE LOS NUTRIENTES APLICADOS EN CADA CULTIVO DE LA ROTACIÓN Y DOSIS DE NITRÓGENO RECOMENDADA POR EL CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS AGRARIAS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

Cultivo	N (g/planta)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Dosis N (kg N/ha)	Rec. CBPA*
Berenjena	18,3	8,3	18,7	8,3	18,3	8,3	274,5	160-200
Cebolla	4,3	1,7	5,7	1,7	1,7	4,3	573,3	160-200
Pimiento	11	4	15	5,3	2	0,3	275,0	170-220
Brócoli	4,6	1,4	4,7	4,1	0,6	0,1	276,0	220-250

* Recomendación del código de buenas prácticas agrarias Comunidad Valenciana (DOGV, 2018)

ha, en comparación con otras variedades como la cebolla de grano o medio grano (MAPA, 2023).

El tercer cultivo de la rotación fue el pimiento (*Capsicum annuum* L. cv. Cuatro Cantos), un cultivo de verano que demanda grandes cantidades de agua de riego y presenta una alta capacidad productiva. Los rendimientos oscilan entre 25 y 57 t/ha para la Comunidad Valenciana (MAPA, 2023).

El cuarto y último cultivo fue el brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica cv. Parthenon), una variedad de plantación temprana que puede alcanzar su desarrollo en 72 días, produciendo flores compactas y de color verde. Este cultivo presenta un rendimiento entre 14 y 19 t/ha (MAPA, 2023).

Dosis de riego y fertilizantes

El sistema de riego fue localizado con una línea de emisores autocompensantes de 2

l/h por cada planta, y ajustándose el riego al 100% de la demanda del cultivo en cada etapa de desarrollo (**cuadro I**), de acuerdo con las recomendaciones de riego semanal de la web del Servicio de Tecnología del Riego del IVIA (<http://riegos.ivia.es/calculo-de-necesidades-de-riego>).

Las dosis de N aplicadas en cada cultivo fueron calculadas en base a la fertilización tradicional de la zona y estaban por encima de las recomendadas en el

FERTTYBYO®

100% Orgánico

Bioestimulante y Biofertilizante microbiológico



Mayor productividad y rentabilidad natural

- Incrementa la masa foliar y radicular
- Gran capacidad para fijar nutrientes

ARV20

Cepa exclusiva

Azospirillum Brasilense

Nutrimos, fortalecemos y mejoramos

www.arvensis.com • 976 169 181 • info@arvensis.com



CUADRO III

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cm ³)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Clase textural	Materia orgánica (%)	Carbonatos (%)
0-30	1,26	13	24	63	Franco arenosa	1,0	14
30-60	1,38	18	37	45	Franca	2,0	24

código de buenas prácticas agrarias de la Comunidad Valenciana. De este modo se pudo evaluar con margen suficiente la capacidad del inhibidor de la nitrificación para actuar sobre la lixiviación de nitrato (**cuadro II**). La distribución temporal del abono siguió las prácticas tradicionales de los cultivos hortícolas de la zona. De este modo, se aplicó entre el 28% y el 47% del fertilizante en fondo, previo a la plantación, de forma sólida directamente en el suelo, y el resto se aplicó en cobertera a lo largo del desarrollo de cultivo mediante fertirrigación en función de la cantidad de abono realmente consumido por la planta durante su ciclo de cultivo. Las dosis aplicadas de todos los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, etc.) fueron las mismas en el tratamiento con inhibidor y en el tratamiento sin inhibidor para dejar así, como único factor experimental, el uso del inhibidor de la nitrificación (DMPP, **cuadro II**).

Descripción y manejo del suelo

El suelo que se empleó en el ensayo presentaba una textura franco-arenosa en los primeros 30 cm y franca en la capa de 30 a 60 cm (**cuadro III**), buscando reproducir las características de un suelo agrícola típico de la huerta de Valencia. La materia orgánica en la superficie era baja (aproximadamente 1%) para minimizar la interferencia de la mineralización en los resultados. (**cuadro III**).

Obtención de muestras

Se muestreó el suelo antes de cada plantación, durante el desarrollo de cada cultivo y después de cada recolección, a dos profundidades (0-30 cm y 30-60 cm). Durante la etapa de maduración de los



diferentes cultivos se fueron cosechando los frutos para determinar la producción agrícola en fresco y en seco tras secar a 65°C con ventilación forzada durante al menos 48 h. En la senescencia se muestrearon las plantas enteras y se separaron sus diferentes órganos: hojas, tallos, frutos y raíces para determinar la producción de materia fresca y seca total. Siempre que se recogía agua de drenaje, se determinaba su volumen y se tomaba muestra para análisis.

Análisis de muestras

En las muestras de suelo recién tomadas (en fresco) se determinó el contenido de nitrógeno mineral, tanto nítrico (N-NO₃) como amoniacal (N-NH₄) mediante extracción con, respectivamente, agua desionizada y KCl 1 M, y determinación en los extractos correspondientes de nitrato y amonio mediante los métodos de, respectivamente, Sempere *et al.* (1993) y Rhine *et al.* (1998), desarrollado y adaptado en nuestro laboratorio.

En las aguas de drenaje se determinaron las concentraciones de nitrógeno nítrico y amoniacal mediante estos mismos métodos. En los diferentes órganos de las

plantas se determinó la concentración de nitrógeno mediante el método de Kjeldahl (Bremner, 1996).

Resultados

A continuación se muestran los principales resultados obtenidos en este ensayo.

Evaluación de la lixiviación de nitrato

A partir de los volúmenes de agua de drenaje y la concentración de amonio y nitrato en las mismas, se calcularon las pérdidas de nitrógeno por lixiviación. Las pérdidas en forma de amonio fueron insignificantes y no se muestran, pero sí se muestran las pérdidas de nitrato, las cuales sí fueron importantes (**figura 2**).

En este caso, la cantidad total de nitrógeno lixiviado en forma de nitrato fue de 88 kg N/ha para el tratamiento SA, mientras que para el tratamiento SA-DMPP fue, con 62 kg N/ha, significativamente menor (**figura 2**). Dado que el uso del inhibidor de la nitrificación DMPP es el único factor que diferencia un tratamiento del otro, este resultado indica que la aplicación del inhibidor redujo la lixiviación de nitrato en un 29%.



SOIL SET®

Bioestimulante

La clave está en el **suelo**



Favorece la generación de suelos supresivos, disminuyendo la presión de patógenos.



Aumenta el rendimiento del cultivo.



Mejora el crecimiento, la calidad y la producción de antioxidantes



Agricultura Ecológica conforme al Reglamento (UR) 2018/848.



Bioestimulante de plantas no microbiano CFP 6 (B).
Fertilizante UE. Reglamento 2019/1009.

#ExpertosEnSaludDelSuelo

Alltech.com/Spain

AlltechCropScienceSpain

AlltechCropScienceSpain

AlltechCropScienceSpain

Alltech
CROP SCIENCE

FIG. 2 Nitrógeno nitrato lixiviado (kg/ha) para cada cultivo de la rotación en el tratamiento de abonado con sulfato amónico sin inhibidor (SA) y con inhibidor (SA-DMPP).

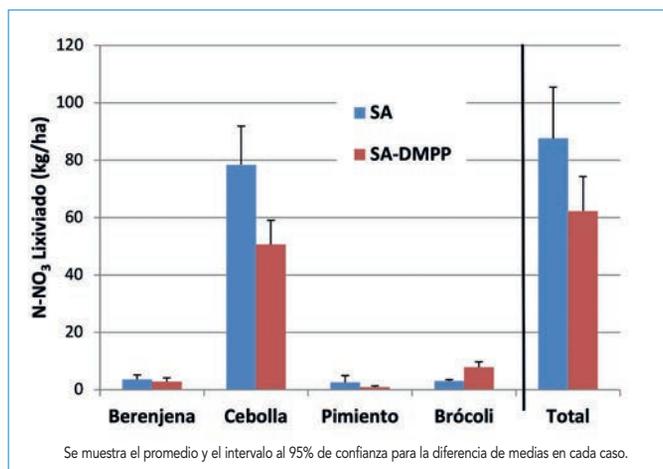
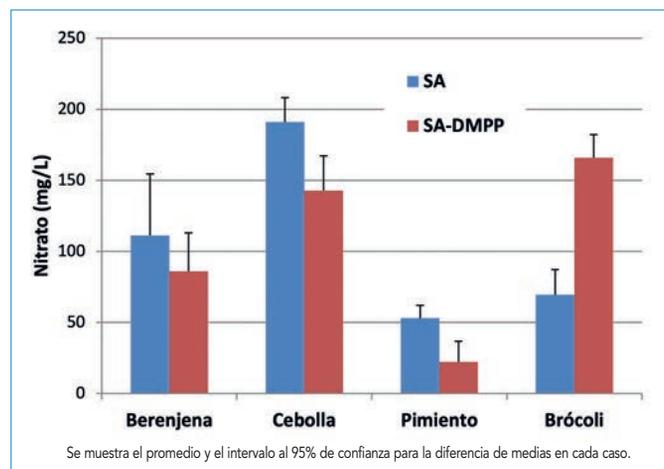


FIG. 3 Concentración de nitrato en el agua de drenaje para cada cultivo de la rotación en el tratamiento de abonado con sulfato amónico sin inhibidor (SA) y con inhibidor (SA-DMPP).



En los cultivos de invierno, cebolla y brócoli, se observaron lixiviaciones de nitrato mayores que en los cultivos de verano, –berenjena y pimiento– (figura 3). Además, en los cultivos de invierno las diferencias de lixiviación de nitrato entre los tratamientos fueron también significativas. En el cultivo de la cebolla, el tratamiento con inhibidor (SA-DMPP) redujo la lixiviación de nitrato, llegando a ser un 35% menor que en el tratamiento sin inhibidor (SA). Sin embargo, en el cultivo del brócoli la lixiviación fue un 60% mayor en el tratamiento con inhibidor (SA-DMPP) que en el tratamiento sin inhibidor (SA): 7,9 kg N/ha frente a 3,1 kg N/ha (p -valor = 0,002). Esta inesperada mayor lixiviación de nitrato en el tratamiento con inhibidor en el brócoli está asociada al hecho de que al inicio de este cultivo, el contenido de $N-NO_3^-$ en el suelo en el SA-DMPP fue mucho mayor (253 kg N/ha) que en el SA (108 kg N/ha). Por lo tanto, esto sugiere que las pérdidas están asociadas al contenido de N residual.

En los cultivos de verano, berenjena y pimiento, las pérdidas de nitrato por lixiviación fueron muy pequeñas (< 4,0 kg N/ha) comparadas con las producidas en los

cultivos de invierno (figura 2). Esta diferencia entre estaciones es debida a las lluvias limitadas y los riegos ajustados a la evapotranspiración de cultivo durante el verano, que en conjunto produjeron escasos drenajes. A pesar de estas escasas pérdidas de nitrato por lixiviación en los dos cultivos de verano, hubo diferencias entre el tratamiento con inhibidor y sin inhibidor. En concreto, en ambos cultivos de verano las pérdidas de nitrato fueron menores en el tratamiento con inhibidor. Particularmente, las pérdidas de nitrato fueron un 20% menores en la berenjena y un 65% menores en el pimiento, siendo además la diferencia entre tratamientos en el caso del pimiento estadísticamente significativa.

Como se aprecia en la figura 2, alrededor del 75% del nitrato lixiviado durante la rotación de hortalizas se produjo en el cultivo de cebolla. Esta gran cantidad de nitrato perdido fue debido a la abundante lluvia acumulada (366 l/m²), entre el 1 de marzo y el 3 de mayo de 2022 (figura 1) y al exceso de fertilización nitrogenada aplicado respecto de la recomendación del código de buenas prácticas agrarias (cuadro II), circunstancias que pueden

darse en la horticultura valenciana. Por lo tanto, el uso del inhibidor de la nitrificación DMPP en la fertilización de cultivos con poco desarrollo radicular tiene un efecto importante en la reducción del riesgo de contaminación por nitrato de las aguas subterráneas en zonas de clima mediterráneo, donde las precipitaciones se concentran en episodios cuantiosos durante el otoño y la primavera.

La diferencia de lixiviación de nitrato entre tratamientos estuvo determinada principalmente por la diferencia de concentración de nitrato en las aguas de drenaje entre tratamientos tal y como se pone de manifiesto al comparar visualmente la figura 2 y la figura 3. En concreto, la concentración de nitrato en las aguas de drenaje para el tratamiento de abonado con inhibidor (SA-DMPP) fue entre un 22% y un 58% menor que en el tratamiento de abonado sin inhibidor (SA), con la excepción del último cultivo de brócoli (figura 3). En este caso, el elevado contenido de $N-NO_3^-$ en el suelo al inicio del cultivo en el tratamiento con inhibidor favoreció una mayor concentración de nitrato (un 58% mayor, figura 3) en el agua de drenaje,

FIG. 4 Nitrógeno extraído por cada cultivo de la rotación y total para el tratamiento de abonado con sulfato amónico sin inhibidor (SA) y con inhibidor (SA-DMPP).

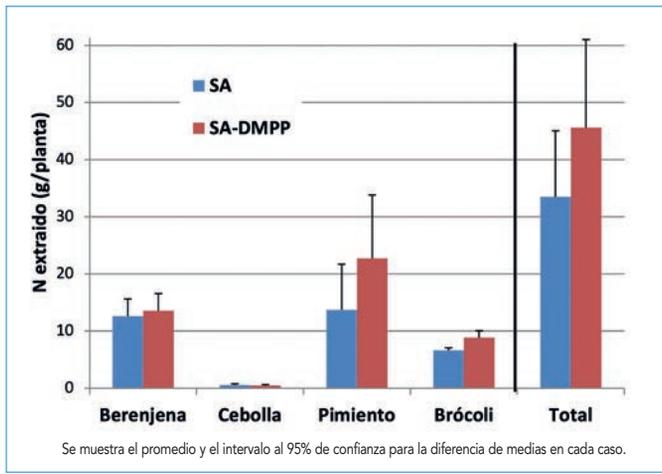
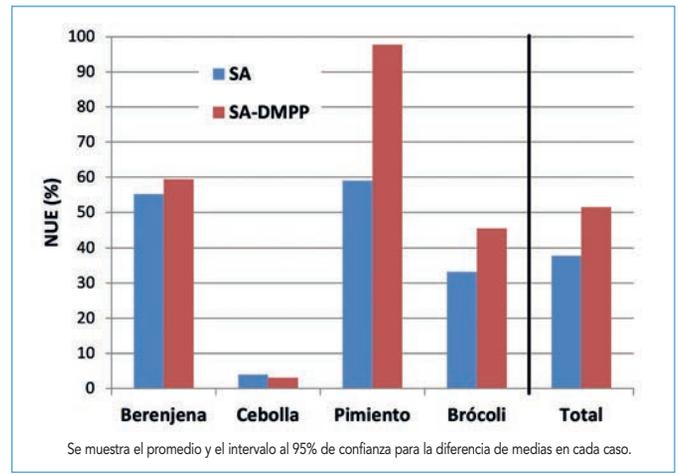


FIG. 5 Eficiencia de uso del nitrógeno (NUE) de cada cultivo de la rotación para el tratamiento de abonado con sulfato amónico sin inhibidor (SA) y con inhibidor (SA-DMPP).



resultando en una mayor lixiviación de nitrato. Por lo que respecta al volumen de agua de drenaje, este fue sólo ligeramente mayor en el tratamiento sin inhibidor para el conjunto de los cuatro cultivos del experimento (resultados no mostrados). Este hecho pone de manifiesto la gran uniformidad que se alcanzó en este ensayo en las condiciones hidrológicas del suelo.

Análisis del nitrógeno extraído por el cultivo

El nitrógeno extraído por el cultivo se calculó a partir de la determinación del peso seco de las diferentes partes del cultivo (raíces, hoja, tallo y fruto) de cada cultivo y su contenido de N. Los cultivos de verano, berenjena y pimiento, extrajeron claramente más nitrógeno que los cultivos de invierno, cebolla y brócoli (figura 4). En el ensayo se observó que existía un efecto del inhibidor en la extracción del nitrógeno del suelo de forma que los cultivos abonados con inhibidor extraían una mayor cantidad de nitrógeno del suelo que los cultivos abonados sin inhibidor (figura 4). En los cultivos de verano, de gran capacidad de extracción de N, es fundamental ajustar las dosis de N para evitar que queden en el

suelo grandes cantidades de N-NO₃ susceptibles de lixiviación durante el periodo de lluvias otoñales. De hecho, durante el periodo otoñal, que coincide con el inicio del desarrollo de los cultivos de invierno, la extracción del nitrógeno presente en el suelo no es eficiente, ya que sus sistemas radiculares no están completamente desarrollados y, aunque logran extraer nitrógeno de las capas superficiales del suelo (≤ 30 cm), no tienen capacidad para tomarlo de las capas más profundas.

La mayor extracción de nitrógeno de los cultivos de verano hizo que estos



presentasen una eficiencia de uso de nitrógeno (NUE) superior al 50%, que es el recomendado por los expertos europeos en el manejo de la fertilización nitrogenada (Oenema *et al.*, 2015). Por el contrario, la menor extracción de nitrógeno de los cultivos de invierno, debido a su menor capacidad extractiva, y a los abonados nitrogenados superiores a los recomendados en el código de buenas prácticas agrarias, presentaron una NUE menor (figura 5).

En relación con el uso del inhibidor de la nitrificación, los tratamientos de abonado con inhibidor de la nitrificación DMPP (Entec solub 21) presentaron una NUE entre un 7 y un 39% superior a los tratamientos de abonado sin inhibidor (figura 5). La única excepción fue el cultivo de cebolla, en el que la elevada dosis de abonado (cuadro IV) y la gran lixiviación (figura 2) hicieron que la NUE fuese muy baja (3 - 4%). Estos resultados sugieren que el uso del inhibidor DMPP mejora notablemente la eficiencia de uso del nitrógeno en los cultivos hortícolas.

Análisis de la producción

Según los resultados obtenidos en cada uno de los cultivos de la rotación, no se

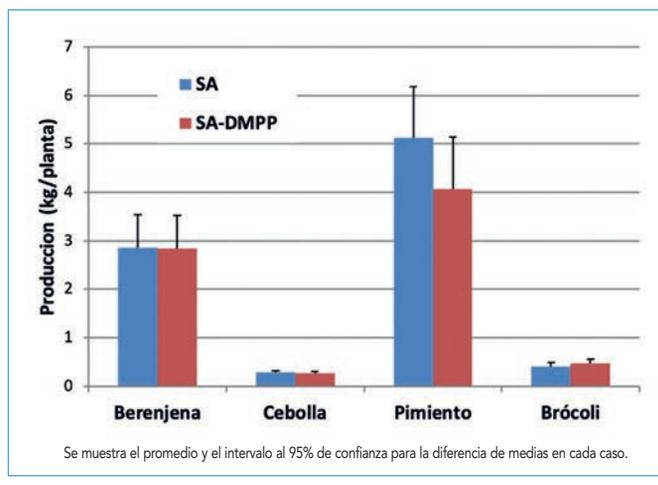
observaron diferencias estadísticamente significativas en la producción entre los tratamientos sin inhibidor y con inhibidor de la nitrificación (figura 6), como se detalla a continuación.

Para la berenjena, el rendimiento fresco fue de 2,85 kg/planta en el tratamiento sin inhibidor y de 2,83 kg/planta en el tratamiento con inhibidor. Con un p-valor de 0,94 para la diferencia de medias, ambos rendimientos pueden considerarse estadísticamente equivalentes. Además, los rendimientos se situaron dentro del rango esperado para este cultivo en la provincia de Valencia (2,8-3,0 kg/planta en fresco), lo que respalda la representatividad del ensayo para la horticultura valenciana.

En el caso de la cebolla, el rendimiento fresco fue de 0,28 kg/planta en el tratamiento sin inhibidor (SA) y de 0,26 kg/planta en el tratamiento con inhibidor (SA-DMPP). Con un p-valor de 0,17 para la diferencia de medias, ambos rendimientos también se consideran estadísticamente iguales. Asimismo, se mantuvieron dentro del rango normal para la cebolla en la región (0,25-0,36 kg/planta en fresco), lo cual vuelve a apoyar la representatividad del ensayo para la horticultura valenciana.

Para el pimiento, el rendimiento fresco fue de 5,1 kg/planta en el tratamiento sin inhibidor (SA) y de 4 kg/planta en el tratamiento con inhibidor (SA-DMPP). Con un p-valor de 0,056 para la diferencia de medias, ambos rendimientos pueden considerarse estadísticamente equivalentes. En este caso, los rendimientos superaron el rango típico de la Comunidad Valenciana (1,2-2,8 kg/planta en fresco) e incluso el reportado para la vecina Región de Murcia (2,5-3,3 kg/planta en fresco), acercándose

FIG. 6 Producción fresca de cada cultivo de la rotación para el tratamiento de abonado con sulfato amónico sin inhibidor (SA) y con inhibidor (SA-DMPP).



a los valores de cultivos protegidos (4,5 kg/planta en fresco).

Finalmente, en el caso del brócoli, el rendimiento fresco fue de 0,39 kg/planta en el tratamiento sin inhibidor (SA) y de 0,46 kg/planta en el tratamiento con inhibidor (SA-DMPP). Con un p-valor de 0,2 para la diferencia de medias entre los rendimientos obtenidos con cada tratamiento, ambos pueden considerarse estadísticamente iguales.

Por lo tanto, a pesar de que en el pimiento y el brócoli el tratamiento con inhibi-

dor llevó a una mayor extracción de nitrógeno, este efecto no parece manifestarse en un mayor rendimiento de cosecha fresca.

Conclusiones

La aplicación del inhibidor de la nitrificación DMPP en la fertilización de fondo y en cobertera redujo en un 29% y de manera significativa las pérdidas de nitrato por lixiviación en una rotación de cuatro cultivos representativos de la horticultura mediterránea (berenjena-cebolla-pimiento-brócoli). Esta reducción llegó a ser del 35% durante la época de lluvias que coincidió

con el cultivo de la cebolla. En los cultivos de verano, como la berenjena y el pimiento, las lixiviaciones fueron mucho menores, pero aun así se observó la capacidad del inhibidor para reducir la lixiviación de nitrato, incluso con significación estadística en el caso del pimiento. En general, las menores lixiviaciones de nitrato coincidieron con mayores extracciones de nitrógeno por la planta. Por lo tanto, la eficiencia en el uso del nitrógeno (NUE) en el abonado con inhibidor de la nitrificación DMPP resultó ser de media un 26% más alta que en el abonado sin inhibidor. A pesar de estos efectos beneficiosos del abonado con inhibidor de la nitrificación DMPP sobre el medio ambiente y la nutrición vegetal, no se observó que este último efecto del uso del inhibidor DMPP se manifestase en un aumento de la producción de los cultivos de la rotación. ■

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa Eurochem Agro Iberia SL, y en especial a Ángel Maresma, por su interés y confianza en nuestro grupo de investigación financiando este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

Existe una amplia bibliografía a disposición de los lectores en el correo electrónico redaccion@eumedia.es

¡Di adiós a las malas hierbas!

Hector[®]

Arigo[®]

Emir[®]

Dragster[®]

Victus[®] OD

Lortama[®] *

Rinskor™ active

