



El futuro de la fertilización pasa por la utilización de tecnologías que permitan al agricultor ser más eficientes con el uso de los nutrientes

## ¿CÓMO MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LECHUGA Y REDUCIR EL LAVADO DE NITRATOS?

Debido a la rapidez con la se completa el ciclo del cultivo en la lechuga, la mayoría de las estrategias de abonado tradicional aplican entre el 65-85% del nitrógeno en forma nítrica, y esto hace que sea un cultivo susceptible a generar un alto riesgo de contaminación por nitratos de aguas subterráneas y superficiales.

**Ricard Vélez<sup>1</sup>, Francisco García-Sánchez<sup>2</sup>,  
Mario Ferrández<sup>1</sup>, Israel Carrasco<sup>1</sup>  
y Ángel Maresma<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de I+D  
de EuroChem Agro Iberia

<sup>2</sup>Departamento de nutrición  
vegetal del CEBAS-CSIC

### EL CULTIVO DE LA LECHUGA

En España se cultivan anualmente cerca de 35.000 hectáreas de lechuga (80% variedad Iceberg) (MAPA, 2021), siendo el segundo cultivo hortícola con más superficie cultivada del país. Murcia y Almería destacan como principales productoras de esta hortaliza (75% de la producción nacional).

La lechuga se caracteriza por un sistema radicular poco desarrollado, por lo que es muy importante que los nutrientes no se pierdan a capas profundas (especialmente el nitrógeno). De hecho, el nitrógeno es uno

de los nutrientes clave para el buen desarrollo del cultivo, y este está estrechamente relacionado con la producción. El nitrógeno puede estar presente en distintas formas en los fertilizantes aportando diferentes características químicas. El nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ) es rápidamente absorbido por el cultivo, pero es muy móvil en el suelo y es fácilmente desplazado de la zona radicular a consecuencia de la lixiviación hacia los acuíferos. Por otro lado, el nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) no tiene apenas pérdidas por lixiviación ya que queda retenido en el complejo arcillo-húmico del suelo, pero por las acciones de los microorganismos del suelo es transformado a nitrógeno nítrico en poco tiempo.

Debido a la rapidez con la se completa el ciclo del cultivo en la lechuga, la mayoría de las estrategias de abonado tradicional aplican entre el 65-85% del nitrógeno en forma nítrica, y esto hace que sea un cultivo susceptible a generar un alto riesgo de contaminación por nitratos de aguas subterráneas y superficiales. Este problema es generalizado en numerosas regiones y países, especialmente en áreas con régimen de precipitaciones bajo o muy bajo, y es por eso que la Unión Europea ha intervenido promoviendo legislaciones

para la prevención de esta clase de contaminación. Uno de los aspectos más relevantes de esta normativa ha sido el establecimiento de Códigos de Buenas Prácticas Agrarias, la designación de las áreas afectadas por la contaminación, denominadas Zonas Vulnerables, y de los Programas de Actuación correspondientes para dichas áreas, con el fin de controlar y reducir esta contaminación.

Una solución para mejorar la fertilización nitrogenada del cultivo de hortalizas, y especialmente de la lechuga, consiste en la utilización de inhibidores de la nitrificación que permiten reducir la concentración de nitratos en el suelo y mitigar las pérdidas por lavado. Los inhibidores de la nitrificación, entre los que destacan el DMPP/DMPSA (presentes en la gama de fertilizantes ENTEC) retrasan la conversión del nitrógeno amoniacal a nitrógeno nítrico en el suelo, minimizando así el riesgo de lixiviación y reduciendo la acumulación de nitratos en hoja. Además, permiten hacer un cultivo más sostenible ya que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{N}_2\text{O}$ ), generando una menor huella de carbono en el producto agrícola. En este contexto el CEBAS-CSIC y EuroChem estudiaron diferentes estrategias de

fertilización en el cultivo de lechuga con el objetivo de mejorar la producción y reducir el riesgo de lavado por nitratos.

### ENSAYO DE FERTILIZACIÓN DE LECHUGA

El experimento se llevó a cabo en 2021 en las instalaciones del CEBAS, concretamente, en la finca experimental "La Matanza" situada en el término municipal de Santomera (Murcia). Para la realización del ensayo se cultivaron plantas de lechuga (*Lactuca Sativa L.*) de la variedad 'Iceberg', con un ciclo de cultivo de 100-120 días.

El experimento contó con 4 tratamientos de fertilización y se ejecutó en dos condiciones diferentes, uno en macetas (condiciones de invernadero) y el otro en bandejas (condiciones de campo) (fig. 1). Para cada ensayo



Figura 1. Ensayos de lechuga simultáneos en macetas dentro de invernadero (A) y en bandejas al exterior (B).

TRATAMIENTO FERTIRRIGACIÓN	INHIBIDOR DE LA NITRIFICACIÓN	TIPO DE NITRÓGENO		
		Nítrico (%)	Amoniacal (%)	Total (%)
Convencional	-	75	25	100
Adaptada	-	50	50	100
ENTEC®	DMPP	50	50	100
ENTEC®	DMPSA	50	50	100

\*Fertilizantes utilizados: AN, AS, SOP, NOP, MKP, CN, MgSO<sub>4</sub>, micros.

Tabla 1. Diferentes estrategias de fertilización evaluadas en los ensayos de lechuga.

se utilizaron 4 repeticiones en un diseño unifactorial y se compararon cuatro diferentes estrategias de fertilización que variaban en la relación de nitrato/amonio y la presencia o no de inhibidores de la nitrificación (DMPP, DMPSA, Tabla 1).

Las mediciones realizadas en el ensayo incluyeron el análisis de la concentración de nutrientes de las hojas de la lechuga, el rendimiento de la parte aérea y la lixiviación de nutrientes. Cada dos semanas, se tomaron muestras de los drenajes de cada uno de los trata-

mientos, donde se analizó el contenido de cationes, aniones y amonio.

## RESULTADOS

La producción de lechuga fue mayor en las estrategias que incorporaron inhibidores de la nitrificación

## destacado



con una relación nitrato:amonio 1:1. Concretamente, ENTEC® DMPP mejoró un 14% la producción y ENTEC® DMPSA un 37% (Figura 2) con respecto a la estrategia de fertilización clásica nitrato:amonio 3:1. Sin embargo, la estrategia nitrato:amonio 1:1 sin inhibidores no mejoró los rendimientos. Esto indica que cuando se aplica nitrógeno en forma amoniacal en el suelo, los microorganismos lo transforman rápidamente a nitrógeno nítrico. Por tanto, para conseguir los beneficios de mantener el nitrógeno en forma amoniacal en el suelo, debe incorporarse inhibidores de la nitrificación junto con el fertilizante.

Una de las posibles causas al incremento del rendimiento de las plantas cuando se utilizaron las estrategias de fertilización con ENTEC® (DMPP/DMPSA), además de la mayor disponibilidad de nitrógeno durante el ciclo del cultivo, es el beneficio que aporta la nutrición mixta (nítrico-amoniacal) en los procesos fisiológicos de las plantas. Las plantas necesitan energía para transformar el nitrógeno que absorben en sus proteínas, y, en este proceso el uso del nitrógeno amoniacal requiere un menor gasto energético invirtiéndolo en el desarrollo de biomasa.

Por otro lado, la lixiviación de nitratos fue menor en los tratamientos con inhibidores (ENTEC®). La incorporación de DMPP a la fertirrigación redujo un 35% el lavado de nitratos y la incorporación de DMPSA la redujo un 24%, comparándolo con la fertirrigación convencional. Estos resultados evidencian como la utilización de los inhibidores de la nitrificación reducen el lavado de nitratos a capas más profundas, reduciendo el impacto medioambiental y contribuyendo a la sostenibilidad de la producción de lechuga en el largo plazo.

## CONCLUSIONES

El futuro de la fertilización pasa por la utilización de tecnologías que permitan al agricultor ser más eficientes

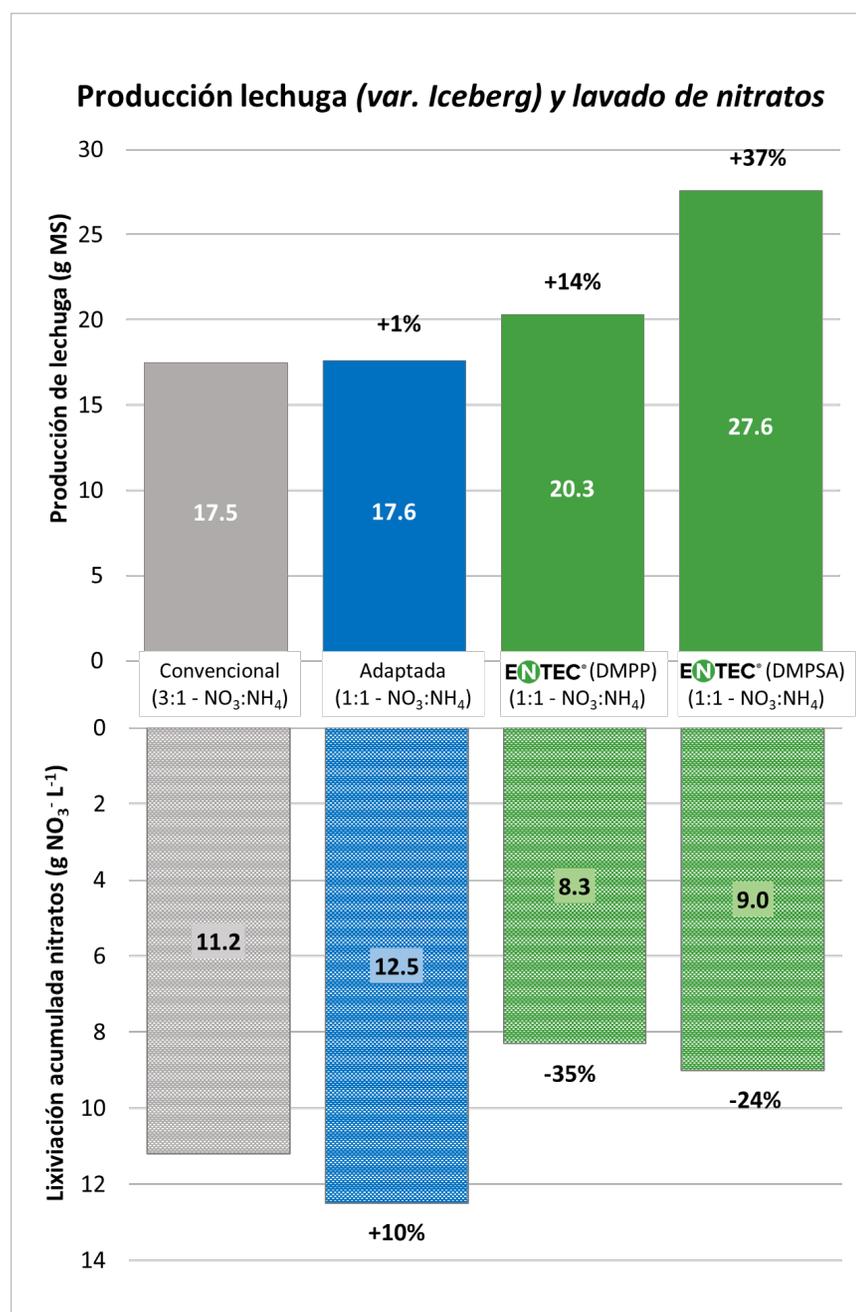


Figura 2. Promedio de los resultados de producción y lixiviación de nitratos obtenidos en los dos ensayos (macetas y bandejas).

con el uso de los nutrientes. Ensayos científicos como el presentado en este artículo, confirman el mejor aprovechamiento de los nutrientes y el mayor potencial productivo de los

fertilizantes ENTEC®. La utilización de los inhibidores de la nitrificación ha permitido mejorar la producción de la lechuga (14-37%) y reducir las pérdidas por lavados de nitratos (24-35%). ■

## AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Ciencia e Innovación por la beca Torres de Quevedo PTQ2020-011271/AEI/ 10.13039/501100011033 recibida por Dr. Ángel Maresma.