

Effect of the use of nitrification inhibitors on the growth and production of 'Iceberg' lettuce

Efecto del uso de inhibidores de la nitrificación sobre el crecimiento y producción de lechuga 'Iceberg'

P. Berríos*, A. Pérez-Pastor

Departamento de Ingeniería Agronómica, ETSIA, Universidad Politécnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203 Cartagena. Spain.

*pablo.berrios@edu.upct.es

Abstract

The use of nitrification inhibitors (NI) increases the sustainability of nitrogen fertilization since they can reduce leaching of nitrogen as nitrate. There is no consensus on the effect of NI incorporation on crop yield given the sensitivity of some crops to ammonium, such as lettuce. A lettuce crop was grown during autumn-winter in Cartagena (Murcia) to determine the effect of the incorporation of DMPP and DCD in lettuce fertirrigation on the growth and yield. No differences were detected regarding control or between the NI used on growth during the crop cycle, yield or suitability for agro-industry.

Keywords: DMPP; DCD; ammonium sulfate; fertirrigation.

Resumen

El uso de inhibidores de la nitrificación (IN) permite incrementar la sostenibilidad de la fertilización nitrogenada puesto que pueden reducir la lixiviación de nitrógeno en forma de nitrato. No existe consenso sobre el efecto de la incorporación de IN sobre el rendimiento de los cultivos dada la sensibilidad de algunos al amonio, tal es el caso de lechuga. Se realizó un cultivo de lechuga durante otoño-invierno en Cartagena (Murcia) para determinar el efecto de la incorporación de DMPP y DCD en la fertirrigación de lechuga sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. No se detectaron diferencias respecto al control ni entre los IN utilizados sobre el crecimiento durante el ciclo de cultivo, la producción ni la aptitud para la agroindustria.

Palabras clave: DMPP; DCD; sulfato de amonio; fertirriego.

1. INTRODUCTION

Los inhibidores de la nitrificación (IN) retardan la oxidación de amonio en la solución del suelo y por lo tanto se puede reducir la lixiviación de N como nitrato (1). Actualmente, los IN disponibles para fertilización mineral son la dicianidamida + 1H-1,2,4-triazol (DCD-TZ) y 3,4-dimetilpirazol fosfato (DMPP) y para fertilizantes orgánicos líquidos el 1H-1,2,4-triazol y 3-metilpirazol (TZ-MP) (2-4). Si bien el uso de IN permite incrementar la sostenibilidad de la fertilización nitrogenada, se ha reportado una reducción de la biomasa en lechugas abonadas con N amoniacal, dada la sensibilidad de algunos cultivos al amonio (5) y existen resultados variados sobre el efecto de los IN sobre el rendimiento. Tal es el caso, que en condiciones edafoclimáticas europeas la adición de DMPP permitió incrementar el rendimiento de granos, tubérculos y hortalizas (6,7), pero en la producción de patata bajo riego sobre suelos arenosos e hipertermales no se recomienda utilizar IN (8).

El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la incorporación de IN en la fertirrigación de lechuga sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo en las condiciones edafoclimáticas del Campo de Cartagena.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se estableció un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) tipo 'Iceberg' sobre un suelo franco limoso el 25 de noviembre de 2019 en Cartagena (Región de Murcia) a una densidad de plantación de 7,4 plantas por m². El cultivo fue regado por un sistema de goteo con una lateral por caballón y emisores distanciados a 0,2 m con un caudal de 0,8 L h⁻¹. Se establecieron 3 tratamientos de fertirrigación mediante la incorporación de IN (bajo dos formatos, DMPP y DCD) con 3 repeticiones distribuidas al azar en una parcela de 800 m². En cada tratamiento se aplicaron 76,26 kg N ha⁻¹ que correspondieron al 100 % del requerimiento de N para un rendimiento esperado de 35,5 t ha⁻¹ (BORM N°104) (9). Los tratamientos aplicados correspondieron a i) CTL: Sulfato de amonio; ii) Sulfato de amonio + DMPP y iii) Sulfato de amonio + DCD.

Se realizó un seguimiento a la evolución de la biomasa seca correspondientes a hojas externas e internas procedentes de 5 plantas por repetición secadas en estufa a 60 °C hasta obtener peso constante y al índice de área foliar (IAF), mediante un medidor de área foliar LI-3100C (LI-COR Biosciences, EE. UU.). Para el rendimiento se determinó la biomasa aérea total, hojas de descarte y peso comercial obtenidas a recolección. El rendimiento final (T ha⁻¹) se calculó con un índice de cosecha de 0,8. Además, se caracterizó la biomasa comercial determinando el área de sección transversal del tallo, diámetro y alto a 10 plantas por repetición. Se determinó el índice de calidad "D" que señala la aptitud comercial de lechugas para procesado como producto de cuarta gama según la fórmula: $D = \text{Peso fresco [g]} / (\text{Diámetro [cm]} \cdot 10)$.

Los datos se analizaron mediante un ANDEVA ($p > 0,05$) con el software estadístico *InfoStat* (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ciclo de cultivo tuvo una duración de 98 d desde trasplante a recolección y la evapotranspiración de referencia media y acumulada correspondió a 1,37 mm d⁻¹ y 1335,6 m³ ha⁻¹, respectivamente. El volumen total de riego aplicado fue de 837,8 m³ ha⁻¹ y no existió efecto de los tratamientos sobre la fecha de recolección.

La evolución de la materia seca e IAF fue similar para todos los tratamientos y no se detectaron diferencias significativas para ningún momento evaluado durante el ciclo de cultivo. La materia seca final de hojas obtenida correspondió a de 57,18±4,1 g por planta y el IAF fue de 7,95±0,58. La mayor tasa de crecimiento del cultivo se observó a partir de 49 d después del trasplante (DDT), previo a este período sólo se había alcanzado el 7,4 y 7,2 % de la materia seca total e IAF final. La tasa de acumulación de materia seca para el período previo a 49 DDT correspondió a 0,12 g d⁻¹, a diferencia de 49-80 y 80-98 DDT donde se acumularon 0,76 y 1,61 g d⁻¹, respectivamente (Fig. 1). Es importante considerar esta dinámica de crecimiento observada puesto que permite planificar de mejor manera la distribución del aporte de N durante el cultivo para evitar una acumulación en el perfil del suelo y ser susceptible a lixiviación ocasionada por precipitaciones, sobre todo en un cultivo de otoño-invierno.

No se detectaron diferencias entre tratamientos respecto de la biomasa fresca aérea total, descarte en finca (hojas exteriores) y peso comercial (hojas interiores). El mayor rendimiento observado procedente de valores más elevados de ASTT, diámetro y alto de las lechugas se correspondió con el tratamiento DMPP, aunque las diferencias encontradas no fueron significativas en la producción (Fig. 2) ni en los parámetros evaluados en la Tabla 1. No existió

efecto de los tratamientos sobre el índice D y todas las lechugas producidas tenían aptitud para procesamiento de cuarta gama puesto que en todos los casos el índice fue inferior a 5 (Tabla 1).

4. CONCLUSIONES

La incorporación de inhibidores de nitrificación en la producción de lechuga 'Iceberg' en el Campo de Cartagena no afectó el crecimiento durante el ciclo de cultivo, la producción ni la aptitud para la agroindustria.

No se detectaron diferencias entre DMPP y DCD sobre el crecimiento y rendimiento, pero los resultados obtenidos deben complementarse con la evaluación de su efecto sobre la reducción de la lixiviación de nitratos para determinar la idoneidad de éstos.

5. AGRADECIMIENTOS

Estos resultados se enmarcan en el proyecto "Nuevas técnicas para mejorar la eficiencia de la fertirrigación mediante el uso de IN en cultivos hortícolas de la Región de Murcia" ejecutado por el Grupo Operativo de Nutrición Vegetal Sostenible: NUVES y financiado por el Programa de Desarrollo Rural de la Región de Murcia y con participación del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural y el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. Asimismo, se agradece a los socios participantes y colaboradores integrantes del GO-NUVES.

6. REFERENCIAS

1. Barth G, Von Tucher S, Schmidhalter U. Influence of soil parameters on the effect of 3,4-dimethylpyrazole-phosphate as a nitrification inhibitor. *Biol Fertil Soils*. 2001;34(2):98-102.
2. Trenkel ME. Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture [Internet]. 2010 [cited 2019 Apr 18]. Available from: www.fertilizer.org
3. Goring CAI. Control of nitrification by 2-chloro-6-(trichloro-methyl) pyridine. *Soil Sci*. 1962;93(3):211-8. <https://insights.ovid.com/crossref?an=00010694-196203000-00010>
4. Zerulla W, Barth T, Dressel J, Erhardt K, Horchler von Locquenghien K, Pasda G, et al. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol Fertil Soils*. 2001;34(2):79-84. <http://link.springer.com/10.1007/s003740100380>
5. Cruz C, Bio AFM, Domínguez-Valdivia MD, Aparicio-Tejo PM, Lamsfus C, Martins-Loução MA. How does glutamine synthetase activity determine plant tolerance to ammonium? *Planta*. 2006;223(5):1068-80. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16292661>
6. Pasda G, Hähndel R, Zerulla W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. *Biol Fertil Soils*. 2001;34(2):85-97. <http://link.springer.com/10.1007/s003740100381>
7. Wozniak H, Michel H, Fuchs M. Nitrification inhibitors for economically efficient and environmental friendly nitrogen fertilization. In: IFA, editor. *Proceedings of IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition*. Barcelona: International Fertilizer Industry Association (IFA); 1999;182-94.
8. Martin HW, Graetz DA, Locascio SJ, Hensel DR. Nitrification Inhibitor Influences on Potato. *Agron J*. 1993;85(3):651-5. <https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/85/3/AJ0850030651>
9. Consejería de Agua Agricultura y Medio Ambiente. *Boletín Oficial de la Región de Murcia* N°140. Murcia, España: Región de Murcia; Jun 18, 2016;19504-27.

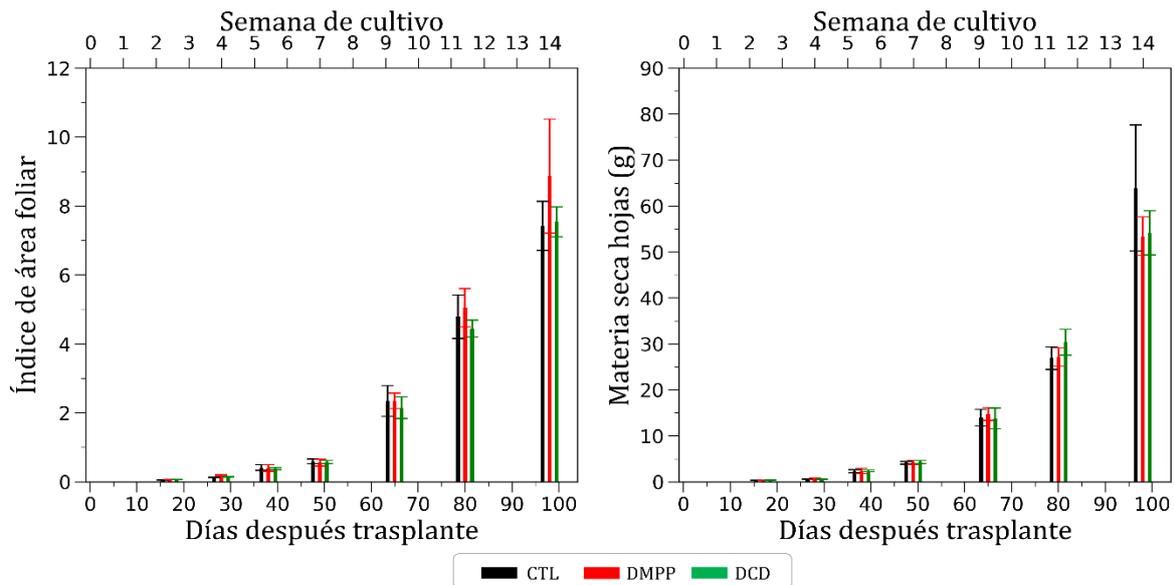


Figura 1. Evolución del índice de área foliar (izquierda) y la materia seca total de hojas (derecha) durante el ciclo de cultivo de lechuga 'Iceberg'. Medias±error estándar, n=3.

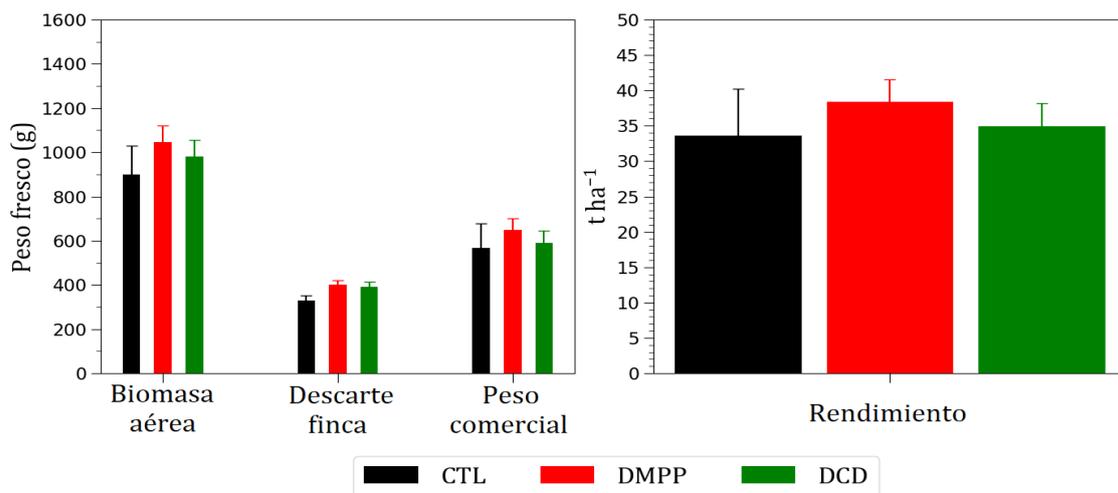


Figura 2. Biomasa fresca (izquierda) y rendimiento (derecha) obtenidas durante la recolección de cultivo de lechuga 'Iceberg'. Medias±error estándar, n=3.

Tabla 1. Parámetros físicos de lechuga 'Iceberg' obtenidos durante la recolección*.

Tratamiento	ASST** (cm ²)	Diámetro (cm)	Alto (mm)	Índice D
CTL	7,72±0,86 a	13,96±0,84 a	10,82±0,53 a	3,98±0,54 a
DMPP	8,31±0,24 a	14,71±0,50 a	11,35±0,30 a	4,38±0,21 a
DCD	8,14±0,15 a	14,40±0,43 a	11,14±0,36 a	4,07±0,24 a

*Medias±error estándar; n=3. Medias para un mismo parámetro con una letra común no son significativamente diferentes con ANDEVA (p>0,05). **ASST: Área de sección transversal del tallo.