

Aplicación de fertirrigación carbónica y oxifertirrigación en cultivos de liliium y cala

F.J. Macías¹, M.D. Vela¹, D.J. Arias², A. Griñan², J.L. Mejias³,

¹ Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) Centro IFAPA de Chipiona. Camino Esparragosa s/n. 11.550 Chipiona, Cádiz

² Centro Innovación y Tecnología Agroalimentaria S.A. (CITAGRO), C/ Gutenberg s/n (Edificio IAT, Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla.

³ Abelló-Linde S.A., C/ Manufactura, 2, 1º A, Pol. Ind. y Servicios del Aljarafe (Pisa), 41927 Mairena del Aljarafe, Sevilla.

Palabras clave: flor cortada, CO₂ y O₂, fertirrigación, lixiviado de nitratos.

Resumen

La aplicación de nuevas tecnologías sostenibles en sistemas de fertirrigación se basa en el uso eficiente del agua y de los nutrientes aportados, así como en el respeto al medioambiente como la reducción de la contaminación causada por la intensificación de los cultivos. En el presente trabajo, se evaluó la técnica de incorporación de gases (CO₂ y O₂) al agua de riego, conocida como oxifertirrigación y fertirrigación carbónica en cultivos de flor cortada, de ciclo corto, como *Lilium longiflorum* y de ciclo largo como *Zantedeschia aethiopica*. Los ensayos se realizaron en parcelas de 500 m², con dos tratamientos [(CO₂ + O₂) y Testigo] y 5 repeticiones cada uno. En el cultivo de ciclo corto (liliium) se ensayaron distintas dosis de aplicación de CO₂ (200 - 300 y 400 ppm) y en el cultivo de ciclo largo (cala) la dosis ensayada de CO₂ fue de 300 ppm. En todos los casos, el agua de riego se enriqueció con una aportación de O₂ de 10 ppm. Todas las aplicaciones fueron realizadas al inicio de los riegos por goteo, momento en el cual comenzaba el seguimiento de diferentes parámetros del desarrollo del cultivo que afectan a la calidad comercial de la flor. También se evaluó las pérdidas en el lixiviado de nitratos aportados en el abonado. Con la aportación de CO₂, se consigue bajar el pH del agua de manera estable a valores óptimos para la asimilación de nutrientes por el sistema radicular. Los resultados de los ensayos muestran diferencias en cuanto al crecimiento de las plantas y duración de los ciclos de cultivo, más acusadas, al aumentar la dosis de CO₂ en el caso del liliium y un aumento importante de la producción en el cultivo de cala. En las pérdidas por lixiviado de nitratos, se observó una fuerte relación con el abonado.

INTRODUCCIÓN

En la costa noroeste de Cádiz, muy cerca de los límites del Parque Nacional de Doñana, se sitúa la zona productiva de flor cortada más importante de España. Como tal actividad agrícola intensiva, utiliza en sus inputs una gran cantidad de abonos, pesticidas, etc. que pueden generar un significativo deterioro ambiental. Hoy día un gran porcentaje de las aguas de riego, contienen una elevada cantidad de nitratos, debido al abuso del abonado nitrogenado en los cultivos, por lo que se hace necesaria la experimentación para desarrollar nuevas técnicas de fertilización.

El proyecto demostrativo FERTIGREEN “Gestión sostenible del agua reduciendo el impacto medioambiental aplicando nuevas tecnologías de fertirrigación”, financiado

por el Programa LIFE de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, tiene por objetivo principal el evaluar la influencia de la adición de diferentes gases (CO_2 , O_2) al agua de riego sobre distintos cultivos de flor cortada y las pérdidas por lixiviación de nitratos.

La adición de CO_2 al agua de riego consigue un control eficaz y estable del pH, aumentando la solubilidad de determinados nutrientes, mejorando así su absorción por la planta y disminuyendo las pérdidas por lixiviación. La aportación de O_2 inhibe el crecimiento de organismos anaerobios, generadores de podredumbres radiculares, e igualmente, elimina la asfixia radicular en suelos pesados, estimulando por tanto, la funcionalidad y el crecimiento de las raíces.

El cultivo de *L. longiflorum* Thunb. y de *Z. aethiopica* (L) Spreng., requieren pH entre 6.0 y 7.5, utilizando generalmente ácido nítrico para su corrección. (Bañón et al. 1993; Soriano, 1991)

El objetivo de estos ensayos fue identificar los efectos de la aplicación de determinadas dosis de gases (CO_2 y O_2) en el agua de riego, sobre los diferentes parámetros del desarrollo de las plantas de liliom y cala, sobre la vida en jarrón de ambas flores y sobre las pérdidas por lixiviación de los nitratos, con la finalidad de valorar la aplicación de dicha técnica como alternativa al uso de ácidos en el cultivo, reduciendo por tanto, los peligros que su uso conlleva para el ser humano (quemaduras) y para el medio ambiente (contaminación por nitratos).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en invernaderos tipo raspa y amagado sobre un cultivo trimestral de bulbos pregerminados de *Lilium longiflorum* cv. Navona y sobre un cultivo bianual de *Zantedeschia aethiopica* cv. Snow White, propagadas mediante la plantación de tubérculos procedentes de plantas de años anteriores. En cada ensayo, se dispuso de dos parcelas experimentales de 250 m²: testigo (plantas no tratadas) y tratamiento (aplicación de una dosis determinada de CO_2 y O_2) seleccionando una planta por cada repetición y tratamiento (5 repeticiones). La dosis de gases aplicada en el cultivo de calas fue de 300 ppm de CO_2 , mientras que en el cultivo de lilioms se ensayaron dosis de 200, 300 y 400 ppm de CO_2 , evaluándose una sola dosis con respecto al testigo por ensayo. En todos los casos, el agua de riego en las parcelas tratamiento, fue enriquecida con una aportación de O_2 de 10 ppm. La inyección de los gases en el agua de riego comenzó desde el inicio del riego por goteo, ejecutándose mediante un cuadro dosificador patentado por la empresa Abelló-Linde.

En ambos cultivos, se emplearon las prácticas agronómicas (fechas de plantación, densidad, fertilización, control fitosanitario y riegos) habituales en los cultivos de la zona de referencia.

En cuanto a los parámetros medidos, en ambos cultivos se realizaron durante el ciclo completo, desde el inicio de la inyección de gases (aprox. la 3^o semana de cultivo) y semanalmente, siendo los parámetros analizados los siguientes:

Sobre el cultivo de liliom: altura (cm), n^o de hojas, n^o de flores en inflorescencias, diámetro de la flor (cm), duración del ciclo del cultivo (días).

Sobre el cultivo de cala: altura (cm.), longitud de tallo (cm.), n^o de flores/planta, diámetro del tallo (cm.), diámetro de la flor (cm.).

Sobre los tallos recolectados en ambos cultivos: duración postcosecha (días) y porcentaje de peso seco (%).

Sobre el agua de lixiviado en ambos cultivos se determinó el contenido de nitratos utilizando el método analítico de cromatografía iónica.

La extracción del agua de lixiviado se realizó mediante sondas de extracción Irrometer, efectuándose la succión inmediatamente tras el riego, y extrayéndola transcurrido 24 h. Ejecutándose los controles de nitratos cada 15 días.

Los ensayos en postcosecha fueron realizados en una sala con control de la humedad y temperatura, sometidos ambos tratamientos a condiciones ambientales similares y controlando la flor hasta un estado de senescencia previamente establecido.

Al comparar únicamente una parcela testigo con una parcela tratada, el análisis se ajusta a un Diseño Completamente al Azar (RCD). Los datos obtenidos se procesaron mediante el programa Statistix 8.0, mediante el cual se evalúan las diferencias entre medias mediante el test de Mínimas Diferencias Significativas (MSD) para $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos sobre ambos cultivos y postcosecha de las flores, se reflejan en las tablas 1 y 2, donde se aprecia las variaciones existentes entre los distintos tratamientos y los testigos.

En el cultivo de liliun, se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente en el tratamiento con 300 ppm de CO₂ lográndose una mayor altura de la flor y una menor duración del ciclo de cultivo; observándose igualmente, de forma generalizada, un efecto positivo en el aumento del tamaño del sistema radicular (Fig. 1).

Respecto al número total de flores y diámetro de éstas, en la mayoría de los casos, las plantas tratadas superaron a las plantas testigo, si bien las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En relación a los ensayos de postcosecha, no existieron diferencias significativas en el porcentaje de peso seco de las muestras, como tampoco las hubo para la duración en jarrón y el diámetro de flor, al contrario que para el cultivo de *Zantedeschia*.

En el ensayo de cala, se observaron diferencias entre el tratamiento con 300 ppm de CO₂ y el testigo, llegando a ser significativas en los parámetros, diámetro de la flor y duración postcosecha.

Durante el ensayo en el cultivo de cala, aparecieron daños provocados por la bacteria *Erwinia carotovora*. En la parcela testigo hubo un alto porcentaje de plantas muertas, sin embargo, en la parcela tratamiento solo aparecieron de manera localizada. Aunque no se ha podido demostrar que esta situación sea debido a la aplicación de gases, si se puede afirmar que el O₂ aportado al agua de riego, disminuye la asfixia radicular, aumentando la resistencia de las plantas (Urrestarazu, 2004; Urrestarazu y Mazuela, 2005.); por su parte el CO₂ acidifica la solución del suelo, y tiene efecto bacteriostático y fungistático (Villamizar y Ospina, 1995; Rodríguez, 1999), por lo que la falta de sintomatología en la mayoría de las plantas de la parcela tratada puede deberse a una o varias de estas características de los gases aportados.

Los resultados de los análisis de concentración de nitratos en el lixiviado, (Fig. 2) mostraron valores muy similares en las parcelas tratadas y testigos, indicando la estrecha dependencia del contenido de nitratos en la solución de lixiviado con el contenido en el agua de riego (agua + abono) y en menor medida de la adición de gases. La adición de CO₂ redujo de manera estable y controlada el pH del agua de riego, (valores medios de pH medidos igual a 6,3) en sustitución del ácido nítrico, reduciéndose el aporte supletorio de nitratos al suelo en un 30%.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido realizada dentro del proyecto LIFE05 ENV/E/0002899) LIFE-FERTIGREEN, financiado por el Programa LIFE de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea.

Referencias

- Bañón, S. y Cifuentes 1993. Gerbera, liliun, tulipán y rosa. Mundi-Prensa, Madrid.
 Rodríguez Giró, M. 1999. Envasado de productos vegetales bajo atmósfera protectora. Horticultura Internacional 26-Noviembre-1999: 25–27
 Soriano, J.M. 1991. Cultivo de plantas bulbosas para cortar. p. 73–80. Ed. Veinte, Valencia.
 Urrestarazu, M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo 3º Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
 Urrestarazu, M and Mazuela, P. 2005. Effect of slow-release oxygen supply by fertigation on horticultural crops under soilless culture. Scientia Horticulturae, 106 (4): 484-490.
 Villamizar, F. y Ospina, J. 1995. Frutas y hortalizas: Manejo tecnológico poscosecha. p. 84. Santafé de Bogotá: SENA

Tabla 1. Resultados obtenidos en el cultivo de *Lilium*.

Tratamiento	Altura (cm.)	Nº hojas	Nº flores.pl ⁻¹	Diámetro de flor (cm)	Ciclo Cultivo (días)	Duración de la flor (días)	% peso seco
CO ₂ 200	83,6 a ¹	96,2 a	5,8 a	20,8 a	61,0a	14,6 a	10,2 a
Testigo	77,4 a	89 a	5,2 a	20,9 a	61,0 a	14,8 a	10,8 a
CO ₂ 300	81,4 b	63,6 a	4,0 a	25,6 a	67,8 a	11,2 a	13,8 a
Testigo	77,4 a	57,4 a	3,4 a	21,6 a	69,2 b	11,0 a	10,9 a
CO ₂ 400	91,1 a	45,2 a	5,0 a	15,9 a	116 a	9,2 a	13,7 a
Testigo	100,1 a	44,4 a	4,4 a	13,1 a	116 a	8,0	14,7 a

¹En cada columna, letras distintas a continuación de las medias indican diferencias significativas entre tratamientos (p <0,05).

Tabla 2. Resultados obtenidos en el cultivo de *Zantedeschia*.

Tratamiento	Altura (cm.)	Longitud tallo (cm)	Nº flores.pl ⁻¹	Diámetro tallo (cm)	Diámetro flor (cm.)	Duración postcosecha (días)	% peso seco
CO ₂ 300	92,6 a ¹	66,6 a	4,6 a	2,6 a	15,7 b	14,4 b	6,2 a
Testigo	93,0 a	52,0 a	2,8 a	2,3 a	13,6 a	12,8 a	6,3 a

¹En cada columna, letras distintas a continuación de las medias indican diferencias significativas entre tratamientos (p <0,05).

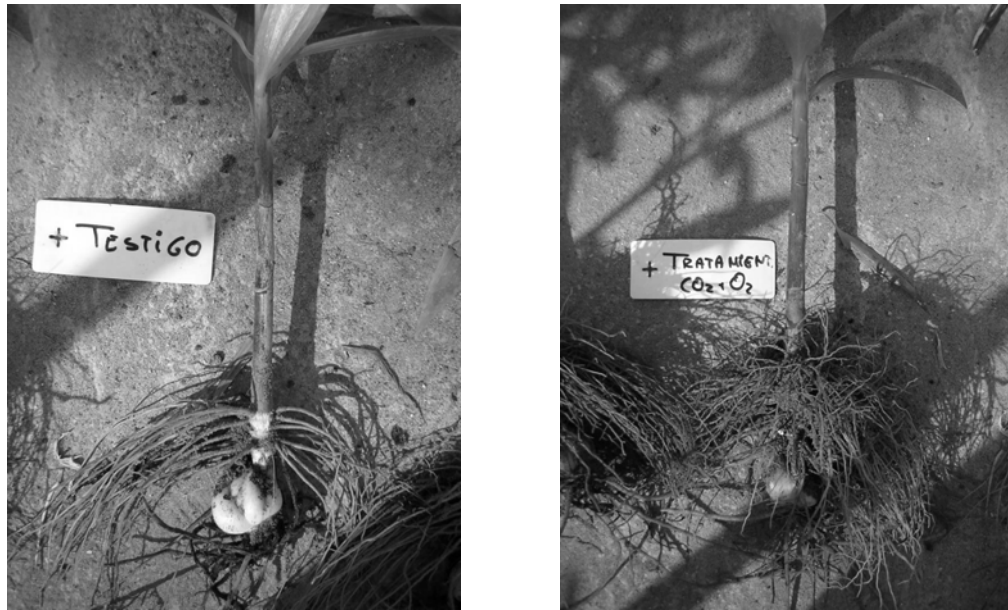


Fig. 1. Efectos de la adición de gases ($\text{CO}_2 + \text{O}_2$) sobre el sistema radicular en bulbos de liliun.

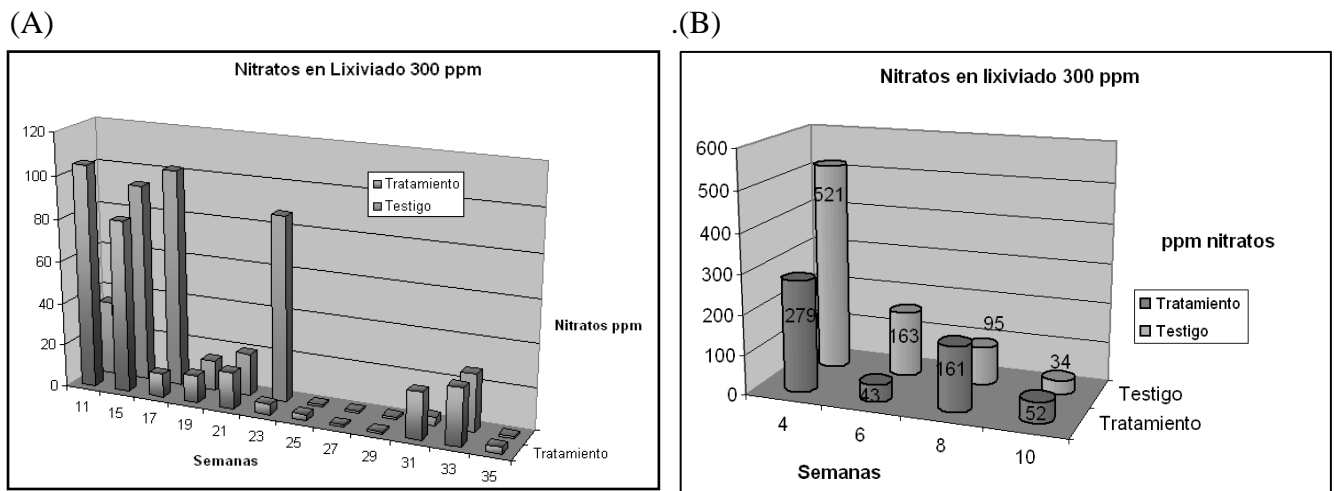


Fig. 2. Concentración de nitratos en el agua de lixiviado en liliun (A) y cala (B).

