

EFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO CONTROLADO SOBRE EL RENDIMIENTO DEL CILANTRO Y SU ASOCIACIÓN CON EL CEBOLLÍN

Dionisio Linares Carrero¹, Maribel Ramírez Villalobos¹, Gilberto Ferrer² y Ciolys Colmenares³

RESUMEN

El riego deficitario es una alternativa que permite el uso racional del agua con un mínimo impacto en la producción. El objetivo fue evaluar la respuesta al riego deficitario controlado del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) sembrado en monocultivo (CM) y en asociación (A) con cebollín (*Allium fistulosum* L.) (CAC). El diseño experimental fue completamente aleatorizado con cinco repeticiones y arreglo factorial 2x4. Se aplicaron cuatro láminas de reposición de agua (L_r): 100, 80, 60 y 40 % de la capacidad del sustrato. A los 50 días de la siembra se midieron: altura del manojito en cilantro y de la macolla en cebollín (AMn, AMc), longitud de raíz (LR), número de plantas por manojito (NPMn), de bulbillos por macolla (NBMc) y hojas por planta (NHP); y en cada manojito y macolla: biomasa seca aérea, de raíces, por superficie y total (BSA, BSR, BSS, BST), y proporción raíz-parte aérea biomasa seca (PRABS). El análisis mostró diferencias significativas en todas las variables, exceptuando NBMc y PRABS en cebollín. En cilantro, NPMn dependió de L_r ; BSR de A; LR, NHP y MHMn de L_r o A; mientras que AMn, BSA, BSS y PRABS de la interacción de L_r con A. AMn fue mayor en CM+ $L_r=100$ %; BSA, BSS mayores en CM+ $L_r \geq 60$ %. En CAC, el cebollín alcanzó mayor AMc, NHP, BSA, BSS y BSR con $L_r \geq 80$ %. Se concluye que CM con $L_r=100$ % y CAC con $L_r \geq 80$ % fueron los mejores tratamientos, al promover la mayor altura de planta y mayor rendimiento.

Palabras clave adicionales: *Allium fistulosum*, *Coriandrum sativum*, lámina de reposición de agua, rendimiento

ABSTRACT

Effect of controlled deficit irrigation on the yield of the coriander and its association with chives

Deficit irrigation is an alternative that allows the rational use of water applied with minimal impact on production. The objective was to evaluate the effect of deficit irrigation on the yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.) sown in monoculture (CM) and in association (A) with chives (*Allium fistulosum* L.) (CAC). The experimental design was completely randomized with five repetitions in 2x4 factorial arrangement of the treatments. Four irrigation sheets (I) were applied: 100, 80, 60 and 40 % of the substrate water retention. Fifty days after sowing, the height of the bunch in coriander and of the tiller in chives (HB, HT), length of root (LR), number of plants per bunch (NPB), bulbils per tiller (NBT) and leaves per plant (NLP); and in each bunch and tiller: aerial dry biomass (ADB), roots, surface and total dry biomass (RDB, SDB, TDB); and root-aerial part ratio dry biomass (RARDB), were evaluated. The analysis showed significant differences on the variables studied, except NBT and RARDB in chives. In coriander, NPB depended on I ; RDB on A; LR, NLP and NLB on L_r or A; while HB, ADB, SDB, and RARDB on the interaction of I with A. HB was greater in CM+ $L_r=100$ %; ADB, SDB greater in CM+ $L_r \geq 60$ %. In CAC, chives reached greater HT, NLP, ADB, SDB and RDB with $L_r \geq 80$ %. It is concluded that CM with $L_r=100$ % and CAC with $L_r \geq 80$ % were the best treatments, allowing greater plant height and yield.

Additional keywords: *Allium fistulosum*, *Coriandrum sativum*, irrigation water sheet, yield

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas cumplen un papel importante en la dieta humana por su alto contenido de nutrientes (carbohidratos, proteínas, vitaminas) y

contribución en la digestión de otros alimentos. El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y el cebollín o cebolla en rama (*Allium fistulosum* L.) son hierbas aromáticas muy utilizadas para condimentar así como por sus excelentes

Recibido: Diciembre 24, 2018

Aceptado: Septiembre 2, 2019

¹ Dpto. de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. e-mail: dionisio.linares1@gmail.com; mcramire@fa.luz.edu.ve (autor de correspondencia).

² Dpto. de Ingeniería, Aguas y Suelos. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. e-mail: gferrer@fa.luz.edu.ve

³ Dpto. de Estadística. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Apdo. 15205. Maracaibo, Venezuela. e-mail: ciolysc@fa.luz.edu.ve

propiedades alimenticias.

En Venezuela, las estadísticas del cilantro y el cebollín se encuentran ubicadas dentro del reglón de hortalizas, el cual para el año 2015 tenía una superficie cosechada de 96.910 ha, según cifras oficiales (FEDEAGRO, 2018). En el estado Zulia, ambas hortalizas presentan gran importancia económica por su rendimiento y demanda, además se encuentran entre los cultivos que se siembran en gran escala.

Desde hace muchos años el cilantro y el cebollín se cultivan mediante el sistema de canteros en los municipios Lossada, Maracaibo, Mara, San Francisco y Cañada de Urdaneta. El cebollín que se cultiva principalmente es el Criollo, el cual tiene altura mediana, tallos y hojas delgadas, con gran aceptación por los consumidores.

La poca disponibilidad de agua e insumos agrícolas ha motivado a productores del municipio San Francisco, específicamente del sector El Palotal, a cultivar el cilantro y el cebollín en asociación, de manera intercalada, para obtener los beneficios que puedan ofrecer ambas especies y aprovechar mejor el espacio. Entre los beneficios, Altieri (2001) señala el menor daño de los cultivos por insectos, la supresión del crecimiento de malezas, la mayor productividad por unidad de superficie y el aprovechamiento integral de los nutrientes, agua y luz.

El agua siempre ha sido el principal factor que limita la producción agrícola en gran parte del mundo y la proporcionada por la precipitación no es suficiente para satisfacer la demanda de los cultivos y la competencia en el campo de la agricultura cada vez es mayor, por lo que es necesario mejorar la eficiencia del uso del agua y garantizar la sostenibilidad de los sistemas productivos. El riego deficitario controlado, según Sánchez (2009), constituye una estrategia de aplicación del agua para reducir los aportes hídricos en ciertos períodos fenológicos en los que un déficit hídrico controlado no afecte luego la producción y la calidad de la cosecha.

Diversos autores han señalado el efecto del intervalo y nivel de riego sobre el cilantro (Kumar et al., 2008; Hesami et al., 2012; Shanu et al., 2013) y la cebolla (*A. cepa* L.) (Kumar et al., 2007; Estrada et al., 2015). La realización de investigaciones referidas al efecto del riego deficitario controlado sobre el rendimiento del

cilantro cultivado solo o en asociación con cebollín representaría un punto de inicio que puede contribuir al desarrollo de tecnologías que propendan a mantener agrosistemas sostenibles. A pesar de la importancia económica de ambos cultivos, en el país son escasos los estudios referidos al riego y la asociación de ambos cultivos. Con base a estas premisas el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del riego deficitario controlado sobre el rendimiento del cilantro sembrado en monocultivo o en asociación con el cebollín.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. Esta investigación se realizó en el área del propagador del Vivero Universitario-LUZ, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, ubicado a 10° 41' N, 71° 38' W, 25 msnm, en una zona ecológica de bosque tropical muy seco con promedios anuales de 500 a 600 mm de precipitación, 2500 mm de evapotranspiración, valores mínimos y máximos de 24 a 29 °C de temperatura y 52 a 90 % de humedad relativa.

Material experimental. Se utilizaron semillas certificadas de cilantro variedad Arenal con 99 % de pureza, 90 % de germinación y un año de almacenamiento (28 ± 1 °C). El cebollín Criollo Blanco, bulbillos, fue suministrado por la granja "González", ubicada en el municipio San Francisco, estado Zulia.

Diseño estadístico y tratamientos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con cinco repeticiones. Los ocho tratamientos se generaron al combinar los niveles de los factores: asociación del cilantro (cilantro sin asociación: sembrado solo o en monocultivo, y cilantro asociado: cilantro asociado con cebollín) y la lámina de reposición de agua (L_r : 100, 80, 60 y 40 %). Durante el experimento no hubo precipitaciones.

La parcela experimental (1 m x 0,85 m) de cada tratamiento estuvo conformada por cuatro hileras, cada una con cinco puntos de siembra. De los dos hilos centrales (considerando el efecto bordura) se seleccionaron tres manojos para cilantro y tres macollas para cebollín, los cuales conformaron la unidad experimental. La parcela de cilantro asociado con cebollín también estuvo constituida por cuatro hileras de cinco puntos de

siembra, de las cuales las de cilantro estaban intercaladas con cebollín. Se denominó manojo al grupo de plantas de cilantro obtenidas mediante la siembra de varias semillas en un punto y macolla al grupo de plantas de cebollín que se desarrollaron por punto de siembra.

Sustrato y siembra. El sustrato usado fue una mezcla de tres partes de suelo (textura areno-francosa) y una de materia orgánica (estiércol de bovino lavado según Jiménez et al., 2017), con baja capacidad de retención de humedad volumétrica (29,6 %), pH 6,01 y conductividad eléctrica de $0,13 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. La siembra se hizo en canteros de 12 m de largo por 1 m de ancho. Se inició con el cebollín colocando tres bulbillos por punto, y luego con el cilantro, utilizando seis semillas por hoyo a una profundidad de 0,5 cm, para lo cual se tomó como referencia la cantidad usada por los productores, de 3 a 5 bulbillos en cebollín y de 6 a 8 semillas en cilantro. La asociación del cilantro con el cebollín se hizo con una separación entre hileras y plantas de 15 cm.

El manejo agronómico de los dos cultivos se realizó de acuerdo a lo descrito por Ramírez et al. (2014): control de malezas manual cada siete días y fertilización con la fórmula completa 10-20-20 a razón de $50 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ en 10 L a las dos semanas de la siembra. Para el caso del cebollín, se consideraron las técnicas de desclavado (retiro parte del tallo que une a los bulbillos de cada macolla con el propósito de estimular el crecimiento y la proliferación de bulbillos), tratamiento del material vegetal (eliminación de hojas secas, poda de raíces a 0,5 cm de largo), aplicación de fungicida Captan, y siembra de bulbillos en posición vertical.

A los 37 días después de la siembra, se observó un amarillamiento en las hojas del cilantro cultivado en monocultivo, ocasionado por un áfido identificado como *Aphis fabae* (áfido negro), el cual fue controlado con una aplicación foliar de Sulfocal a razón de $100 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$.

Determinación de la capacidad de retención de humedad del sustrato. Sobre una parcela representativa de $0,85 \text{ m}^2$ se aplicó agua en exceso hasta lograr infiltración total. A continuación, se colocó un manto plástico oscuro sobre la superficie del sustrato para evitar la evaporación, y se realizaron determinaciones de la humedad volumétrica cada 24 horas usando una sonda de capacitancia tipo FDR Vegetronix VH400 para

observar el momento en que el agua en el sustrato alcanzara el estado de equilibrio antes de la siembra. Este se alcanzó en un tiempo de 4 días y correspondió a la máxima capacidad de retención de humedad del sustrato. El valor promedio resultante fue de 25 %.

Determinación del déficit hídrico. El experimento fue sometido a diferentes niveles de estrés hídrico, logrado a partir de la lámina de reposición de agua aplicada al momento de cada riego, de forma manual, partiendo de una frecuencia de riego constante (diaria). La determinación de las láminas de reposición de agua tuvo como base la medición del agua consumida (evapotranspirada) durante el tiempo transcurrido entre dos riegos consecutivos.

Se consideró como base para el cálculo, la lámina faltante promedio (L_f), medida en los niveles cuyas láminas de reposición era la necesaria para alcanzar la máxima capacidad de retención de humedad del sustrato. A partir de esta L_f , y con base a una escala porcentual preestablecida (100, 80, 60 y 40 %) se estimaron las láminas de riego para los distintos niveles mediante la multiplicación de las fracciones decimales de los diferentes porcentajes por la lámina faltante promediada en los niveles que siempre alcanzaban la máxima capacidad de retención de humedad del sustrato en cada riego ($L_{r100} = 1 \times L_f$; $L_{r80} = 0,8 \times L_f$; $L_{r60} = 0,6 \times L_f$; $L_{r40} = 0,4 \times L_f$).

Medición del contenido de humedad volumétrico y cálculo de lámina faltante. El contenido de humedad volumétrico en todos los niveles (Cuadro 1) se midió, antes de cada riego, empleando la sonda de capacitancia. Para el cálculo de L_f , se utilizó la siguiente ecuación: $df = (\% \theta_{cr} - \% \theta_x) \cdot fr / 100$, donde: $\% \theta_x$ es el contenido de humedad volumétrico antes de cada riego, $\% \theta_{cr}$ el contenido de humedad volumétrico a la máxima capacidad de retención del sustrato (25 %) y fr la profundidad.

La medición del contenido de humedad volumétrico antes del riego se hizo introduciendo manualmente en el sustrato la sonda de capacitancia hasta una profundidad de 10 cm, luego se esperaron 20 s para efectuar la lectura (θ_x). En cada parcela, se realizó el promedio de tres lecturas tomadas en el área central de la misma. El Cuadro 1 muestra los promedios de porcentaje de humedad volumétrico, medidos

antes de la aplicación del riego, en función de los días después de la siembra, para el cultivo del cilantro y de su asociación con el cebollín, así como, la cantidad de agua aplicada por ciclo.

El volumen de agua que se aplicó en cada nivel de reposición se obtuvo de multiplicar las láminas de riego (L_r) por el área de la parcela, ($0,85 \text{ m}^2$) considerando una profundidad de 10 cm.

Cuadro 1. Porcentaje de humedad volumétrica en el sustrato y cantidad de agua aplicada durante el cultivo del cilantro y de su asociación con cebollín

L_r (%)	Humedad volumétrica (%)								Cantidad de agua por ciclo*	
	Días después de la siembra								Litros	mm
	1	2 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28	29 - 35	36 - 43	43 - 50		
Cilantro										
100	17,00	18,50	20,09	18,89	17,49	16,66	16,83	16,45	422,9	497,5
80	16,40	17,30	19,63	18,66	16,89	15,54	15,37	15,80	338,3	393,4
60	16,00	16,37	18,71	18,26	16,63	15,20	15,11	15,65	270,0	314,7
40	15,80	14,27	16,06	17,06	16,26	14,97	14,94	15,10	216,0	251,8
Cilantro asociado con cebollín										
100	23,20	16,73	17,37	16,94	16,74	16,77	16,50	15,80	472,2	555,5
80	21,80	15,83	16,43	16,31	15,46	15,83	15,63	15,27	377,8	444,4
60	21,40	14,70	15,74	16,00	14,94	15,63	15,30	15,20	302,2	355,5
40	19,00	14,27	15,11	15,77	14,77	15,20	14,93	14,53	241,8	284,4

L_r : lámina de reposición agua. Las medidas se realizaron de manera diaria y los promedios se calcularon cada siete días.

*: El volumen de agua que corresponde a una parcela de $0,85 \text{ m}^2$

VARIABLES ESTUDIADAS. A los 50 días después de la siembra se evaluaron sobre tres manojos de cilantro y tres macollas de cebollín las siguientes variables: altura del manojito en cilantro y de la macolla en cebollín (AMn y AMc), longitud de raíz (LR), número plantas por manojito (NPMn), número de bulbillos por macolla (NBMc) y número de hojas por planta (NHP). Asimismo, se determinó la biomasa seca de raíces (BSR) y unidad de superficie (BSS), biomasa seca total (BST) y relación raíz-parte aérea de la biomasa seca (PRABS).

AMn y AMc se midieron desde la base del sustrato hasta el ápice central de la parte aérea del manojito o macolla, y LR desde la base de la planta hasta el ápice de la raíz principal. Para BST y BSR se pesó la planta completa y luego la raíz, se colocaron en una estufa a $74 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 48 horas, y se pesaron para obtener la biomasa seca. La BSS se determinó dividiendo la BST entre la superficie del sustrato. Adicionalmente, se obtuvo la biomasa seca aérea (BSA) mediante la diferencia de BST y BSR. La PRABS se calculó a través de la relación de BSR entre BSA.

Procesamiento de los datos. Se realizó un análisis de la varianza para determinar el efecto de

los factores de estudio sobre las variables respuestas, cuando hubo diferencias significativas se aplicó la prueba de medias de Tukey. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SAS V.9.1.3 (Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lámina de reposición de agua afectó ($P \leq 0,001$) las variables LR, NPMn y NHP en cilantro (Cuadro 2). En LR y NPMn se observó que la lámina de reposición de agua de 60 a 100 % obtuvo los mayores valores, mientras que NHP alcanzó mayor cantidad con la de lámina de 100 %, la cual fue diferente del resto. La lámina de 40 % mostró los menores valores en dichas variables, a la vez que, junto a la BSR no presentaron efecto significativo para la interacción entre la lámina de reposición de agua y la asociación del cilantro ($P > 0,05$).

Los resultados anteriores concuerdan con los de otros trabajos, en los que el mayor número de hojas se obtuvo cuando se aplicó la máxima cantidad de agua (382 mm) en tres riegos (Kumar et al., 2008) y con la frecuencia de riego más alta, seis riegos (Shanu et al., 2013). En contraposición,

Linares et al. Riego deficitario y rendimiento del cilantro asociado con cebollín

Hassan y Ali (2014) no encontraron diferencias en el número de hojas en diferentes niveles de riego (40 a 120 % de la evapotranspiración de referencia).

Cuadro 2. Efecto de la lámina de reposición de agua y de la asociación del cilantro, a los 50 días después de la siembra

Variable	Lámina de riego (Lr)			
	100 %	80 %	60 %	40 %
Longitud de raíz (cm)	11,56 a	10,29 a	9,96 a	8,10 b
Número de plantas por manojó	4,90 a	5,00 a	4,70 a	4,10 b
Número de hojas por planta	12,8 a	9,80 b	8,90 b	6,70 c

	Asociación del cilantro	
	Sin asociación	Asociado con cebollín
Longitud de raíz (cm)	10,96 a	8,99 b
Número de hojas por planta	10,45 a	8,65 b
Biomasa seca de raíces (g)	0,20 a	0,14 b

Letras diferentes en cada hilera indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

La asociación o no del cilantro influyó significativamente ($P \leq 0,001$) sobre LR, NHP y BSR. La siembra de cilantro en monocultivo, sin asociación, presentó los máximos valores de las variables mencionadas (Cuadro 2), mientras que la asociación con el cebollín redujo el desarrollo de cilantro, atribuido a que el cebollín por tener mayor altura le produjo sombreadamiento, y por presentar mayor biomasa de raíces pudo explorar mayor volumen del sustrato, y por ende, aprovechar mayor cantidad de agua y nutrientes. Altieri (2001) ha indicado que la asociación de cultivos puede tener efectos inhibidores o estimulantes.

Se detectó efecto de interacción significativa entre la lámina de reposición de agua y la asociación del cilantro ($P \leq 0,001$) para las variables AMn, BSA, BSS y PRABS (Cuadro 3). Al respecto, no se encontraron reportes en la literatura del efecto de la interacción entre la lámina de riego y la asociación del cilantro sobre el crecimiento y rendimiento de dicho cultivo.

Para AMn, el cilantro sin asociación regado con la lámina de reposición de agua de 100 % presentó la mayor altura a los 50 días de la siembra, tratamiento que fue estadísticamente diferente al resto y lo cual influyó de forma notoria en el desarrollo del cilantro (Cuadro 3). Estos resultados tienen concordancia con investigaciones realizadas en cilantro por Kumar et al. (2008), Hessami et al. (2012), Shanu et al. (2013) y Hassan y Ali (2014), donde la reducción de la cantidad de agua aplicada disminuyó la altura del cilantro.

El crecimiento está relacionado con la presión de turgencia, así cualquier descenso de ésta se traducirá en una disminución en el crecimiento del volumen celular, por lo que una mayor lámina de agua aplicada favorecerá el proceso de alargamiento celular y, a su vez, la longitud de los tallos y de la raíz (Taiz y Zeiger, 2010).

El cilantro en monocultivo regado con la lámina de reposición de agua de 100 % (Cuadros 1 y 3) registró los máximos valores de rendimiento de BSA y BSS, tratamiento que resultó estadísticamente igual al del cilantro en monocultivo con las láminas de 80 y 60 % (Cuadros 1 y 3). Los resultados de las biomásas secas obtenidos tienen similitud con las investigaciones de Hessami et al. (2012), Shanu et al. (2013), Hassan y Ali (2014), quienes encontraron mayor rendimiento con las cantidades de agua y las frecuencias de aplicación más altas. La cantidad agua utilizada en la lámina de 80 % en cilantro de la presente investigación se asemeja a la máxima de 382,5 mm indicada por Kumar et al. (2008). En cuanto a PRABS, el cilantro cultivado en monocultivo o en asociación bajo las láminas de 100 a 60 % mostró los mayores valores, estadísticamente similares entre sí (Cuadro 3), lo que demostró que el crecimiento de la parte aérea con respecto a la raíz fue mayor (0,12-0,19) en esos tratamientos.

Al comparar todas las variables de estudio se observó que el cilantro en monocultivo mostró los valores más altos de LR, NHP y BSR; la lámina de reposición de agua de 100 % los mayores NHP

y la de 100 a 60 % mayores LR y NPMn (Cuadro 2). Mientras que la interacción o combinación del cilantro en monocultivo con la lámina de 100 % obtuvo la mayor AMn y con las láminas de 100 a 60 % los mayores valores de BSA y BSS (Cuadro 3). Estos resultados sugirieron que en caso de que no existiera

restricción en la disponibilidad de agua, sería conveniente cultivar el cilantro en monocultivo bajo una condición de humedad óptima, lográndose ésta con una lámina de reposición de agua del 100 %, para no afectar así los valores de AMn y NHP, variables relevantes en la calidad o cualidades físicas del cilantro.

Cuadro 3. Efecto de la interacción entre la lámina de riego y la asociación del cilantro, a los 50 días después de la siembra

Variable	Asociación del cilantro	Lámina de riego (Lr)			
		100 %	80 %	60 %	40 %
Altura del manojo (cm)	CM	25,54 a	19,92 b	18,82 bc	10,2 f
	CAC	16,26 cd	15,52 de	14,96 de	12,8 ef
Biomasa seca aérea (g)	CM	1,10 a	0,70 ab	0,70 ab	0,50 b
	CAC	0,65 b	0,60 b	0,50 b	0,52 b
Biomasa seca por superficie (g·m ²)	CM	58,2 a	43,1 ab	40,4 ab	33,3 b
	CAC	34,2 b	30,2 b	27,6 b	32,9 b
Proporción raíz-parte aérea biomasa seca	CM	0,18 a	0,19 a	0,12 ab	0,09 b
	CAC	0,16 ab	0,14 ab	0,13 ab	0,08 b

CM: cilantro sin asociación o monocultivo, CAC: cilantro asociado con cebollín. Letras diferentes en cada hilera indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

La lámina de reposición de agua tuvo efecto significativo ($P \leq 0,001$) sobre las variables estudiadas en cebollín asociado con cilantro, excepto para NBMc y PRABS. En AMc, NHP, BSA, BSS y BSR, las láminas de 100 y 80 % alcanzaron los mayores valores y fueron estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 4).

En cinco variedades de cebolla, se observó que el diámetro polar del bulbo alcanzó el máximo valor cuando el suelo tenía 100 % de humedad (Estrada et al., 2015). AMc es una de las características morfológicas que distingue a las variedades o clones de cebollín, desde el punto de variación epigenética, en la cual el ambiente tiene mayor influencia sobre la expresión del genotipo sin cambios permanentes sobre éste (Carrera et al., 2009).

La lámina de reposición de agua igual o mayor del 80 % favoreció BSA, BSS y BSR, mientras que en las láminas de 60 y 40 % redujeron notablemente dichas biomásas. Estos resultados tienen semejanza con los obtenidos por Kumar et al. (2007), quienes encontraron que los dos niveles máximos de riego que permitieron los mayores rendimientos por hectárea en cebolla fueron 407 y 467 mm.

Los valores de BSA obtenidos con 100 % de la lámina de reposición de agua en el cebollín se asemejan a los reportados por Ramírez et al. (2014) y los de BSS se encuentran por debajo de los registrados por dichos autores, quienes usaron solo un bulbillo por punto. En la presente investigación se obtuvo 2160 g·m⁻² de biomasa fresca de cebollín, valor inferior al indicado por Acosta et al. (1993) quienes señalan de 3400 a 5820 g·m⁻² de cebollín cultivado en canteros, pero empleando mayor densidad y cantidad de material de propagación, con cosecha a los 65 días. En cebolla, Duarte et al. (2012) reportaron una disminución gradual en los rendimientos del peso fresco, determinada por la limitación de agua para el consumo por planta, de igual manera, que los tratamientos con baja disponibilidad de agua se ubicaron por encima del rendimiento mínimo alcanzable para condiciones tropicales.

La variable LR tuvo el mismo comportamiento entre las láminas de 100 a 60 % (Cuadro 4), longitudes que se corresponden con las indicadas por Ramírez et al. (2014). Con respecto al NBMc, osciló entre 12 y 17, y el PRABS entre 0,11 y 0,15, este último indicó que el crecimiento de la parte aérea con respecto a la raíz fue mayor.

Linares et al. Riego deficitario y rendimiento del cilantro asociado con cebollín

Cuadro 4. Efecto de la lámina de reposición de agua sobre el cebollín asociado con cilantro, a los 50 días después de la siembra

Variable	Lámina de riego (Lr)			
	100 %	80 %	60 %	40 %
Altura de la macolla (cm)	47,7 a	45,4 ab	39,6 bc	38,5 c
Longitud de raíz (cm)	10,9 a	10,4 a	9,10 a	6,3 b
Número de hojas por planta	4,0 a	3,8 ab	3,50 b	3,0 b
Biomasa seca aérea (g)	2,01 a	1,63 a	0,39 b	0,26 b
Biomasa seca por superficie (g·m ²)	101,8 a	80,4 a	25,3 b	16,0 b
Biomasa seca de raíces (g)	0,27 a	0,25 a	0,16 b	0,09 b
Número de bulbillos por macolla	17,0	13,0	13,0	12,0
Proporción raíz-parte aérea biomasa seca	0,15	0,13	0,13	0,11

Letras diferentes, en cada hilera o variable, indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$)

El NBMc de cebollín, asociado con cilantro, no se vio afectado por la lámina de reposición de agua, aunque el rendimiento -expresado en términos de BSA y BSS- sí estuvo influenciado a partir de la lámina de 60 %. Dicha respuesta se atribuye a lo citado por Carrera et al. (2009), quienes señalan que el NBP parece estar determinado más por el factor genético que por el ambiental, y el rendimiento por ambos factores. Por lo anterior, el NBMc en cebollín ha sido señalado como un indicador muy importante a tomar en cuenta para cuantificar la cantidad de bulbillos necesaria en cada material para una siembra comercial (Carrera et al., 2009).

La lámina de reposición de agua afectó negativamente el desarrollo y el rendimiento del cebollín, al comparar todas las variables se encontró que los mayores valores se observaron en cinco de las diez variables (AMc, NHP, BSA, BSS y BSR) cuando se aplicaron las láminas de reposición de agua de 100 y 80 %, en LR con láminas mayores o iguales a 60 % y en dos de las variables no hubo diferencias entre las láminas aplicadas (NBMc y PRABS) (Cuadro 2). Esto permitiría inferir que el cebollín asociado con cilantro se puede cultivar empleando una lámina de reposición de agua mínima del 80 % (lámina de 444,4 mm, según el Cuadro 1) debido a que no estuvieron afectadas variables fundamentales de calidad del cebollín, como son AMc, HP y NBMc, junto a la biomasa seca. La cantidad de agua mínima aplicada en cebollín se encuentra dentro del rango previamente señalado por Kumar et al. (2007) en cebolla (407-467 mm).

Es importante destacar que en la asociación del

cilantro con el cebollín se observaron dos beneficios, uno de ellos fue la ausencia del áfido negro, el cual sí estuvo presente en el cilantro en monocultivo. El otro beneficio fue la baja incidencia de malezas, ambos aspectos tienen repercusiones positivas y directas en los costos de producción de cada cultivo, por lo que se podría considerar la asociación mediante la siembra intercalada de varias hileras, de tres a cinco, de cada cultivo y la distancia entre cultivo mayor a 15 cm. Por otro lado, la lámina de reposición de agua de 40 % afectó notablemente a ambos cultivos en todas las variables estudiadas, y la de 60 % a algunas variables, lo que indica que las plantas estuvieron en estrés hídrico excesivo en dichos niveles.

Este trabajo constituye un aporte para los cultivos de cilantro y cebollín en Venezuela, en virtud de que es escaso este tipo de información, a la vez que sienta bases para posteriores investigaciones.

CONCLUSIONES

La lámina de reposición de agua y la asociación de cultivos generaron una reducción del crecimiento del cilantro en términos de número de hojas. La lámina de reposición de agua de 80 a 100 % o el monocultivo produjeron un aumento en la cantidad de hojas por planta.

El cilantro en monocultivo tratado con la lámina de 100 % (497,5 mm) fue el mejor tratamiento, permitió mayor altura del manojito y rendimiento.

El cebollín, asociado con cilantro, regado con

una lámina de reposición de agua igual o mayor del 80 % favoreció el desarrollo y el rendimiento de esta hortaliza.

LITERATURA CITADA

1. Acosta, L., M. Martínez, Y. Moreno y A. Higuera. 1993. Efecto de la suplementación con fertilizante sobre el rendimiento del cebollín (*Allium fistulosum* L.) cultivado sobre barbacoas. Revista de la Facultad Agronomía (LUZ) 10:117-125.
2. Altieri, A.M. 2001. Agroecológica. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad Editores. Uruguay. 332 p.
3. Carrera, A., R. Gil y J. Fariñas. 2009. Evaluación agronómica de siete clones de cebollín (*Allium fistulosum* L.) durante tres ciclos de cultivo en el municipio Caripe, estado Monagas, Venezuela. Revista UDO Agrícola 9(3): 491-498.
4. Duarte, C., E. Zamora y C. León. 2012. Efecto del coeficiente de estrés hídrico sobre los rendimientos del cultivo de cebolla. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 21(4): 101-110.
5. Estrada, W., E. Lescay, A. Álvarez y Y. Maceo. 2015. Niveles de humedad en el suelo en la producción de bulbos de cebolla. Agronomía Mesoamericana 26(1):111-117.
6. FEDEAGRO. 2018. Estadísticas Agropecuarias. Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios. <https://fedegro.org/estadisticas-agricolas/produccion-agropecuaria> (consulta del 19/12/2018).
7. Hassan, F. y E. Ali. 2014. Impact of different water regimes based on class-A pan on growth, yield and oil content of *Coriandrum sativum* L. plant. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 13: 155-161.
8. Hesami, S., E. Nabizadeh, A. Rahimi y A. Rokhzadi. 2012. Effects of salicylic acid levels and irrigation intervals on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*) in field conditions. Environmental and Experimental Biology 10: 113-116.
9. Jiménez, I., M. Ramírez, B. Petit, C. Colmenares e I. Parra. 2017. Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y estiércol de bovino en el crecimiento inicial y pigmentación en *Capsicum frutescens* L. Bioagro 29(2): 137-144.
10. Kumar, A., R. Singh y R.K. Chhillar. 2008. Influence of omitting irrigation and nitrogen levels on growth, yield and water use efficiency of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Acta Agronomica Hungarica 56(1): 69-74.
11. Kumar, S., M. Imtiyaz y A. Kumar. 2007. Effect of differential soil moisture and nutrient regimes on postharvest attributes of onion (*Allium cepa* L.). Scientia Horticulturae 112: 121-129.
12. Ramírez, M., Z. Rodríguez, M. Monsalve, S. Bárcenas y C. Castro. 2014. Tamaño del bulbillo y concentración de ácido naftalenacético en cebollín (*Allium fistulosum* L.). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 30(Supl. 1): 260-269.
13. Sánchez, B. 2009. Bases para el manejo de aguas en zonas infradotadas. Relación agua-suelo-planta. AECID. Mundo Prensa. Madrid. pp. 43-63.
14. Shanu, I., P. Naruka, P. Singh, R. Shaktawat y K. Verma. 2013. Effect of seed treatment and foliar spray of thiourea on growth, yield and quality of coriander (*Coriandrum sativum* L.) under different irrigation levels. International J. Seed Spices 3(1): 20-25.
15. Taiz, L. y E. Zeiger. 2010. Plant Physiology. Sinauer. Sunderland, MA, USA.