EFFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL EN ALBAHACA CULTIVADA EN NFT¹

EFFECT OF THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF THE NUTRIENT SOLUTION ON YIELD AND ESSENTIAL OIL IN BASIL GROWN BY NFT

Gilda Carrasco²; Patricia Ramírez³; Hermine Vogel⁴

RESUMEN

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una planta aromática ampliamente usada para condimentar diversos platos. La falta de esta hierba fresca en los mercados durante la época de invierno y la necesidad de contar con plantas libres de contaminación microbiana impulsaron el presente estudio. Para ello se evaluó el efecto de diferentes conductividades eléctricas de la solución nutritiva en plantas cultivadas en el sistema hidropónico Nutrient Film Technique (NFT) en invernadero no calefaccionado entre los meses de octubre a enero en Talca, Chile. Las plantas se cultivaron en un diseño experimental con bloques completos al azar en soluciones nutritivas con conductividades eléctricas (CE) crecientes de 1,5, 3,0 y 4,5 dS/m. Las plantas de albahaca presentaron un comportamiento favorable en las variables materia fresca total, materia fresca radical y rendimiento de aceite esencial al ser tratadas con la solución nutritiva de CE 1,5 dS/m, mientras que la concentración de aceite esencial no varió con los diferentes tratamientos. Los valores medios obtenidos para la materia fresca fluctuaron entre 110,33 g/planta (1,5 dS/m) y de 78,62 g/planta (CE de 4,5 dS/m). La materia fresca radical alcanzó un valor máximo de 29,13 g/planta (CE de 1,5 dS/m). Asimismo, el tratamiento de 1,5 dS/m obtuvo el doble de rendimiento de aceite esencial que el tratamiento 4,5 dS/m con 0,4 ml/m².

Palabras clave: Cultivo sin suelo, hidroponía, solución nutritiva, *Ocimum basilicum*.

ABSTRACT

Basil (Ocimum basilicum) is an aromatic plant commonly used for seasoning. The effect of different solutions in Nutrient Film Technique (NFT) was studied to avoid microbial contamination and to offer basil from culture in a cold greenhouse during the winter months. Different electrical conductivities of nutrient solutions were applied between October and January in Talca, Chile. The treatments consisted of incremental electrical conductivities (EC) of the nutrient solutions with 1.5, 3.0 and 4.5 dS/m in a randomized block design with three replicates. Basil plants grown at 1.5 dS/m of nutrient solution showed a higher total fresh matter (110.33 g/plant), root fresh matter (29.13 g/plant) and essential oil yield (0.4 ml/m²), whereas the essential oil concentration was similar for all treatments.

Key words: Soilless culture, nutrient solution, *Ocimum basilicum*.

INTRODUCCIÓN

La albahaca (*Ocimum basilicum*) es una planta cuyas hojas aromáticas se usan como condimento, ornamental y cosmético. Para producir la especie

durante los meses invernales y para ofrecer plantas de alta calidad, libres de contaminación microbiana y con altos contenidos de aceite esencial (Cáceres, 1996), se estudió su cultivo en el sistema hidropónico de flujo recirculante NFT (Carrasco,

¹ Trabajo cofinanciado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.

² Departamento de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, gcarrasc@utalca.cl

³ palejandrar@hotmail.com

⁴ Departamento de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, hvogel@utalca.cl

1994). Esta técnica de cultivo hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva que pasa a través de las raíces del cultivo, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado (Carrasco e Izquierdo, 1996; Resh, 1987). La solución nutritiva entrega todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta y satisface los requerimientos fisiológicos de crecimiento. Contiene los macro y micronutrientes esenciales que son requeridos por las plantas, los cuales deben estar disponibles para ser absorbidos por éstas (Cooper, 1996). Para un uso óptimo de la solución es necesario controlar factores como pH y CE (Cooper, 1979). La CE es un estimador de la concentración total de sales y debe ser mantenida a lo largo del cultivo. No entrega información de cada uno de los elementos, por esta razón es importante la adición de concentraciones de fertilizantes que puedan absorber los cultivos, después de cada medición de conductividad eléctrica (Graves, 1983). El rango de conductividad eléctrica requerido para un adecuado crecimiento del cultivo se encuentra entre 1,5 a 3,0 dS/m, dependiendo de la especie y de la CE del agua con que es preparada la solución (Carrasco e Izquierdo, 1996).

En cultivo tradicional al aire libre se han obtenido rendimientos de materia fresca entre 10.000 y 15.000 kg/ha y el rendimiento de aceite esencial en las hojas de 2,4 a 3,0 kg/ha (Gill and Randhawa, 1996; Hayr and Waterman, 1996; Muñoz, 1987).

Como hipótesis de este estudio se planteó que diferentes CE de la solución nutritiva afectarían el rendimiento aéreo y radical de las plantas de albahaca, así como también la concentración de aceite esencial en las hojas y con ello la calidad aromática. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de distintas CE de la solución nutritiva sobre el rendimiento y concentración de aceites esenciales de albahaca cultivada en sistema NFT en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Panguilemo de la Universidad de Talca, Talca, Chile (35°26'LS; 71°41'W, 90 m.s.n.m.) entre los meses de octubre y enero. El clima de esta localidad corresponde a tipo mediterráneo, con un período estival seco de seis meses.

El sistema NFT se construyó sobre un mesón de madera cubierto de polietileno negro, formando un total de 11 canaletas de 8 metros cada una, cubiertas con planchas de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, sobre las cuales se abrieron orificios de 2 centímetros de diámetro para localizar y sostener las plantas. La solución nutritiva Wye (Varley y Burrage, 1981) fue impulsada por medio de bombas ubicadas cada una en cada canaleta, constituyendo un flujo laminar hasta llegar a la parte inferior, en donde caía la solución por medio de un sistema de desagüe formado por un embudo de plástico unido por una manguera plástica a su respectivo estanque acumulador (20 litros de capacidad). El pH de la solución se mantuvo en un rango constante entre 5,5 a 6,5. Para corregir el pH, después de reponer la solución nutritiva, se utilizó una solución ácida compuesta por ácido nítrico y ácido fosfórico al 5%, la que fue aplicada en caso de que el valor del pH fuera mayor al requerido. Para corregir la conductividad eléctrica de la solución nutritiva se utilizó la misma solución nutritiva; si el valor era menor al requerido, se aplicaban iguales alícuotas tanto de la solución A como de la B. Luego se volvía a medir la conductividad eléctrica hasta llegar al valor adecuado. En los casos en que la CE sobrepasó el valor requerido se agregó agua. Los tratamientos fueron evaluados en base a diferentes valores de conductividad eléctrica: 1,5; 3 y 4,5 dS/m (Kazakidou and Burrage, 1994). El experimento se realizó utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar, con 3 repeticiones por tratamiento. La germinación de las semillas de albahaca fue realizada en una cámara de germinación a una temperatura de 25 °C por un período de 72 horas. La siembra del almácigo se realizó en cubos de poliuretano de baja densidad (12 kg/m³). Estos cubos (9 cm³) fueron ubicados en bandejas plásticas dentro de un túnel de polietileno al interior del invernadero, fueron regados sólo con agua en forma diaria y uniforme hasta obtener la primera hoja verdadera. Luego de este estado se comenzó a aplicar la solución nutritiva en dosis baja, para luego continuar con la dosis media hasta el momento del trasplante. La cosecha de las plantas se realizó en forma manual durante las primeras horas de la mañana (7:30 a 10:00 a.m.) con el fin de evitar la volatilización del aceite esencial de la planta. Se destilaron las hojas frescas mediante el método de arrastre de vapor de agua, en un equipo de extracción continua durante treinta minutos. El

contenido de aceite esencial se midió directo en una bureta graduada. Se evaluó la materia fresca aérea total de la planta (Denys and James, 1990), materia fresca del sistema radical y el número total de hojas de la planta. La variable de altura de la planta fue medida al momento de la cosecha desde el punto de inserción de la planta en la espuma de soporte hasta el punto más alto y fue expresada en centímetro por planta. La materia fresca de tallos se obtuvo pesando todos los tallos de la planta sin hojas. La materia fresca radical se obtuvo pesando todo el sistema radical de la planta, eliminando el exceso de solución nutritiva por medio de papel secante. Los datos se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias, utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), con un nivel de significancia de un 5%. Para ello se empleó el programa estadístico Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La materia fresca total aérea alcanzó valores entre 78,62 y 110,33 g por planta (Tabla 1). Las plantas tratadas con una CE 1,5 dS/m en solución nutritiva obtuvieron el mayor rendimiento en materia fresca aérea comparado con las cultivadas con CE en solución nutritiva de 3,0 y 4,5 dS/m, no existiendo diferencia estadística en ambos. Estos valores son similares a los obtenidos en estudios de cultivo al aire libre en Chile (FIA, 2003) con rendimientos entre 70 y 107 g/planta, confirmándose así la posibilidad de obtener buenos rendimientos también en invernadero con sistema NFT. Sin embargo, Muñoz (1987) informa sobre rendimientos de albahaca fresca en España entre 125 y 250 g/planta, dependiendo de la densidad de plantación y el cultivar.

En las otras variables evaluadas para el sistema aéreo no se encontraron diferencias entre los diferentes tratamientos (Tabla 1). Los valores medios de materia fresca radical de albahaca fluctuaron entre 17,88 y 29,13 g por planta, alcanzando el mayor valor las plantas tratadas con una CE en solución nutritiva de 1,5 dS/m, no existiendo diferencia significativa entre las plantas tratadas con una CE 3,0 y 4,5 dS/m. El rango de conductividad eléctrica de la solución nutritiva usualmente requerido para un adecuado crecimiento del cultivo se encuentra entre una CE de 1,5 a 3,0 dS/m. En lechuga, por ejemplo, la conductividad eléctrica de la solución nutritiva no debería superar los 1,5 dS/m. Al sobrepasar los 3,0 dS/m la absorción de agua, y por ende la de nutrientes, disminuye afectando así el crecimiento del cultivo debido a una mayor concentración de elementos minerales disueltos en la solución nutritiva. Para el cultivo de la albahaca (*Ocimum basilicum*) en NFT Carrasco e Izquierdo (1996) recomiendan una solución nutritiva con una conductividad eléctrica entre 1,5 a 2,0, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

El rendimiento promedio de aceite esencial de albahaca cultivada con diferentes CE de solución nutritiva fluctuó entre 0,2 y 0,4 ml/m² (Tabla 2). Al comparar estos valores con rendimientos que se obtienen en un cultivo al aire libre se observa que los valores son similares a los informados por Muñoz (1987) para cultivos en España y por Dachler y Pelzmann (1989) para cultivos en Austria. Las plantas tratadas con una conductividad eléctrica de 1,5 dS/m obtuvieron el doble de rendimiento de aceite esencial que plantas cultivadas en 4,5 dS/m.

La concentración de aceite esencial en las hojas de albahaca varía entre 0,24 y 0,35 ml/100 g de materia seca, no presentando diferencias significativas

Tabla 1

Efecto de diferentes CE de solución nutritiva en sistema NFT sobre variables de rendimiento en albahaca

CE dS/m	Materia fresca (MF) g/planta	N° hojas N°/planta	Altura cm	N° de tallos N°/planta	MF tallos g/planta	MF radical g/planta
1,5	110,33 a	165,6 a	38,63 a	17,63 a	47,42 a	29,13 a
3,0	87,66 b	127,6 a	38,86 a	15,43 a	34,74 a	20,79 b
4,5	78,62 b	116,9 a	34,30 a	15,93 a	31,51 a	17,88 b
P	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**

** = $P \leq 0,01$; n.s. = no significativo.

Tabla 2
Concentración y rendimiento de aceite esencial de albahaca cultivada con diferentes CE de solución nutritiva en sistema NFT

CE	Rendimiento de Aceite Esencial	Concentración Aceite Esencial
dS/m	ml/m ²	ml/100g materia fresca
1,5	0,40 a	0,35 a
3,0	0,27 ab	0,29 a
4,5	0,20 b	0,24 a
P	**	*

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$; n.s. no significativo.

entre los tratamientos (Tabla 2). La mayor cantidad de aceite esencial en las plantas tratadas con una CE de 1,5 dS/m se debe principalmente a la mayor producción de biomasa en este tratamiento y no a la concentración de aceite esencial en los tejidos. Las plantas del ensayo no alcanzaron en ningún tratamiento las concentraciones de aceite esencial informadas en la literatura para plantas cultivadas al aire libre, donde se informa de una fluctuación entre 0,5 y 2,5% en hojas y tallo, dependiendo de la procedencia del material vegetal (Gupta, 1996; FIA,

2003). Entonces, las plantas producidas en el sistema NFT bajo invernadero no serían tan aromáticas como las producidas por el sistema tradicional, ni siquiera en la época de mayor luminosidad.

El aumento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva no tiene efecto positivo en las variables medidas en albahaca al no observarse una mayor producción de materia fresca. Por lo tanto, esta especie puede ser cultivada bajo un régimen de CE de 1,5 dS/m al disponer de una calidad de agua similar a la utilizada en este estudio. Este bajo consumo de solución nutritiva concentrada significa un mayor rendimiento económico y menor costo.

CONCLUSIÓN

Para el cultivo de albahaca en el sistema NFT bajo las condiciones de este estudio se recomienda utilizar una solución nutritiva de 1,5 dS/m, lo que permitiría lograr un alto rendimiento de materia fresca aérea y de aceite esencial, similar a un cultivo tradicional al aire libre. Sin embargo, la concentración de aceite esencial en estas plantas es menor y no varía significativamente al aumentar la conductividad eléctrica de la solución nutritiva hasta 4,5 dS/m.

LITERATURA CITADA

- CÁCERES, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Universidad de San Carlos, Guatemala, Editorial Universitaria. pp. 67-68.
- CARRASCO, G.; IZQUIERDO, J. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). Universidad de Talca (ed.). Talca. pp. 56-90.
- CARRASCO, G. 2004. Capítulo 13: Sistema NFT: requerimientos y usos. En: Tratado de cultivo Sin suelo. Editorial Mundi-Prensa. pp. 541-554.
- COOPER, A. 1979. The ABC of NFT. Casper Publications. Australia. pp. 35.
- DACHLER, M.; PELZMANN, H. 1989. Heil- und Gewürzpflanzen-Anbau, Ernte, Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Graz, 96-98.
- DENYS, J.; JAMES, E. 1990. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. Journal Amer Hort. Soc. Hort. Sci. 115(3): 458-462 pp.
- FIA. 2003. Plantas medicinales y aromáticas evaluadas en Chile; Resultados de Proyectos impulsados por FIA. Gobierno de Chile, Fundación para la Innovación Agraria, 41-51.
- GILL, B.; RANDHAWA, G. 1996. Effect of different transplanting dates and harvesting stages on the quality of French basil oil. Journal of Herbs, Spices and Medicinal plants, Vol. 4(3) 1996; 35-42.
- GRAVES, C. 1983. The nutrient Film Technique. Horticultural Reviews. Vol. 5, pp. 43.
- GUPTA, S.C. 1996. Variation in herbage yield, oil yield and major component of various *Ocimum* species/varieties (Chemotypes) harvested at different stages of maturity. Journal Essent oil Res, 8(3): 275-279.
- HAYR Y WATERMAN, P. 1993. Volatile oil crops. Editorial Longman scientific y technical, 1993, UK. 1-4, 5-22, 23 pp.
- KAZAKIDOU, D.; BURRAGE, S. 1994. The production of African Marigold (*Tagetes erecta* L.) by the nutrient film technique. The influence conductivity on growth and carotenoid levels. Acta Horticulturae 361: 332-333.
- LEMBERKOVICS, E. 1993. Formation of Essential Oil and Phenolic Compounds During the Vegetation Period in *Ocimum basilicum*. Abstracts 41st Annual Congress on medicinal plant research, Sept 1993: 130 p.
- MUÑOZ, F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 85-87.
- RESH, H. 1987. Cultivos Hidropónicos. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. pp. 109.
- VARLEY, J.; BURRAGE, S. 1981. New solution for lettuce. Grower 95(15): 19-25.