

Evaluation of different practices in the production of basil seedlings (*Ocimum basilicum* L.)

Evaluación de diferentes prácticas en la producción de plantines de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Barbaro, L. A.^{1*} y Balsamo, M.¹

¹ EEA Cerro Azul – INTA, Ruta Nacional 14. Km. 836 (3313), Cerro Azul, Misiones, Argentina.

*Autor para correspondencia: barbaro.lorena@inta.gob.ar

Recibido: 09/02/2022

Aceptado: 12/04/2022

ABSTRACT

Barbaro, L. A. y Balsamo, M. (2022). Evaluation of different practices in the production of basil seedlings (*Ocimum basilicum* L.). Horticultura Argentina 41 (105): 7-19. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/xwxbrsc8i>

One of the ways to grow basil (*Ocimum basilicum* L.) is in soil by transplanting, but there is little information on the production of seedlings. Therefore, the objective of this work was to evaluate the production of potted basil seedlings under a greenhouse with different substrates (pine bark compost and commercial substrate), irrigation systems (sub-irrigation and sprinkler) and fertilization doses (high: 300N-87P-249K, medium: 150N-44P-125K and low: 75N-22P-62K). A trial of 12 treatments (2x2x3) and 20 repetitions was performed. Electrical conductivity (EC), pH and physical variables were measured for each substrate. At the end of the test, the dry mass (DM) of the stem, leaves, radical and aerial parts was measured. The commercial

substrate had higher water retention capacity and less aeration than pine bark compost. The pH of both substrates was within the appropriate range and the E.C. at the maximum limit. At the end of the trial, in the treatments with sprinkler irrigation, the pH decreased and the EC increased. The seedlings obtained in the commercial substrate with low and medium doses had the highest DM of leaves and, together with those developed in the pine bark compost with low dose, they had the highest stem and root DM. Using sub-irrigation, the seedlings developed with commercial substrate (with the three doses) and with the lowest dose of pine bark compost presented the highest DM of leaves and roots. In conclusion, the seedlings produced by sub-irrigation systems in commercial substrate and with the three doses of fertilization, achieved the greatest development.

Keywords: substrate, sub-irrigation, sprinkler irrigation, fertilization, potted plant.

RESUMEN

Barbaro, L. A. y Balsamo, M. (2022). Evaluación de diferentes prácticas en la producción de plantines de albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Horticultura Argentina* 41 (105): 7-19. <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/xwxbrsc8i>

Una de las formas de cultivar albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es en suelo mediante trasplante, pero hay poca información sobre la producción de plantines. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la obtención de plantines de albahaca en maceta bajo invernadero con diferentes sustratos (compost corteza de pino y sustrato comercial), sistemas de riego (subirrigación y aspersión) y dosis de fertilización (alta: 300N-87P-249K; media: 150N-44P-125K y baja: 75N-22P-62K). Se conformó un ensayo de 12 tratamientos (2x2x3) y 20 repeticiones. De cada sustrato se midió la conductividad eléctrica (CE), el pH y las variables físicas. Al finalizar el ensayo se cuantificó la masa seca (MS) del tallo, hojas, y raíces. El sustrato comercial

tuvo mayor capacidad de retención de agua y menor aireación que el compost de corteza de pino. El pH de ambos sustratos estuvo dentro del rango adecuado y la CE en el límite máximo. Al finalizar el ensayo, en los tratamientos con riego por aspersión el pH disminuyó y la CE aumentó. Los plantines obtenidos en el sustrato comercial con dosis baja y media de fertilización tuvieron mayor MS de hojas y, junto con los desarrollados en el compost de corteza de pino con dosis baja, tuvieron mayor MS del tallo y de la parte radical. Los plantines subirrigados desarrollados con sustrato comercial con las tres dosis de fertilización y con compost de corteza de pino con la dosis baja tuvieron mayor MS de hojas y de biomasa radical. En conclusión, los plantines producidos con subirrigación en sustrato comercial y con las tres dosis de fertilización lograron mayor desarrollo.

Palabras claves: sustrato, subirrigación, riego por aspersión, fertilización, planta en maceta.

1. Introducción

Las plantas medicinales están dotadas de principios activos farmacológicos que pueden ser empleados con fines preventivos y terapéuticos, y las plantas aromáticas tienen un contenido sobresaliente de compuestos volátiles, muchos de los cuales forman parte de los aceites esenciales, y que son valoradas por sus aromas y sabores característicos (Jamshidi Kia *et al.*, 2018; Rehman, *et al.*, 2016). No todas las especies medicinales son aromáticas, y entre las especies que poseen las dos condiciones se encuentra la albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

La albahaca es una planta anual perteneciente a la Familia *Lamiaceae*, utilizada no solo como hierba culinaria para dar sabor, sino también por sus cualidades medicinales antisépticas, antiespasmódicas, digestivas, antioxidantes y antimicrobianas (Aye *et al.*, 2019). Además, su aceite esencial contiene cineol, metilchavicol, linalol, eugenol y timol, los cuales son de amplia aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica, cosmética y de perfumería (Benavides *et al.*, 2018). Asimismo, es una especie consumida mundialmente. En Argentina se cultiva en el cinturón verde de las principales ciudades y en mayor escala en provincia de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba (Burgos *et al.*, 2016).

La albahaca en general se cultiva en suelos con pH entre 4,3 a 8,2, temperaturas entre 24 a 30°C durante el día y 16 a 20°C durante la noche. La siembra se puede realizar directamente a campo o por trasplante (Kintzios & Makri, 2007). Según Burgos *et al.* (2016), la siembra directa a campo se recomienda cuando su comercialización será en forma deshidratada. Pero para el consumo en fresco es conveniente mediante plantines y bajo invernadero, ya que se logra una mayor uniformidad, vigor y sanidad del cultivo. Además, esta última alternativa es beneficiosa en época invernal, debido a que es un cultivo primavera-verano, sensible a las heladas. Por lo cual, se requiere de un sistema forzado como acolchado plástico; túneles o invernaderos durante una parte o todo el ciclo de crecimiento (Paunero, 2015).

Si bien hay investigaciones en Argentina con respecto al cultivo de albahaca en suelo bajo cubierta, como por ejemplo, ensayos donde se logró confirmar la factibilidad del cultivo durante el invierno bajo invernadero sin calefacción con rendimientos competitivos en San Pedro, Buenos Aires (Paunero, 2018) y ensayos en la provincia de Corrientes, donde se determinó que el uso de un bioestimulante favoreció la formación de hojas pero sin diferencias en el peso del tallo (Burgos *et al.*, 2016), no hay suficiente información sobre el manejo o alternativas de producción de plantines de albahaca en maceta.

El manejo agronómico de una producción en maceta difiere según el sistema empleado, que está conformado por el tipo de maceta (altura, volumen y forma), tipo de riego y calidad del agua de riego, forma de fertilización, tipo de fertilizante, sustrato, etc. En relación con el sustrato, se destaca que las propiedades físicas y químicas adecuadas dependerán también del sistema elegido (Barbaro *et al.*, 2019). Algunas experiencias en Argentina demuestran que para la producción de plantines de albahaca en macetas de 1,5 litros fueron adecuados sustratos formulados con pinocha, ceniza volcánica y compost (Ridiero *et al.*, 2021); otros autores utilizaron sustratos a base de lombricompostos en mezcla con perlita y lograron plantines aptos para su comercialización (Ayastuy *et al.*, 2015). En cuanto al tipo de riego, el sistema por aspersión y goteo son muy empleados, pero otra alternativa es el sistema de subirrigación que ofrece una serie de ventajas como: menor requerimiento de nutrientes y agua, proporciona nutrientes de una manera uniforme, evita la humectación foliar (prevención de enfermedades), uniformidad de riego, menor compactación del sustrato y cultivos más uniformes (García Santiago *et al.*, 2015; Montesano *et al.*, 2010).

Por otra parte, en Misiones el sector hortícola produce más de 37 especies, incluida la albahaca para consumo en fresco. Los principales puntos de venta son los mercados zonales, mercados concentradores, ferias barriales y ferias francas que se encuentran en las diferentes localidades (Bakos & Lamas, 2021). La albahaca fresca se comercializa mediante manojo de ramas o plantas enteras. En este último caso, pueden provenir de sistemas hidropónicos o de macetas. Estos plantines se venden tanto para su trasplante como para su consumo en fresco.

En base a lo mencionado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo de plantines de albahaca bajo invernadero, en macetas sopladas N°10 con diferentes sustratos, dosis de fertilización y sistemas de riego (subirrigación y aspersión) durante el mes de octubre en la provincia de Misiones.

2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un invernadero de la Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul, Misiones (EEA CA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina (27° 39' 23,5" S; 55° 26' 13,8" O). Se instaló el 25/10/2021 y finalizó el 9/11/2021.

Estuvo conformado por 12 tratamientos (2x2x3): dos condiciones de riego (subirrigación y aspersión), dos sustratos (compost corteza pino y sustrato comercial) y tres dosis de fertilización (alta, media y baja). Cada tratamiento tuvo 20 repeticiones y la unidad

experimental fue una planta. El diseño experimental fue completamente aleatorizado. Se aclara que en los tratamientos con riego por subirrigación las macetas estaban ubicadas al azar, pero en una misma batea según la dosis de fertilización.

2.1. Sistemas de riego:

1) Subirrigación: las macetas se colocaron en una bandeja plástica con la solución nutritiva hasta 2 cm de altura, sobre una mesada. 2) Riego por aspersión: las macetas se colocaron directamente sobre una mesada con sistema de riego por aspersión. El riego fue automático y se suministró a las 9, 11, 14 y 16 horas. En días nublados y/o lluviosos, los riegos se proporcionaron a las 9 y 16 horas. Cada riego duró 5 minutos, y cada microaspersor tuvo un caudal de 35 l/h. Se colocaron 3 microaspersores cada 1m lineal, a 1,35 m de altura desde la superficie de la mesada donde se encontraba el ensayo. Para el agua de riego utilizada se registró un pH 7,64 y conductividad eléctrica (CE) de 0,08 dS.m⁻¹

2.2. Plantines de semillero (plántulas):

Se obtuvieron previamente en el invernadero de la EEA CA. Las semillas de albahaca (*Ocimum basilicum* L. cv. genovesa) fueron suministradas por Prohuerta campaña 2021-2022, conocidas como cultivar de hoja ancha. Se produjeron en bandejas alveoladas de 128 celdas de aprox. 24 cm³ cada una, bajo riego por aspersión y se fertilizaron semanalmente con fertilizante soluble Hakaphos® verde con una dosis de 0,5 g.l⁻¹ de agua. Los plantines obtenidos tuvieron, en promedio, 0,10 g de masa seca aérea y 0,01 g de masa seca radical, con 2 a 3 hojas verdaderas. Se trasplantó un plantín por maceta.

2.3. Macetas:

Fueron sopladas N°10, con 10 cm de diámetro y 9,5 cm de altura (volumen: 325 cm³). Las macetas de los tratamientos con riego por aspersión se colocaron directamente sobre una mesada, y las macetas de los tratamientos por subirrigación se ubicaron en bateas plásticas negras de 54,5 cm x 28 cm x 5 cm (que contenían la solución fertilizante correspondiente) sobre una mesada.

2.4. Sustratos:

Se utilizaron compost de corteza de pino (C. C. pino) y sustrato comercial (S. comercial) formulado con turba de *Sphagnum*, fibra de coco y perlita (Cocomix, Carluccio®), ambos con fertilización de arranque (Starters). Los análisis de cada sustrato fueron realizados en el laboratorio de sustratos de la EEA CA por triplicado y los métodos fueron los siguientes para cada variable: densidad aparente, se determinó mediante el método de Hofmann (Fermino, 2003); espacio poroso total (EPT), capacidad de retención de agua (CRA) y porosidad de aireación (PA), empleando el método de De Boodt mediante los lechos de arena (De Boodt *et al.*, 1974); granulometría, mediante una tamizadora vibratoria con tamices de 4,76; 3,35; 2,0; 1,0 y 0,59 mm, durante 10 minutos en forma intermitente (Ansorena Miner, 1994). En el caso de la granulometría, los resultados se expresaron en porcentaje de tamaño de partículas > 3,35mm, entre 3,35 a 1 mm y < 1mm. La conductividad eléctrica (CE) y el pH se analizaron en una relación 1 + 5 vol/vol de sustrato/agua, en un frasco de 250 ml se colocaron 150 ml de agua destilada y se llevó a 180 ml con el agregado de sustrato. Se agitó durante 10 minutos y se dejó reposar 15 minutos, luego se realizaron las mediciones en la solución con un conductímetro (Hanna®) y un medidor de pH (Oakion®) (Barbaro *et al.*, 2019).

2.5. Fertilización:

Se utilizó el fertilizante soluble Hakaphos® verde (15% N-10% P₂O₅-15% K₂O-2% MgO-12% SO₃ mas trazas de boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc). Del N total, 4 %

correspondió a nitrógeno nítrico y 11 % a nitrógeno amoniacal. En los tratamientos con riego por subirrigación se cargó cada batea con la solución (agua + fertilizante) preparada con 2 g.l⁻¹ (300N - 87P - 249K) para la dosis alta: 1 g.l⁻¹ (150N - 44P - 125K) para la dosis media y 0,5 g.l⁻¹ (75N - 22P - 62K) para la dosis baja. El nivel de la solución de cada batea se mantuvo a 2 cm de altura (40% de la altura de la batea y 21% de la altura de la maceta). Cuando la solución disminuía 1 cm, ésta se renovaba en su totalidad. En los tratamientos con riego por aspersión, dos veces por semana, se incorporaba 100 ml por maceta de una solución madre correspondiente a cada dosis de fertilizante (alta, media y baja). Estas soluciones fueron preparadas para que en los 100 ml se obtenga la misma relación de N-P-K que en el sistema por subirrigación.

2.6. Mediciones:

Se realizaron análisis físicos, de pH y CE de cada sustrato. Al finalizar el ensayo, se midió el pH y la CE del sustrato de cada tratamiento y la masa seca (MS) del tallo, hojas, radical y aérea (MSA) de cada planta (secado en estufa a 60 °C hasta peso constante).

2.7. Análisis estadísticos:

Los datos obtenidos en el ensayo se sometieron a análisis de varianza y Test de Tukey (P < 0,05) para comparación de medias. Por otro lado, los valores de pH y CE iniciales y finales de cada tratamiento fueron comparados utilizando T Student (P < 0,05). El software estadístico utilizado fue el programa InfoStat versión 2009 (Di Rienzo *et al.*, 2009).

3. Resultados y discusión

3.1 Sustratos:

Ambos sustratos pueden calificarse como livianos ya que la densidad aparente (Tabla 1) no superó el límite recomendado de 400 kg.m⁻³ (Abad *et al.*, 2001). Los sustratos de baja densidad facilitan las labores de mezclado, cargado en los contenedores y traslado.

El espacio poroso total (EPT) (Tabla 1) de un sustrato debe ser de al menos 85% (Abad *et al.*, 2001) y ambos sustratos tuvieron valores superiores. Pero además de conocer el EPT, es interesante saber cómo está conformado, es decir, cual es el espacio ocupado por aire y agua. En este caso, el S. comercial tuvo 17% más de CRA y 12% menos de PA que el C. C. pino. Considerando que los valores óptimos de porcentaje de CRA son entre 55 y 70%, y para la PA son entre 20 a 30% (Abad *et al.*, 2001), el C. C. pino obtuvo una CRA por debajo del rango y una PA superior al rango recomendado. En cambio, el S. comercial tuvo ambas variables dentro del rango adecuado. Pero, hay que tener en cuenta que estos rangos de referencia ayudan a conocer o caracterizar las propiedades de un componente o sustrato, y que no son estrictos ya que las variables mencionadas deberían ser ajustadas de acuerdo a la necesidad de aireación o requerimiento hídrico para cada especie a cultivar, el sistema de riego, el tamaño del recipiente empleado, entre otros factores (Barbaro *et al.*, 2019).

La CRA y la PA guardan estrecha relación con el tamaño de las partículas, debido a que partículas mayores a 1 mm dan lugar a poros grandes aportando aireación y las menores a 1 mm conforman poros medianos a pequeños proporcionando retención de agua. En este sentido, se observó que el S. comercial tenía mayor porcentaje de partículas < 1,0 mm y el C. C. pino mayor porcentaje de partículas > 1mm (Tabla 1).

El pH (Tabla 1) de ambos sustratos se encontró dentro del rango adecuado para la mayoría de las especies, es decir, entre 5,5 y 6,3 (Abad *et al.*, 2001; Barbaro *et al.*, 2018). Fuera del rango mencionado pueden ocurrir problemas relacionados con exceso y/o deficiencia de micronutrientes específicos (Ansorena Miner, 1994; Bures, 1997). Con respecto a la CE

(Tabla 1), los valores se encontraron en el límite para la metodología empleada: 1 dS.m^{-1} (1+5 v/v) (Barbaro *et al.*, 2014). Valores mayores podrían disminuir el desarrollo de las plantas debido a una serie de efectos como estrés hídrico, toxicidad iónica y desequilibrios nutricionales (Cordea & Borsai, 2021; Bernstein, 2019), por lo cual, se recomiendan valores menores al límite ya que facilitaría el manejo de las concentraciones de nutrientes minerales según los requerimientos del cultivo mediante la fertilización (Landis *et al.*, 2009).

Table 1: Properties of the substrates used: Pine bark compost (C.C. pino) and commercial substrate (S.C.). Misiones, Argentine, 2021.

Tabla 1: Propiedades de los sustratos utilizados: Compost de corteza de pino (C.C. pino) y sustrato comercial (S.C.). Misiones, Argentina, 2021.

Variable	Unidad	C.C.	S.C.
Densidad aparente	kg.m^{-3}	$197,2 \pm 0,0^*$	$118,0 \pm 0,0$
Humedad	% m/m	$59,0 \pm 1,0$	$52,9 \pm 0,4$
MO	% m/m	$80,1 \pm 0,4$	$78,5 \pm 0,8$
PA	% v/v	$39,1 \pm 0,8$	$27,0 \pm 0,5$
CRA	% v/v	$48,8 \pm 0,7$	$65,9 \pm 0,6$
EPT	% v/v	$87,9 \pm 0,1$	$92,9 \pm 0,0$
Porcentaje de tamaño de partículas	>3,35 mm	$11,5 \pm 0,3$	$7,3 \pm 0,1$
	3,35 -1,0 mm	$39,1 \pm 0,5$	$30,4 \pm 0,4$
	< 1,0 mm	$49,4 \pm 0,3$	$62,4 \pm 0,3$
pH		$5,9 \pm 0,1$	$5,7 \pm 0,0$
CE	dS.m^{-1}	$1,1 \pm 0,0$	$1,0 \pm 0,0$

CE: conductividad eléctrica, MO: materia orgánica, PA: porosidad de aireación, CRA: capacidad de retención de agua, EPT: espacio poroso total. *Se indican valores de las variables \pm desvío estándar.

CE: electrical conductivity, MO: organic matter, PA: aeration porosity, CRA: water retention capacity, EPT: total porous space. *Variable values \pm standard deviation are indicated.

Al finalizar el ensayo, el pH y la CE de cada sustrato se modificaron (Tabla 2). El valor de pH inicial y final en todos los tratamientos se diferenciaron estadísticamente. En los tratamientos con riego por aspersión con las tres dosis de fertilización el pH del S. comercial disminuyó levemente. Mientras que en el C. C. pino el pH final disminuyó de 0,66 a 1,38 unidades, quedando por debajo del rango adecuado (5,5 y 6,3). En los tratamientos con riego por subirrigación con las tres dosis de fertilización, el pH final del S. comercial aumentó levemente y el C. C. pino disminuyó, pero menos que con el riego por aspersión. Asimismo, excepto por el tratamiento con dosis baja de fertilización, cuyo valor de pH final se encontró cercano al límite inferior, los restantes se mantuvieron dentro del rango adecuado. Posiblemente la disminución del pH en la mayoría de los tratamientos se debió al efecto acidificante del fertilizante. Resultados similares obtuvieron Huang *et al.* (2020) quienes evaluaron plantines de albahaca y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en maceta con sustratos formulados con diferentes proporciones de biocarbón y vermicompost, cuyos valores de pH durante el ensayo fueron disminuyendo debido a la aplicación de un fertilizante soluble (20N-4,4P-16,6K Peters® Professional). Jeong *et al.* (2016) informaron que los fertilizantes pueden tener un efecto acidificante sobre el sustrato cuando se aplican en grandes cantidades ($>200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ N en cada riego) y destacan la importancia del monitoreo de la CE del sustrato como herramienta para regular la aplicación de fertilizantes según la demanda del cultivo.

Con respecto a la CE (Tabla 2), en los tratamientos con riego por aspersión hubo un incremento de la CE final, con diferencias estadísticas entre la CE inicial y final de las dosis baja y alta. En los tratamientos con dosis de fertilización baja y media el incremento final de la CE fue leve, pero con la dosis alta aumentó $0,40 \text{ dS.m}^{-1}$ en el C. C. pino y $0,58 \text{ dS.m}^{-1}$ en el S. comercial. Por otro lado, en los tratamientos de subirrigación con la dosis baja y media la CE final disminuyó en ambos sustratos, especialmente en el S. comercial cuyo valor inicial y final se diferenciaron estadísticamente. Los tratamientos con dosis alta tuvieron un leve aumento de la CE final. En general, la CE final se encontró en el límite o superó el valor máximo adecuado (1 dS.m^{-1}).

En base a lo expuesto, se observó que en el sistema por aspersión hubo un mayor incremento de la CE, en especial con la dosis alta de fertilización. Posiblemente este aumento fue debido a que en los últimos riegos los plantines tenían mayor cantidad de hojas, las cuales no permitieron que el agua de riego llegue hasta el sustrato y en consecuencia, las sales se concentraron. Por lo tanto, a partir de ese momento habría que cambiar el tipo de riego antes de que aparezcan o se acentúen los síntomas por desequilibrios nutricionales si se quiere continuar con la producción en maceta, realizar el trasplante a campo o vender. En este sentido, según Alcon Sirpa (2019) los plantines de 10 a 12 cm y 4 a 5 pares de hojas verdaderas son adecuados para trasplante, condiciones que los plantines cumplieran (Figura 1).

Table 2: Initial and final pH and electrical conductivity (EC) of each treatment. Misiones, Argentina, 2021.

Tabla 2: pH y conductividad eléctrica (CE) inicial y final de cada tratamiento. Misiones, Argentina, 2021.

Dosis de fertilización	Sistema	Sustrato	pH inicial	pH final	p-valor	CE (dS.m ⁻¹) inicial	CE (dS.m ⁻¹) final	p-valor
Baja	Aspersión	S. C.	5,73	5,52	0,0001*	1,03	1,20	0,0058*
		C. C.	5,94	4,56	0,0005*	1,11	1,30	0,004*
	Subirrigación	S. C.	5,73	6,08	0,0056*	1,03	0,33	<0,0001*
		C. C.	5,94	5,24	0,0021*	1,11	1,06	0,4149
Media	Aspersión	S. C.	5,73	5,46	<0,0001*	1,03	1,06	0,5467
		C. C.	5,94	4,87	<0,0001*	1,11	1,20	0,0554
	Subirrigación	S. C.	5,73	5,95	<0,0001*	1,03	0,58	0,0006*
		C. C.	5,94	5,67	0,0256*	1,11	1,04	0,211
Alta	Aspersión	S. C.	5,73	5,63	0,0026*	1,03	1,61	<0,0001*
		C. C.	5,94	5,28	0,0003*	1,11	1,51	0,0001*
	Subirrigación	S. C.	5,73	5,85	0,0008*	1,03	1,25	0,0017*
		C. C.	5,94	5,58	0,0186*	1,11	1,21	0,1397

S.C.: Sustrato comercial. C.C.: Compost de corteza de pino. *Diferencias significativas entre valores medios de pH y CE inicial y final de cada fila, para la prueba T Student ($P \leq 0,05$).

S.C.: Commercial substrate. C.C.: Pine bark compost. *Significant differences between mean initial and final pH and EC values of each row, for the Student's t-test ($P \leq 0.05$).

3.2 Plantines:

En el sistema de riego por aspersión (Figura 2) los plantines desarrollados en los tratamientos con S. comercial con dosis de fertilización baja y media, y el tratamiento con C. C. pino con dosis de fertilización baja, no se diferenciaron entre sí y tuvieron mayor MS del tallo y MS de

la raíz. Además, en los mismos tratamientos con S. comercial también lograron mayor MS de hojas, acompañados por el tratamiento con C. C. pino con dosis de fertilización media. Los plantines desarrollados en el tratamiento con C. C. pino con dosis alta de fertilización mostraron el menor valor de MS del tallo, MS de la raíz y MS de hojas con diferencias significativas con los restantes tratamientos ($P < 0,0001$).



Figure 1: Basil seedlings with 4 to 5 pairs of true leaves, developed in a sprinkler system with commercial substrate fertilized (from left to right) with low, medium and high doses. Misiones, Argentina, 2021.

Figura 1: Plantines de albahaca con 4 a 5 pares de hojas verdaderas, desarrollados en sistema por aspersión con sustrato comercial fertilizados (de izquierda a derecha) con la dosis baja, media y alta. Misiones, Argentina, 2021.

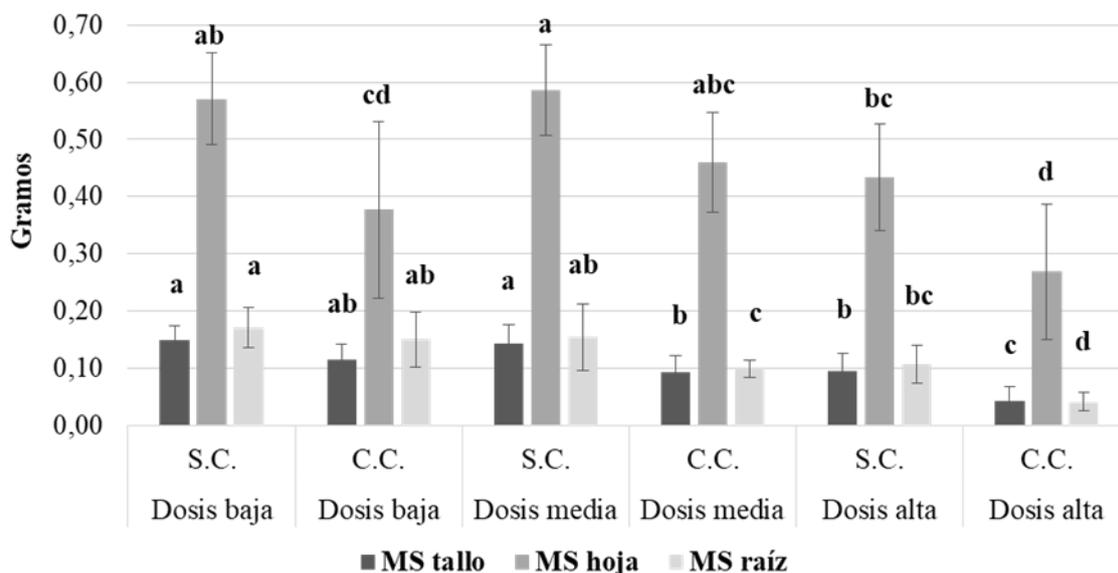


Figure 2: Average dry mass (DM) of the stem, leaves and root of the basil seedlings developed in the sprinkler irrigation system in different substrates and fertilization doses. S.C.: Commercial substrate. C.C.: Pine bark compost. Different letters between bars of the same colour indicate significant differences ($P \leq 0.05$) Tukey test. Vertical bars at each point indicate a 95% confidence interval. Misiones, Argentina, 2021.

Figura 2: Promedio de la masa seca (MS) del tallo, hojas y raíz de los plantines de albahaca desarrollados en el sistema de riego por aspersión en diferentes sustratos y dosis de

fertilización. S.C.: Sustrato comercial. C.C.: Compost de corteza de pino. Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) Test de Tukey. Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95 %. Misiones, Argentina, 2021.

Con respecto a los plantines desarrollados con subirrigación (Figura 3), en los tratamientos con S. comercial con las tres dosis de fertilización hubo mayor MS del tallo, los tratamientos con dosis media y alta se diferenciaron de los restantes tratamientos. Los tratamientos con S. comercial, más el tratamiento con C. C. pino con dosis de fertilización baja, lograron plantines con mayor MS de hojas y MS de raíz sin diferencias entre los mismos. Los plantines desarrollados en el tratamiento con C. C. pino con dosis de fertilización media y alta, tuvieron menor MS de hojas y de raíz, sin diferencias entre ambos tratamientos.

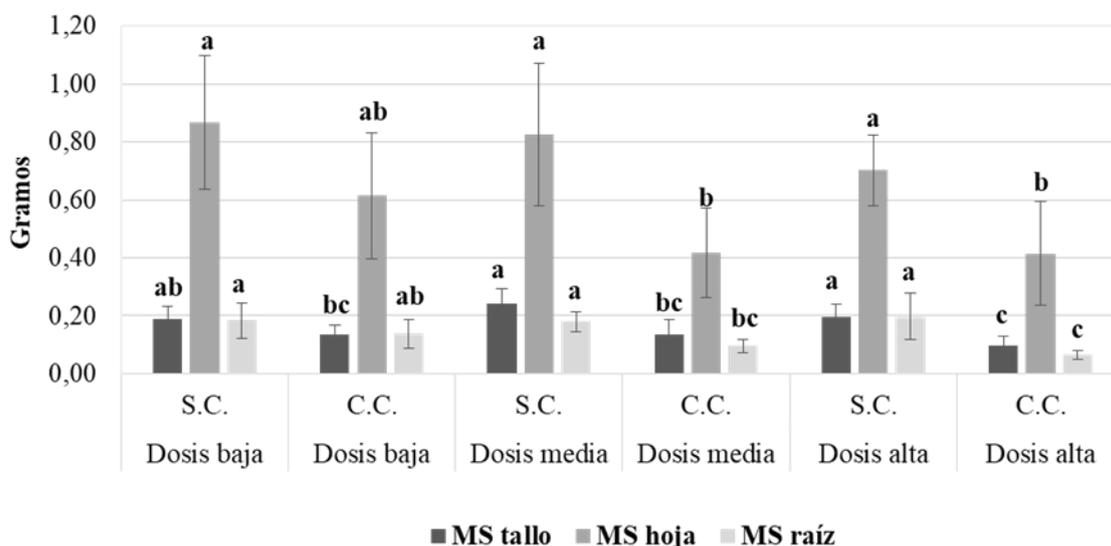


Figure 3: Average dry mass (DM) of the stem, leaves and root of the basil seedlings developed in the sub-irrigation irrigation system in different substrates and fertilization doses. S.C.: Commercial substrate. C.C.: Pine bark compost. Different letters between bars of the same color indicate significant differences ($P \leq 0,05$) Tukey test. Vertical bars at each point indicate a 95% confidence interval. Misiones, Argentine, 2021.

Figura 3: Promedio de la masa seca (MS) del tallo, hojas y raíz de los plantines de albahaca desarrollados bajo subirrigación en diferentes sustratos y dosis de fertilización. S.C.: Sustrato comercial. C.C.: Compost de corteza de pino. Letras distintas entre barras de un mismo color indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$) test de Tukey. Barras verticales en cada punto indican intervalo de confianza de 95 %. Misiones, Argentina, 2021.

Los plantines desarrollados en el sistema por subirrigación con S. comercial con las tres dosis de fertilización tuvieron la mayor MSA (Tabla 3), con la dosis baja y media se diferenciaron significativamente con los restantes tratamientos ($P < 0,0001$). En cambio, los plantines desarrollados en el C. C. pino con el sistema de riego por aspersión con las tres dosis y en el sistema por subirrigación con la dosis media y alta tuvieron los menores valores de MSA. En base a lo descrito y en relación con las propiedades de los sustratos, se observó que al finalizar el ensayo especialmente en el C. C. pino con sistema de riego por aspersión, la CE superó el límite adecuado ($1dS.m^{-1}$) (Tabla 2). Y teniendo en cuenta los efectos que esto

produce sobre la expresión de características morfológicas y fisiológicas de las plantas, como el número de hojas, el tamaño, el número de brotes, la altura de la planta, etc. (Zahra *et al.*, 2020; Isayenkov & Maathuis, 2019), se considera que la disminución de la MS del tallo, de las hojas, y en consecuencia de la MSA podría estar relacionada a este incremento de la CE. Además Reyes Pérez *et al.* (2013) evaluaron diferentes variedades de albahaca y determinaron que existe una variabilidad considerable para la tolerancia a la salinidad destacándose el cultivar Napoletano como el más tolerante y el cultivar Genovese como el más sensible al estrés salino en las etapas de germinación, emergencia y crecimiento.

Table 3: Average aerial dry mass (MSA) of the seedlings of each treatment. Misiones, Argentine, 2021.

Tabla 3: Promedio de la masa seca aérea (MSA) de los plantines de cada tratamiento. Misiones, Argentina, 2021.

Dosis fertilización	Sistema	Sustrato	MSA (g)	
Baja	Aspersión	S. C.	0,72	bc
		C. C.	0,50	cd
	Subirrigación	S. C.	1,06	a
		C. C.	0,75	bc
Media	Aspersión	S. C.	0,74	bc
		C. C.	0,55	cd
	Subirrigación	S. C.	1,12	a
		C. C.	0,55	cd
Alta	Aspersión	S. C.	0,52	cd
		C. C.	0,31	d
	Subirrigación	S. C.	0,92	ab
		C. C.	0,53	cd

S.C.: Commercial substrate. C.C: Pine bark compost. Different letters indicate significant differences for the Tukey test ($P \leq 0.05$).

S.C.: Sustrato comercial. C.C: Compost de corteza de pino. Letras distintas indican diferencias significativas para el test de Tukey ($P \leq 0,05$).

Con respecto a las propiedades físicas del sustrato, en ambos sistemas de riego los plantines desarrollados en el S. comercial cuyo valor de CRA (66%) era mayor y PA (27%) menor al C. C. pino, tuvieron mejores resultados. En coincidencia, Barbaro *et al.* (2015) quienes utilizaron contenedores similares, los cuales eran de 10 cm de diámetro, 377 cm³ y 7,5 cm de altura, obtuvieron plantas de *Viola tricolor* L. e *Impatiens walleriana* Hook.f. con mayores valores de MS aérea y radical en sustratos con 27 a 36% de PA y 59 a 67% de CRA.

4. Conclusión

La subirrigación con el S. comercial y con las tres dosis de fertilización produjeron plantines de albahaca con mayor desarrollo, evidenciado por el contenido de materia seca. Para evitar efectos negativos por concentración de sales, se recomienda utilizar la dosis baja de fertilización evaluada (75N - 22P - 62K). Con respecto al sistema de riego por aspersión, se recomienda también la dosis baja de fertilización, y cuando el plantín por su tamaño impida que el agua moje el sustrato, trasplantar o cambiar el tipo de riego. En ambos sistemas,

teniendo en cuenta el tipo de maceta empleado (soplada N°10) un sustrato con una CRA de 66%, una PA de 27%, pH dentro del rango adecuado (5,5 a 6,3) y CE menor a $1\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ resultó apropiado para el desarrollo de plantines de albahaca.

En próximas investigaciones se recomienda evaluar otros sistemas de riego en lugar del sistema por aspersión. Y también se sugiere evaluar la producción de plantines en otras épocas del año para poder venderlos en momentos en que no hay en el mercado local.

5. Bibliografía

- Abad, M.; Noguera, P.; & Burés, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77(2):197-200. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00152-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00152-8).
- Alcon Sirpa, W. P. (2019). *Comportamiento productivo de dos variedades de albahaca (Ocimum basilicum L.) con dos densidades de siembra en ambientes atemperados en la localidad de Viacha-departamento de La Paz*. Tesis. Universidad de San Andres. Perú.101p. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23466>.
- Ansorena Miner, J. (1994). *Sustratos propiedades y caracterización*. p. 172. 1ª ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Aye, A.; Jeon, Y. D.; Lee, J. H.; Bang, K. S., & Jin, J. S. (2019). Anti-inflammatory activity of ethanol extract of leaf and leaf callus of basil (*Ocimum basilicum* L.) on RAW 264.7 macrophage cells. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 19(2): 217-226. <https://doi.org/10.1007/s13596-019-00372-2>
- Ayastuy, M.; Miglierina, A.; Rodríguez, R.; Sidoti Hartmann, B. & Fuentes, F. (2015). *Sustratos a base de compost y vermicompost para la producción de albahaca*. En: XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura 5 al 8 de octubre de 2021. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Bakos, P. & Lamas, V. (2021). *Caracterización de Sistemas Productivos Hortícolas de Misiones*. En: XXXXI Congreso Argentino de Horticultura 5 al 8 de octubre de 2015. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Barbaro, L. A.; Karlanian, M. A; Rizzo, P.; & Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(2):126-136. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>.
- Barbaro, L. A.; Karlanian, M. A.; & Mata, D.A. (2018). *Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas*. p. 10. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. <https://inta.gob.ar/documentos/importancia-del-ph-y-la-conductividad-electrica-ce-en-los-sustratos-para-plantas>.
- Barbaro, L. A; Illa Healy, V.; Karlanian, M.A.; & Mazzoni, A. (2015). Ceniza volcánica como alternativa a la perlita en la formulación de sustratos para plantines florales. *Ciencias del Suelo*, 33(2): 213-219. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/3887>.
- Barbaro, L. A.; Mazzoni, A.; Karlanian, M. A.; Fernandez, M. N, & Morisigue, D. E. (2014). Cenizas del volcán Puyehue como sustrato para plantas. *Horticultura Argentina*, 33(81):44-53. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/scr ipt-tmp-inta->

- cenizas_del_volcan_puyehue_como_sustrato_para_pl.pdf
- Benavides, A.; Hernández, R. E. M., Ramírez, H.; & Sandoval, A. (2018). *Tratado de botánica económica moderna. Plantas útiles sin fines alimentarios*. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 332p.
- Bernstein, N. (2019). Plants and salt: Plant response and adaptations to salinity. In: Seckbach, J. & Rampelotto, P. (Eds). *Model Ecosystems in Extreme Environments*. 101-112 pp. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812742-1.00005-2>
- Bures, S. (1997). *Sustratos*. 1ª ed. Agrotecnias, Madrid, España. 342 p.
- Burgos, A. M.; Sottile, J. J.; & Domínguez, J. F. (2016). Evaluación de dos variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas en Corrientes y del efecto de la aplicación de un bioestimulante natural sobre su productividad. *Agrotecnia*, 23: 10-14. <http://dx.doi.org/10.30972/agr.023590>
- Cordea, M. I., & Borsai, O. (2021). *Salt and Water Stress Responses in Plants*. Ed. Mirza Hasanuzzama. 22 p. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101072>
- De Boodt, M., O. Verdonck, and J. Cappaert. (1974). Methods for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae*, 37:2054-2062.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; & Robledo, C.W. (2009). *InfoStat versión 2009*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.
- Fermino, M. H. (2003). *Métodos de análisis para caracterización física de sustratos para plantas*. 89 p. Tesis (Doctoral). Universidad Federal de Rio Grande Do Sul. Puerto Alegre, Brasil
- García Santiago, J. C.; Valdez Aguilar, L. A.; Robledo Torres, V.; Mendoza Villarreal, R.; & Hernández Pérez, A. (2015). La subirrigación como sistema de producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en cultivo sin suelo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6: 2313-2330.
- Huang, L.; Gu, M.; Yu, P.; Zhou, C.; & Liu, X. (2020). Biochar and vermicompost amendments affect substrate properties and plant growth of basil and tomato. *Agronomy*, 10(2): 224. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020224>
- Isayenkov, S. V.; & Maathuis, F. J. (2019). Plant salinity stress: many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1-11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00080>
- Jamshidi Kia, F.; Lorigooini, Z.; & Amini Khoei, H. (2018). Medicinal plants: Past history and future perspective. *Journal of herbmed pharmacology*, 7(1): 1-7.
- Jeong, K. Y.; Nelson, P. V.; Niedziela, C.E.; & Dickey, D.A. (2016). Effect of plant species, fertilizer acidity/basicity, and fertilizer concentration on pH of soilless root substrate. *HortScience*, 51(12): 1596-1601. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI11237-16>
- Kintzios, S.; & Makri, O. (2007). *Ocimum* sp. (Basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. *J. Herbs, Spices Medicinal Plants*, 13(3):123-150. https://doi.org/10.1300/J044v13n03_10
- Landis, T. D.; & Morgan, N. (2009). Growing media alternatives for forest and native plant nurseries. In: Dumroese, R.K.; Riley, L.E. (Eds.) *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations*. Department of Agriculture, Forest

- Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, Colorado, USA. (pp 26-31). <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/32931>
- Montesano, F.; Parente, A.; & Santamaria, P. (2010). Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 124(3):338-344. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.01.017>
- Paunero, I. E. (2018). *Producción invernal de albahaca en invernaderos en San Pedro, Buenos Aires*. En: 40° Congreso Argentino de Horticultura. 2 al 5 de octubre. Universidad Nacional de Córdoba. p. 46. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20500.12123/7791>
- Paunero, I. (2015). El cultivo de la albahaca. *Campo y desarrollo*, 2(16). <https://biblioteca.org.ar/libros/2180.htm>
- Rehman, R.; Hanif, M. A.; Mushtaq, Z.; & Al Sadi, A. M. (2016). Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: A review. *Food Reviews International*, 32(2), 117-160. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1057841>
- Reyes Pérez, J. J.; Murillo Amador, B.; Nieto Garibay, A.; Troyo Diéguez, E.; Reynaldo Escobar, I. M.; Rueda Puente, E. O. & García Hernández, J. L. (2013). Tolerancia a la salinidad en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en las etapas de germinación, emergencia y crecimiento inicial. *Universidad y ciencia*, 29(2): 101-112.
- Ridiero, E.; Mascioli, S.; Mazzoni, A. (2021). *Evaluación del cultivo de albahaca en contenedor en invernadero en Bariloche*. En: V Simposio de Aromáticas, Medicinales y Condimenticias. 5 al 8 de octubre. La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128494>
- Zahra, N.; Raza, Z. A. & Mahmood, S. (2020). Effect of salinity stress on various growth and physiological attributes of two contrasting maize genotypes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020200072>
- Horticultura Argentina es licenciado bajo Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 2.5 Argentina.