

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS DURANTE LA FASE INICIAL DE LA ALBAHACA (*Ocimumbasilicum L.*)

Evaluation of different substrates during initial phase of basil (*Ocimumbasilicum L.*)

Randy Barrera y Maribel Ramírez

Laboratorio de Propagación de Plantas. Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo-Venezuela. randy20barrera@gmail.com

RESUMEN

La albahaca (*Ocimumbasilicum L.*) es una planta aromática medicinal de gran importancia por sus aceites esenciales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y el desarrollo inicial de la albahaca, cultivada en bandejas. Se evaluaron seis tratamientos o sustratos: aserrín (AS), compost de hojas y estiércol de bovino (CHE), y arena (AR), en las siguientes proporciones 3AS:1AR, 6AS:1AR, 3CHE:1AR, 6CHE:1AR, 3AS:3CHE:1AR y 6AS:6CHE:1AR. Se usó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones de 30 alveolos, colocando cinco semillas en cada uno. Se determinó: porcentaje de emergencia (PE), tasa de emergencia (TE), altura de planta (AP), número de hojas (NH), número de nudos (NN), área foliar (AF), masa fresca de la parte aérea (MFPA), radical (MFPR) y total (MFT), y masa seca de la parte aérea (MSPA), radical (MSPR) y total (MST). La emergencia inició en el día uno, después de la siembra, al día 7 y 14 tuvo un pequeño incremento y luego se hizo constante (PE=14%). Los días requeridos a la emergencia o TE fue menor en 6AS:1AR. A los 63 días, el sustrato de 6CHE:1AR permitió los mayores valores de AP, NH, NN, MFPA, MFPR, MFT, MSPA, MSPR y MST, y el de 3CHE:1AR la mayor AF. Se concluye que los sustratos influyeron en la emergencia y el desarrollo inicial de la albahaca.

Palabras clave: aserrín, compost de hojas y estiércol de bovino, características morfológicas, *Ocimumbasilicum*.

ABSTRACT

Basil (*Ocimumbasilicum L.*) is a medicinal aromatic plant of great importance for its essential oils. The objective of this research was to evaluate the

effect of different substrates on the emergence and initial development of basil grown in trays. Six treatments or substrates were evaluated: sawdust (SD), compost of leaves and manure of bovine (CLM), and sand (S) in the following proportions 3SD:1S, 6SW:1S, 3CLM:1S, 6CLM:1S, 3SW:3CLM:1S and 6SD:6CLM:1S. A completely randomized experimental design with five replicates of 30 alveoli was used, placing five seeds in each. Percentage of emergency (PE), emergency rate (ER), height of the plant (HP), number of leaves (NL), number of knots (NK), foliar area (FA), fresh mass of the aerial part (FMAP), radical part (FMRP), total part (FTM), and dried mass of aerial part (DMAP), radical (DMRP), and total (DTM). The emergency began on day one after sowing; at day 7 and 14 there was a small increase, and then it became constant (PE = 14%). Days required to the emergency or ER was lower in 6SW:1S. At 63 days, the substrate of 6CLM:1S allowed higher values of HP, NL, NK, FMAP, FMRP, FTM, DMAP, DMRP, DTM, and in 3CLM:1S, the FA was the largest. It is concluded that the substrates influenced the emergence and initial development of the basil.

Keywords: sawdust, compost of leaves and manure of bovine, morphological characteristics, *Ocimumbasilicum*.

INTRODUCCIÓN

La albahaca (*Ocimumbasilicum L.*) es una planta aromática originaria de Asia Meridional y ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales; Makri y Kintzios, (2008), cultivada en muchas

partes del mundo con fines culinarios y medicinales. También, en la agricultura se puede usar como insecticida biológico; Makri y Kintzios, (2008); Campos y Flores, (2013). Su uso medicinal así como en la alimentación, ha tenido gran relevancia en el mundo, principalmente por el contenido de aceites esenciales, que le da el aroma característico. Debido a esto, la mayor parte de los estudios relacionados con las especies aromáticas han abordado el tema de la caracterización, extracción y uso de los aceites esenciales que producen; Ojeda et al, (2013). En México, se ha incrementado la demanda de albahaca obtenida mediante procesos orgánicos; Campos y Flores, (2013).

Esta especie se propaga por estacas o semillas (Moncayo et al., 2015). No obstante, en Venezuela se desconocen muchos aspectos de su protocolo de propagación y técnicas de cultivo. La etapa inicial de desarrollo de cualquier especie de interés hortícola constituye el momento más crítico para obtener una buena producción. El porcentaje y la emergencia, la uniformidad y el crecimiento de las plántulas son aspectos determinantes para la obtención de plantas de buena calidad, lo que requiere de un buen sustrato. La turba es uno de los componentes más usados; De Grazia et al., (2006), sin embargo, en los últimos años su alto precio y poca oferta en Venezuela, ha hecho necesaria la búsqueda de sustitutos, preferiblemente materiales de la zona como el aserrín, el compostaje de hojas y estiércol, entre otros.

Los sustratos deben poseer buena retención y disponibilidad de agua y nutrientes, y servir de soporte físico a la planta, debido a que las plantas en sus primeros estadios presentan una elevada demanda de nutrientes, por la alta tasa de crecimiento; Hartmann y Kester, (2001). Con base a estas premisas y dada la importancia de la albahaca, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y el desarrollo inicial de la albahaca, cultivada en bandejas.

METODOLOGÍA

Ubicación del experimento: se realizó en el Viveiro Universitario, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), municipio Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Se ubica a 10° 41' 12" de latitud Norte y 71° 38' 05" de longitud Oeste, a una altitud de 25 msnm. Además, se enmarca en una zona ecológica de bosque tropical muy seco, con precipitaciones de 500 a 600 mm por año; y promedios anuales de temperatura de 29°C, humedad relativa

de 79 % y evapotranspiración de 2 500 mm; Huber y Oliveira, (2010).

Material vegetal y preparación de las semillas. Se recolectaron inflorescencias secas de plantas de albahaca ubicadas en los alrededores del umbráculo de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Posteriormente, en el Laboratorio de Propagación de Plantas, se extrajeron las semillas de forma manual, se realizó la selección de las semillas considerando las de color negro y descartaron las pequeñas, aplanadas y deformes. El almacenamiento se hizo en bandejas plásticas transparente con tapa (12 cm de largo x 10 cm de ancho x 3,3 cm de altura) durante una semana a 28±1°C. Antes de la siembra, las semillas presentaban 13,7% de germinación, el cual se determinó mediante la relación número de semillas germinadas entre el número de semillas totales, multiplicada por 100.

La prueba de germinación se realizó cuatro veces en bandejas (de las descritas anteriormente) con 100 semillas cada una, bajo oscuridad a 28±1°C durante 12 días. Debido al bajo porcentaje, se aplicó un tratamiento pregerminativo a las semillas que consistió en la escarificación con lija No. 100; Ramírez et al., (2013) por 10 min, para el debilitamiento de la cubierta de la semilla.

Tratamientos: se evaluaron seis tratamientos o tipos de sustratos preparados con las siguientes proporciones de aserrín (AS), compost de hojas y estiércol de bovino (CHE) y arena (AR): 3AS:1AR, 6AS:1AR, 3CHE:1AR, 6CHE:1AR, 3AS:3CHE:1AR y 6AS:6CHE:1AR. Todos los sustratos se encontraban a capacidad de campo antes de la siembra.

Siembra de las semillas: las semillas se sembraron en bandejas plásticas negras de polietileno de 50 hoyos (5 cm de ancho y largo x 8,5 cm de profundidad), que contenían los sustratos descritos, colocando cinco semillas por alveolo u hoyo a una profundidad de 0,5 cm. Durante esta fase, el riego y el control de arvenses se realizó de manera manual diariamente y una vez a la semana, respectivamente. El experimento se ubicó en el área del vivero que se encontraba cubierta con una malla tipo sarán, que ofrecía un 80% de sombra durante los primeros 21 días, luego se colocó a plena exposición solar.

Variables medidas: cada siete días, se efectuaron conteos del número de plantas emergidas y se consideró la emergencia de la plúmula, para determinar el porcentaje de emergencia (PE) y tasa de emergencia (TE); Hartmann y Kester, (2001). A los 63 días después de la siembra, se seleccionaron

15 plantas al azar, a las cuales se midieron: altura de planta (AP), número de hojas (NH), número de nudos (NN), área foliar (AF), masa fresca de la parte aérea (MFPA), radical (MFPR) y total (MFT), y masa seca de la parte aérea (MSPA), radical (MSPR) y total (MST).

La AP se midió en centímetros, desde el ápice del vástago hasta la base de la planta. Para la masa fresca (g), se pesó la parte aérea y la radical de cada planta, por separado. Luego estas masas se colocaron en una estufa a 74° C durante 48 horas, después se pesaron para obtener la masa seca, expresada en gramos. La masa fresca y seca total, se obtuvo a través de la adición de la masa de la parte aérea y de la radical. En cuanto al área foliar por planta (cm²), se separó la lámina foliar del pecíolo de las hojas de cada planta, con ayuda de un bisturí, y luego se colocaron todas las láminas en un medidor de área foliar (DELTA T) ubicado en el laboratorio de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía.

Diseño experimental y análisis estadístico: se usó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 30 alveolos con cinco semillas cada uno. Para explicar el efecto de los tratamientos sobre las variables de estudio se realizó un análisis de la varianza mediante el pro-

cedimiento GLM del programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Cuando se detectaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey para efectuar la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de la albahaca se inició a partir del día uno (8,4-16,4%), con pequeños incrementos hasta los 14 días (12,7-19,6%), y después se hizo constante (Tabla 1). Los tratamientos o sustratos no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el porcentaje de emergencia, sin embargo, durante esta fase se observó que 6AS:1AR, 3AS:3CHE:1AR y 6AS:6CHE:1AR presentaron los valores más altos, desde el día uno hasta el 21. Los resultados anteriores sugirieron que la emergencia de la albahaca estuvo favorecida cuando una parte de arena se mezcló con seis de aserrín (6AS:1AR), o bien, con tres o seis partes de aserrín y de compost de hojas y estiércol (3AS:3CHE:1AR, 6AS:6CHE:1AR). Una explicación es que el aserrín y el compost permitieron aumentar la aireación y el drenaje, así como, mantener la humedad en las mezclas preparadas; adicionalmente, el compost incorporó nutrientes; Hartmann y Kester, (2001). En 3AS:3CHE:1AR y 6AS:6CHE:1AR, la proporción a usar dependerá de la disponibilidad de sustrato, suelo y costos.

Tabla 1. Efecto de diferentes sustratos sobre el porcentaje de emergencia, tasa de emergencia (TE) y características morfológicas de la albahaca.

Sustrato(proporción)	Variables							
	Porcentaje de emergencia (%)				TE (días)	AP±DE (cm)	NH±DE	NN±DE
	1 días	7 días	14 días	21 días				
3AS:1AR	10,9	12	12,7	13,1	2,8c	2,4d±0,7	1,9d±0,5	1d±0
6AS:1AR	17,6	18	19,6	19,6	2,2d	2,6cd±0,5	2,1d±0,5	1,1d±0,2
3CHE:1AR	8,4	11,8	12,7	12,7	3,5b	4,4b±2,3	5,7b±2,8	2,8b±1,4
6CHE:1AR	10	11,3	13,7	14	4,2a	6,7a±1,5	7,9a±1,9	3,9a±0,9
3AS:3CHE:1AR	16,4	18,7	19,6	19,8	2,5c	3,6bc±0,6	3,8c±1,2	1,9c±0,6
6AS:6CHE:1AR	13,8	17,8	18,2	18,2	2,6c	4,5b±0,7	5,7b±1	2,8b±0,5
Media±DE	12,3±4,2	14,5±3,7	15,7±3,7	15,9±3,7				

Medias con letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$). AP: altura de planta. AR: arena. AS: aserrín. CHE: compost de hojas. NH: número de hojas. NN: número de nudos.

Fuente: Elaboración propia (2016).

En cuanto a la tasa de emergencia, se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre esta variable por el efecto de los sustratos. Los tratamientos 6CHE:1AR y 3CHE:1AR fueron significativamente diferentes y mostraron la mayor tasa de emergencia o número días promedios requeridos para la emergen-

cia, 4,2 y 3,5 días respectivamente. Los resultados de porcentaje y tasa de emergencia contrastaron con lo reportado por Briseño *et al.*, (2013), quienes señalaron 85% de germinación en un lapso 10 ó 12 días. De igual manera, difieren de lo indicado por Ojeda *et al.*, (2013), de 40 a 90,8% de germinación en 9 días.

El sustrato de 6AS:1AR fue significativamente diferente a los demás y arrojó la menor tasa de emergencia, asociada al aserrín que permitió mayor retención de humedad y aireación. La respuesta observada en 6CHE:1AR y 3CHE:1AR hasta los 21 días de la siembra, se relacionó a la composición química del compost de hojas y estiércol, ya que en muchos casos éste muestra alto contenido de sales solubles; Hartmann y Kester, (2001), o conductividad eléctrica, que pudieron haber inhibido la emergencia de la albahaca. Grazia *et al.*, (2006) han indicado que los sustratos procedentes de compostajes nutricionalmente muy enriquecidos tienden a presentar alto contenido de sales solubles. Sin embargo, al comparar el porcentaje de germinación de la prueba preliminar de las semillas (13,7%) con el de emergencia de los tratamientos, se apreció que a los 12 días los valores logrados son semejantes o se encuentran por encima, lo que descarta la influencia de una conductividad eléctrica alta en el sustrato.

Las características morfológicas y el crecimiento inicial de la albahaca también mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) por la influencia del sustrato, a los 63 días después de la siembra (Tablas 1 y 2). La altura de planta, el número de hojas, el número de nudos, las masas fresca y seca de la parte aérea, radical y total alcanzaron su máximo valor en 6CHE:1AR, aunque, el área foliar fue mayor en

el de 3CHE:1AR. En investigaciones realizadas en 20 variedades de albahaca, bajo condiciones de laboratorio (Ojeda *et al.*, 2013; Reyes *et al.*, 2013), se ha informado de 2,2 a 5,2 cm a los 15 días de la siembra en macetas; Ojeda *et al.*, (2013) y de 1,04 a 1,55 cm de altura a los 14 días de establecido el experimento; Reyes *et al.*, (2013). Desde el punto de vista agronómico, la altura de planta de la albahaca, el número y tamaño de hojas –área foliar– de la albahaca son consideradas los mejores indicadores de su crecimiento cuando es cultivada bajo sistemas orgánicos; Fenech *et al.*, (2008).

El compost de hojas y estiércol mezclado con la arena en proporción 6:1 permitió un mejor desarrollo de las plantas en cuanto a altura, número de hojas y nudos, masa fresca y seca, y la relación de 3:1 mayor área foliar. Estos resultados reflejaron los beneficios del compost, asociados al aporte de nutrientes y a la presencia microorganismos benéficos que permiten que haya mayor cantidad de nutrientes disponibles o del fácil absorción; Hartmann y Kester, (2001). Campos y Flores (2013) demostraron que los sustratos influyeron en el crecimiento de la albahaca, el vermicompost incrementó la altura de planta, el número de hojas y la masa seca de la hoja, lo cual tiene semejanza con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Tabla 2. Efecto de diferentes sustratos sobre el crecimiento inicial de la albahaca, a los 63 días después de la siembra.

Sustrato (proporción)	Variables						
	AF DE (cm ²)	MFPA DE (mg)	MFPR DE (mg)	MFT DE (mg)	MSPA DE (mg)	MSPR DE (mg)	MST DE (mg)
3AS:1AR	0,0659b	37,1d	58,9d	93,9c	3,5c	4,7c	8,2c
	0,0130	7,3	20,2	26,7	0,6	2	1,9
6AS:1AR	0,0128b	62,8d	84,4d	147,2c	6,1c	7,2c	13,3c
	0,0052	19,4	22,4	41,5	4,4	1,8	5,9
3CHE:1AR	0,8647a	390,6b	135,6c	526,1b	17,3b	16b	33,3b
	0,4521	106,3	44,7	149,7	8,3	3,1	10,4
6CHE:1AR	0,0233b	800a	356,1a	1156,1a	45,6a	22,8a	68,3a
	0,0047	276,8	69,7	341,2	17,5	9,8	27,3
3AS:3CHE:1AR	0,0326b	135,6cd	91,7d	227,2c	15b	12,8b	27,8b
	0,0111	29,5	39,7	64,3	13,9	5,9	19,7
6AS:6CHE:1AR	0,0876b	212,8c	187,8b	400,6c	21,1b	12,8b	33,9b
	0,0126	98,9	52,9	151,2	3,7	1,7	5

Medias con letras distintas difieren significativamente ($p < 0,05$). AR: arena. AS: aserrín. CHE: compost de hojas. DE: desviación estándar. MFPA: masa fresca de la parte aérea. MFPA: masa seca de la parte aérea. MFPR: masa fresca de la parte radical. MFPR: masa seca de la parte radical. MFT: masa fresca total. MFT: masa seca total.

Campos y Flores (2013) encontraron que la materia orgánica descompuesta mejora las propiedades físicas y químicas del sustrato. El compost tiene el beneficio de disminuir la lixiviación de nutrientes desde la matriz del sustrato gracias a la mayor retención hídrica y al aumento de la capacidad de intercambio de iones; De Grazia et al., (2006).

El tratamiento 6CHE:1AR permitió el mejor desarrollo de las plantas, esto refleja que este sustrato permitió las condiciones más apropiadas de pH y conductividad eléctrica para la albahaca. Deaquiz *et al.*, (2008) indicaron que el desarrollo de las plantas estuvo influenciado por los factores físicos y químicos del sustrato como pH, contenido de nutrientes, capacidad de intercambio catiónico, agua disponible, temperatura, entre otros. El hecho de que en la presente investigación, las plantas de albahaca hayan expresado un mayor desarrollo en 6CHE:1AR, a los 63 días después de la siembra, indicó que la materia orgánica presente en dicho sustrato siguió su proceso de descomposición, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes, y también pudo haber ocurrido cierto lavado de las sales solubles, con el riego diario.

Los tratamientos 3AS:1AR y 6AS:1AR fueron estadísticamente iguales y mostraron los menores valores de altura de planta, número de hojas y nudos. Adicionalmente, se observó que las plantas presentaron un color verde amarillento, el cual se asoció a una deficiencia de minerales, posiblemente nitrógeno, debido a que el aserrín contiene pocos nutrientes; Hartmann y Kester (2001). En el resto de los sustratos, las plantas presentaron un desarrollo normal y homogéneo.

Es importante destacar, que en Venezuela no se dispone información del efecto de sustratos sobre la emergencia y el desarrollo inicial de la albahaca. En el presente trabajo se presentan valores de porcentaje y tasa de emergencia, altura de planta, número de hojas y nudos, área foliar, de masas fresca y seca de la parte aérea, radical y total durante el desarrollo inicial de la albahaca, aspectos muy importantes para la toma de decisiones al momento de la siembra. De acuerdo al porcentaje de emergencia, se sugiere la siembra en bandejas con múltiples hoyos, el trasplante a bolsas o macetas—plantas con un mínimo de dos hojas verdaderas—antes de los 21 días después de la siembra y el cultivo de éstas a plena exposición solar, una vez logrado el trasplante.

CONCLUSIONES

El porcentaje emergencia no estuvo influenciado por el tipo de sustrato. La tasa de emergencia se vio afectada por el sustrato utilizado, el de seis partes de aserrín y una de arena redujo los días requeridos para la emergencia de la albahaca.

Los sustratos influyeron en las características morfológicas y el crecimiento inicial de las plantas. El tratamiento que consistió en seis partes de compost de hojas y estiércol con una de arena, permitió los máximos valores de altura de planta, número de hojas y nudos, masas fresca y seca de la parte aérea, radical y total. El área foliar fue mayor en tres partes del compost y una de arena.

La mayoría de las variables de estudiadas constituyen excelentes marcadores o indicadores morfológicos y de crecimiento del efecto de los sustratos en la emergencia y desarrollo inicial.

Esta investigación representa una contribución para el cultivo de la albahaca en Venezuela, en virtud de que no se dispone de este tipo de información, y además, sienta las bases para posteriores investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Biseño, S., Auilar, M. y Villegas J. (2013) El cultivo de la albahaca. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. La Paz, Baja California Sur, México. pp 33.
- Campos L. y Flores D. (2013) Sustratos orgánicos como alternativa para la producción de albahaca (*Ocimum Selloi* Benth). Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5, 1055-1061.
- De Grazia J., Tittonell P. y Chiesa A. (2006) Efecto de sustratos con compost y fertilización nitrogenada sobre la fotosíntesis, precocidad y rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*). Ciencia e Investigación Agraria 34 (3), 195-204.
- Deaquiz Y., Alvarez J. y Fraile A. (2008) Efecto de diferentes láminas de riego y sustratos en la propagación de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 2 (1), 54-65.
- Fenech L., Ruíz F., García J., Murillo B., González H., Beltrán F. y Fraga H. 2008. Analysis of agronomic variables of *Ocimum basilicum* L. under alternative tillage systems and stan-

- dard organic practices. Trop. Subtrop. Agroecosys. 8, 157-163.
- Hartmann H. y Kester D. (2001) Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Octava Reimpresión. Editorial Continental. México. pp. 760.
- Huber, O. y Oliveira, M. (2010) Ambientes terrestres de Venezuela. p. 29-89 En: Libro rojo de los ecosistemas terrestres en Venezuela. J. Rodríguez, F. Rojas y D. Giraldo (Eds.). Proviata, Shell de Venezuela, Lenovo (Venezuela), Caracas.
- Makri O. y Kintzios S. (2008) *Ocimum* sp. (Basil): botany, cultivation, pharmaceutical properties, and biotechnology. J. HerbsSpic. Medicinal Plants. 13, 123-150.
- Moncayo L., Álvarez V. González G., Salas L. y Chávez J. (2015) Producción orgánica de albahaca en invernadero en la Comarca Lagunera. Terra Latinoamericana 33 (1), 69-77.
- Ojeda C., Murillo B., Reynaldo I., Troyo E., Ruiz E. y Nieto A. (2013) Estrés hídrico en la germinación y crecimiento de plántulas de genotipos de albahaca *Ocimum basilicum* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4 (2), 229-241.
- Ramírez M., Urdaneta A., Caraballo B. y García D. (2013) Emergencia y desarrollo inicial de cuatro leguminosas forrajeras arbóreas presentes en la altiplanicie de Maracaibo, Venezuela. Pastos y Forrajes 36 (3), 303-312.
- Reyes J., Murillo B., Nieto A., Troyo E., Reynaldo I. y Rueda E. (2013) Germinación y características de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés salino. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 4 (6), 869-880.