

Germinación de semillas y producción de biomasa de albahaca (*Ocimum basilicum*) cultivar 'álbum' en diferentes sustratos

Seed germination and biomass production of basil (*Ocimum basilicum*) cultivar 'album' in different substrates

Jesús RIVAS¹, Edgar ORTIZ FUENTES¹, Víctor OTAHOLA GÓMEZ ¹, Ramón SILVA-ACUÑA²

¹Departamento de Agronomía, Escuela de Ingeniería Agronómica, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente, Avenida Universidad, *Campus* Los Guaritos; ²Postgrado de Agricultura Tropical, Núcleo Monagas, Universidad de Oriente. *Campus* Juanico, Maturín, 6201, estado Monagas, Venezuela. E-mail: orfuedra@udo.edu.ve

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes sustratos sobre el porcentaje de germinación de semillas y producción de biomasa de albahaca en bandejas de germinación, se instaló un ensayo en el área experimental del Postgrado de Agricultura Tropical, *Campus* Juanico, de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas. Los sustratos evaluados correspondieron a: turba, pergamino de café, humus y las mezclas turba + arena, turba + humus y turba + arena + humus). El experimento fue establecido bajo el diseño de bloques al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones y las comparaciones entre los sustratos se realizaron por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad. La cuantificación de la germinación se realizó a los nueve días después de soterrar la semilla, mientras que las determinaciones de índice de velocidad y la tasa de germinación, así como altura de las plántulas, diámetro del tallo y número de hojas, peso fresco y seco del vástago, el peso fresco y seco de las raíces y el volumen radical se realizaron a los 45 días de iniciado el ensayo. Los resultados indican que, de acuerdo con las variables cuantificadas tanto para el porcentaje de germinación como para la producción de biomasa foliar y radicular, los mayores valores estuvieron asociados de forma sostenida en los sustratos humus y pergamino de café. El sustrato turba, considerado como referencia para la producción de plántulas de otras especies vegetales, no resultó ser una opción tangible para la producción de biomasa, aun siendo excelente para la germinación de las semillas de albahaca y no favorable para la producción de biomasa cuando es mezclado con arena.

Palabras claves: albahaca, biomasa, sustratos, bandejas de germinación.

ABSTRACT

In order to evaluate the influence of different substrates on the percentage of seed germination and production of basil biomass in germination trays, a trial was installed in the experimental area of the Postgraduate Program in Tropical Agriculture, Juanico Campus, of the Universidad de Oriente, Monagas Nucleus. The substrates evaluated corresponded to: peat, coffee parchment, humus, peat + sand, peat + humus and peat + sand + humus). The experiment was established in a randomized block design with six treatments, four repetitions and the comparisons between the substrates were made by the Scott-Knott test at 5% probability. The germination quantification was carried out nine days after the seed was buried, while the speed index and germination rate determinations, as well as seedling height, stem diameter and number of leaves, fresh and dry weight of the shoot, the fresh and dry weight of the roots and the root volume were carried out 45 days after the start of the trial. The results indicate that according to the variables quantified both for the germination percentage and for the production of foliar and root biomass, the highest values were associated in a sustained way in the humus and coffee parchment substrates. The peat substrate, considered as a reference for the production of seedlings of other plant species, did not turn out to

be a tangible option for the production of biomass, even though it is excellent for the germination of basil seeds and not favorable for the production of biomass when it is mixed with sand.

Keywords: Basil, biomass, substrates, germination trays

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas y plantas aromáticas constituyen un rubro básico en la producción agrícola y de importancia económica por su alta incidencia social; constituyen una significativa y permanente origen de empleo y la tendencia de consumo es cada vez más creciente por ser fuente de vitaminas y minerales. La albahaca es una de esas especies que se cultiva como una hortaliza y su principal uso es como planta aromática, siendo muy empleada en el tratamiento de enfermedades relacionadas con el sistema digestivo, las hojas son antiespasmódicas, astringentes, refrigerantes, sedativas, la infusión de las hojas actúa como estimulantes, así como también se emplea para tratar fiebres y resfriados y aplicada externamente alivia las quemaduras (Menéndez, 2004). Es un cultivo de origen oriental, cultivada por primera vez en la India, donde siempre, incluso hasta en la actualidad, ha sido muy relevante. Los griegos y los romanos la introdujeron a Europa, en el siglo XVI (Hudak, 2005; Restrepo, 2007).

Hoy se cultiva en muchos países asiáticos y mediterráneos; los principales exportadores (para el mercado europeo) son Francia, Italia, Marruecos y Egipto. En el estado de California en los Estados Unidos de Norteamérica también hay una producción significativa de albahacas. En Venezuela es cultivada en tierras calientes en los estados Bolívar y Zulia, aunque en muy poca escala (Cáceres, 1986). Esta especie se propaga por estacas o semillas, 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 (Moncayo *et al.*, 2015).

Para obtener un buen desarrollo y crecimiento de las plántulas bajo condiciones de vivero es indispensable contar con un sustrato adecuado, que brinde a las plántulas el desarrollo ajustado a sus necesidades, que le pueda proveer soporte físico, aireación, buena retención de agua y que el mismo sea una fuente de nutrimentos esenciales, obteniéndose así una máxima producción de plántulas y que al momento del trasplante les cause el menor daño posible a las raicillas de las mismas. El espacio aéreo que forma parte de la porosidad total, en conjunto con la capacidad de retención de agua y la densidad de masa, son propiedades físicas que determinan el potencial de una materia prima para su utilización como sustrato (Sampat, 1972; Boadas, 2005).

En la actualidad existen sustratos de excelente calidad en el mercado, bien sean de productos orgánicos, inorgánicos, pero de elevado costo comercial como la turba, que a su vez es un producto importado, lo que trae como consecuencia el incremento en los costos de producción de las plántulas en condiciones de vivero. Por ello es necesario buscar sustratos alternativos de origen local que sean fáciles de conseguir y manejar, que permitan la sustitución de los sustratos más costosos y permitiendo la producción económica de las plántulas; además, se pueden aprovechar todos esos recursos naturales que son descartados en otras actividades, tal es el caso del pergamino de café que es considerado como un producto de desecho en las fincas cafetaleras.

El sustrato ideal debe tener nutrimentos en forma asimilable para la planta los principales macroelementos y microelementos (Burés, 1997). Las propiedades físicas de un sustrato son consideradas las más importantes, ya que, si éstas son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar una vez que se ha establecido el cultivo, por lo que su caracterización previa es imperativa (García, *et al.*, 2001).

Los almácigos son producidos en bandejas de poliestireno o de plástico. La mayoría de estas bandejas tiene celdas con forma de pirámide invertida o con forma de cono que se adelgazan hacia el fondo. Las bandejas que tienen celdas de 1,5 pulgadas, normalmente poseen 128 celdas por bandeja, y las bandejas con células de 2,5

pulgadas que tienen aproximadamente 72 celdas por bandeja. Las celdas más pequeñas reducen los costos de producción y disminuyen el tamaño del almácigo. Por otro lado, los almácigos o semilleros producidos en celdas pequeñas tienen un sistema radical mucho más pequeño y una mayor proporción de la interfaz raíz-suelo es perturbada al remover el almácigo de la bandeja al momento de trasplante, lo que reduce la precocidad y la calidad del almácigo. La adaptación de la planta al trasplante y su habilidad de restablecer el crecimiento normal en el campo son consideraciones importantes al momento de determinar el tamaño de celdas más apropiado, (Guzmán, 2002).

Según Terres *et al.*, (1997) de acuerdo a sus propiedades los sustratos se clasifican en: Sustratos químicamente inertes: Arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, entre otras, actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, aunque algunos de ellos pueden poseer nutrientes, dependiendo de la fuente donde son extraídos. Sustratos químicamente activos: turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, entre otros, los cuales sirven de soporte a la planta, pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización tanto química como orgánica, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. De síntesis, que son polímeros orgánicos no biodegradables que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.). Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos, entre ellos se pueden citar: cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, cortezas de árboles, aserrín, residuos sólidos urbanos, etc.

El pergamino de café es un subproducto que contiene altos niveles de Nitrógeno, Potasio y otros nutrientes en menor proporción (Fósforo, Calcio); además como abono orgánico, resulta excelente para mejorar ciertas características físicas y químicas de los suelos (PALMAVEN. 1991). Según Yuraiza (2009), la turba es un material de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables. Es un material descompuesto, negro o castaño oscuro, con baja

capacidad de retención del agua y contenido de Nitrógeno de medio a alto. El contenido de materia orgánica de la turba debe ser superior al 80% en peso seco. La mayor parte de las turbas, aparte del Nitrógeno, tienen bajo contenido de nutrientes. La turba rubia tiene un 80 a 90% de materia orgánica y 4 a 20% de cenizas, por su parte la turba negra contiene alrededor del 50% de materia orgánica debido a su alto grado de descomposición y un 50% de cenizas, que indican su avanzado estado de mineralización. La CIC está entre 250 y 350 meq/L. En las turbas se encuentran otros componentes beneficiosos, como son los ácidos humitos, ácidos flúvicos, etc. La turba aumenta la capacidad de retención de agua; aumenta la porosidad, lo que mejora la aireación y el drenaje; aumenta la densidad aparente, facilitando el desarrollo radical; aumenta el efecto amortiguador, que permite equilibrar el pH y las sales solubles; es una fuente de liberación lenta de N; mejora la disponibilidad de nutrientes para la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de experimento

La investigación se realizó en la Microestación Experimental del Instituto de Investigación Agropecuarias de la Universidad de Oriente (IIAPUDO), ubicada en el Campus Juanico de la Universidad de Oriente, en Maturín estado Monagas, cuya ubicación geográfica es de 9° 45'LN y 63° 11'LO, a la altitud de 65 m., con temperatura media anual de 25,9°C.

Sustratos evaluados

El humus de lombriz procede del área Experimental de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. La arena se recolectó en las sabanas de la antigua estación experimental de sabana en la localidad de Jusepín, municipio Maturín del estado Monagas; el pergamino de café se obtuvo en la Finca Gualberto del Municipio Caripe del estado Monagas y la turba, se adquirió en una casa comercial Agropecuaria en Maturín, Monagas.

Variables cuantificadas

Se cuantifico el porcentaje de germinación de las semillas, con la siguiente relación: porcentaje de germinación=número de plantas germinadas ÷ número de semillas sembradas x 100; el índice de velocidad de germinación se calculó a través de la fórmula propuesta por Agrawal (1986): $IVG = (N1 / T1 + N2 / T2 + \dots + Nn / Tn)$ donde N corresponde al número de plantas observadas en el tratamiento y T al número total de plantas en el tratamiento. De manera similar, se cuantifico la tasa de germinación dividiendo la sumatoria total del porcentaje de germinación obtenido hasta la última evaluación en que se reportó germinación, entre el número de bloques, para cada uno de los tratamientos. La tasa de germinación correspondió a la: sumatoria de los porcentajes de germinación total de los tratamientos/número de bloques. Para determinar la altura se empleó una regla graduada en milímetros; el diámetro del tallo se determinó con el vernier rectilíneo y el número de hojas por conteo directo en el material vegetativo. Excluyendo el porcentaje de germinación que se determinó a los nueve días después del soterro de las semillas de albahaca, las variables antes mencionadas se determinaron a los 45 días, ocasión cuando fue cosechado el ensayo.

Las plántulas cosechadas en bolsas de papel se trasladaron al laboratorio de Biotecnología de la Escuela de Ingeniería Agronómica, donde se determinó el peso húmedo del vástago, de la raíz y el respectivo volumen radicular y una vez secasen estufa, marca SEMMED, modelo 220 a 70 °C por 72 horas se determinó los pesos secos del vástago y de la raíz, respectivamente, empleando una balanza electrónica, marca OHAUS, modelo Adventurer.

Material vegetativo y diseño experimental

Se emplearon semillas certificadas OrtiOKA, con 97% de pureza y 80% de germinación tratadas con fungicida. Se utilizó 5832 semillas distribuidas de a tres por punto de siembra en bandejas de 162 aberturas. Se emplearon 12 bandejas, en las cuales se distribuyeron los seis tratamientos con cuatro repeticiones, que correspondieron a 82 puntos de

siembra por sustrato, organizados de acuerdo al diseño de bloque al azar.

Los seis sustratos evaluados fueron: T₁: Turba; T₂: Pergamino de café; T₃: Humus; T₄: Turba + arena; T₅: Turba + humus y T₆: Turba + arena + humus. La proporción de mezcla de los sustratos combinados se realizó a razón de: 3 Kg de turba + 3 Kg de arena para T₄; 3 Kg de turba + 3 Kg de humus para T₅ y T₂ y para el sustrato T₆ se emplearon 2 Kg de turba + 2 Kg de arena + 2 Kg de humus. Para realizar las mezclas, una vez pesadas las respectivas proporciones de cada uno de los sustratos se colocaron en un balde plástico de 20 L y su contenido fue removido con un bastón de madera hasta lograr la homogeneidad física de la muestra.

Previo al análisis estadístico, los valores de las variables cuantificadas fueron contrastados por la prueba de Wilk-Shapiro para comprobar la normalidad de los datos y la de Cochran & Bartlett para la homogeneidad de varianzas, respectivamente. Se utilizó la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad para la comparación de los valores promedios de las variables cuantificadas. Las pruebas antes mencionadas y los respectivos análisis de varianzas se realizaron con el software ASSISTAT versión 7.7 (2016).

RESULTADOS

De manera general, el análisis de varianzas para las variables porcentaje de germinación a los nueve días de la siembra; velocidad de germinación, tasa de germinación, altura de plántulas, diámetro del tallo y número de hojas, se detectó por la prueba de F, diferencias significativas a 1% de probabilidad, entre los sustratos evaluados (Cuadro 1). No se observaron diferencias significativas de segundo orden (entre bloques) en el diseño experimental. De manera similar, se puede señalar que hubo baja variabilidad estadística en las variables cuantificadas de acuerdo a los coeficientes de variación observados (Cuadro 1). Ese comportamiento estadístico otorga solidez a los resultados obtenidos, como consecuencia de la homogeneidad del soporte experimental. La comparación de los valores promedios de las variables porcentaje de germinación a los nueve días; velocidad de germinación, tasa de germinación, altura de plántulas,

Cuadro 1. Resumen del análisis de variancia para las variables porcentaje de germinación (PG) a los nueve días de la siembra; velocidad de germinación (VG), tasa de germinación (TG), altura de plántulas en cm. (AL), diámetro del tallo en mm. (DT) y número de hojas (NH) en plántulas de albahaca a los 45 días de edad cultivadas en diferentes sustratos orgánicos.

Fv	Gl	Cuadrados medios					
		PG	VG	TG	AL	DT	NH
Sustratos	5	739,62**	739,62**	638,18**	27,55**	0,38**	7,34**
Bloques	3	82,20 ^{ns}	82,20 ^{ns}	443,03 ^{ns}	2,61 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Error	15	49,76	49,76	86,57	0,68	0,01	0,19
CV (%)		7,62	13,29	11,50	12,55	8,46	7,07

CV= Coeficiente de variación; significativo a 1** % de probabilidad por la prueba de F.

Cuadro 2. Comparación de los valores promedios por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad para el porcentaje de germinación (PG) a los nueve días; velocidad de germinación (VG), tasa de germinación (TG), altura de plántulas en cm. (AL), diámetro del tallo en cm. (DT) y número de hojas (NH) en plántulas de albahaca a los 45 días de edad cultivadas en diferentes sustratos orgánicos.

Sustratos	Valores promedios de las variables cuantificadas					
	PG	VG	TG	AL	DT	NH
Turba	100,00a	4,89a	98,15a	4,12c	1,06b	5,05c
Pergamino de café	96,29a	3,98a	84,25a	10,12a	1,69a	7,65a
Humus	95,37a	3,99a	83,25a	9,59a	1,69a	8,00a
Turba + arena	81,48b	3,61b	75,71a	4,51c	1,07b	5,70b
Turba + humus	96,29a	4,49a	83,93a	6,05b	1,19b	6,10a
Turba + arena + humus	64,51b	2,80c	59,74b	5,07c	1,08b	4,70e

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

diámetro del tallo y número de hojas a los 45 días se realizó por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad y están indicadas en el Cuadro 2.

Porcentaje de germinación

Los valores promedios de la evaluación realizada a los nueve días después del soterro de la semilla de albahaca, al ser comparados los sustratos se detectó la formación de dos grupos de tratamientos, los cuales difieren entre sí (Cuadro 2). El primer grupo formado por los sustratos de turba (que presento el máximo

similares entre sí. El otro grupo de tratamientos con menor porcentaje de germinación correspondió a los sustratos turba+arena y turba+arena+humus (valor más bajo de germinación). Se puede inferir de manera preliminar que la presencia de la arena en mezcla con los sustratos evaluados no ofrece mayores bondades sobre la germinación de las semillas de albahaca.

Velocidad de germinación

La comparación de los promedios permite visualizar la formación de tres grupos de eficiencia en los sustratos evaluados, los cuales difieren estadísticamente entre sí (Cuadro 2). El primer grupo involucra a los sustratos turba, pergamino de café, humus y turba+humus que resultaron ser los más eficientes para esa variable, un sustrato intermedio representado por el tratamiento turba+arena y el de menor velocidad de germinación correspondió a la turba+humus+arena.

Tasa de germinación

Los resultados de la comparación de los promedios de los sustratos (Cuadro 2) indican que los mayores valores de tasa de germinación están asociados a los sustratos turba, pergamino de café, humus, turba+arena y turba+humus que son similares entre sí; mientras que, el sustrato con la combinación de turba+humus+arena presentó los menores valores de tasa de germinación y fue diferente de los otros sustratos.

Altura de las plántulas (cm)

La comparación de los sustratos permite visualizar (Cuadro 2) que los tratamientos con pergamino de café y humus fue donde se observó la mayor altura de plántulas y son similares entre sí, por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad, seguidos por el sustrato turba+humus con valores de altura intermedios y posteriormente le siguen los sustratos que presentaron la menor altura de plántulas y similares estadísticamente entre sí, que involucra a los sustratos turba; turba+arena y turba+humus+arena.

Diámetro del tallo (mm)

Para esta variable se observó (Cuadro 2) que los sustratos pergamino de café y humus presentaron los valores más elevados de diámetro del tallo y que fueron estadísticamente similares, mientras que los sustratos turba, turba+arena; turba+humus y el sustrato turba+arena+humus presentaron los menores diámetros de tallo y fueron similares entre sí.

Número de hojas de las plántulas

El mayor número de hojas estuvieron asociados a los sustratos pergamino de café, humus y turba+humus los cuales son estadísticamente similares entre sí; seguidos por el tratamiento turba+arena de comportamiento intermedio y finalmente los sustratos de turba y turba+arena+humus vinculados con los menores valores de hojas en plántulas de albahaca y similares estadísticamente entre sí. De manera similar a lo constatado para las variables porcentaje de germinación, velocidad de germinación, tasa de germinación, altura de plántulas, diámetro del tallo y número de hojas, (Cuadro 1) para las variables peso húmedo del vástago, peso seco del vástago, peso húmedo de las raíces, peso seco de las raíces y volumen radicular, también se detectó diferencia a 1% de probabilidad por la prueba de F entre los sustratos evaluados, sin efectos de significancia de segundo orden (Cuadro 3).

La comparación de los sustratos por la prueba de ScottKnott a 5% de probabilidad (Cuadro 4) permitió señalar los siguientes resultados para las variables: peso húmedo del vástago, peso seco del vástago, peso húmedo de las raíces, peso seco de las raíces y volumen radicular de plántulas de albahaca en los diferentes sustratos.

Peso húmedo del vástago (g)

Por la comparación de medias, el sustrato donde se observó el mayor peso húmedo del vástago, correspondió al humus, su valor difiere de los demás sustratos. En orden decreciente le continúan el pergamino de café, la turba+humus y la turba+arena+humus, estos tres tratamientos son diferentes entre sí y difieren de los demás. Con los menores valores de peso fresco del vástago se encuentran los sustratos turba y turba+arena que son similares entre sí.

Peso seco del vástago (g)

El sustrato humus presento el valor más elevado de peso seco del vástago y estadísticamente fue diferente de los demás sustratos. En orden decreciente, le continúa el pergamino de café, la turba+humus y turba+arena los cuales son estadísticamente diferentes entre sí. Los sustratos turban y turba+arena+humus están asociados a los menores valores de peso seco del vástago, ambos son similares entre sí.

Peso húmedo de la raíz (g)

El sustrato humus y pergamino de café están asociados con los mayores valores de peso húmedo del vástago y ambos pesos son similares estadísticamente. En orden decreciente le continúa la turba+humus que también difiere de los demás sustratos y finalmente se ubican los sustratos turba, turba+arena y turba+arena+humus, que son similares entre sí y presentan los menores valores de peso húmedo asociado a la raíz de plántulas de albahaca.

Peso seco de la raíz (g)

Los tratamientos que corresponden a los sustratos pergamino de café y humus presentaron los mayores valores de peso seco de las raíces de albahaca y difieren de los demás.

El sustrato turba +humus presenta valores intermedios de peso seco y difiere de los demás tratamientos, mientras que los sustratos de turba, turba+arena y turba+arena+humus fue el grupo que presentó los menores pesos radiculares y fueron similares entre sí.

Cuadro 3. Resumen del análisis de variancia para las variables peso húmedo del vástago en g. (PHV), peso seco del vástago en g. (PSV), peso húmedo de las raíces en g. (PHR), peso seco de las raíces en g. (PSR) y volumen radicular en cm³ (VOL) en plántulas de albahaca a los 45 días de edad cultivadas en diferentes sustratos orgánicos.

Fv	Gl	Cuadrados medios				
		PVH	PSV	PHR	PSR	VOL
Sustratos	5	0,433**	0,00170**	0,092**	0,00030**	0,0881**
Bloque	3	0,007 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
Error	15	0,006	0,00002	0,003	0,00001	0,0022
CV (%)		13,57	10,49	14,22	15,27	12,24

CV= Coeficiente de variación; significativo a 1** % de probabilidad por la prueba de F.

Cuadro 4. Comparación de los valores promedios por la prueba de Scott-Knott a 5% de probabilidad para las variables peso húmedo del vástago en g. (PHV), peso seco del vástago en g. (PSV), peso húmedo de las raíces en g. (PHR), peso seco de las raíces en g. (PSR) y volumen radicular en cm³ (VOL) en plántulas de albahaca a los 45 días de edad cultivadas en diferentes sustratos orgánicos.

	Valores promedios de las variables cuantificadas Sustratos				
	PHV	PSV	PHR	PSR	VOL
Turba	0,29e	0,030d	0,27c	0,010c	0,29b
Pergamino de café	0,87b	0,054b	0,59a	0,027a	0,54a
Humus	1,08a	0,082a	0,60a	0,031a	0,59a
Turba + arena	0,25e	0,024c	0,30c	0,012c	0,21c
Turba + humus	0,63c	0,041c	0,39b	0,019b	0,36b
Turba + arena +humus	0,49d	0,034d	0,28c	0,011c	0,30b

Medias seguidas de la misma letra no difieren estadísticamente

Volumen radical (cm³)

Los tratamientos humus y pergamino de café presentan los valores más elevados de volumen radicular y son similares estadísticamente. Le continúan en orden decreciente los sustratos turba, turba+humus y turba+arena+humus, similares entre sí y finalmente se ubica el sustrato turba+arena que presentó el menor volumen de raíces

DISCUSIONES

Los valores arrojados por esta investigación al porcentaje de germinación de las semillas de albahaca a los cinco y hasta el noveno día inclusive después de la siembra, se observaron mayores porcentajes al utilizar la turba como sustrato, manteniéndose como mayor valor para la velocidad de germinación, esto puede estar relacionado con lo establecido por (Argüello *et al.*, 2006), quien dice que, en los cultivos hortícolas, las semillas que se siembran en sustrato orgánico germinan más rápido.

FIA (2003) determinó que las semillas de albahaca sembradas en mezclas de tierra franco arenosa con estiércol de aves permitieron lograr alto porcentaje de emergencia de plántulas. Cabe destacar que el sustrato que presentó las plántulas más altas fue el pergamino esto notándose desde la primera evaluación realizada a los 8 días después de la siembra, manteniendo ese comportamiento hasta los 45 días, esto se relaciona con los resultados obtenidos por (Bityuski *et al.*, 1998), quien observó que el mayor crecimiento de plantas de albahaca se presentaron cuando se utilizaron sustratos orgánicos derivados del lombricomposto, y dice que esto se explicaría por los atributos beneficiosos de estos sustratos, por la mayor concentración de materia orgánica la cual brinda nutrientes, por otra parte Valencia (1972) dice que el uso de productos orgánicos favorece el crecimiento de las plantas en condiciones de vivero, esto se corrobora con lo establecido por (Argüello *et al.*, 2006), quien dice que en los cultivos hortícolas, las plantas que crecen en sustrato orgánico se producen de mayor tamaño y calidad.

Todo esto es reforzado con lo establecido por Cabanillas *et al.*, (2006) quien dice que en plantas de albahaca las variables de crecimiento se incrementan significativamente cuando se utilizaron lombricompuestos en comparación con urea.

Los resultados obtenidos por Zamora (1992) y Rojas (2004) señalan que en investigaciones donde se utilizó la pulpa de café, suelo agrícola, cal, polvillo de arroz y cáscara de nuez de macadamia, la pulpa de café fue superior. Lo que indica que se pueden emplear estos sustratos para la producción de plántulas. De acuerdo con Reyes (2004) la calidad que presentan estos sustratos para el desarrollo de las plántulas sin la aplicación de ningún fertilizante químico, nos indica que son favorables para la producción de plántulas. Para este autor, las plántulas deben de haber alcanzado entre 5 y 19cm de altura, aproximadamente a los 30 días, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos con el pergamino.

Para el diámetro del tallo, los mejores resultados obtenidos se observaron cuando se utilizó el pergamino de café y el humus, lo que indica que se pueden utilizar estos sustratos en sustitución de los importados para la obtención de plántulas aptas para el trasplante, tal como establece Fruticultura Tropical, (1985) quien expresa igual que se pueden sustituir las turbas por productos más económicos y accesibles.

El mayor número de hojas observado a los 45 días se evidenció en los sustratos humus, pergamino de café y con la mezcla turba+humus, los tres con valores por encima de 6 hojas/plántula, resultados que difieren en los valores reportados por Gregorio (2001), quien establece que las plántulas se trasplantan cuando tienen de 3 a 4 hojas verdaderas y para ello requieren de 45 días, esto se corrobora con lo establecido por Zheljazkov y Warman (2003) quienes expresan que el uso de biofertilizantes en el cultivo de albahaca permite aumentar el rendimiento en las diferentes etapas fenológicas acelerando así la etapa de transplante.

Para el volumen radical, peso húmedo de la raíz y peso seco de la raíz, los mayores resultados los presentaron los sustratos humus y pergamino. Romero (1999) observó que el mayor desarrollo y crecimiento de las plantas de café se logró utilizando la pulpa de café como sustrato, sin el uso de fertilizantes, aportando un

buen desarrollo de la parte radical para la obtención de los nutrimentos y por lo tanto de importancia de tener un sustrato que brinde las mejores condiciones para el desarrollo de las plántulas, permitiendo así su mayor resistencia al momento del trasplante.

En los estudios realizados por Valencia (1972) en plantas de café se constató aumento tanto en peso fresco como en el peso seco; mientras que Castellón (1999) y Romero (1999) lo observaron exclusivamente para el peso seco. Según lo expresado por Yagodin (1986), esta respuesta podría estar relacionada a la presencia de compuestos nitrogenados como las poliamidas y el etileno en los productos orgánicos, los cuales actúan como reguladores de crecimiento. Estos resultados corroboran lo obtenido en esta investigación para el peso húmedo y seco del vástago donde el tratamiento humus reportó los mayores pesos.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las variables cuantificadas tanto para el porcentaje de germinación como para la mayor producción de biomasa foliar y radicular ocurrió de forma sostenida en los sustratos humus y pergamino de café.

El sustrato turba, considerado como referencia para la producción de plántulas de otras especies vegetales, no resultó ser una opción tangible para la producción de biomasa, aun siendo excelente para la germinación de las semillas de albahaca.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de investigación de la Universidad de Oriente y al personal del Instituto de Investigaciones Agropecuarias del Núcleo Monagas de la Universidad de Oriente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrawal, R.L. 1986. La tecnología de semillas. Cuarta impresión. Oxford & IBHPublishing Co. de Nueva Delhi, India. 685 P.

Argüello J. Ledesma A. Núñez S. Rodríguez C. y Díaz Goldfarb MC. 2006. Vermicompost effect dynamics non-structural carbohydrate content, yield and quality of garlic. *Hortscience*, 41 (3): 589-592

Bityuski, N, Lukina E, Patsevich V, Solov'eva A. Stepanova T. y Nadporozhskaya M. 1998. The effect of Works on the transformation of organic substrates and the soil nutrition of plants. *Eurasian Soil Science*, 31 (3): 281-

Boadas, M. 2005. Uso de sustratos orgánicos de materiales locales vs. turba para la producción de plántulas de cultivos hortícolas bajo condiciones de invernadero. Trabajo de Ascenso. Universidad de Oriente, Venezuela.

Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Aerotécnicas. S.L. Madrid, España. 46 p.

Cabanillas C. Ledesma A. y Del Longo O. 2006. Biofertilizers (vermicomposting) as sustainable alternative to urea application in the production of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Molecular Medicinal Chemistry*, 11: 28-30

Caceres, A. 1986. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Universidad de San Carlos, Guatemala, Editorial Universitaria. 68p.

Castellón, J. 1999. Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 69 p. [En línea]. Disponible en: [Fecha de consulta: 8-11-2011]. <http://web.catie.ac.cr/informacion/Rmip/rmip55/tesis.htm>

FUNDACION PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA. 2003. Plantas medicinales y aromáticas evaluadas en Chile; Resultados de Proyectos impulsados por FIA. Gobierno de Chile, 41-51. P

Fruticultura tropical, 1985. Guía para la fruticultura ecológica. Colombia. 152 p

García, O.; Alcántar, G.; Cabrera, R.; Gavi, F. y Volke, V. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta Documento en línea disponible en:

- <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/19/3/art249-258.pdf> (citado 30 de julio 2007).
- García, A. 2005 Edafología. [En línea]. Disponible en: [Fecha de consulta: 12-10-2011]. <http://www.unex.es/edafo/index.html>
- García, M. 2001. Propagación sexual de plantas. FONAIAP. Caripe-Monagas. 30 p
- Gregório, M. 2007. El cultivo de albahaca. (Documento On Line). [Consultado: 17 de agosto del 2011]. Disponible en: <http://jardyhort.blogspot.com/2007/07/el-cultivode-la-albahaca.html>.
- Lorente, J. 2001. Suelos, abonos y materia orgánica. 3^{era} Edición. Editorial Idea Books. 264 p.
- McCarthy, P. 2001. The principles of humic substances. Soil Science. November. Vol. 166, No. 11.
- Menéndez, L. 2004. Plantas de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Comisión de información y documentación. Maracay Aragua, Venezuela. Segunda Edición. Pag 23-24
- 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.
- Moya, J. 2011. Pequeño productor de hortalizas en la localidad de San Jaime del Municipio Maturín del Estado Monagas.
- PALMAVEN. 1991. La pulpa de café un buen abono para tu cafetal. Publicaciones de divulgación agrícola Caracas. N° 8.
- Restrepo, A. 2007 Plantas aromáticas medicinales. Culiacán, México Editorial Azteca. 236p.
- Reyes, J. 2004. Influencia de los sustratos orgánicos sobre el desarrollo y rendimiento de hortalizas. Tesis. Ecuador. 75 p.
- ROJAS, C. 2004. Evaluación de la pulpa de café y de la cascara de nuez de macadamia como sustratos orgánicos sobre el crecimiento de plantas de cafeto a nivel de vivero. Tesis Ing. Agr. Barquisimeto-Venezuela. 50 pág. [En línea].
- Disponible en: [Fecha de consulta: 12-11-2011] http://bibagr.ucla.edu.ve/cgiwin/be_alex.exe?Acceso=T070500047885/0&Nombrebd=bvetucl tesis.htm
- Sampat, G. 1972. Física de suelo, principios y aplicaciones. 1^{ra} edición. Limusa. México. Pg. 83.
- Terres, V.; Artetxe, A. y Beunza, A. 1997. Caracterización física de los sustratos de cultivo. Revista Horticultura N° 125.
- Valencia, G. 1972. Utilización de la pulpa de café en almácigos. Avances técnicos. CENICAFÉ. Colombia N° 17. 21 p.
- Yagodin, B. 1986. Agroquímica II. Ed. Mir. Moscú. 446 p.
- Zamora, S. 1992. Estudio de sustratos y tiempos de descomposición para la obtención de abono orgánico a base de pulpa de café *Coffea arabica* en el cantón Jipijapa. Tesis Ing. Agr. Ecuador. 52 p. [En línea]. Disponible en: [Fecha de consulta: 1911-2.011]. <http://www.cofenac.org/bibliografia/base.php?id=15>
- Zheljazko v V My Warman P. 2003. Application of high Cu-compost to Swiss chard and basil. The Science of The Total Environment, 302(1-3): 13-26