

Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos

C. Fernández-Bravo², N. Urdaneta³, W. Silva², H. Poliszuk² y M. Marín²

¹Laboratorio de Fisiología Vegetal. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Apartado 15205, Maracaibo ZU 4005, Venezuela.

²Estudiante Graduado. Postgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.

Resumen

Se evaluó el efecto de sustratos sobre la germinación de semillas de tomate cv Río Grande. Las semillas se sembraron en bandejas plásticas con alvéolos, utilizando seis sustratos, bajo un diseño experimental de parcelas divididas en el tiempo con seis repeticiones. La germinación acumulada ocho días después de la siembra (DDS) fue: 97,83% en turba (TUR), 94,75; 87,08 y 93,92% en mezclas de compost y aserrín de coco en proporción 2:1 (MCA21), 1:1 (MCA11), y 1:2 (MCA12) v/v, respectivamente, 95,42% en capa vegetal (CVG) y 57,16% en almácigo tradicional (AT). La tasa de germinación en estos sustratos fue de 4,36; 5,25; 6,06; 5,84; 5,30 y 6,75, respectivamente. MCA21 y CVG presentaron porcentaje, tasa de germinación y uniformidad en la germinación similares a los obtenidos en TUR. Las plántulas producidas en TUR, MCA21 y CVG presentaron mayor crecimiento inicial 10 DDS, medido como longitud y diámetro del tallo, número de hojas verdaderas y peso seco. La mezcla de MCA21 es recomendable como sustituta de la turba.

Palabras clave: germinación, tomate, sustrato, compost, aserrín de coco.

Introducción

En Venezuela, la producción de tomate representa uno de los rubros más importantes dentro del subsector agrícola vegetal. A partir de los años 90, esta producción comenzó a verse amenazada por la incidencia de va-

rias enfermedades vírales, transmitidas por la mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci* Gennadius, 1889) (10,11). Esto ha promovido la producción de plántulas bajo condiciones de aislamiento, con el fin de protegerlas

Recibido el 20-7-2004 • Aceptado el 16-3-2005

Autores para correspondencia emails: cfernandez@luz.edu.ve; cefb8872@yahoo.com; niurd@hotmail.com; niurd2003@yahoo.com

del vector de la enfermedad, mediante la utilización de mallas antiáfidos o antitrips, lo que permite obtener plantas libres de geminivirus (8). La aparición de enfermedades y el alto costo de las semillas mejoradas genéticamente, hacen necesaria la utilización de sistemas de producción de plántulas en bandejas de alvéolos, y utilizando además sustratos enriquecidos con fertilizantes (4); estas medidas permiten mejorar el aprovechamiento de las semillas con respecto al almácigo tradicional, además de mejorar la sanidad de las plántulas.

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum* peat moss); sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las

plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible, ha comenzado a restringir su uso. Esto ha motivado la búsqueda de otros sustratos entre los que destacan el compost producido a partir de materiales orgánicos vegetales y animales (3,7), y el aserrín de coco, producto de la molienda del mesocarpio del fruto del coco (1). Ambos son productos comerciales y han sido evaluados individualmente como sustratos sustitutos de la turba (2, 5, 6, y 12). Ambos materiales presentan limitaciones físicas y/o químicas que podrían reducirse al mezclarlos.

En este experimento se evaluó el efecto del uso de las mezclas de compost y aserrín de coco como sustrato en la germinación de semillas de tomate cv Río Grande, en bandejas plásticas, bajo condiciones de umbráculo.

Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en los umbráculos de la cátedra de Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, núcleo Agropecuario, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela (10°41'12" de Latitud Norte y 71°38'05" de Longitud Oeste), con una altitud de 25 msnm, durante el periodo noviembre diciembre de 2000.

Se utilizaron seis sustratos, la mezcla comercial de turba canadiense (Sungro Horticulture Inc. NJ, EUA) como tratamiento testigo, tres mezclas de compost de cachaza y bagazo de caña de azúcar (Biofertilizante La Pastora, C.A., Trujillo, Venezuela) con aserrín de coco molida en las siguientes

relaciones v/v: 2:1 (MCA21), 1:1 (MCA11) y 1:2 (MCA12). Además, se utilizó un sustrato preparado con capa vegetal y materia orgánica en relación 3:1 (CVG). Se dispuso de bandejas de polietileno especiales para producción de plántulas, modelo 200 x 200 (TLC plug flats. TLC Polyform, Inc. Plymouth, EUA). Se llenaron seis bandejas con cada sustrato, se sembró una semilla de tomate cv Río Grande (Petoseed Saticoy, CA.) por celda, se regaron hasta percolar y se introdujeron en bolsas de polietileno negro por 72 horas. Se ubicaron 15 bandejas en cada umbráculo, colocadas en mesones de malla de alambre. Simultáneamente, se sembró un tratamiento adicional

nal como referencia, constituido por un almácigo tradicional, compuesto de la mezcla 3:1 de capa vegetal y materia orgánica. Éste fue desinfectado con una solución de formalina al 47%, utilizando 100 cc.m⁻². Las semillas se sembraron a chorro corrido con una densidad de siembra de 80 semillas por metro lineal (por surco) generando cinco surcos por tratamiento, con lo que se sumó un total de 400 semillas por tratamiento. Se realizaron dos riegos diarios durante todo el ensayo, uno en la mañana y otro en la tarde.

A partir del cuarto día de sembradas las semillas (4 DDS) y hasta el octavo día se cuantificó diariamente el número de plantas cuyos cotiledones hubiesen estado atravesando la superficie; es decir, con hipocótilo visible (PHV) y número de plantas con las dos hojas cotiledonales totalmente desplegadas (PHCD), correspondientes a los códigos 09 y 10, respectivamente, de la escala BBCH (9). La sumatoria de PHV y PHCD se utilizó para calcular el porcentaje de germinación y la tasa de germinación para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas: $PG=(PHCD)100/NSS$

Donde:

PG: porcentaje de germinación,

PHCD: plántulas con las dos hojas cotiledonales totalmente desplegadas,

NSS: número de semillas sembradas.

$TG=(N_1T_1 + N_2T_2.....+ N_xTx)/NSG$

Donde:

TG: tasa de germinación calculada a partir de la variable PHCD,

N: número de semillas que germinaron (PHCD) en cada intervalo de tiempo,

T: tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y el fin de cada intervalo.

Además, se determinó la longitud del tallo (LT), diámetro del tallo en la base (GTB), número de hojas verdaderas (NHV) y peso seco total (PST) de las plántulas, diez días después de la siembra, para lo cual se utilizó una muestra compuesta de tres plántulas por repetición.

El análisis de varianza de los datos obtenidos se realizó utilizando dos modelos aditivos lineales: primero un totalmente al azar donde se evaluaron todos los tratamientos independientemente, sin considerar la disimilitud que pudo haber entre un semillero tradicional y las bandejas; y luego un parcelas divididas para los tratamientos en bandeja únicamente. Debido a que las tendencias se mantuvieron en los dos análisis la discusión de los resultados se basó en los resultados del modelo totalmente al azar a fin de contrastar los resultados del sistema de bandejas y el semillero tradicional. Todos los datos se procesaron en el paquete computacional para análisis estadísticos SAS® (SAS Institute Inc. Raleigh, NC), versión 6.0, utilizándose el procedimiento LSMEANS para las pruebas de medias.

Resultados y discusión

En la primera evaluación (4 DDS) la turba presentó el PG más alto, siendo diferente ($P>0,01$) al PG obtenido en los demás tratamientos (cuadro 1), lo cual podría atribuirse a sus características físico-químicas, dentro de las que destacan su retención de humedad alta, porosidad total alta y reducida conductividad eléctrica (CE), entre otras (1). A medida que avanzó el experimento, la diferencia entre el PG obtenido en la turba y los demás sustratos utilizados se redujo considerablemente (figura 1), de tal manera que 8 DDS, la TUR, CVG, MCA21 y MCA12 no presentan diferencias estadísticas. El retraso del inicio de la germinación parece estar relacionado con la mayor densidad y CE de estos sustratos. El efecto negativo de valores de CE altos pudo haberse reducido en el tiempo, por efecto del lavado de sales a consecuencia del riego. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Fernández (6)

para esta misma etapa, los cuales indicaron que a menor contenido de compost en la mezcla se obtuvo un mayor PG.

Aparentemente, el doble riego diario favoreció la germinación en CVG y MCA21, pero la limitó en MCA12 y MCA11, ya que en estos dos últimos su alta capacidad de retención de humedad y baja infiltración limitó la aireación del sustrato y con ello la germinación. La exposición del almácigo tradicional a la variación de los factores físicos explicó el menor PG de las semillas sembradas.

El número de plántulas con hipocótilo visible, es un indicativo de la velocidad y uniformidad de germinación de las semillas en los diferentes sustratos (figura 2). La turba presentó la germinación más uniforme lo cual se reflejó como un pico muy pronunciado a los 4 DDS con una base muy estrecha, debido a que la mayoría de las plántulas alcanzaron

Cuadro 1. Efecto de los sustratos de producción en semilleros sobre el porcentaje de germinación acumulada en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Sustrato	Días después de siembra				
	4	5	6	7	8
Turba	73,333 ^a	92,916 ^a	94,250 ^a	96,083 ^a	97,833 ^a
2 Compost: 1 Aserrín de coco	21,083 ^b	62,416 ^b	85,000 ^{bc}	93,000 ^{ab}	94,750 ^a
1 Compost: 1 Aserrín de coco	1,583 ^b	17,750 ^d	68,000 ^d	78,750 ^c	87,083 ^b
1 Compost: 2 Aserrín de coco	4,750 ^b	37,500 ^{cd}	71,166 ^c	89,583 ^b	93,916 ^a
Almácigo en bandeja	11,250 ^b	61,166 ^{bc}	89,500 ^{ab}	93,166 ^{ab}	95,416 ^a
Almácigo tradicional	0,000 ^b	5,461 ^{cd}	22,916 ^d	42,166 ^c	57,166 ^b

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ($P<0,01$)

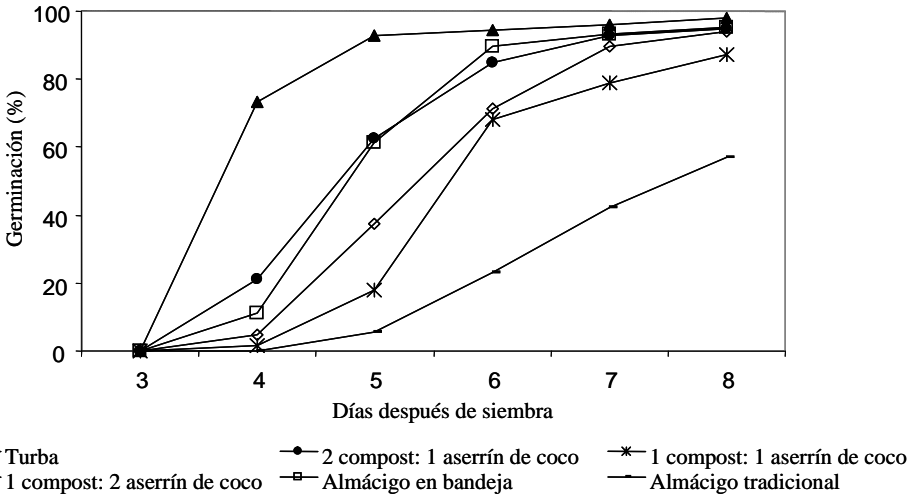


Figura 1. Efecto de los sustratos de producción en semilleros sobre el porcentaje de germinación acumulada en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

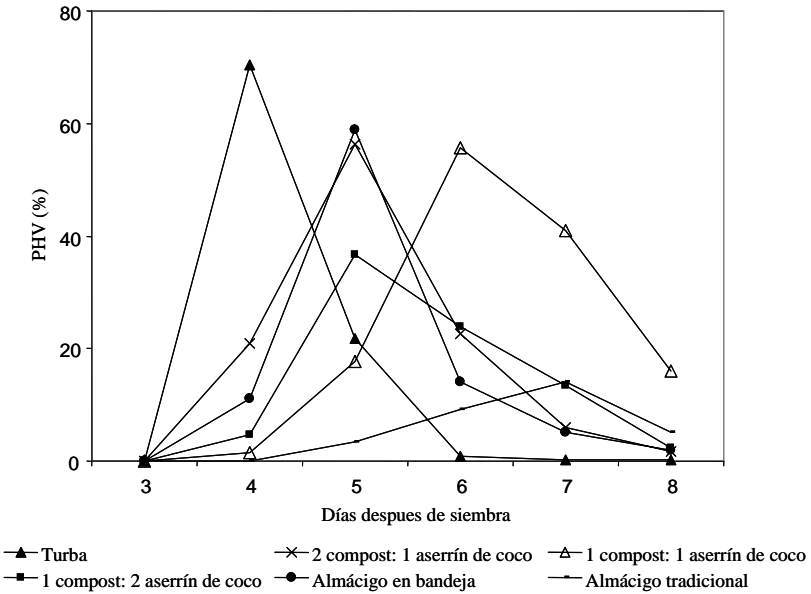


Figura 2. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de plántulas con hipocotilo visible (PHV).

el estadio 9 de la escala BBCH (9) y rápidamente pasaron al siguiente estadio (E10). El comportamiento fue similar en CVG y MCA21 solo que con un día de retraso para alcanzar el máximo valor. Estos resultados mostraron un comportamiento menos uniforme, así como una velocidad de germinación baja, pero mayor a la del resto de los sustratos que mostraron curvas más atenuadas, con valores bajos, mantenidos en el tiempo, que indican desuniformidad en la germinación.

El comportamiento del número de plantas con las dos hojas cotiledonales totalmente desplegadas, que evidenciaron su grado de desarrollo, fue similar al descrito para la variable PG (cuadro 2). Estos resultados, aunados a los valores de TG (cuadro 3), confirmaron la alta uniformidad que indujo la turba con respecto al resto de los sustratos, reflejado en

una TG mas baja (3,4). Seguidos a la turba se encontraron MCA21 y CVG, similares entre si, pero mayores al resto de los sustratos (5,2 y 5,3 respectivamente).

El desarrollo de las plántulas, en su etapa inicial, está directamente relacionado con la uniformidad en la germinación y ésta a su vez se puede atribuir exclusivamente a las características propias del sustrato. En general, se observó que en turba, MCA21 y almácigo en bandeja las variables de crecimiento presentaron valores mayores (cuadro 4), presentando diferencias significativas con el resto de los sustratos, respuesta que estuvo muy relacionada con la dinámica de germinación presentada bajo cada uno de los sustratos. La alta densidad de la capa vegetal dificultó su utilización en los sistemas de producción de plántulas en bandejas, ya que su excesivo peso hizo que estas se rompieran.

Cuadro 2. Efecto de los sustratos sobre el porcentaje de plántulas con las dos hojas cotiledonales desplegadas.

Sustrato	Días después de siembra				
	4	5	6	7	8
Turba	0,000 ^a	11,333 ^a	83,250 ^a	95,083 ^a	96,250 ^a
2 Compost: 1 Aserrín de coco	0,000 ^a	0,750 ^b	9,083 ^{bc}	50,250 ^b	85,000 ^a
1 Compost: 1 Aserrín de coco	0,000 ^a	0,000 ^b	0,083 ^c	12,666 ^c	50,250 ^b
1 Compost: 2 Aserrín de coco	0,000 ^a	0,000 ^b	4,916 ^{bc}	41,916 ^b	85,250 ^a
Almácigo en bandeja	0,000 ^a	0,000 ^b	8,750 ^b	69,083 ^{ab}	91,583 ^a
Almácigo tradicional	0,000 ^a	0,000 ^b	5,583 ^{bc}	16,666 ^c	41,916 ^b

Medias con la misma letra dentro de columnas son no estadísticamente iguales ($P < 0,01$)

Cuadro 3. Efecto de los sustratos de producción en semilleros sobre la tasa de germinación (días) en plántulas de tomate.

Sustrato	Tasa de germinación
Turba	4,355 ^a
2 compost: 1 aserrín de coco	5,245 ^b
1 compost: 1 aserrín de coco	6,061 ^c
1 compost: 2 aserrín de coco	5,838 ^c
Almácigo en bandeja	5,326 ^b
Almácigo tradicional	6,750 ^d

Medias con la misma letra dentro de columnas son no estadísticamente iguales ($P < 0,01$)

Cuadro 4. Efecto de los sustratos sobre la longitud del tallo (LT), grosor del tallo en la base (GTB), número de hojas verdadera (NHV) y peso seco del tallo (PST), de las plántulas de tomate, 10 días después de la siembra.

	LT (cm)	GTB (mm)	NHV	PST (10^{-3} g)
Turba	4,881 ^a	1,305 ^a	1,852 ^a	7,26 ^a
2 Compost: 1 Aserrín de coco	3,785 ^b	0,997 ^b	1,742 ^a	3,98 ^{bc}
1 Compost: 1 Aserrín de coco	2,953 ^d	0,995 ^b	0,890 ^c	2,13 ^d
1 Compost: 2 Aserrín de coco	3,459 ^c	1,002 ^b	1,277 ^b	3,47 ^c
Almácigo en bandeja	3,593 ^{bc}	0,978 ^b	1,723 ^a	4,69 ^b
Almácigo tradicional	3,082 ^d	0,891 ^c	1,111 ^b	3,85 ^{bc}

Medias con la misma letra dentro de columnas son no estadísticamente iguales ($P < 0,01$)

Conclusiones y recomendaciones

El mejor sustrato para sustituir a la turba fue la mezcla de compost de cachaza de caña de azúcar y aserrín de coco molida en relación 2:1.

Se recomienda evaluar diferentes frecuencias de riego sobre las mezclas de sustratos para determinar el efecto del exceso de humedad.

Agradecimiento

Los autores desean expresar el agradecimiento al FONACIT-LUZ G2000001610 y Fortalecimiento

FONACIT-LUZ F2001001119. por el cofinanciamiento a este proyecto de investigación.

Literatura citada

1. Abad B., M. y P. Noguera. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. p. 287-342. En: Cadahia, C. (Ed.). Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Editorial Mundi – Prensa. Madrid. España.
2. Anónimo 1999. Fibra de coco: ventajas de un sustrato natural. Cultivos controlados 1(1):28-29.
3. Bugbee, G.J. y C.R. Frink 1989. Composted waste as a peat substitute in peat-lite media. Hortscience 24(4): 625-627.
4. Castilla, N. 1995. Manejo del cultivo intensivo del tomate. p.189-226. En: Nuez, F. (Ed.). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España.
5. Evans, M.R. y K.I. Jeffery 1997. Growth of *Viburnum dentatum* and *Syringa x prestoniae* 'Donald Wyman' in sphagnum peat and coir dust - based substrates. J. Environ. Hort. 15(3): 156-159.
6. Fernández-Bravo, C. 2000. Crecimiento de plántulas de tomate cv. Río grande en bandejas plásticas usando mezclas de compost y aserrín de coco como sustituto de la turba de musgo. Trabajo de ascenso. Facultad de Agronomía, LUZ, Maracaibo, Venezuela. pp. 51. (Mimeografiado)
7. Hartz, T.K., F.J. Costa, y W.L. Schrader. 1986. Suitability of composted green waste for horticultural uses. HortScience 31(6): 961-964.
8. Hilje, L. 1997. Posibilidades para el manejo integrado del complejo *Bemisia tabaci* - Geminivirus en Costa Rica. Agronomía Costarricense 21(1): 139-142.
9. Lancashire, P.D., H. Bleiholder, T. Van Den Boom, R. Stauss, E. Weber y A. Witzemberger. 1991. A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. Appl. Biol. 119: 561–601.
10. Nava, A., G. Trujillo, D. Chirinos, y G. Rivero. 1998. Detección de virus en las zonas productoras de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela IV. Estado Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 15: 135-141.
11. Nava, A., F. Ochoa, G. Trujillo, F. Geraud, L. Hernández, R. Lastra, y G. Rivas. 1996. Detección de virus en zonas productoras de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela. I. Estados Aragua y Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 13: 285-292.
12. Reis, M., F.X. Martinez, M. Soliva, A.A. Monteiro, y R.A.K. Szmidt. 1998. Composted organic residues as a substrate component for tomato transplant production. Acta Horticulturae 469: 263-273.