

Uso de Compost RSU como sustrato en semilleros de tomate

F. Herrera¹, J. E. Castillo¹, A.F. Chica², L. López Bellido¹

¹ Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, University of Córdoba, Campus de Rabanales, Edificio C-4 "Celestino Mutis", Ctra. de Madrid, km 396, 14071 Córdoba, Phone: 34-57-218495; Fax: 34-57-218440; E-Mail: cr1lobel@uco.es

² Departamento de Ingeniería Química y Química Inorgánica, University of Córdoba, Campus de Rabanales, Ctra. de Madrid, km 396, 14071 Córdoba.

Palabras clave: compost de RSU; sustratos; turba negra; turba rubia; tomate.

Resumen

Para determinar el sustrato óptimo para semilleros de tomate cv. Atlético (*Lycopersicum esculentum*) cv. Atletico, se utilizaron mezclas de turba negra (TN), turba rubia (TR) y compost de residuos sólidos urbanos (CRSU): TN (65%) + TR (30%) + perlita (5%), TN (65%) + CRSU (30%) + perlita (5%), TR (65%) + TN (30%) + perlita (5%), TR (65%) + CRSU (30%) + perlita (5%) y CRSU (65%) + TR (30%) + perlita (5%).

La calidad de las plántulas del semillero fueron evaluadas según distintos índices de crecimiento. Las plántulas procedentes de la mezcla TR (65%) + CRSU (30%) mostraron unos índices de calidad similares a los registrados con las mezclas convencionales de TN y TR Sphagnum, debido a un balance equilibrado entre el suministro de nutrientes del compost y la porosidad y aireación de la TR.

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, la turba ha resultado casi insustituible en la formulación de sustratos de cultivo, fundamentalmente como mezclas de turba rubia y negra. El uso masivo de este material como sustrato ha hecho que los horticultores se planteen su sustitución a medio y largo plazo (Granberry et al., 2001; Sterrett, 2001).

Actualmente se busca introducir nuevos sustratos alternativos a los tradicionalmente más utilizados, que sean reutilizables, reciclables y que no tengan su origen en fuentes no renovables como las turberas (Verdock, 1988).

Algunos trabajos han estudiado la utilización de compost en la producción de plantas de semillero, y analizado sus propiedades químicas, físicas y biológicas (Fitzpatrick, 2001; Sterrett, 2001). Se ha constatado que las mezclas de compost con perlita pueden utilizarse como sustratos, en proporciones de CRSU entre el 20 y 50% no requiriendo abonado mineral adicional (Pinamonti et al., 1997; Castillo et al. 2004). No obstante, algunos compost pueden presentar ciertas limitaciones en su uso, por el incremento en el contenido de sales hasta niveles que pueden afectar el crecimiento de cultivos sensibles; la fitotoxicidad por metales pesados; la baja porosidad total y la alta variabilidad en sus propiedades físico-químicas (Spiers and Fietje, 2000).

El objetivo de este estudio, es el evaluar el efecto de diferentes proporciones de CRSU en mezcla con turba, como medio de cultivo en semillero de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron tres experimentos de semilleros de tomate cv. Atletico en bandejas de poliestireno de 150 alvéolos, que se rellenaron con las siguientes mezclas de sustratos (%v/v):

Tn+Tr (Turba negra 65% + Turba rubia 30% + Perlita 5%); Tn+CRSU (Turba negra 65% + Compost de residuos sólidos urbanos 30% + Perlita 5%); Tr+Tn (Turba rubia 65% + Turba negra 30% + Perlita 5%); Tr+CRSU (Turba rubia 65% + Compost de residuos sólidos urbanos 30% + Perlita 5%) y CRSU+Tr (Compost de residuos sólidos urbanos 65% + Turba rubia 30% + Perlita 5%).

Las características químicas de las turbas utilizadas fueron similares en los tres años, pero no así el compost, que mostró algunas diferencias entre los distintos años (Tabla 1).

Los semilleros se realizaron el 15 de enero 2001, 15 de enero 2002 y 12 enero 2003. La siembra fue manual, depositando una semilla por alvéolo y cubriéndola con vermiculita. Después de la siembra, las bandejas se situaron en invernadero climatizado, con un intervalo de temperatura entre 17°C y 28°C. El riego del semillero se realizó diariamente, mediante pulverización manual, para mantener el sustrato a capacidad de campo.

Durante el período de 40 días que duró el semillero no se aplicó ninguna fertilización al ser satisfechas las necesidades nutricionales de las plántulas por la aportación de nutrientes del propio sustrato.

Al final del periodo de crecimiento de las plántulas en el semillero, se efectuaron las siguientes determinaciones: altura de la planta medida desde el cepellón; diámetro del tallo, medido debajo del nudo cotiledonar; relación altura/diámetro (H/D) del tallo de la plántula; altura del primer entrenudo; número de hojas por plántula, excluidos los cotiledones; área foliar por plántula, materia seca total por plántula y su distribución en peso entre las distintas partes de la plántula, el área foliar específica (SLA) y la relación área foliar/materia seca de la planta (LAR).

Al inicio y final del ensayo se determinó el pH y la conductividad eléctrica (CE) de todas las mezclas de sustratos y tratamientos (Tabla 2).

Los datos anuales para cada parámetro se sometieron globalmente al análisis de la varianza (ANOVA). Para ello se utilizó el paquete estadístico Statistix 7.0 (Analytical Software, 2000). Los tratamientos se compararon usando el test de mínimas diferencias significativas de Fisher (LSD) con $P \leq 0.05$. Las LSD para comparar los efectos principales y las interacciones se calcularon usando los errores estándar propuestos por Gómez and Gómez (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los sustratos.

Los valores de pH de los sustratos están en un rango de 6 a 8,8 (Tabla 1) correspondiendo los valores más ácidos a las turbas. Todos los compost fueron básicos con pHs superiores a 8.0. El más básico correspondió al compost de 2003 (8.81), y el menos al 2001 (8.11). La conductividad eléctrica (CE) fue alta en los compost, el valor inicial más elevado de CE se registró en el último año del experimento y el menor en el primero (Tabla 1).

El porcentaje de materia orgánica fue superior al 90% en las turbas, e inferior al 40% en los diferentes CRSU utilizados, siendo el N total, por el contrario, el doble más alto en estos últimos, aunque sin superar el 3%. El contenido de fósforo fue bajo y también difirió significativamente en el CRSU según los años (Tabla 1).

La relación C/N ha sido ampliamente utilizada como indicador del grado de madurez y estabilidad de la materia orgánica. Los bajos valores obtenidos para dicha relación en el compost, en los tres años, indican que tales compost fueron estables y maduros.

Los contenidos de metales pesados de los compost (Tabla 1), se situaron siempre por debajo de los límites establecidos por la normativa española.

Características químicas (pH y EC) de las mezclas de sustratos

El pH de las mezclas de sustratos utilizadas fue, en los tres años del experimento, ligeramente ácido en las mezclas de las dos turbas, y básico en todos los demás casos, destacando la mezcla de CRSU+Tr que presentó los valores de pH más altos, significativamente diferentes con respecto a las demás mezclas estudiadas en el año 2003 y con respecto a todas, excepto la mezcla Tr+CRSU en los otros dos años (Tabla 2). El pH de los sustratos en los que se utilizó como componente el CRSU disminuyó a medida que se incrementó la proporción de turbas en su formulación (Tabla 2).

El pH al final del experimento de cada año tendió a igualarse en las distintas mezclas de sustratos, no existiendo diferencias significativas en los años 2001 y 2003 (Tabla 3). Por el contrario, en el año 2002 las mezclas con CRSU tuvieron al final el pH más elevado (Tabla 3). Las mezclas CRSU+Tr y Tr+CRSU fueron las que registraron un pH final más alto (Tabla 3). En promedio, el pH de las distintas mezclas de sustrato al final del experimento del año 2001 fue similar o incluso menor que el pH al inicio del mismo. Por el contrario, en los dos años siguientes, el pH al final del experimento fue mayor que al inicio para todas las mezclas de sustratos estudiadas. Estas variaciones podrían atribuirse a diferencias en el estado de maduración de compost usados en los distintos años.

La CE de las mezclas de sustratos al inicio de los ensayos siempre fue superior que al final. Esto es posible atribuirlo al efecto de lavado de sales por los riegos aplicados al semillero. Hicklenton et al. (2001) sostienen que es posible corregir la elevada salinidad de un sustrato mediante lixiviación controlada. Los mayores valores de CE inicial de los sustratos se registraron en las mezclas con la adición de CRSU (Tabla 3). Así, la mezcla CRSU+Tr registró en los tres años del experimento los mayores valores de CE, con diferencias significativas respecto a todos los demás (Tabla 3). Sólo se registraron valores de CE dentro del nivel óptimo ($<3.5 \text{ dSm}^{-1}$) recomendado por Wright (1986), para el crecimiento y obtención de plantas de semillero sanas y vigorosas, en las mezclas formuladas únicamente a base de turbas, que tuvieron diferencias significativas con el resto de mezclas. La CE de los sustratos al final de los experimentos presentó un comportamiento similar. La mezcla CRSU+Tr mantuvo niveles más elevados que las otras mezclas (Tabla 3)

Crecimiento de plántulas.

La mayor altura de las plántulas se registró en el experimento del año 2003, con diferencias significativas respecto a los otros dos años, los cuales no difirieron entre sí. También el diámetro del tallo de las plántulas, la relación altura/diámetro del tallo y la altura del primer nudo del tallo, mostraron diferencias significativas entre los años de estudio, atribuibles a la variación de las características del CRSU utilizado (Tabla 4).

La mezcla de sustratos Tr+CRSU registró los mayores valores en todos los parámetros estudiados, con diferencias significativas respecto a las demás mezclas en casi todos los casos (Tabla 4). Es remarcable el mejor comportamiento del CRSU en la proporción del 30% en mezcla con turba rubia (65%), respecto a las mezclas de turba estándar y a los sustratos con mezcla de turba negra y compost o con mezclas en mayor proporción de compost. Con independencia del efecto diferencial de las características físicas de las turbas y de la proporción del compost sobre el crecimiento de las plántulas de tomate, sin duda las diferencias de salinidad del sustrato fueron decisivas sobre dicho crecimiento.

Materia seca de las plántulas.

El contenido de materia seca de los distintos órganos de las plántulas de tomate, así como la materia seca total, difirieron significativamente en los años de estudio, siendo los experimentos de los años 2002 y 2003 los que registraron valores más altos (Tabla 5).

El mayor contenido de materia seca total y de los distintos órganos de las plántulas se registró siempre en las plántulas procedentes de la mezcla de Tr+CRSU, siendo el más bajo en la mezcla de turba Tr+Tn. La excepción fue la materia seca de la raíz que no difirió significativamente entre las mezclas de sustratos estudiadas (Tabla 5).

Se constata, una vez más, que las plántulas obtenidas con la mezcla de sustratos Tr+CRSU presentan una mejor calidad y aptitud para el trasplante. La resistencia de la plántula al estrés del trasplante está directamente relacionada con su contenido de materia seca, que mejora el establecimiento de las plántulas en el suelo o sustrato de cultivo, según Pimpini y Gianquinto (1991).

Índices foliares de las plántulas.

Como en los parámetros anteriores, el año del experimento tuvo una influencia significativa en todos los índices foliares de las plántulas de tomate (Tabla 5). El área foliar de las plántulas de tomate criadas en semillero parece estar directamente relacionada con la producción de fruto por planta, aunque Leskovar et al. (1991) sostienen que existe un máximo de área foliar/plántula por encima del cual no se obtienen incrementos apreciables de producción y fruto, y por tanto puede no ser conveniente el incremento de dicho índice.

El número de hojas/plántula y el área foliar fueron significativamente mayores en las mezclas de turba con compost WP+MSWC y OP+MSWC y en la mezcla de turbas estándar OP+WP (Tabla 6). Por el contrario, la specific leaf area (SLA) y la leaf area ratio (LAR) no mostraron diferencias significativas entre las distintas mezclas de sustrato estudiadas (Tabla 6). Esto parece indicar un comportamiento de las plántulas de tomate en el trasplante similar para todas las mezclas de sustrato estudiadas, en relación con los índices foliares, puesto que los índices SLA y LAR son utilizados para valorar la resistencia de las plántulas al estrés del trasplante.

El MSW compost se mostró como un componente idóneo en la preparación de mezclas de sustratos para semillero de tomate, junto con la turba, cuando la proporción del primero respecto a la segunda fue inferior a la mitad (30 y 65%, respectivamente). Con estas proporciones se atenúan los efectos negativos del elevado pH y CE sobre el crecimiento de las plántulas y se obtienen plántulas de similar calidad a las procedentes de mezclas estándar de sustrato a base de turbas.

La mezcla, turba rubia (65%) y CRSU (30%) proporciona un sustrato óptimo para la producción de plántulas de tomate en semillero, de índices de calidad similares a la mezcla turba negra y turba rubia sphagnum. Ello puede atribuirse al adecuado equilibrio entre la aportación de nutrientes que realiza el compost y la mejora de las características físicas de la mezcla que efectúa la turba rubia, en especial la porosidad y capacidad de aireación del sustrato.

La mejora de los métodos de recogida selectiva de basuras municipales y de los procesos de elaboración del compost podrán permitir el uso cada vez más generalizado de este compuesto orgánico renovable, en detrimento de las turbas sphagnum de alta calidad, que al ser un recurso no renovable es cada día menos disponible y más costoso para su empleo en horticultura.

Referencias

Analytical Software, 2000. Statistix 7.0 Tallahassee, FL, USA:

Castillo, J.E., Herrera, F., López-Bellido, R.J., López-Bellido F.J., López-Bellido L., Fernández, E.J. 2004. Municipal solid waste (MSW) compost as a tomato transplant medium. *Compost Science and Utilization*, 12: 86-92.

- Fitzpatrick, G.E. 2001. Compost utilization in ornamental and nursery crop production system. In: P. J. Stoffella and B. A. Kahn (eds). Compost Utilization in Horticultural Crooping Systems. Lewis Publ., Boca Raton, FL. Pp. 135-150.
- Gómez, K.A., Gómez, A.A. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. Wiley, New York.
- Granberry, D.M., Kelley, W.T., Langston, D.B., Rucker, Jr., K.S. and J.C. Diaz-Perez. 2001. Testing compost value on pepper transplants. *BioCycle*, 42(10):60-62.
- Pinamonti, F., G. Stringari and G. Zorzi. 1997. Use of compost in soilless cultivation. *Compost Science & Utilization*, 5,2: 38-46.
- Sterrett S. B. 2001. Compost as horticultural substrates for vegetable transplant production. In: P. J. Stoffella and B. A. Kahn (eds). Compost Utilization in Horticultural Crooping Systems. Lewis Publ., Boca Raton, FL. Pp. 227-240.
- Spiers, TM and G. Fietje. 2000. Green waste compost as a component in soilless growing media. *Compost Science and Utilization*. 8(1):19-23.
- Verdock, O. 1988. Compost from organic waste materials as substitutes for the usual horticultural substrates. *Biological Wastes*, 26, 325-350.

Tabla 1. Características químicas de los sustratos

Indices	Turba negra (Tn)	Turba rubia (Tr)	Compost RSU		
			2001	2002	2003
Materia orgánica (%)	90	93	33 a ¹	36 a	37 a
pH	6.5	6.0	8.1 a	8.4 a	8.8 a
Conductividad electrica (dSm ⁻¹)	1.5	1.4	11.4 c	13.2 b	19.8 a
Nitrógeno total (%)	1.3	1.1	2.7 ab	2.6 b	2.9 a
Calcio (%)	10	-	39	40	41
Fósforo (mg kg ⁻¹)	880	-	616 c	1672 b	1012 a
Potasio (mg kg ⁻¹)	166	-	448	415	432
C/N	-	-	7.1 b	8.2 a	7.2 b
Cd (mg kg ⁻¹)	-	-	2	3	1
Cu (mg kg ⁻¹)	-	-	373	252	280
Cr (mg kg ⁻¹)	-	-	84	57	30
Ni (mg kg ⁻¹)	-	-	64	57	50
Pb (mg kg ⁻¹)	-	-	144	165	170
Zn (mg kg ⁻¹)	-	-	603	415	420

¹ Para compost RSU valores para cada índice seguidos de letras distintas indican diferencias significativas, $P < 0.05$

Tabla 2. Valores de pH y CE de las diferentes mezclas de sustrato usados al inicio del semillero.

Sustrato ¹	pH			Conductividad Eléctrica (dSm ⁻¹)		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Tn+Tr	6.7 c ²	6.1 c	6.5 d	2.0 d	1.6 d	1.3 d
Tn+CRSU	7.4 b	7.8 b	7.7 c	9.7 b	8.9 b	12.9 c
Tr+Tn	6.7 c	6.2 c	6.9 d	2.3 c	1.6 d	1.0 d
Tr+CRSU	7.8 a	7.9 ab	7.9 b	10.2 b	8.0 c	13.4 b
CRSU+Tr	7.9 a	8.0 a	8.2 a	15.8 a	12.6 a	22.0 a

¹ Tn: Turba negra; Tr: Turba rubia; CRSU: Compost RSU.

² Para cada año y media letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05

Tabla 3. Valores de pH y CE de las diferentes mezclas de sustrato al final del periodo de crecimiento de plántulas de tomate.

Substratos ¹	pH			Conductividad Eléctrica (dSm ⁻¹)		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Tn+Tr	6.9 a ²	7.5 c	7.7 a	0.5 c	0.3 c	1.1 d
Tn+CRSU	7.1 a	8.2 b	8.0 a	0.7 bc	0.7 b	2.5 c
Tr+Tn	7.0 a	7.5 c	7.6 a	0.5 c	0.3 c	1.0 d
Tr+CRSU	7.0 a	8.6 a	8.2 a	1.0 ab	0.9 a	3.8 b
CRSU+Tr	7.1 a	8.6 a	8.2 a	1.3 a	0.9 a	5.4 a

¹ Tn: Turba negra; Tr: Turba rubia; CRSU: Compost RSU.

² Para cada año y media letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05

Tabla 4. Influencia de las diferentes mezclas de sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate.

Tratamiento	Altura (H) (mm)	Diámetro tallo (D) (mm)	Altura/diámetro	Altura al 1ºnudo (mm)
Año:				
2001	156 b ²	2.5 c	61.4 a	42.1 a
2002	170 b	3.7 a	46.1 b	31.8 b
2003	211 a	3.2 b	65.1 a	40.6 a
Sustrato:				
Tn+Tr ¹	182 b ³	3.2 b	58.0 bc	39.4 ab
Tn+CRSU	175 b	3.3 ab	53.6 bc	34.1 c
Tr+Tn	139 c	2.7 c	52.4 c	35.8 bc
Tr+CRSU	222 a	3.5 a	64.7 a	41.5 a
CRSU+Tr	178 b	3.1 b	58.9 b	39.9 ab
Media	179	3.1	57.5	38.1
Año x Sustrato	***	***	*	**

¹ Tn: Turba negra; Tr: Turba rubia; CRSU: Compost RSU.

² Para cada año, letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05

³ Para cada sustrato, letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05

Tabla 5. Efectos de diferentes mezclas de sustratos en la producción de materia seca e índices foliares en plántulas de tomate.

Tratamiento	Producción de Materia seca (mgplanta ⁻¹)				Índices foliares			
	Hojas	Tallos	Raíz	Total	Hojas/pla nt	Área foliar (cm ²)	SLA (cm ² g ⁻¹)	LAR (cm ² g ⁻¹)
Año:								
2001	140 b ²	76 b	62 c	279 b	3.8 b	26.4 b	185 ab	92 ab
2002	239 a	145 a	121 a	504 a	4.8 a	39.7 a	178 b	80 b
2003	240 a	152 a	92 b	484 a	5.1 a	51.6 a	213 ^a	102 a
Sustrato:								
Tn+Tr ¹	192 b ³	130 b	97 a	419 ab	4.6 ab	40.5 ab	204 a	91 a
Tn+CRSU	249 ab	129 b	101 a	479 ab	4.8 a	44.6 ab	181 a	95 a
Tr+Tn	111 c	71 c	57 a	240 c	4.1 b	23.2 c	207 a	94 a
Tr+CRSU	279 a	175 a	111 a	564 a	5.0 a	53.1 a	185 a	90 a
CRSU+Tr	200 b	116 ab	93 a	409 b	4.3 b	34.8 bc	182 a	87 a
Media	206	124	27	422	4.6	39.2	192	92
Año x Sustrato	***	***	***	***	***	**	***	**

¹ Tn: Turba negra; Tr: Turba rubia; CRSU: Compost RSU.

² Para cada año, letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05

³ Para cada sustrato, letras distintas indican diferencias significativas, P<0.05