

Efecto de distintas formas de materia orgánica en plántulas de tomate en invernadero

Effect of different forms of organic matter on tomato seedlings in the greenhouse

Patricia Paneque¹, Isidoro Gómez¹, Marina del Toro¹, Juan Parrado² & Manuel Tejada^{1,*}

¹ Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, ETSIA, Universidad de Sevilla, Crta. de Ultrera km. 1, 41013, España

² Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, C/ Prof. García González 2, 41012, España
(*E-mail: mtmoral@us.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.28444>

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue comparar los efectos de dos fuentes de materia orgánica (compost de desmotadora de algodón y gallinaza) con un sustrato comercial a base de turba sobre la germinación, crecimiento y contenido en N, P y K plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. Momotaro) bajo condiciones de invernadero. Los resultados mostraron que con el sustrato a base de gallinaza se obtuvieron los valores más altos de altura de plántula de tomate, diámetro de tallo, número de hojas por plántula así como contenidos de N, P y K, seguido del sustrato a base de compost de algodón y de turba. Estos resultados sugirieron que la composición química de la materia orgánica influyó de forma diferente en la emergencia de la semilla, el crecimiento y contenidos de N, P y K en las plántulas de tomate. Estos parámetros fueron mayores cuando se aplicó una fuente de materia orgánica fácilmente degradable con un mayor contenido en ácido fúlvico y mayor contenido de proteínas de bajo peso molecular. Por otro lado, estos resultados respaldan estudios previos que muestran que los compost se pueden usar con muy buenos resultados como medios de crecimiento alternativos a los sustratos a base de turba.

Palabras clave: tomate, residuos orgánicos, germinación de semilla, crecimiento de tomate, contenidos minerales en tomate

ABSTRACT

The objective of this work was to compare the effects of two sources of organic matter (cotton gin compost and poultry manure) with a commercial peat-based substrate on germination, growth and N, P and K content of tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Momotaro) under greenhouse conditions. The results showed that the poultry manure-based substrate had the highest values of tomato seedling height, stem diameter, number of leaves per seedling as well as N, P and K contents, followed by the cotton gin compost and peat. These results suggested that the chemical composition of organic matter influenced differently seed emergence, growth and N, P and K contents in tomato plants. These parameters were higher when a source of organic matter easily degradable with a higher content of fulvic acid and a higher content of low molecular weight proteins, was applied. On the other hand, these results support previous studies showing that composts can be used with very good results as alternative growth media to peat-based substrates.

Keywords: tomato, organic wastes, seed germination, tomato growth, mineral contents in tomato

INTRODUCCIÓN

Durante mucho tiempo, la turba ha sido fue un componente irremplazable de los sustratos de cultivo (Herrera *et al.*, 2008). Sin embargo, en los últimos años existe una importante preocupación medioambiental por el uso de dicha turba porque su continuo uso está destruyendo ecosistemas de humedales en peligro de extinción en todo el mundo, lo cual puede conllevar a una progresiva desaparición de las turberas (Tejada & Benítez, 2015).

Como consecuencia de ello y coincidiendo también con el concepto de economía circular propuesto por la UE para convertir los residuos orgánicos en nuevas fuentes de energía se viene sustituyendo dicha turba por otras fuentes de materia orgánica, representando esta opción una solución sostenible al problema de la desaparición de las turberas naturales y la eliminación de residuos orgánicos (Tejada & Benítez, 2015; Comisión Europea, 2016).

Varios estudios han estudiado el efecto de diferentes enmiendas orgánicas en sustratos para mace-tas sobre la emergencia de las plántulas y sobre el crecimiento de una amplia gama de frutas comercializables cultivadas en invernaderos (Tejada & Benítez, 2015). Sin embargo, la influencia de estos residuos orgánicos en la germinación, crecimiento y rendimiento de los cultivos de invernadero depende tanto de la cantidad como de la composición química de dichos materiales orgánicos agregados.

Como consecuencia de todo ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto dos residuos orgánicos de diferente composición química en comparación con un sustrato comercial a base de turba sobre el crecimiento de plántulas de tomate en condiciones de invernadero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales orgánicos usados en el experimento fueron un sustrato comercial a base de turba (S), un compost de desmotadora de algodón (A) y una gallinaza (G), cuyas propiedades se muestran en la Tabla 1. El proceso de compostaje llevado a cabo tanto para los restos de desmotadora de algodón como con la gallinza se hicieron siguiendo los criterios descritos en Tejada *et al.* (2001). Todos los

parámetros químicos se determinaron de acuerdo con la metodología descrita en Tejada & Benítez (2011; 2020).

Tabla 1 - Características principales de los materiales orgánicos (media \pm error estándar, n=3)

	S	A	G
Materia orgánica (g kg ⁻¹)	309 \pm 15	368 \pm 21	488 \pm 29
C-ácidos húmicos (g kg ⁻¹)	45,6 \pm 6,3	75,1 \pm 16	22,6 \pm 2,7
C-ácidos fúlvicos (g kg ⁻¹)	6,7 \pm 2,1	16,3 \pm 1,8	49,9 \pm 3,3
N total (g kg ⁻¹)	8,9 \pm 1,5	12,9 \pm 2,1	29,5 \pm 1,8
P total (g kg ⁻¹)	5,6 \pm 1,7	7,6 \pm 1,3	11,9 \pm 1,4
K total (g kg ⁻¹)	4,3 \pm 1,1	47,1 \pm 8,6	27,8 \pm 2,9
Distribución del peso molecular de proteínas (Da)			
> 10000	45,7 \pm 6,7	40,7 \pm 8,0	38,8 \pm 7,2
10000 - 5000	27,9 \pm 5,5	28,4 \pm 6,2	26,9 \pm 5,7
5000 - 1000	20,7 \pm 4,3	20,7 \pm 5,2	19,0 \pm 2,4
1000 - 300	3,8 \pm 1,1	6,0 \pm 1,7	8,4 \pm 1,6
< 300	1,9 \pm 0,4	4,2 \pm 1,3	6,9 \pm 1,0

El experimento se llevó a cabo en invernadero bajo condiciones controladas utilizando plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. Momotaro). Dichas condiciones de temperatura y humedad se describen en Tejada & Benítez (2015).

Se utilizaron tres tratamientos (tres repeticiones por tratamiento). Dichos tratamientos fueron: (1) TS (perlita 5% + S 95%); (2) TA (perlita 20,2% + A 79,80%); y (3) TG (perlita 39,8% + G 60,1 %).

Los tratamientos consistieron en diferentes porcentajes del sustrato orgánico correspondiente con el fin de proporcionar el mismo contenido final de materia orgánica.

Para cada mezcla de sustrato, se incluyeron 30 semillas de tomate en bandejas de celdas o cavidades rellenas con los sustratos particulares y se dispusieron en un diseño aleatorio. De acuerdo con Tejada & Benítez (2015), las bandejas se sembraron manualmente; se colocó una semilla en cada celda o cavidad y se cubrió con vermiculita. Las bandejas se regaron manualmente todos los días con el objeto de mantener los sustratos a capacidad de campo.

De acuerdo con Tejada & Benítez (2015), se consideró que las semillas habían emergido cuando los

cotiledones atravesaban la superficie del sustrato para macetas, generalmente después de tres días. Las emergencias de plántulas se contaron 30 días después de la siembra. Las tasas de emergencia se calcularon utilizando una modificación del índice de velocidad de germinación de Timson de Timson, donde G es el número de semillas emergidas en intervalos de 5 días y t es el tiempo total de emergencia.

A los 50 días de haber sembrado las semillas en el semillero, se seleccionaron diez plántulas y se evaluaron los contenidos de N, P y K de las hojas. De acuerdo con los criterios de Madejón *et al.* (2014), el material vegetal (hojas) se lavó con una solución de HCl 0,1 N durante 15 s y luego con agua destilada durante 10 s. Una vez secadas, el material vegetal seco se trituroó y se pasó a través de un tamiz de acero inoxidable de 500 μm . Las muestras de plantas secas se digirieron mediante oxidación húmeda con HNO_3 concentrado bajo presión en un horno microondas. La determinación de P y K se realizó en los extractos se realizó mediante ICP-OES. Kjeldahl-N se determinó mediante el método MAPA (1986) para materia fresca.

También se midió la altura de las plántulas, medida desde el cepellón; diámetro del tallo, medido por debajo del nódulo del cotiledón y el número de hojas por plántula, excluyendo los cotiledones.

Con el objeto de observar posibles diferencias significativas entre los tratamientos, se realizaron análisis de varianza, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Plus 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia comenzó al décimo día después de la siembra en todos los tratamientos experimentales, aumentando de forma gradual a lo largo de los 30 días (Figura 1). A los 30 días después de la siembra, la emergencia acumulada fue menor para el tratamiento TS, mientras que la emergencia en TA y TG aumentó en un 15,1% y 24,3%, respectivamente, con respecto al tratamiento TS.

De acuerdo con Tejada & Benítez (2015), posiblemente durante este corto periodo de tiempo la emergencia de las plantas dependa de la

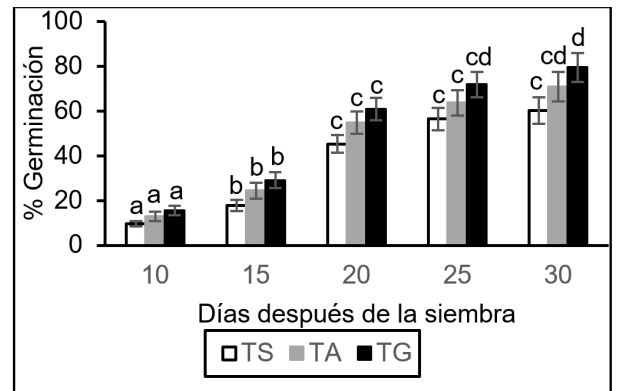


Figura 1 - Emergencia acumulada (media \pm error estándar) para todos los tratamientos experimentales. Columnas con la misma letra(s) no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$).

composición mineral de los residuos orgánicos utilizados, ya que 30 días es un tiempo muy corto para que exista una adecuada mineralización de la materia orgánica aplicada en cada tratamiento que comience a originar suficientes elementos nutritivos inorgánicos para las plántulas.

La Tabla 2 muestra el crecimiento de las plántulas de tomate para cada tratamiento fertilizante. El tratamiento TG presentó los valores más altos de crecimiento de plántulas de tomate, seguido de los tratamientos TA y TS, respectivamente. En comparación con el tratamiento TG, los tratamientos TG y TS aumentaron la altura de las plántulas en un 22,7% y 16,5 %, respectivamente, el diámetro del tallo en un 36,8% y 20 %, respectivamente, y el número de hojas por plántula en un 26 % y 15,9%, respectivamente. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los contenidos foliares de N, P y K, los resultados indican que nuevamente los mayores de dichos macronutrientes fueron mayores en el tratamiento TG, seguido de los tratamientos TA y TS (Tabla 3).

Tabla 2 - Crecimiento de las plántulas de tomate para cada tratamiento experimental (media \pm error estándar). Filas con la misma letra(s) no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$)

	TS	TA	TG
Altura plántula (mm)	157a \pm 13	188ab \pm 17	203b \pm 15
Diámetro tallo (mm)	2,4a \pm 0,4	3,0ab \pm 0,4	3,8b \pm 0,3
N ^o hojas/planta	3,7a \pm 0,2	4,4ab \pm 0,3	5,0b \pm 0,2

En comparación con el tratamiento TS, los tratamientos TG y TA aumentaron el contenido de N de las plántulas en un 23,5% y 17,3 %; el contenido de P de las plántulas en un 15,6% y 10%; y el contenido de K de las plántulas en un 30,6% y 25,1%, respectivamente. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 3 - Contenido de N, P y K en plántulas de tomate para cada tratamiento experimental (media \pm error estándar). Filas seguidas de la(s) misma(s) letra(s) no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

	TS	TA	TG
N (g kg ⁻¹)	6,2a \pm 1,0	7,5b \pm 1,4	8,1b \pm 1,3
P (g kg ⁻¹)	8,1a \pm 1,6	9,0ab \pm 1,2	9,6b \pm 1,5
K (g kg ⁻¹)	17,9a \pm 2,2	23,9b \pm 3,7	25,8b \pm 3,0

Como se ha comentado la composición inorgánica es esencial para el crecimiento de la planta en los primeros estadios vegetativos. No obstante Tejada & Benítez (2020) también destacan que las plantas tienen la capacidad de absorción de péptidos de bajo peso molecular. Puesto que el mayor contenido de estos péptidos de bajo peso molecular se encuentran en la gallinaza, es muy normal que

las plantas desarrolladas en este residuo orgánico muestren mejores valores de crecimiento así como de contenidos N, P y K.

También es necesario destacar que la gallinaza presenta un mayor contenido de ácidos fúlvicos que húmicos. Tejada & Benítez (2020) también destaca que dichos ácidos fúlvicos al ser moléculas menos complejas que los ácidos húmicos se degradan más rápidamente, y en consecuencia también podría ser responsable de este mayor crecimiento y contenido de N, P y K en las plántulas.

CONCLUSIONES

Nuestros resultados mostraron que tanto el compost de algodón como la gallinaza pueden ser una alternativa útil y sostenible a la turba para ser utilizados en bandejas de vivero para así mejorar la germinación de las semillas, el crecimiento y la nutrición mineral de las plántulas de tomate. Este efecto beneficioso es tanto mayor cuanto mayor es el contenido de ácidos fúlvicos y proteínas de bajo peso molecular presente en los residuos orgánicos, ya que pueden degradarse más fácilmente y por tanto, proporcionar nutrientes para la planta de forma más rápida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comisión Europea (2016) - *Circular economy package-proposal for a regulation of the european parliament and of the council*. In: 2016/0084. Brussels: European Commission.
- Herrera, F.; Castillo, J.E.; Chica, A.F. & López Bellido, L. (2008) - Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresources Technology*, vol. 99, n. 2, p. 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.12.042>
- Madejón, P.; Xiong, J.; Cabrera, F. & Madejón, E. (2016) - Quality of trace element contaminated soils amended with compost under fast growing tree *Paulownia fortunei* plantation. *Journal of Environmental Management*, vol. 144, p. 176-185. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.020>
- MAPA (1986) - *Métodos oficiales de análisis*. Secretaría Gral. Téc. del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 1, 221-285.
- Tejada, M. & Benitez, C. (2011) - Organic amendment based on vermicompost and compost: differences on soil properties and maize yield. *Waste Management Research*, vol. 29, n. 11, p. 1185-1196. <https://doi.org/10.1177/0734242X10383622>
- Tejada, M. & Benítez, C. (2015) - Application of vermicomposts and composts on tomato growth in greenhouses. *Compost Science and Utilization*, vol. 23, n. 2, p. 94-103. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2014.975867>
- Tejada, M. & Benítez, C. (2020) - Effects of different organic wastes on soil biochemical properties and yield in an olive grove. *Applied Soil Ecology*, vol. 146, art. 103371. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103371>
- Tejada, M.; Dobao, M.M.; Benítez, C. & González, J.L. (2001) - Study of composting of cotton residues. *Bioresources Technology*, vol. 79, n. 2, p. 199-202. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00059-1)