

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE VERMICOMPOSTA Y DE LA INOCULACION DE MICORRIZAS Y RIZOBACTERIAS EN EL CRECIMIENTO DE DOS HIBRIDOS DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)

Cynthia Herrera Feria⁽¹⁾, Lina Pliego Marín⁽²⁾, Edilberto Aragón Robles⁽²⁾, María de Lourdes Robles Martínez⁽³⁾

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca; ²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional- IPN-Unidad Oaxaca.

Introducción

Los fertilizantes son componentes esenciales en la agricultura moderna, ya que proporcionan los nutrientes que las plantas necesitan, sin embargo, el uso excesivo de éstos causan daños en el ambiente. Los fertilizantes en la actualidad son altamente costosos y el uso en gran cantidad de estos contribuye al deterioro de la calidad del suelo, siendo claramente insostenible, por lo que se tiene que buscar alternativas para una agricultura más sustentable que incrementen el aprovechamiento de los fertilizantes.

El funcionamiento de un ecosistema depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, ya que los microorganismos son los protagonistas de diversas acciones benéficas para las plantas a las que se asocian. Entre otras capacidades, los microorganismos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas favorecedoras del enraizamiento, protegen a la planta frente a los patógenos, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo se ha comprobado que el uso fertilizantes en altas dosis altera la estructura de la actividad microbiana e incrementa la capacidad de nitrificación del suelo (Zhao *et al.*, 2014).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares, junto con las rizobacterias promotoras del crecimiento son los microorganismos rizosféricos claves para garantizar la sostenibilidad del sistema suelo- planta. Estos organismos son una importante fuente nutricional para las plantas mejorando la germinación, crecimiento y rendimiento de los cultivos (Cano *et al.*, 2004; Santilla *et al.*, 2005). Su utilización como fertilizantes biológicos no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino permitir que la fertilización sea más eficiente y puedan disminuirse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes por las plantas. De esta forma, el efecto beneficioso de los hongos micorrízicos arbusculares sobre el crecimiento y la nutrición vegetal, reportado para la mayoría de las plantas cultivadas, ha provocado que en la última década se haya incrementado su empleo en los principales cultivos económicos de nuestro país (Medina, 2002).

Por otra parte la vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices, al utilizar estos fertilizantes biológicos, puede reducirse el uso de fertilizantes químicos.

El cultivo de pepino es uno de los más importantes a nivel mundial, en México es uno de los más rentables con un valor promedio de la producción de 397, 222 toneladas, por lo que el cultivo demanda cantidades altas de fertilizantes y debido a esto son pocos los estudios que se han hecho con la inoculación de microorganismos. Con base en lo expuesto, en el presente trabajo de investigación se plantea evaluar el efecto de la vermicomposta y fertilización biológica sobre el crecimiento y desarrollo, la actividad de clorofila, proteína y porcentaje de colonización, en el desarrollo de dos variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.).

Materiales y métodos

El experimento fue instalado en el Módulo de Horticultura Protegida del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Se estableció un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con siete tratamientos, dos variedades de pepino y tres repeticiones por tratamiento para un total de 770 unidades experimentales. La evaluación de los tratamientos se realizó a los 75 días después de la siembra. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA), utilizando el programa estadístico SAS 9.0 (Statistical Analysis System) y una prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Los parámetros evaluados fueron: Longitud de parte aérea, peso seco de planta, contenido de proteína, clorofila y porcentaje de colonización micorrízica.

Una vez que inocularon las plantas los tratamientos establecidos quedaron de la siguiente manera:

Híbrido	Tratamiento	Tipo de fertilización
Turbo + Conquistador	T1	Arena+Fertilización química (AFQ)
	T2	Arena+Vermicomposta (AVC)
	T3	Arena+vermicomposta+micorriza (AVCM)
	T4	Arena+vermicomposta+micorriza+ <i>Azospirillum</i> (AVCMAz)
	T5	Arena+vermicomposta+micorriza+bacteria solubilizadora de fósforo (AVCMB)
	T6	Arena+vermicomposta+micorriza+ <i>Azospirillum</i> +bacteria solubilizadora de fósforo (AVCMAzB)
	T7	Arena+vermicomposta+ <i>Azospirillum</i> +bacteria solubilizadora de fósforo (AVCAzB)
Thunderbirg	T8	Arena+Fertilización química (AFQ)
	T9	Arena+Vermicomposta (AVC)
	T10	Arena+vermicomposta+micorriza (AVCM)
	T11	Arena+vermicomposta+micorriza+ <i>Azospirillum</i> (AVCMAz)
	T12	Arena+vermicomposta+micorriza+bacteria solubilizadora de fósforo (AVCMB)
	T13	Arena+vermicomposta+micorriza+ <i>Azospirillum</i> +bacteria solubilizadora de fósforo (AVCMAzB)
	T14	Arena+vermicomposta+ <i>Azospirillum</i> +bacteria solubilizadora de fósforo (AVCAzB)

Las unidades experimentales se colocaron en las camas del invernadero. Se llevaron a capacidad de campo, para realizar el trasplante de las dos variedades de pepino (Turbo+Conquistador y Thunderbirg) y posteriormente a los ocho días se les adicionó los diferentes microorganismos y dosis de fertilización.

Resultados y Discusión

La adición de vermicomposta y organismos rizosféricos al medio de crecimiento promovió el crecimiento en plantas de pepino (Figura 1) Los mejores tratamientos correspondieron a T7, T13 y T14. En el caso del híbrido Turbo + Conquistador, T7 (AVAB) el incremento de la longitud de la parte aérea fue de 16 % con respecto a su control (T1), en tanto que para Thunderbird el incremento en longitud mayor correspondió a T13 y representó un 17 % mas que el de su control (T8).

Si bien la colonización de hongos micorrízicos favoreció el crecimiento en los dos híbridos de pepino (T3, T4, T5, T6, T11, T12 y T13), la coinoculación de bacterias rizosféricas también lo promovió (T7 y T14). Una respuesta similar fue observado en otros cultivos hortícolas como son chile y pepino inoculados con micorrizas (*Glomus* sp. y *Glomus intraradices*), y/o rizobacterias (*Azospirillum* y bacterias solubilizadoras de fósforo), este efecto es atribuido a la mayor concentración de ácido indol acético y ácido giberélico encontrada en los meristemos apicales de las plantas (Roman-García, 2003; Salhia, 2010; Parmar *et al.*, 2011).

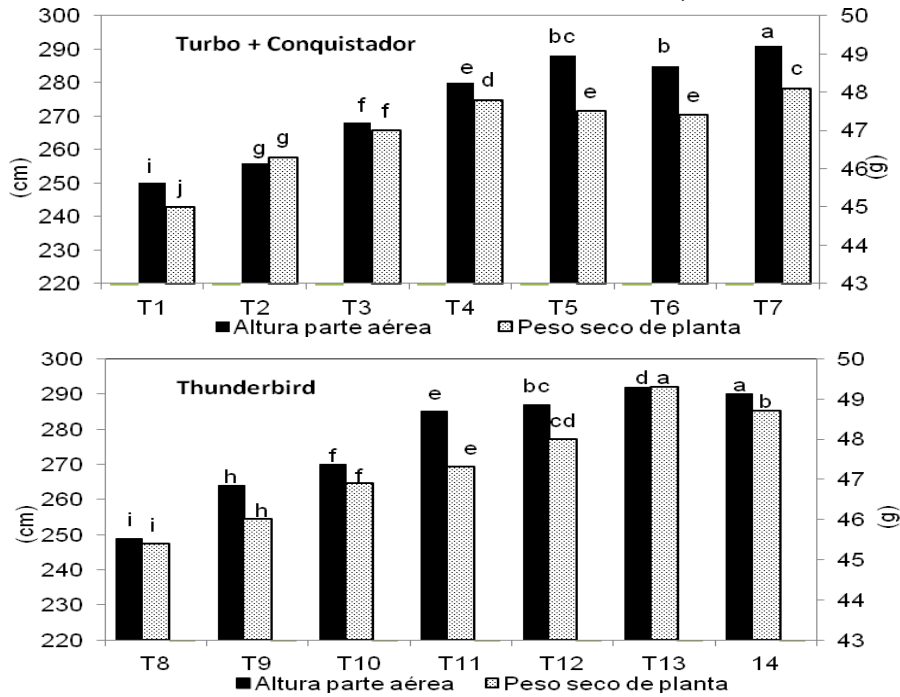


Figura 1. Efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre el crecimiento y peso seco de la parte aérea en plantas de dos híbridos de *Cucumis sativus* L. Columnas con letras diferentes indican diferencias significativas al 0.05.

La adición de vermicomposta al medio de crecimiento favorece la acumulación de peso seco en la parte aérea, esto pudiera ser consecuencia del incremento de la carga de nutrientes, principalmente el nitrógeno, como se observó para el cultivo del pimiento morrón en invernadero (Fortis-Hernández *et al.*, 2012).

El híbrido Thunderbird presentó un mejor rendimiento en relación a materia seca, esto se observó para los tratamientos T13 y T14 y representó un 8.6 % de incremento respecto a su control (T8). La inoculación y coinoculación también favorecieron la acumulación de materia seca en el híbrido Turbo con incrementos entre 2% a 7.9%.

La inoculación con *Glomus clarum*-*Azotobacter chroococcum* permitió un mayor crecimiento, mejor rendimiento en masa seca y producción en los cultivos de tomate, lechuga y habichuela, de lo que se deduce que esta asociación resulta una alternativa promisoriosa para la producción de cultivos hortícolas (Terry *et al.*, 2002).

Las plantas control presentaron los niveles más bajos de clorofilas. En ambos híbridos, la adición de vermicomposta (T2 y T9) dio como resultado plantas con un mayor contenido clorofilas, pero menor a las detectadas en plantas a las que se adicionó organismos

rizosféricos. Los incrementos máximos con respecto a los controles fue de aproximadamente 15%.

Una tendencia similar para el caso del contenido de proteínas en hojas de los híbridos evaluados con incrementos de hasta el 44%.

Tabla 1. Efecto de la adición de vermicomposta y organismos rizosféricos sobre el contenido de clorofilas, proteínas y porcentaje de colonización micorrizica en dos híbridos de *Cucumis melo* L.

Tratamiento	Clorofilas totales ($\mu\text{g g PF}^{-1}$)	Proteína en hoja (μg)	Proteína en raíz (μg)	Porcentaje de colonización micorrizica
Turbo+ Conquistador				
T1	0.0491 j	4.54 g	34.10 gh	0
T2	0.0511 i	4.93 f	19.00 efgh	2
T3	0.0536 g	5.28 e	20.70 cdef	20
T4	0.0543 ef	5.85 cd	21.90 bcde	28
T5	0.0544 cd	5.56 de	23.50 abc	34
T6	0.0539 f	6.51 ab	22.20 cdef	36
T7	0.0556 ab	6.64 a	25.30 a	4
Thunderbirg				
T8	0.0491 j	0.0491 j	16.80 h	0
T9	0.0516 h	0.0516 h	18.70 gh	3
T10	0.0540 f	0.0540 f	20.40 defg	25
T11	0.0541 ef	0.0541 ef	22.00 bcd	33
T12	0.0546 c	0.0546 c	21.80 bcde	30
T13	0.0557 a	0.0557 a	25.60 a	39
T14	0.0554 b	0.0554 b	24.40 ab	10

El uso de vermicomposta sola (T2 y T9) no promovió la colonización de las micorrizas en los dos híbridos evaluados, ya que los niveles detectados fueron muy bajos respecto a la inoculación simple que correspondió a T3 y T10 (diez veces menor para Turbo y ocho veces para Thunderbird).

Los porcentajes de colonización encontrados (20-39 %) fueron mayores al reportado en un sistema de producción similar, en el que se reporta valores de 14 a 15 % como máximo para la producción de tomate en invernadero (Cwala *et al.*, 2010).

Se observó un efecto sinérgico de la coinoculación de los hongos micorrizicos arbusculares y las bacterias rizosférica utilizadas en el presente estudio sobre la colonización de la micorriza sobre. Así, en el híbrido Turbo + Conquistador la adición de *Glomus fasciculatum* y *Azospirillum* (T4) incrementaron la colonización de este hongo en un 40 %, en comparación a la inoculación simple (T3), en tanto que la adición de *G. fasciculatum* y bacterias solubilizadoras de fósforo la promovieron en un 70 % (T6) y 80 % (T12) que correspondió al uso de *Azospirillum* y bacterias solubilizadoras de fósforo.

El efecto benéfico provocado por las bacterias promotoras del crecimiento sobre la colonización y el crecimiento del micelio, dio como resultado que se acuñará el termino de bacterias ayudantes de micorrizas (Gryndler, 2000; Garbaye, 1994). Este efecto de la acción combinada

de hongos micorrizicos arbusculares y bacterias promotoras del crecimiento ha sido observado en otras especies hortícolas como el tomate (Siddiqui y Akhtar, 2008).

Las plantas de los híbridos evaluados en el presente estudio presentan capacidad para establecer asociaciones efectivas con las bacterias rizosféricas y con la micorriza adicionada. Este efecto se ve reflejado en un mayor crecimiento, desarrollo y colonización en los híbridos evaluados.

Conclusiones

La incorporación de vermicomposta como sustrato y fuente nutricional, así como el uso de organismos rizosféricos permitió un mayor crecimiento y desarrollo de plantas *Cucumis sativum* L.

Referencias

- Cano, R.P.; Moreno, R.A.; Marquéz, C.H. y Rodríguez, D.N. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. Memorias del cuarto Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México.
- Cwala, Y.; Laubscher, C.P.; Ndakidemi, P.A. y Meyer, A.H. 2010. Mycorrhizal root colonisation and the subsequent host plant response of soil less grown tomato plants in the presence or absence of the mycorrhizal stimulant Mycotect. African Journal of Microbiology Research 4(5): 414-419.
- Davies, F.T.; Potter, J.R. and Baltimore, D. 1990. Plant hormones, plant growth and differentiation. In: Molecular Cell Biology. Scientific American Books. pp: 752
- Gryndler, M. 2000. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with other soil organisms. In: Kapulnik, Y. Douds Jr DD eds. Arbuscular mycorrhizas: Physiology and function. Dordrecht. Kluwer Academic Publisher. 239-262.
- Medina, N. 2002. Evaluación de diferentes especies de bacterias y hongos MVA y sus combinaciones como biofertilizantes para el tomate cultivado fuera de época. VIII Seminario Científico del INCA. p. 38.
- Román-García, F. 2003. Concentración de reguladores del desarrollo vegetal inducida por hongos endomicorrizicos en dos cultivares de chile. Tesis de doctorado. Universidad de Colima. Tecomám, Colima, México. p. 103.
- Salhia, B.M. 2010. The effect of *Azotobacter chroococcum* as nitrogen biofertilizer on the growth and yield of *Cucumis sativus*. Tesis de Maestría. The Islamic University-Gaza. p. 94.
- Santillana, N.; Arellano, C y Zúñiga, D. 2005. Capacidad del *Rhizobium* de promover el crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Ecología Aplicada 4(2): 47-51.
- Siddiki, S.A. y Akhtar, M.S. 2008. Effect of fertilizer, AM fungus and plant growth promoting rhizobacterium on the growth of tomato and on the reproduction of root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Journal of Plant Interactions 3(4): 263-271.
- Terry, E.; Terán, Z.R.; Martínez-Viera, R. y Pino, M.A. 2002. Biofertilizantes, una alternativa promisoriosa para la producción hortícola en organopónicos. Cultivos tropicales. 23(3): 43-46.
- Zhao, S.; Qiu, S.; Cao, C.; Zheng, C.; Zhou, W. and He, P. 2014. Responses of soil properties, microbial community and crop yields to various rates of nitrogen fertilization in a wheat-maize cropping system in north-central China. Agriculture, Ecosystems and Environment 194: 29-37.