

COMPOSICIÓN BACTERIANA EN SUELO CON VERMICOMPOST Y SU RELACIÓN EN LA INCIDENCIA DE DAMPING-OFF EN PLÁNTULAS DE CHILE

Gisela Aguilar-Benítez¹, Rigoberto Castro-Rivera², Laura Jeanette García-Barrera², Diana Ortíz-Gamino³, José Pablo Lara-Ávila³, José Daniel Granados Álvarez⁴,

¹Instituto de Investigación de Zonas Desérticas/Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ²Instituto Politécnico Nacional, CIBA – Tlaxcala. ³Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ⁴Universidad Autónoma de Querétaro, Autor por correspondencia: gisela.aguilar@uaslp.mx

RESUMEN

Diversos estudios han evidenciado el efecto del vermicompost en diferentes cultivos, sugiriendo recientemente su acción mitigante de enfermedades, lo que se atribuye a metabolitos microbianos. Sin embargo, su evaluación como control de damping-off en la producción de chile aún es limitada. En la presente investigación exploratoria se evaluó el efecto de adicionar vermicompost al suelo en cero, uno, dos, tres, cuatro y cinco por ciento en la emergencia y crecimiento inicial de plántulas de 18 cultivares de chile guajillo "Mirasol", y en la composición microbiana en el suelo, vermicompost y las mezclas. A partir de la emergencia se registró el número de plántulas sanas y enfermas. La menor cantidad de plántulas enfermas se registró en proporciones de uno a cuatro por ciento de vermicompost. Se evidenció la variabilidad en la predominancia de diversas familias de bacterias (destacando Cytophagaceae, Hyphomicrobiaceae y Bacillaceae) presentes en el suelo, vermicompost y sus mezclas.

Palabras clave: Zacatecas, guajillo, fitopatógenos

ABSTRACT

Several studies have shown the effect of vermicompost in different crops. Recently it is suggested to mitigating action of diseases, which is attributed to microbial metabolites. However, its evaluation as damping-off control in the production of chilli is still limited. In the current investigation was evaluated the effect of the addition of vermicompost in percentages of zero, one, two, three, four and five based on dry weight in the emergence and initial growth of seedlings of 18 cultivars of guajillo "Mirasol" chilli, and the soil, vermicompost and mixture microbial composition. The number of emerged and diseased seedlings was recorded. The lowest number of diseased seedlings was recorded in the proportions of one to four percent of vermicompost. The variability in the predominance of different families of bacteria present in the soil, vermicompost and their mixtures was evidenced.

Key words: Zacatecas, guajillo, phytopathogens



I. INTRODUCCIÓN

El chile es uno de los principales cultivos en México tanto por su producción en fresco como en seco. La producción nacional de chile seco se ha registrado en un promedio de 98 000 toneladas, con un rendimiento cercano a 1.7 ton ha⁻¹ (SAGARPA, 2016). En este rubro el estado de Zacatecas aporta alrededor del 50% a las estadísticas nacionales, y el chile “Mirasol”, que al estar maduro y pasar por un proceso de secado se conoce como guajillo, es el de mayor producción. En el estado se siembran anualmente entre 30,000 y 40,000 ha de chile “Mirasol, principalmente en los municipios de Morelos, Fresnillo, Villa de Cos, Zacatecas, Guadalupe, Calera y Enrique Estrada; generando cerca del 35 % del PIB estatal (INIFAP, 2006).

A pesar de ser una actividad económicamente rentable y socialmente importante como generadora de empleos, la producción de chile en el estado de Zacatecas se realiza en un contexto difícil por falta de apoyos económicos y asesoría adecuada a los productores para atender problemas de plagas, enfermedades, nutrición del cultivo, fluctuación de precios de insumos y el producto obtenido, entre otros.

Para iniciar el ciclo de cultivo es sustancial obtener plántulas sanas y vigorosas que se establecerán en las unidades de producción. Esta actividad implica una inversión económica importante por los insumos y jornales requeridos. Para abaratar costos, los productores continúan utilizando semillas de cultivares tradicionales y estableciendo el almácigo en la parcela donde se establecerá posteriormente el cultivo; sin embargo, las necesidades de fertilización, la susceptibilidad de los cultivares a las enfermedades, y la presencia de heladas tardías, principalmente, son factores que determinan costos y el éxito en la producción de plántula (Carrillo, 2014).

Al establecer cultivares tradicionales (variantes seleccionadas y cultivadas regionalmente con procedimientos empíricos, también se identifican como cultivares criollos), los productores de la región de estudio aseguran mayor aceptación de su producto en el mercado nacional por características como el color, sabor y consistencia de la pulpa; además asocian que las semillas de cultivares tradicionales son más tolerantes a condiciones de déficit de humedad, plagas y enfermedades (Balderas, 2017). Sin embargo, aún con dichos cultivares, enfermedades como el damping off en almácigo provocan alta dependencia de insumos químicos, así como importantes pérdidas en calidad y cantidad de plántula producida.

Dado que en estudios recientes se sugiere el potencial del vermicompost como biofertilizante y biocontrol de algunos fitopatógenos, en el presente estudio se explora el efecto del vermicompost como biocontrol de damping off en la emergencia y crecimiento inicial de chile.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el verano de 2017 en el invernadero (con registro de temperatura promedio de 25°C) en el laboratorio de Fitoquímica del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (22°14'11" N, 100°51'46" W, 1844 msnm.), en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez.

El suelo se obtuvo del área experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. El vermicompost fue obtenido del rancho El Bordatxo, ubicado en Leiquitio, Guanajuato, cuyo proceso de producción comercial está estandarizado y la materia prima es 80% de estiércol y 20% de rastrojo de maíz.

Se utilizaron semillas de 18 cultivares tradicionales de chile Mirasol (*Capsicum annuum* L.), recolectados al finalizar el ciclo de producción Primavera-Verano de 2015, en los municipios de la zona de influencia del acuífero Calera del estado de Zacatecas; los que se identificaron por número de colecta del 1 al 18. Todos los cultivares evaluados en este trabajo tuvieron antecedentes de enfermedades fúngicas en almácigo y campo. Además, en una caracterización preliminar de las semillas se identificó la presencia de los géneros *Alternaria*, *Fusarium*, *Penicillium*, entre otros. Las semillas utilizadas para la evaluación se pasaron por tamices de 10 y 8 mm para separar la semilla por tamaños, en este trabajo solo se emplearon semillas que quedaron en el tamiz de 10 mm.

Las semillas tamizadas y limpias (sin impurezas), se lavaron con 80 ml de agua destilada, en seguida se desinfectaron con 80 ml de alcohol etílico al 70% por 5 min, con agitación constante, posteriormente se colocaron en hipoclorito de sodio al 2% durante 15 minutos y finalmente se lavaron tres veces con 80 ml de agua destilada. Entre cada lavado y desinfección se eliminaron los líquidos sobrenadantes. Las semillas se dejaron secar sobre cajas Petri estériles, en una campana de flujo laminar durante 48 h. Una vez secas las semillas, las cajas Petri se sellaron con parafilm hasta su siembra.

El suelo se desinfectó por solarización durante 72 h y posteriormente se realizaron las mezclas con uno, dos, tres y cuatro por ciento de vermicompost, con base en peso seco. Para la siembra se usaron 6 charolas de plástico de 28 x 25 x 15 cm. En una charola se colocaron 4 kg de suelo solo y en las otras 5 se colocó en cada una alguna de las mezclas de suelo con vermicompost. En cada charola se sembraron 180 semillas (10 semillas de cada cultivar evaluado), separándolas por hileras bien definidas. Se realizaron riegos diarios de 200 ml de agua destilada para mantener la humedad del suelo en 80 % de capacidad de campo. Tras la emergencia de la primera plántula, se contabilizaron todos los días el número de plántulas sanas y enfermas que emergieron hasta el día 30 después de la siembra.

El análisis de la composición microbiana del suelo, vermicompost y sus mezclas se realizó en el Centro de Investigación de Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional, ubicado en Tepetitla de Lardizábal, Tlaxcalal. Para este análisis se tomó una muestra compuesta de suelo, del vermicompost y de las respectivas mezclas de cada una de las charolas donde se habían retirado las plántulas de chile. Para la extracción de ADN se usó el kit comercial: Power Soil DNA Isolation Kit, MO BIO. En la reacción de PCR se amplificaron los genes 16S rRNA de la región variable V4, la secuenciación masiva fue llevada a cabo por el laboratorio MR DNA (<http://www.mrdnalab.com>, Shallowater, TX, USA). Las secuencias más abundantes fueron graficadas en un heatmap usando el software Morpheus (<https://software.broadinstitute.org/morpheus/>). Esta gráfica muestra un análisis semicuantitativo que se hace con el número de secuencias pertenecientes a cada familia, el gradiente de color indica que el color rojo refleja un número mayor y el azul un número menor de secuencias. Finalmente para visualizar si existió relación entre la composición bacteriana por tratamientos, se realizó un clúster jerárquico a través de distancias euclidianas por tratamientos (columnas).

III. Resultados y Discusión

La emergencia de plántulas inició a partir del día 20 después de la siembra (dds), lo cual se atribuye a que la temperatura ambiente disminuyó notablemente debido a la alta nubosidad que se mantuvo durante los días del experimento. En relación a ello, se ha reportado que temperaturas relativas altas o bajas inducen a la semilla a entrar en un estado de dormancia (Ortega *et al.*, 2010).

De los 18 cultivares evaluados sólo 9 tuvieron 100 % de emergencia en alguna de las charolas y los nueve cultivares restantes mostraron una respuesta diferencial que se puede observar en la Figura 1.

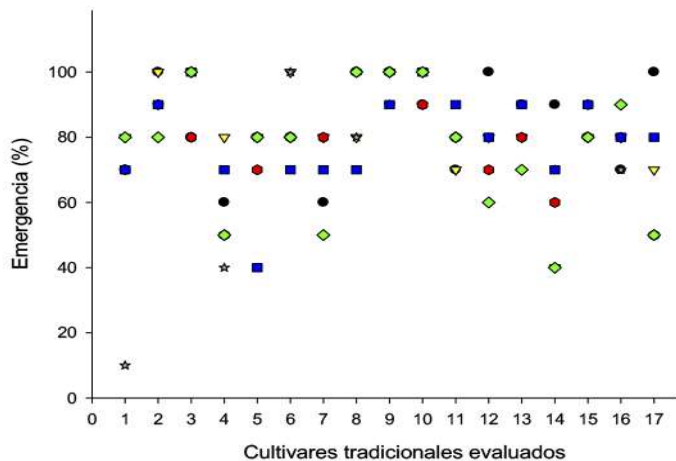


Figura 1. Emergencia de plántulas de 18 cultivares de chile Mirasol en suelo con proporciones de cero, uno, dos, tres, cuatro y cinco por ciento de vermicompost.

Destacó el cultivar 9 proveniente del municipio de Pánuco que presentó 100 % de emergencia en suelo solo y proporciones de uno, tres y cinco por ciento de vermicompost. Los cultivares 3 y 8 (recolectados en el municipio de Morelos, 10 (recolectado en Villa de Cos) y 18 (recolectado en Calera) tuvieron 100 % de emergencia en tres charolas. Aunque los cuatro cultivares emergieron al 100 % con cinco por ciento de vermicompost, no se evidenció una correlación entre proporciones de vermicompost en suelo y porcentaje de emergencia. Los cultivares con menor proporción de emergencia fueron el 4 y 17 (colectados en General Enrique Estrada). En un estudio preliminar, en pruebas de germinación estándar a 25° C, la germinación de los 18 cultivares evaluados no presentó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), siendo en promedio superior a 80 % (Balderas, 2017), lo que sugiere que las condiciones de evaluación descritas en el apartado de materiales y métodos influyeron en la germinación y emergencia. Aunque es importante considerar que la reacción también puede estar condicionada por la variabilidad intravarietal de los cultivares, resultado de los microambientes de producción.

El mayor número de cultivares y la mayor cantidad de plántulas enfermas se presentó en suelo solo y suelo con cinco por ciento de vermicompost (Figura 2), lo que evidencia que con dosis bajas se puede mitigar la presencia de hongos en plántulas de cultivares tradicionales de chile Mirasol. Se especula que con dosis más altas, como cinco por ciento, el contenido de materia orgánica se incrementa significativamente y con ello la retención de humedad en el suelo (Aguilar *et al.*, 2012) lo que favorecería las condiciones para la proliferación de hongos fitopatógenos. Aunque ésta reacción fue más evidente en los cultivares 9 a 18, y el mayor número de éstos se obtuvieron del municipio de Morelos, no es posible establecer una relación con el lugar de recolecta debido a que el número de muestras no fue igual en cada municipio.

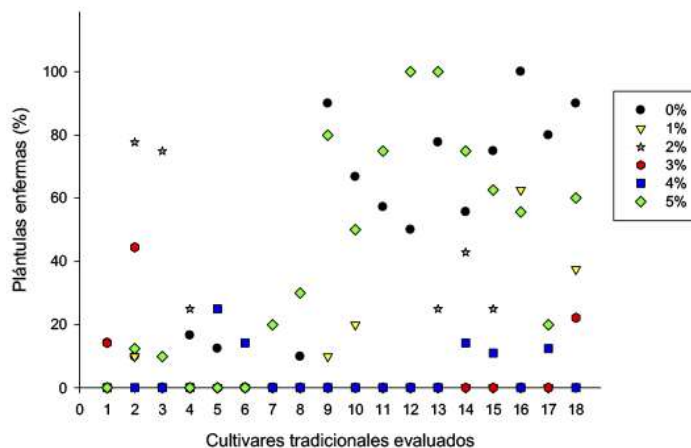


Figura 2. Plántulas de chile Mirasol enfermas por hongos cultivadas en suelo con proporciones de cero, uno, dos, tres, cuatro y cinco por ciento de vermicompost.

Con tres por ciento de vermicompost sólo tres cultivares tuvieron plántulas enfermas en proporciones entre 13 y 43 %; mientras que con cuatro por ciento de vermicompost hubo cinco cultivares con plántulas enfermas, pero las proporciones fueron entre 14 y 25 %. Al respecto se afirma que en el vermicompost producido con lombrices del género *Eisenia* se encuentran bacterias de géneros como *Pseudomonas*, *Bacillus*, Proteobacterias, Bacteroidetes y *Azotobacter*, que entre otros menos abundantes, presentan mecanismos directos e indirectos para el control de algunas enfermedades (Yasir *et al.*, 2009; Huang *et al.*, 2013; Moledor *et al.*, 2016).

De los análisis de composición bacteriana del suelo, vermicompost y sus mezclas, se encontraron 278 familias y se consideraron las secuencias más abundantes, quedando 23 familias (Figura 3).

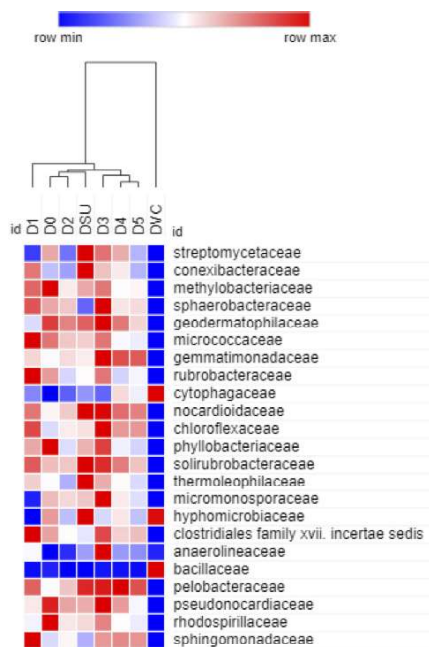


Figura 3. Heatmap de Familias bacterianas más abundantes en suelo y sus mezclas: D0 suelo solo, D1 suelo con uno por ciento de vermicompost, D2 suelo con dos por ciento de vermicompost, D3 suelo con tres por ciento de vermicompost, D4 suelo con cuatro por ciento de vermicompost, D5 suelo con cinco por ciento de vermicompost, DSU suelo recién recolectado, DVC vermicompost.

En el vermicompost usado en este experimento se observaron en mayor cantidad secuencias de las familias Cytophagaceae, que es una de las más grandes familias del filo Bacteroidetes; Hyphomicrobiaceae, que está afiliada con Alfaproteobacterias y cerca de 38 mil secuencias de Bacillaceae. Estos resultados coinciden con lo expuesto por (Vaz-Moreira *et al.*, 2008) y (Yasir *et al.*, 2009), quienes reportan que las bacterias mayormente asociadas a las lombrices de tierra que se usan en el proceso de vermicompostaje son *Bacillus*, Proteobacterias y

Bacteroidetes.

El número de secuencias más alto para la familia Cytophagaceae se observó en el vermicompost y éste número sólo se asemeja a la cantidad de secuencias obtenidas en las dosis más altas de las mezclas (cuatro y cinco por ciento). Para Bacillaceae no se observó tendencia entre el número de secuencias en el vermicompost y las que se lograron establecer con las diferentes proporciones, ya que de las 38, 000 encontradas en vermicompost sólo 2300 se encontraron en la mezcla con tres por ciento de vermicompost. En el suelo sobresalió la familia Streptomycetaceae con aproximadamente 1200 secuencias, mientras que en el vermicompost no se alcanzaron las 500 secuencias. No se observó un patrón de disminución ni aumento de esta familia en las mezclas de suelo con vermicompost evaluadas.

Se exponen cambios evidentes en la composición bacteriana del suelo y sus mezclas, sin embargo, con los datos de familias presentes no se tienen elementos suficientes para explicar la disminución de plántulas enfermas observadas por la adición de tres y cuatro por ciento de vermicompost en suelo. La literatura sugiere que los efectos de biocontrol pueden atribuirse principalmente a la funcionalidad de los microorganismos más que a su abundancia; por lo anterior, se recomienda continuar con estudios que identifiquen a nivel de género y especie la composición bacteriana. De otra forma, también se sugiere registrar parámetros fisicoquímicos de las mezclas como retención de humedad, pH, CE, porosidad, temperatura, entre otros que pueden modificarse por la adición de vermicompost; así como realizar evaluaciones con un solo cultivar para eliminar el efecto de la variabilidad intravarietal.

IV. CONCLUSIONES

Se registró importante reducción de plántulas visiblemente afectadas por hongos con la adición de 3 y 4 % de vermicompost, sin establecer una relación proporcional.

No se evidencia una mayor emergencia de plántulas de los cultivares evaluados por efecto de una mayor proporción de vermicompost en el suelo.

La composición bacteriana en las mezclas de suelo y vermicompost evaluadas se modificó claramente, aunque el dato de familias presentes no muestra una tendencia con el número de plántulas enfermas registradas.

AGRADECIMIENTOS

A los productores que donaron las semillas y su conocimiento para este trabajo. Al Ing. José Lorca Vallejo por facilitar el vermicompost evaluado.

REFERENCIAS

Aguilar B. G, Peña V. C. B; García N. J. R, Ramírez V, P, Benedicto V, S. G, Molina-G. J. D. 2012, Rendimiento de frijol (*phaseolus vulgaris l.*) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia*, 46: 37-50.

Balderas R. E. 2017. Caracterización de la variabilidad germinativa y crecimiento inicial de cultivares tradicionales de chile Mirasol. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía y Veterinaria – UASLP. San Luis Potosí, México. 46 Pp.

Carrillo, C.J. 2014. Caracterización y análisis socioeconómico y ambiental del sistema de producción de cosecha del municipio de Morelos, Zacatecas. Tesis de Maestría PMPCA-UASLP, San Luis Potosí, México. 154 Pp.

Huang K, Li F, Wei Y, Chen X, Fu X. 2013. Changes of bacterial and fungal community compositions during vermicomposting of vegetable wastes by *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology* ,150, 235–241.

INIFAP. 2006. El cultivo del chile en Zacatecas. En Tecnología de Producción de Chile Seco (5). México: INIFAP.

Moledor, S., Chalak, A, Fabian, M., Talhouk, S. 2016. Socioeconomic dynamics of vermicomposting systems in Lebanon. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 6(4): 145-160.

Ortega L, Sánchez J, Díaz R, Ocampo J. 2010. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum mill*). *Ra Ximhai*, 6 (3): 365-372

SAGARPA. 2016. Producción de chile Mexicano. 2015. <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/produccion-del-chile-mexicano>. Consulta 2017.

Vaz-Moreira I., Silva M. E., Manaia C. M., Nunes O. C. 2008. Diversity of bacterial isolates from commercial and homemade composts. *Microbial Ecology*. 55(4):714-22.

Yasir M, Aslam Z, Won Kim S, Lee S, Jeon C, Chung Y. 2009. Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. *Bioresource Technology*, 100 (19): 4396-4403.

