

Efecto del agregado de vermicompuestos a suelo de invernáculo en producción de tomate, Cv. Dominique.: Enfoque sobre la biota edáfica

O. Robledo^{1*}, V. Korenko¹, C. Schmidt¹, E. Grosso¹, Horacio Vera¹, R. Zoppolo², G. Jorge¹, D. Lercari¹, C. Etchebehere¹.

Resumen.

Las prácticas agrícolas convencionales tienden a reducir la diversidad de organismos presentes en el suelo, siendo éstos vitales para mantener la productividad del mismo. En el presente trabajo se analiza el efecto de la incorporación de diferentes vermicompuestos a suelo de invernáculo previamente tratado con el agroquímico Carbofurán. El estudio se focaliza en la comunidad de bacterias y nemátodos, la actividad microbiana y los aspectos agronómicos de un cultivo comercial de tomate cv. Dominique.

Las enmiendas con vermicompuestos provocaron una tendencia al aumento de la diversidad de grupos de bacterias y modificaron la estructura de la comunidad de éstas en el suelo (especialmente en la abundancia de grupos dominantes). La estructura de la comunidad bacteriana del suelo sin aplicación de Carbofurán, presentó mayor similitud con las de suelo tratado con vermicompuestos, que con las de suelo sin este tratamiento, sugiriendo que la aplicación de vermicompuesto podría restaurar el efecto perturbador del pesticida. Además, las enmiendas lograron disminuir la población del nemátodo fitopatógeno *Meloidogyne spp.* Con ciertos vermicompuestos, se observó un incremento significativo en el tamaño promedio de los frutos cosechados.

Palabras clave: tomate, suelo, vermicompuestos, actividad microbiana, comunidad bacteriana, nemátodos.

¹. Facultad de Ciencias, UDELAR.

². INIA. Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate".

*. E-mail: robledo@fcien.edu.uy

Proyecto financiado por CSIC (Comisión Sectorial de Investigación Científica, UDELAR).

1. Introducción

El suelo es un sistema dinámico integrado por minerales, materia orgánica y organismos vivos, en donde la interacción entre estas partes determina la productividad del mismo. Históricamente, los estudios edáficos se han abocado mayormente a la investigación de la fracción abiótica del suelo (aspectos fisicoquímicos) y sólo en las últimas décadas también ha cobrado importancia el interés científico en la fracción biótica.

2. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar el efecto de la incorporación de diversos vermicompuestos sobre: 1) la estructura de la comunidad de bacterias (determinada por T-RFLP 16S) y de nemátodos, 2) la actividad microbiana y 3) el impacto sobre factores agronómicos de producción en invernáculo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. Dominique).

3. Materiales y Métodos

Ensayo a campo

Ensayo realizado durante el ciclo productivo 2005-2006.

Invernáculo (52m X 18m) cercano a la localidad de Sauce.

Previo al cultivo: verdeo de avena que se incorporó al suelo.

Tratamiento previo y posterior al encanterado: **1)** aplicación insecticida Carbofurán (10l/ha, en todo el invernáculo, salvo en un cantero denominado SFV, en el que no se aplicó este, ni se aplicó vermicompuesto); **2)** cama de pollo (razón de 6 tn./ha a todos los canteros); **3)** aplicación de vermicompuestos de forma aleatoria, en canteros de 5m X 80cm (dosis volumétrica de 10 m³ /ha, excepto para el vermicompuesto Z, la cual fue de 18 m³). Los tipos de vermicompuestos, el método utilizado para su elaboración, el tiempo de curado y las dosis de aplicación equivalentes a kilogramos por hectárea se describen en la tabla 1.

Se instalaron plantas de tomate de la variedad Dominique en doble fila y fueron seleccionadas 10 plantas al azar por parcela, para medir sus propiedades agronómicas durante todo el ciclo: altura máxima alcanzada por la planta, número de frutos y peso total de frutos

Cada tratamiento se condujo por triplicado. Los datos fueron analizados mediante ANOVA y Kruskal – Wallis para datos que no cumplieron con el supuesto de normalidad a los efectos de comparar estadísticamente los resultados.

Tabla 1. Vermicompuestos utilizados en el ensayo. Se indica: la materia prima, el método de elaboración, el tiempo de curado (tiempo que se ha dejado estacionar luego de retiradas las lombrices) y la dosis de aplicación. El Comercial fue suministrado por Green Magic.

Vermicompuestos	Método Producción	Tiempo de curado (meses)	Dosis (Kg/Ha)
Restos de Zapallos (Z)	windrow	1 a 2	18000
Residuos de tambo (TA)	cama	3	6200
Comercial (COM)	cama	6	5300
Frutas+verduras+cama de pollo (FVCP)	windrow	12	5300

Análisis químicos de los vermicompuestos

Se llevaron a cabo análisis químicos de los vermicompuestos empleados, para determinar la cantidad de los siguientes nutrientes: nitrato (NO_3), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Se determinó también el pH en agua. Dichos análisis fueron conducidos en la Estación Experimental “La Estanzuela”.

Actividad Microbiana

La actividad microbiana del suelo de las parcelas experimentales, se estudió mediante la hidrólisis de diacetato de fluoresceína (FDA). El protocolo utilizado fue el descrito por Swisher y Carroll (1980).

Análisis de la comunidad bacteriana

El análisis de la comunidad de bacterias de los canteros experimentales, se llevó a cabo mediante T-RFLP del gen bacteriano ribosomal 16S. Con los resultados obtenidos se hizo el análisis estadístico de los índices de riqueza y diversidad (Margalef, Shannon y equitatividad). También se realizó un análisis de componentes principales como método descriptivo de la estructura de la comunidad.

Estructura de la comunidad de nemátodos

Se efectuaron dos muestreos, uno antes del inicio del experimento y el segundo al final del ciclo del cultivo. Se identificó la nematofauna hasta nivel de género. También se los agrupó en función de los hábitos de alimentación o grupos funcionales (Bongers & Ferris, 1999): bacteriófagos, fungívoros, depredadores, omnívoros, asociados a plantas y parásitos de plantas.

4. Resultados

Aspectos agronómicos

En la figura 1 se muestran los resultados del ANOVA obtenidos para: a) alturas alcanzadas por las plantas, b) número de frutos cosechados, c) pesos totales de frutos cosechados y d) peso promedio de frutos respectivamente.

Sólo se observaron diferencias significativas con respecto al testigo para el caso del peso promedio de frutos, en dónde el más significativo fue el obtenido para el vermicompuesto FVCP.

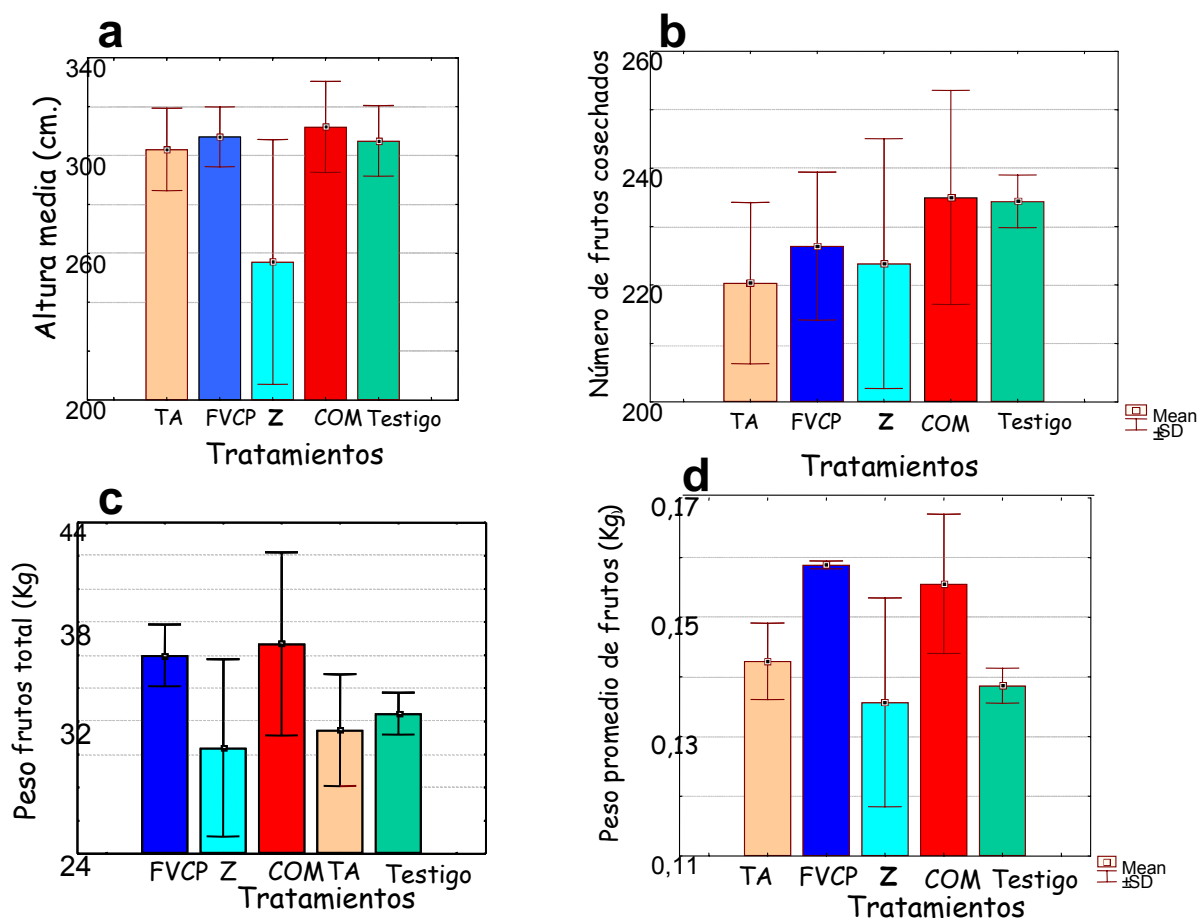


Figura 1. Aspectos agronómicos observados en el ensayo.

a. Altura máxima en centímetros alcanzada por las plantas con los diferentes tratamientos.

ANOVA: $F(4,10)=2.23909$, $p=0.1374$.

b. Número de frutos cosechados en los tratamientos. ANOVA: $F(4,10)=0.54251$, $p=0.7085$.

c. Peso total de frutos cosechados por tratamiento. ANOVA: $F(4,10)=1.5375$, $p=0.2643$.

d. Peso promedio por fruto obtenido en cada tratamiento. KW-H(4,15)= 10.0666, $p=0.0393$.

Análisis químicos

En la tabla 2 se muestra el resultado de los niveles de nutrientes y pH de los vermicompuestos utilizados.

Tabla 2. Niveles de nutrientes y pH para los diferentes vermicompuestos.

Vermicompuestos	pH (H ₂ O)	N-NO ₃ (mg/ml)	K (mg/ml)	Ca (mg/ml)	Mg (mg/ml)
Z	7	761	567	252	201
TA	6,7	299	106	85	88
COM	6,8	734	496	340	334
FVCP	6,6	792	400	379	402

El vermicompuesto TA posee la menor cantidad de los nutrientes analizados. En general el resto de los vermicompuestos presentan valores similares (del mismo orden de magnitud) en los nutrientes y pH.

Actividad Microbiana

Los resultados obtenidos nos muestran que la actividad microbiana fue significativamente mayor en los tratamientos Z y TA, con respecto al resto (Figura 2). Estos resultados se correlacionan directamente con la dosis empleada e inversamente con el tiempo de curado.

En la figura 3 se muestra el resultado de una correlación no lineal (modelo exponencial) entre los pesos de frutos totales obtenidos por cada tratamiento, versus el logaritmo (base 10) de la concentración de fluoresceína. Como se aprecia, existe una correlación inversa entre ambas variables.

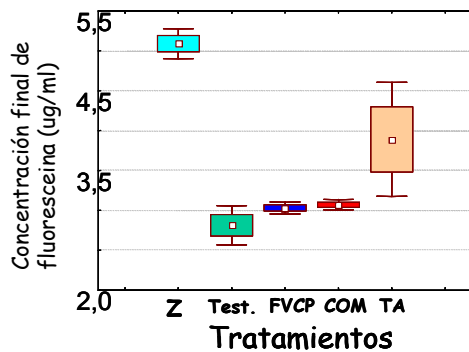


Figura 2. Actividad microbiana medida por hidrólisis de FDA. ANOVA: $F(4,10)=21.505$, $p = 0.00007$.

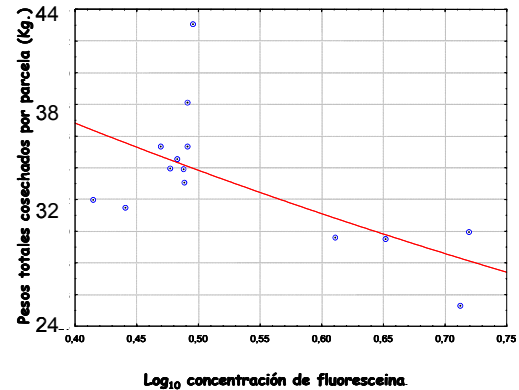


Figura 3. Correlación no lineal de los pesos totales cosechados por parcela, en función del logaritmo de concentración de fluoresceína. $Y = 51,5952 \cdot \exp(-0,8435 \cdot x)$, $r = -0.6127$, $p = 0,0198$.

Análisis de la comunidad bacteriana

Se pudo llegar a tener los resultados del T-RFLP 16S para todas las réplicas (tres), solamente en el caso de las muestras testigo, Z y FVCP.

Se observó una tendencia no significativa a un aumento en los índices de riqueza y diversidad en los tratamientos con vermicompuestos frente al testigo.

En la figura 4 se muestra un análisis de principales componentes, llevado a cabo con la abundancia relativa de los fragmentos que aportan al menos un cinco por ciento a la abundancia total. Como se puede apreciar, las réplicas correspondientes a tratamientos con vermicompuestos, se agrupan cercanamente entre sí (indicando una similitud entre ellas), quedando distantes con respecto a las testigo; la muestra testigo especial, sin aplicación de Carbofurán ni vermicompuesto (SFV) se agrupa con las primeras.

Dentro de los fragmentos más abundantes mencionados, se encuentran los que corresponderían para ciertos grupos bacterianos que favorecen el desarrollo vegetal, (agentes de biocontrol) y estos son: *Oxalobacteriaceae spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.* y *Pantoea spp.*

Para algunos grupos predominantes se observó una disminución de la abundancia relativa y para otros, como *Pseudomonas* y *Pantoea*, se obtuvo un aumento en la abundancia relativa, con los tratamientos Z y FVCP (tabla 3).

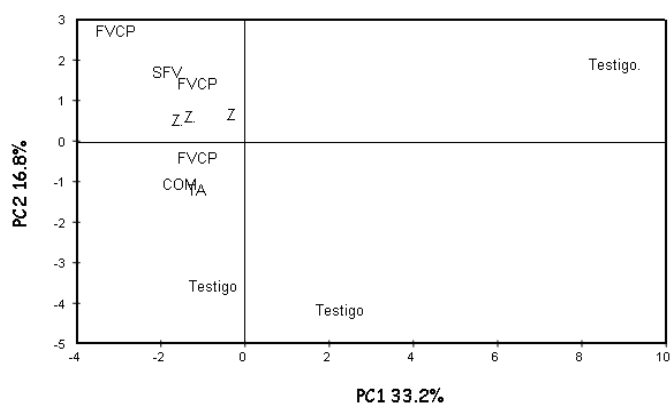


Figura 4. Análisis de componentes principales utilizando los fragmentos que aportan al menos un 5 % de la abundancia total.

Tabla 3. Abundancia relativa promedio (expresadas en porcentajes) de algunos de los fragmentos predominantes en el T-RFLP16S*.

Fragmentos	Z	FVCP	TA	COM	Test.	SFV
72	2,0	0	0	0	8,9	7,2
80	1,1	0,9	0,5	0,9	4,3	2,1
204	6,5	9,8	0,5	0,6	0,8	4,9
218	10,3	20,1	1,8	5,3	0,5	3,6
222	1,6	1,0	14,2	9,5	4,0	0
373	3,0	5,2	1,1	2,5	2,0	0,0

*Fragmento esperado para *Pseudomonas* y *Pantoea*: 204 y 373 respectivamente.

Análisis de la comunidad de nemátodos

Para los valores de abundancia media, riqueza genérica y diversidad de Shannon antes y luego de aplicados los tratamientos, no se encontraron diferencias significativas. Considerando el análisis funcional, la abundancia del grupo parásitos de plantas no mostró un claro patrón con respecto a la situación inicial, aumentando o disminuyendo según el tratamiento. No hubo diferencias significativas entre estos cambios.

El grupo parásitos de plantas está representado por los géneros que se detallan en la tabla 4. Sólo el género *Meloidogyne* mostró diferencias significativas entre la situación inicial y los tratamientos aplicados.

Tabla 4. Abundancia relativa (expresada como porcentaje) de los géneros de nemátodos parásitos de plantas.

<u>Género</u>	Inicio	FVCP	COM	TA	Z	Test.
<i>Helicotylenchus</i>	5	13	8	15	12	5
<i>Meloidogyne</i>	18	0	0	2	0	1
<i>Xiphidorus</i>	0	7	9	8	11	31

5. Conclusiones

La aplicación de vermicompuestos con largo tiempo de curado impactó de forma positiva en el cultivo de tomate, obteniéndose frutos de mayor tamaño. La correlación inversa que se observó entre productividad vegetal y actividad microbiana medida por hidrólisis de FDA, podría indicar una competencia por nutrientes de la flora microbiana (período de inmovilización) frente a la planta. Dicho efecto de inmovilización, puede evitarse sometiendo el vermicompuesto a un tiempo prolongado de curado.

La aplicación de los vermicompuestos modificó la estructura de la comunidad bacteriana del suelo; siendo esto notorio en los cambios provocados en las abundancias de algunos grupos predominantes.

Este estudio sugiere que los vermicompuestos podrían revertir el efecto negativo causado por la aplicación del pesticida Carbofurán sobre la comunidad bacteriana, dado que la comunidad de la muestra sin tratar con este pesticida, mostró mayor similitud con las correspondientes al suelo tratado con los vermicompuestos.

Los aumentos observados en las abundancias relativas de *Pseudomonas* y *Pantoea*, concuerdan con resultados obtenidos en otros trabajos científicos, donde se demuestra que esto es un efecto común provocado por los compost. Esto puede resultar en un beneficio para el cultivo, dado que estos grupos poseen especies capaces de controlar hongos fitopatógenos.

En este trabajo se enfatizó el análisis de nemátodos pertenecientes al grupo de parásitos de plantas, debido a su implicancia en la sanidad de los cultivos hortícolas bajo cubierta. Entre los géneros de parásitos encontrados, se lograron disminuir las poblaciones de *Meloidogyne* mediante la aplicación de los diferentes vermicompuestos. También estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros trabajos científicos, donde se observó dicha reducción provocada por vermicompuestos.

El hecho que el género *Xiphidorus* aumentó su abundancia final, se puede explicar por sus mecanismos de dispersión, siendo estos: el viento, el agua de riego, escurrimiento superficial, las herramientas y maquinarias no desinfectadas apropiadamente. Por lo tanto el hábito o las prácticas de manejo que utilizó el productor, probablemente no fueron las apropiadas para evitar la proliferación de este parásito.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los Señores José Luís Ratto y Javier Rizo, por haber abierto las puertas de sus establecimientos para realizar este trabajo, así como a quienes suministraran los compost.

De igual manera se agradece a la Dra. Sabina Vidal y su equipo de trabajo (Facultad de Ciencias, Laboratorio de Biología Molecular Vegetal), por haber permitido el uso del laboratorio para llevar a cabo el análisis T-RFLP 16S.