

UTILIZACIÓN DE LA GALLINAZA COMO BIOFUMIGANTE DE SUELO EN EL CULTIVO DE MELÓN¹

**Luis Alberto Barahona²; Rubén D Samaniego³; José A Guerra⁴;
Gustavo Castillo⁵; Julio Agurto⁵**

RESUMEN

Se realizó la evaluación del uso de la gallinaza como biofumigante de suelo en el cultivo de melón en la estación experimental de El Ejido, Los Santos, Panamá. Los tratamientos fueron solarización, solarización combinada con tres dosis de gallinaza (biofumigación) y el testigo absoluto. Para la biofumigación se incorporó la gallinaza con un arado rotativo, se humedeció a capacidad de campo y se solarizó por 30 días. Las variables fueron rendimiento comercial, presencia de malezas a los 25 días después de la siembra, incidencia de enfermedad causada por *Didimella* sp., temperatura de suelo y propiedades físico-químicas de suelo. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro réplicas. Se encontró una respuesta altamente significativa en la incidencia de malezas ($P=0,001$), se mostró que los tratamientos con biofumigación presentaron menor incidencia de maleza con respecto al testigo y a la solarización. Para la incidencia de *Didimella* sp., existió diferencias altamente significativas ($P=0,0047$) entre los tratamientos con 2, 4 y 6 kg de gallinaza/m² y solarización, que obtuvo valores promedios de 42,5%, 17,5%, 30% y 20%, respectivamente. La respuesta en el rendimiento de frutos fue altamente significativa entre los tratamientos ($P=0,007$), donde la solarización y biofumigación superaron estadísticamente al testigo. La biofumigación presentó diferencia con la solarización ($P=0,0013$). Los tratamientos con biofumigación presentaron una mayor producción que la solarización por sí sola. En los tratamiento con biofumigación aumentó el contenido de materia orgánica en el suelo y pH de 5,3 a 6,4, en la dosis más alta. Sin embargo, la conductividad eléctrica fue subiendo a niveles peligrosos para algunos cultivos (3,23 dS/m). Por último, no existió diferencia significativa entre los tratamientos con biofumigación para ninguna de las variables estudiadas. En el cultivo de melón, la biofumigación con gallinaza redujo la incidencia de malezas y de *Didimella* sp., e incrementó el rendimiento de frutos comerciales.

PALABRAS CLAVES: Biofumigación, desinfección, solarización, incidencia de malezas, *Didimella* sp.

¹Recepción: 10 de diciembre de 2014. Aceptación: 2 de marzo de 2015.

²Ing. Agrónomo Fitotecnista. IDIAP. Centro de investigación Agropecuaria de Azuero (CIAA). e-mail: alberline@gmail.com

³M.Sc. en Agricultura Ecológica. IDIAP.CIAA. e-mail: rubensama_15@hotmail.com

⁴Ing. Agrónomo Fitotecnista. IDIAP. CIAA. e-mail: guerra.joseangel@gmail.com

⁵Agr. IDIAP. CIAA.

USE OF CHICKEN MANURE IN SOIL BIO-FUMIGATION ON MELON CROP

ABSTRACT

An assay was conducted to evaluate the use of chicken manure in soil bio-fumigation on melon crop at El Ejido Experimental Station, Los Santos, Panama. The treatments evaluated were soil solarization, solarization combined with chicken manure in three different dosages (bio-fumigation) and control. For bio-fumigation the chicken manure was incorporated by disking, field was irrigated to full capacity and solarization was performed by 30 days. The response variables were commercial fruit yield, incidence of weeds (at 25 day after planting), incidence of disease causes by *Didimella* sp., soil temperature and soil physicochemical properties. The experiment was laid out in a Randomized Complete Blocks design replicated four times. The incidence of weeds was significantly lower ($P=0,001$) for treatments with bio-fumigation compared to control and solarization treatments. The incidence of *Didimella* sp. was significantly lower ($P=0,0047$) for bio-fumigation treatments with 2, 4 and 6 kg chicken manure/m², with average values of 42,5%, 17,5%, 30% and 20%; compared to control with average value of 57,5%. Fruit yield was significantly higher ($P=0,007$) in solarization and bio-fumigation treatments than control; and bio-fumigation was significantly higher than to solarization ($P=0,0013$). The total organic material in soil was improved with bio-fumigation and pH value increase from 5,3 to 6,4 with the highest dosage of chicken manure. However, the electric conductivity was increased to danger levels for some crops systems (3,23 dS/m). Finally, no statistical significant difference was observed for the assessed response variables among the three chicken manure evaluated dosages. In melon crop, bio-fumigation with chicken manure significantly reduces the weeds and *Didimella* sp. incidence, and increases the commercial fruit yield.

KEY WORDS: Bio-fumigation, biological disinfection, solarization, incidence of weeds, *Didimella* sp.

INTRODUCCIÓN

La producción del cultivo de melón, es influenciada negativamente por diversos problemas relacionados con organismos vivos presentes en el suelo, entre los cuales están los hongos *Sclerotium rolfisii* y *Fusarium* sp., el nematodo *Meloidogyne incognita* y malas hierbas. El uso de agroquímicos como pesticidas y fumigantes aplicados al

suelo, se han hecho indispensable para la producción de cualquier cultivo. Entre las diferentes estrategias probadas para el control de estos problemas, las que han recibido mayor atención son las basadas en la aplicación de productos químicos, debido a que han dado mejores resultados y sus efectos suelen ser más rápidos. Sin embargo, estas estrategias son de un costo elevado, implican una

mayor contaminación al medio ambiente (Zavaleta Mejía *et al.* 2002), y un riesgo para el usuario.

El bromuro de metilo (BM) ha sido el producto químico ampliamente utilizado de manera comercial para la fumigación del suelo, debido a sus propiedades como gas fumigante del suelo con alta eficacia y rápida actuación en el control de enfermedades de origen edáfico, mostrando un amplio espectro de actividad frente a los patógenos. Sin embargo, de 50% a 95% del BM aplicado pasa en forma de emisiones gaseosas a la estratósfera, donde se liberan átomos de bromo que reaccionan con el ozono y otras moléculas estables que contienen cloro, dando lugar a una reacción en cadena que destruye la capa de ozono, incrementando la emisión de rayos ultravioleta (Thomas 1997, Müller *et al.* 1999). Además, una de las principales desventajas de este producto radica en su alta toxicidad, reduciendo la biodiversidad del suelo y provocando problemas de fitotoxicidad y contaminación. El Protocolo de Montreal establece la retirada del BM en la agricultura, obligando a los países demandantes de este producto a desarrollar numerosas investigaciones durante la última década, tendientes a estudiar y evaluar alternativas para la desinfección del suelo (Camacho y Tello 2006).

Con relación al BM se eligió la función de la materia orgánica a través de los procesos de degradación que producen gases capaces de controlar los patógenos de los vegetales. Este proceso ha sido definido como biofumigación y ha sido incluido como una alternativa no química al BM por el "Methyl Bromide Technical Committee" (MBTOC 1997), perteneciente al Protocolo de Montreal, ampliando a todas las materias orgánicas y residuos agroindustriales el anterior concepto de biofumigación que se aplicaba sólo a la emisión de isotiocianatos durante la descomposición, su efecto fungicida e insecticida (Bello *et al.* 1998).

La biofumigación para el control de patógenos de suelo se basa en la acción de compuestos volátiles producidos por la descomposición de la materia orgánica, fundamentalmente glucosinolatos y los isotiocianatos derivados de su hidrólisis (Kirkegaard y Sarwar 1999, Harding citado por Porras *et al.* 2007).

La acción de los microorganismos sobre la materia orgánica durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos que pueden actuar en el control de los patógenos del suelo (El amonio, nitratos, sulfídrico y un gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos); por ello, es difícil determinar con exactitud la sustancia responsable

de la muerte de los nematodos, hongos y afectar la germinación de las malezas (Bello *et al.* 2001).

La biofumigación se diferencia del uso de las enmiendas orgánicas en las características de los materiales y en el método de aplicación. Esta técnica puede ser de gran interés en países en vías de desarrollo, debido al bajo costo y facilidad de aplicación. Bello *et al.* (2001) definen la biofumigación como la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodegradación de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas, incrementándose su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de producción de cultivos. Ellos presentan resultados de su aplicación en cultivos de cucurbitáceas, pimientos, zanahoria, tomate, fresón, plátano, cítricos, frutales, viñedos y flor cortada, en diferentes ambientes, obteniendo una eficacia similar a los pesticidas convencionales, al mismo tiempo que incrementan los nematodos saprófagos, mejoran las características del suelo y la nutrición de la planta, señalando la necesidad de diseñar una metodología para cada situación.

Se ha encontrado que por lo general, cualquier materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo la eficacia, principalmente, de la dosis y del método de aplicación (Bello *et al.* 2001).

El uso de la gallinaza como biofumigación, por Niquén y Venialgo (2001) demostraron que la gallinaza fresca y los residuos de cosecha, son efectivos para el control de malezas y hongos de suelo. Trabajos hechos en España en busca de alternativas a la desinfección del suelo con Bromuro de Metilo, encontraron que el uso de gallinaza a razón de 5 kg/m², tienen un efecto que se asemeja, en cuanto al control de nematodos, hongos de suelo y malezas (López Aranda *et al.* 2001). Trabajos realizados por Lacassa *et al.* (2004), demuestran que la aplicación de materia orgánica (gallinaza), puede ir disminuyendo en cuanto a la cantidad que se requiere de 7 kg/m² a 2 kg/m² en los años subsiguientes, usándola como biofumigante del suelo.

Es coherente pensar que la cantidad de materia orgánica aplicada al suelo para su uso como biofumigante, puede ser diferente, en cada suelo, tomando como referencia la cantidad de materia orgánica que exista en el mismo. Es necesario realizar ensayos con diferentes dosis de gallinaza, para determinar su efecto en la desinfección de los suelos en nuestras condiciones edafoclimáticas.

La biofumigación es una técnica de un costo relativamente bajo y de fácil aplicación, lo que puede ser de gran interés para un cultivo de bajo retorno económico,

particularmente en producciones hortícolas de pequeños agricultores. Además, puede resultar una técnica interesante para aquellos productores que se dedican a la agricultura orgánica.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el uso de la gallinaza como biofumigante del suelo en el cultivo de melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), específicamente en la estación experimental de El Ejido, corregimiento de Santa Ana, provincia de Los Santos; localizada entre los 7°54'42" de latitud Norte y 80°22'09" longitud Oeste, a 25 msnm.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos Aleatorizados (BCA) con cinco tratamientos (dosis de gallinaza) y cuatro réplicas. El ensayo constó de un total de 540 m², en donde cada unidad experimental fue de 27 m² (36 plantas), la cual se constituyó por tres hileras de 5 m de largo, 12 plantas/hilera separadas a 0,40 m y separadas a 1,80 m entre ellas; la parcela efectiva fue de 10 plantas de la hilera central, dejando una a cada lado como efecto de borde.

El material genético que se utilizó fue la variedad de melón tipo cantaloupe Oro duro, la cual es utilizada por los productores del área, tanto para la exportación como para el mercado nacional. Los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro 1.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS EVALUADOS EN LA BIOFUMIGACIÓN.

Tratamiento	Descripción
1	Plástico transparente + 0 kg de gallinaza/m ²
2	Plástico transparente + 2 kg de gallinaza/m ²
3	Plástico transparente + 4 kg de gallinaza/m ²
4	Plástico transparente + 6 kg de gallinaza/m ²
5	Testigo absoluto

Para la aplicación de los tratamientos se realizó una preparación de suelo con arado rotativo, luego se aplicó la gallinaza bien distribuida, se incorporó con un motocultor, se aplicó un riego abundante a capacidad de campo y se procedió a cubrir con un plástico de

polietileno transparente, exceptuando el testigo absoluto (Figura 1), por un período de 30 días (6 enero 2011 - 5 febrero 2011). Luego de tres días de haber levantado el plástico, se procedió a sembrar el cultivo de melón.



Figura 1. Tratamientos de biofumigación aplicados en campo.

Los semilleros se hicieron en bandejas dentro de una casa de vegetación y se realizó el trasplante después de 13 días. El manejo de insectos y fertilización se realizó según la tecnología generada por el IDIAP para el cultivo de cucurbitáceas (González *et al.* 2010). Se utilizó riego por goteo y fertirriego de acuerdo a las necesidades del cultivo por etapa fenológica. No se presentaron enfermedades foliares.

Para observar el efecto de los tratamientos se evitó efectuar el control de malezas en los primeros 30 días del cultivo, aunque luego se realizó un control manual, y se omitieron las aplicaciones químicas para el control de hongos de suelo.

Se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Incidencia de malezas: Se realizó un muestreo 30 días después de aplicados los tratamientos y se determinó la incidencia/m² un marco de 0,25 m x 0,25 m.
- Incidencia de enfermedades: Se evaluó el porcentaje de incidencia en campo de enfermedades causadas por hongos de suelo en el cultivo del melón.
- Rendimiento: Se pesaron los melones para determinar el rendimiento en t.ha⁻¹.

- Análisis físico-químico de suelo: Se analizó el suelo, antes y después de aplicar los tratamientos, se determinó la concentración de materia orgánica (MO), Capacidad de intercambio catiónico (CIC), la densidad aparente (DA), conductividad eléctrica (CE) y el pH.
- Temperatura de suelo: Se muestreó diariamente la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad, durante los 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Análisis estadísticos:

Los datos de las variables fueron sometidos al análisis de varianza, y las medias fueron comparadas mediante los siguientes contrastes ortogonales:

testigo vs biofumigación y solarización; solarización vs biofumigación; biofumigación baja vs biofumigación media y alta; biofumigación alta vs biofumigación media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las características físico-química del suelo antes de la aplicación de los tratamientos, se presentó un pH ácido; los valores de fósforo (P), aluminio (Al), hierro (Fe) y zinc (Zn) fueron bajos; los contenidos de materia orgánica (MO), manganeso (Mn) y cobre (Cu) medios; las cantidades de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) se consideraron altas, la textura franco-arcillosa (Cuadro 2), mientras que las características químicas de la gallinaza utilizada para la biofumigación aparecen en el Cuadro 3.

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO UTILIZADO EN EL ENSAYO DE BIOFUMIGACIÓN.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	MO	Mn	Fe	Zn	Cu	Textura
	mg/l			cmol/kg		%		mg/l			
5,3	13	152	16	7,3	0,1	2,28	46,4	20	0,4	3,9	FARC

Fuente: Laboratorio de suelos. IDIAP–Divisa 2011.

CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA GALLINAZA UTILIZADA EN EL ENSAYO DE BIOFUMIGACIÓN.

pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Al	MO	Mn	Fe	Zn	Cu
				%				ug/ml			
8,3	2,65	2,4	2,25	16	7,3	0,1	2,28	46,4	20	0,4	3,9

Fuente: Laboratorio de suelos. IDIAP–Divisa 2011.

Los valores medios de las variables evaluadas, que se presentaron en el ensayo de biofumigación en los diferentes tratamientos se observó que la media general de rendimiento para el

experimento estuvo en 49,9 t.ha⁻¹, con una incidencia de maleza de 232 maleza/m² y un 33% de incidencia de *Didimella* sp. o conocida comúnmente como gomosis (Cuadro 4).

CUADRO 4. VALORES PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS EVALUADAS.

Tratamiento	Variables		
	Maleza/m ²	<i>Didimella</i> sp. (%)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Biofumigación 6 kg/m ²	28,7	20,0	55,43
Biofumigación 4 kg/m ²	43,7	30,0	53,15
Biofumigación 2 kg/m ²	48,5	17,5	53,97
Solarización	450,0	42,5	45,20
Testigo	591,5	57,5	41,87
Promedio	232,5	33,5	49,90

En el análisis de varianza de las variables maleza/m², enfermedades (*Didimella* sp.) y rendimiento (Cuadro 5),

se normalizaron los datos de incidencia de maleza y enfermedades, transformados mediante logaritmo normal.

CUADRO 5. CUADRADOS MEDIOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA ESTUDIADAS.

F de V	gl	CM		
		Maleza/m ²	<i>Didimella</i> sp. (%)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Bloq	3	0,345 ^{ns}	71,6 ^{ns}	0,464*
Trat	4	9,603**	1107,5**	1,427**
Error	12	0,605	167,5	13708
CV (%)		17,17	38,63	7,46

ns = No existe diferencia significativa; * = Diferencia significativa (P<0,05); ** = Diferencia altamente significativa (P<0,01).

Incidencia de malezas:

El análisis de varianza (Cuadro 5), muestra que existió una diferencia estadística altamente significativa en la incidencia de malezas (P=0,001). En la prueba de contrastes ortogonales (Cuadro 6), se observa que la incidencia de

maleza fue inferior en los tratamientos con biofumigación y solarización (143 maleza/m²) con respecto al testigo (591 maleza/m²). Por otro lado, los tratamientos con biofumigación (40 maleza/m²), presentaron una menor incidencia de maleza que la solarización por sí sola (450 maleza/m²).

No existe diferencia significativa entre las tres dosis de gallinaza evaluadas en la biofumigación con respecto a la incidencia de maleza/m². Estos resultados concuerdan con los trabajos hechos por

Niquén y Venialgo (2001) y por Pereyra *et al.* (2008), los cuales encontraron que el uso de gallinaza en la biofumigación reducía malas hierbas.

CUADRO 6. PRUEBA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS POR CONTRASTES ORTOGONALES.

Comparación	Maleza/m ²	<i>Didimella</i> sp. (%)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
	VALORES PROMEDIO		
Testigo vs biofumigación y solarización	591 vs 143**	57 vs 27**	42 vs 52**
Solarización vs biofumigación	450 vs 40**	42 vs 22**	45 vs 54**
Biofumigación baja vs biofumigación media y alta	48 vs 36 ^{ns}	17,5 vs 25 ^{ns}	54 vs 54 ^{ns}
Biofumigación alta vs biofumigación media	29 vs 44 ^{ns}	20 vs 30 ^{ns}	55 vs 53 ^{ns}

ns = No existe diferencia significativa; * = Diferencia significativa (P<0,05); ** = Diferencia altamente significativa (P<0,01).

Incidencia de enfermedades:

Se diagnosticó la presencia de gomosis (*Didimella* sp.), de acuerdo a los resultados del laboratorio de fitopatología de IDIAP en Divisa (Figura 2). En el Cuadro 4, se observan los porcentajes medios de incidencia en los diferentes tratamientos. En el análisis de varianza (Cuadro 5), se observa que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos evaluados.

El testigo presentó un porcentaje de incidencia de *Didimella* sp. de 57%, el cual fue estadísticamente superior a los tratamientos de solarización y biofumigación (Cuadro 6). La solarización por si sola presentó valores de 42%

de incidencia de *Didimella* sp. siendo estadísticamente superior a los tratamientos con biofumigación que presentaron una baja incidencia con un 22%.

Al comparar las diferentes dosis de gallinaza utilizadas para la biofumigación, se encontró que no hay diferencia significativa entre ellas en cuanto a la incidencia de *Didimella* sp., lo que concuerdan con Bello *et al.* (2001), Zavaleta Mejía *et al.* (2002) y Pereyra *et al.* (2008), donde la biofumigación con gallinaza tiene control sobre hongos de suelo que causan enfermedades en hortalizas.



Figura 2. Síntomas de gomosis causado por *Didimella* sp.

Rendimiento:

El análisis de varianza (Cuadro 5), muestra que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos para el rendimiento de frutos de melón. La comparación de medias por contrastes ortogonales (Cuadro 6), muestra que el testigo obtuvo un rendimiento bajo con 42 t.ha^{-1} , siendo estadísticamente inferior al obtenido con los tratamientos de solarización y biofumigación que presentaron un rendimiento medio de 52 t.ha^{-1} de frutos de melón.

Con los tratamientos de biofumigación, se obtuvo un rendimiento medio de 54 t.ha^{-1} , lo cual fue estadísticamente superior a 45 t.ha^{-1} que se produjeron con el tratamiento de solarización. Comparando las diferentes dosis de gallinaza utilizadas para la biofumigación, no se encontró diferencias estadísticas entre ellas.

La mayor producción de frutos en el cultivo del melón entre los tratamientos que se les aplicó gallinaza para la biofumigación, se debió en parte, a la baja incidencia de malezas, una menor incidencia de *Didimella* sp., y al aporte de nutrientes de la gallinaza al suelo.

Análisis químico de suelo:

Entre las características químicas del suelo antes y después de la aplicación de los tratamientos (Cuadro 7), se observa que el pH en general va mejorando con el aumento de la dosis de gallinaza, es de suponer que mientras más estabilizada está la gallinaza aplicada, contribuye a mejorar ciertas propiedades del suelo.

Una vez que la materia orgánica está mineralizada, gran parte se convierte en humus y este material rico en carbono (C), contribuye a mejorar la estructura del suelo, el pH, la porosidad, estabilidad de agregados y a largo plazo, mejora la densidad aparente y las propiedades químicas.

CUADRO 7. CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO ANTES Y DESPUÉS DE LA BIOFUMIGACIÓN.

Tratamientos	MO (%)	CIC (meq/100g)	DA (g/cm ³)	CE (dS/m)	pH
Antes	2,28	40,0	1,32	0,28	5,3
Solarización	2,05	33,5	1,39	0,81	5,6
Biofumigación 2 kg/m ²	2,73	33,2	1,37	2,38	5,7
Biofumigación 4 kg/m ²	3,03	38,6	1,34	3,23	5,8
Biofumigación 6 kg/m ²	3,24	36,8	1,36	1,87	6,4
Testigo	2,44	36,7	1,35	1,48	5,4

El efecto sobre la materia orgánica del suelo es claro; a medida que aumenta la dosis de gallinaza, mejora el nivel de materia orgánica en el suelo. Si lo comparamos con el suelo antes de la aplicación, con la solarización y con el testigo, se observan niveles muy superiores de materia orgánica.

Se observa un aumento en el nivel de conductividad eléctrica, a medida que se aumenta la dosis de gallinaza. El valor va subiendo hasta alcanzar niveles considerados peligrosos (3,23 dS/m) donde solo cultivos tolerantes podrán

resistir, tal vez por el alto contenido de K de la gallinaza, sin embargo, no se ha notado igual efecto sobre la CIC, esta última se mantiene similar en todos los tratamientos.

Temperatura de suelo:

La fluctuación de la temperatura durante el período de la biofumigación en los diferentes tratamientos (Figura 3), se observa que a partir del cuarto día hay un incremento en la temperatura del suelo en los tratamientos que se utilizó plástico para la solarización y la biofumigación manteniéndose similares, lo cual nos indica que el efecto en el control de maleza

y enfermedades de tipo edáfica (*Didimella* sp.), no se debió solo al incremento de la temperatura de suelo, sino que hay un efecto en los gases que libera la materia orgánica (gallinaza), en el proceso de la biofumigación.

La temperatura promedio de los tratamientos con plástico estuvo alrededor de los 43° C, mientras que el

testigo sin plástico estuvo por los 33° C. Las temperaturas máximas alcanzadas estuvieron en 52° C para los tratamientos con plástico y 37° C para el testigo absoluto (Figura 3). Se destaca que el incremento de la temperatura de los tratamientos con plástico vs el testigo estuvo en 10° C, se podría aumentar la temperatura aplicando una mayor cantidad de agua antes de colocar los plásticos.

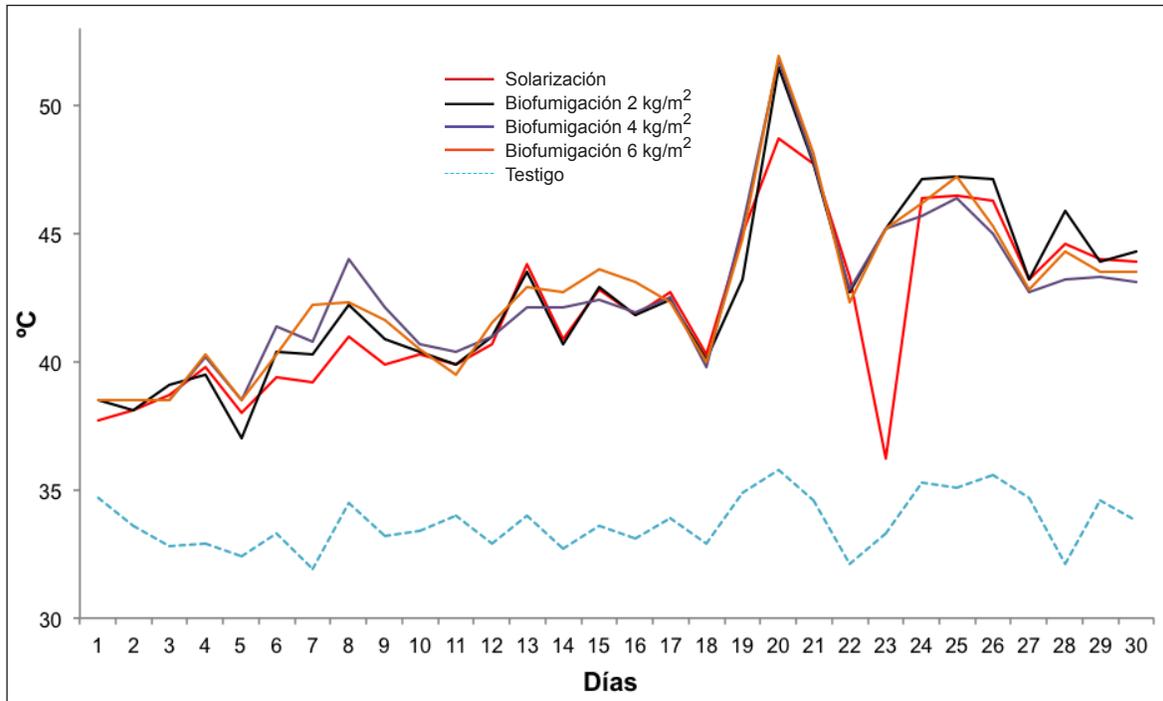


Figura 3. Fluctuación de la temperatura de suelo entre los diferentes tratamientos durante el periodo de biofumigación.

CONCLUSIONES

- La gallinaza, no tiene efecto en el aumento de la temperatura durante la biofumigación.
- Las temperaturas promedio de 53° C, registradas en la solarización, no influyen significativamente en la incidencia de maleza y *Didimella* sp.

- La biofumigación con gallinaza redujo la incidencia de maleza y *Didimella* sp. independientemente del aumento de la temperatura, mientras que el incremento en la dosis de gallinaza no causó efecto en la incidencia de maleza/m² y la incidencia de *Didimella* sp.
- La biofumigación con gallinaza aumenta el contenido de la materia orgánica en el suelo y alta dosis de gallinaza (6 t.ha⁻¹) aumenta la conductividad eléctrica a niveles que pueden afectar negativamente algunos cultivos.
- La biofumigación con gallinaza es una alternativa orgánica para la desinfección de suelo en el cultivo de melón.

BIBLIOGRAFÍA

- Bello, A; López, JA; Sanz, R; Escuer, M; Herrero, J. 1998. Biofumigation and organic amendments. *In* Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries 26-29 May 1998, Rome. UNEP. p. 113-141.
- Bello, A; López Pérez, JA; Díaz Viruliche, L. 2001. Biofumigación y solarización como alternativas al bromuro de metilo (en línea). Consultado 26 nov. 2009. Disponible en <http://www.aecientificos.es/empresas/aecientificos/intereshtml/biofumigacion/solarizacion.htm>
- Camacho, F; Tello, J. 2006. Control de patógenos teluricos en cultivos hortícolas intensivos. Universidad de Almeria, España. Agrotécnicas S.L. 160 p.
- González, R; Guerra, J; Osorio, N; Castillo, G. 2010. Recomendaciones para el cultivo de melón Honey dew, Canario y Galia. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Plegable. 2 p.
- Kirkegaard, JA; Sarwar, M. 1999. Glucosinolate profiles of Australian canola (*Brassica napus annua* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) cultivars: implications for biofumigation. *Aus. J. Agric. Res.* 50:315-324.
- López Aranda, J; Romero, F; Montes, F; Medina, J; Miranda, L; De Los Santos, B; Vega, J; Páez, J; Domínguez, F. 2001. Problema de la prohibición del bromuro de metilo como desinfectante de suelos agrícolas. Resultante sobre algunas alternativas para el cultivo de fresa. *Terralia* no. 19:33-43.

- Lacassa, A; Guerrero, M; Oncina, M. 2004. Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento. *In* II jornada sobre alternativas viables al bromuro de metilo en pimiento de invernadero. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. 335 p.
- MBTOC (Methyl Bromide Technical Options Committee). 1997. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (MBTOC). Supplement to the 1994 assessment.
- Müller, M; Reinhold, P; Lange, M; Zeise, M; Jurgens, U; Hallier, E. 1999. Photometric determination of human serum bromide levels a convenient biomonitoring for methyl bromide exposure. *In* Proceedings of the International Symposium on Health Aspects of Environmental and Occupational Exposure, 28 September-1 October 1998 (Leng, G; Hadnagy, W. eds.). *Toxicology Letters* 107(1-3):155-159.
- Niquén Bardales, E; Venialgo Chamorro, C. 2001. Estudio comparativo inicial de Biofumigación - Solarización en otoño, para el control de nematodos (en línea). Consultado 26 nov. 2009. Disponible en <http://www.1.unne.edu.ar/cyt/agrarias/a-019.pdf>
- Pereyra, SM; Ávila, A de L; Orecchia, E. 2008. La biofumigación y el Metam sodio como alternativas al uso de bromuro de metilo. Efecto sobre el control de malezas y las características químicas del suelo. *AGRISCENTIA* 25(2):75-79.
- Porras, M; Romero, E; Zurera, C; Barrau, C; Romero, F. 2007. La biofumigación y la solarización como alternativas no químicas en el cultivo de la fresa. *In* XI Congreso SECH. Albacete, ES. 4 p.
- Thomas, W. 1997. Impacto ambiental de bromuro de metilo. *In* Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura. Junta Andalucía, Sevilla, ES. p. 13-18.
- Zavaleta Mejía, E; Cid del Prado Vera, I; Franco Navarro, F; Sánchez García, P. 2002. Aplicación de enmiendas orgánicas para el manejo de *Nacobbus aberrans* en tomate. *Nematológica* 32:113-124.

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento al M.Sc. Vidal A. Aguilera del Centro de Investigación Agropecuaria Central en Divisa, por su aporte en el diagnóstico fitosanitario. Al M.Sc. Román Gordón del Centro de Investigación Agropecuaria de Azuero "Ingeniero Germán De León" en Los Santos y al M.Sc. Rodrigo Morales del Centro de Investigación Agropecuaria Occidental en Chiriquí, por sus valiosos aportes en el análisis estadístico de los datos.