

EFFECTO DEL FORMIATO DE ETILO Y *Trichoderma harzianum* SOBRE PLANTAS DE FRESA DESARROLLADAS EN FIBRA DE COCO Y TEZONTLE

Juan J. Torres Morales^{1§}, Carlos M. Bucio Villalobos², Fidel R. Díaz Serrano², Oscar A. Martínez Jaime², Israel E. Herrera Díaz¹, Carlos H. Herrera Méndez¹

¹Universidad de Guanajuato-DCSI, Celaya, Guanajuato, México. ²Universidad de Guanajuato-DICIVA, Irapuato, Guanajuato, México. · §Autor responsable: jjtmooonfs@gmail.com

Recibido: Mayo 12, 2014 Aceptado: Noviembre 12, 2014

Artículo Científico

RESUMEN

Guanajuato es tercer productor de fresa en México, en suelo agrícola; aunque la producción en invernadero es una opción que facilita su manejo. La producción en invernadero, entre otras necesidades, utiliza sustratos y sustancias que promueven el desarrollo de plantas y control de fitopatógenos, pero estudios sobre el uso de sustratos bajo condiciones de invernadero son escasos en fresa. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del formiato de etilo y *T. harzianum* aplicados en plantas de fresa desarrolladas en invernadero sobre fibra de coco y tezontle para estimular el desarrollo de las plantas y reducir la incidencia de enfermedades. Mensualmente se aplicaron 50 ml/planta de una suspensión de *T. harzianum* (10^7 conidios/mL) y solución de formiato de etilo (1%). Un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones fue utilizado para evaluar combinaciones de tres factores: tiempo, productos (formiato de etilo, *Trichoderma* y testigo) y sustrato (fi-

bra de coco y tezontle). Durante 10 meses se evaluaron plantas marchitas, hojas por planta, diámetro promedio de fruto, peso promedio de fruto, sólidos solubles totales y peso seco de follaje. El formiato de etilo generó mejores expresiones en las variables, excepto sólidos solubles totales, cuyo efecto fue similar a *T. harzianum*. El formiato de etilo y *T. harzianum*, en combinación con fibra de coco y respecto a la combinación con tezontle, disminuyeron plantas marchitas y aumentaron hojas por planta. La fibra de coco incrementó diámetro y peso de fruto, al combinar con formiato de etilo y *T. harzianum*. El efecto de *T. harzianum* fue superior a formiato de etilo en peso seco de follaje y la combinación *T. harzianum*-fibra de coco superó al resto de combinaciones producto-sustrato.

Palabras Clave: *Fragaria x ananassa*, producción en invernadero, fitopatógenos del suelo, control químico-biológico.

ABSTRACT

The State of Guanajuato is third largest producer of strawberry production in Mexico on agricultural land and production on greenhouse is a good option that facilitates the management of the production and various substrates and substances are used to promote the development of plants and control of phytopathogenic organisms. The aim of this study was to determine the effect of ethyl formate and *T. harzianum* applied on strawberry plants growing in greenhouse using in both volcanic rock and coconut fiber as substrates to stimulate plant growth and reduce the incidence of disease. A mixture of 50 ml plant⁻¹ of *T. harzianum* (10^7 conidia mL⁻¹) and an ethyl formate solution (1%) were applied every month. A completely randomized design with four replications

was used to evaluate combinations of three factors: period (several levels), products (ethyl formate, trichoderma and control treatment) and substrates (coconut fiber and volcanic rock). Through 10 months were evaluated variables such as: wilted plants, leaves per plant, average fruit diameter, average fruit weight, total soluble solids and dry weight of foliage. Ethyl formate produced better expressions for all variables excepting in total soluble solids whose effect was similar to *T. harzianum*. Mixture of ethyl formate and *T. harzianum* in combination with coconut fiber and their combinations with respect to volcanic stone decreased wilted plants increasing leaves per plant. Coconut fiber compared with the volcanic rock increased diameter and average fruit weight when this was combined with

ethyl formate and *T. harzianum*. *T. harzianum* was better than ethyl formate in terms of dry weight and the combination *T. harzianum*-coconut fiber was higher than other product-substrate combinations.

Key Words: *Fragaria* x *ananassa*, substrats, greenhouse production, soil fungi, chemist-biological control.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de fresa es importante debido a que genera divisas por exportación de la fruta a EEUU y la creación de empleos en el proceso productivo (SAGARPA, 2005). Esta hortaliza se cultiva en varios estados de la República Mexicana, pero Michoacán, Baja California y Guanajuato concentran la mayor superficie. Guanajuato es el tercer estado productor, al participar en 2012 con 959.5 ha (SIAP-SAGARPA, 2012), donde Irapuato es considerado como el productor principal. La tecnificación de la fresa incluye producción en macrotúnel o en invernadero, con rendimientos logrados hasta de 80 t ha⁻¹, en comparación con 30 t ha⁻¹ que se obtienen en un sistema tradicional, consecuencia del uso de riego por goteo, acolchado, aplicación de nutrimentos en fertirrigación y buen uso de productos fitosanitarios (Comité Nacional del Sistema Producto Fresa, 2012). Aunque la producción de hortalizas bajo invernadero puede desarrollar directamente en el suelo, el cultivo de estas especies tiende a utilizar una diversidad de sustratos, escogidos por su facilidad de adquisición y producción de alta calidad a bajo costo (de Lima *et al.*, 2013), además de evitar enfermedades comunes del suelo (Charlo *et al.*, 2012). Los sustratos pueden ser de origen orgánico, mineral o artificial, como fibra de coco, tezontle, turba, lana de roca o agrolita; aunque los dos primeros son más utilizados (Charlo *et al.*, 2011; da Costa *et al.*, 2007; Ojodeagua *et al.*, 2008; Pirog *et al.*, 2010). La producción de fresa en invernadero utiliza turba, tezontle, lana de roca o fibra de coco, pero los estudios son limitados debido a la compleja logística de producción y comercialización (Martínez y León, 2004). La fibra de coco es abundante en México, octavo productor mundial de coco fresco con 1 millón 50 mil toneladas (FAO, 2012). El sustrato se forma por fibras cortas, polvo y médula que provienen del fruto de cocotero; una vez seco y comprimido es fácil de transportar por su ligereza y responde apropiadamente a la rehidratación al utilizarlo por primera vez. El tezontle es un material inerte, abundante por su origen volcánico particularmente en el centro de México; se caracteriza por la buena aireación, drenaje,

retención de agua, estabilidad física y bajo costo (Baca *et al.*, 1991). Además, brinda buena protección a la planta contra fitopatógenos, factor limitante de la producción de hortalizas en invernadero. En cuanto a sanidad, la fresa es afectada por una diversidad de microorganismos. Maas (1984) menciona 104 enfermedades de la fresa, de las cuales 24 corresponden a hongos que afectan raíces y corona de plantas, entre las que destacan *Fusarium* y *Rhizoctonia*. El control de estos patógenos obliga el empleo de productos químicos, pero su uso indiscriminado provoca resistencia, contaminación y aumento de costos de producción. Uno de los fumigantes utilizado fue el bromuro de metilo, sin embargo, por afectar la capa de ozono ha sido eliminado del mercado; por lo que otras alternativas deben ser presentadas (López-Aranda *et al.*, 2009). En tal sentido, en este trabajo se incluyó el fumigante experimental formiato de etilo, el cual puede sustituir a bromuro de metilo (Pupin *et al.*, 2013). También se propone el uso de microorganismos antagonistas para controlar fitopatógenos. En general, se reconoce que diversos agentes de control biológico, como el hongo *Trichoderma* spp, poseen buenas cualidades para controlar enfermedades que atacan el sistema radicular de las plantas, principalmente los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Verticillium* y *Pythium* (Ezziyyani *et al.*, 2004; Altintas y Bal, 2008). Aunque el uso de sustratos libres de fitopatógenos limita su presencia en la raíz los hongos de la fresa podrían tener su origen en plantas madre contaminadas desde el vivero de producción de plántula, razón que justifica la protección posterior que merece. La inoculación de plantas de fresa con *Trichoderma* representa una opción de control biológico el cual además, protege la planta de enfermedades foliares, mediante resistencia inducida en hojas (Meller *et al.*, 2013). Es importante mencionar el efecto de *Trichoderma* como promotor del crecimiento vegetal (Cai *et al.*, 2013). En el presente trabajo se incluyó al hongo *Trichoderma harzianum* con la finalidad de proteger la planta de fresa frente a hongos patógenos de la raíz provenientes de los viveros de producción

de plántula, además de promover un efecto benéfico en el crecimiento foliar y rendimiento. Con base en lo anterior se estableció el presente experimento, con el objetivo de determinar el efecto del formiato de etilo y

Trichoderma harzianum (cepa C-4) aplicados a plantas de fresa variedad "Camino Real" desarrolladas en condiciones de invernadero y fibra de coco y tezontle como sustratos.

MATERIALES Y METODOS

Bajo condiciones de un invernadero localizado en el Campo Experimental de la División Ciencias de la Vida de la Universidad de Guanajuato (20°40'27" N y 101°20'51" O y 1730 m de altura), plántulas de fresa de la variedad "Camino Real" trasplantadas el 17 de octubre de 2009, se mantuvieron en producción durante 10 meses (tiempo). Las macetas con fibra de coco o tezontle, se distribuyeron en el invernadero bajo un sistema de "tresbolillo", distanciadas 15 cm sobre canaletas de 30 m. La unidad experimental quedó definida por lotes de 18 plantas, a las cuales les aplicaron mensualmente, 50 ml/planta de una solución de formiato de etilo al 1% o de una suspensión de *Trichoderma harzianum* (cepa C-4), concentrada a 10⁷ conidios/ml. El manejo de las plantas fue realizado de manera convencional, con excepción de los factores aquí evaluados. Se probaron tres factores principales: tiempo (varios niveles dependiendo de la variable respuesta), productos de control de patógenos (formiato de etilo, *Trichoderma harzianum* como hongo biocontrolador y un testigo sin tratamiento químico o biológico) y

sustrato (fibra de coco y tezontle). La combinación de los niveles de los factores principales definieron los tratamientos, establecidos en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. El registro de las variables número de plantas marchitas (PM) se hizo de noviembre de 2009 a marzo de 2010; número de hojas por planta (HP) de diciembre de 2009 a junio de 2010; peso promedio de frutos (PPF), en gramos, de enero a agosto de 2010; diámetro promedio de frutos (DPF), en cm, de enero a agosto de 2010; sólidos solubles totales (SST), en °Brix, de marzo a agosto de 2010 y pesos seco de follaje, en gramos, en agosto de 2010, al final del ciclo de cultivo. Los componentes de variación, estuvieron de acuerdo al modelo de dos factores en un diseño experimental de bloques completos al azar, combinados en tiempo para las primeras cinco variables, y dos factores en un diseño completamente al azar (Russell y Scott, 1984) para la última variable. Las pruebas DMS ($P \leq 0.05$) y Duncan ($P \leq 0.05$) fueron utilizadas para la discriminación de tratamientos, en cada diseño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el experimento fue adecuado para detectar diferencias entre y dentro de los distintos factores: tiempo, productos y sustratos. Las diferencias significativas se presentaron entre las variables en el periodo de crecimiento y producción del cultivo, y lo mismo se observa para productos y sustratos (Cuadro 1).

Las aplicaciones de formiato de etilo y *Trichoderma* redujeron la presencia de plantas marchitas, además de promover un incremento de número de hojas por planta; aunque las diferencias en plantas marchitas al inicio y final del ciclo no fueron notables, sí lo fue en el número de hojas por planta (Cuadro 2). En general, pocas plantas marchitas fueron encontradas debido a que el cultivo se desarrolló sobre sustratos libres de patógenos; la presencia de *Fusarium* y *Rizoctonia*

aislados de raíces se explica por el origen de estos microorganismos en las plantas madre originales; por lo tanto, un incremento en el número de hojas obedece a un efecto estimulante del formiato de etilo y *Trichoderma* sobre el desarrollo de las plantas.

La combinación producto*fibra de coco con respecto a producto*tezontle, mostraron la mayor diferencia; de manera que el formiato de etilo-fibra de coco, *Trichoderma*-fibra de coco y testigo-fibra de coco, fueron respectivamente mayores que las combinaciones hechas con tezontle en 238, 185 y 133%, lo que sugiere que la fibra de coco tuvo un efecto favorable en las raíces de la planta de fresa, combinado con una actividad favorable del formiato de etilo y *Trichoderma*. Entre las dos diferencias más altas, formiato de etilo-fibra de coco tuvo 9% más

hojas por planta que la combinación *Trichoderma*-fibra de coco (Cuadro 3). Una marcada tendencia de incremento en plantas marchitas y en hojas por planta se presenta a lo largo del tiempo de evaluación, sobre todo al acercarse el final del ciclo del cultivo (Figuras 1a y 1b).

En promedio, el formiato de etilo presentó 38, 42, 54, 54 y 67% menos plantas marchitas con relación al testigo a través del tiempo; mientras que *Trichoderma* lo hizo en 50, 92, 77, 77 y 86% (Figura 1a). Efecto contrario se presentó en el número de hojas, ya que las plantas tratadas con formiato de etilo presentaron 115, 117, 114, 112, 118, 114 y 102% más hojas que el

Cuadro 1. Prueba *F* para componentes del análisis de varianza combinado para plantas marchitas (PM), hojas por planta (HP), diámetro promedio de frutos (DPF), peso promedio de fruto (PPF) y sólidos solubles totales (SST) de fresa. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Fuente de variación	PM	HP	DPF	PPF	SST
Tiempo (T)	0.0002 **	0.0000 **	0.0000 **	0.0000 **	0.0001 **
Rep (T)	0.2024 NS	0.1875 NS	0.4147 NS	0.2007 NS	0.2306 NS
Producto (P)	0.0072 **	0.0166 *	0.2875 NS	0.2988 NS	0.0747 NS
T*P	0.2113 NS	0.2441 NS	0.2093 NS	0.0605 NS	0.1141 NS
Sustrato (S)	0.1922 NS	0.0000 **	0.0000 **	0.0000 **	0.0000 **
T*S	0.3662 NS	0.0000 **	0.0000 **	0.3955 NS	0.0003 **
P*S	0.3354 NS	0.0000 **	0.0003 **	0.3102 NS	0.3714 NS
T*P*S	0.2745 NS	0.3122 NS	0.4515 NS	0.4493 NS	0.2082 NS
CMError experimental	0.1340	0.0800	0.0250	0.2130	0.5300
Coefficiente de Variación (%)	24.90	8.14	5.72	13.04	10.50

*, Significativo ($P \leq 0.05$); **, Significativo ($P \leq 0.01$); NS, No significativo ($P > 0.05$)

Cuadro 2. Total de plantas marchitas (PM) y hojas por planta (HP) al inicio y final de la evaluación de la fresa. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Tratamiento	Plantas marchitas			Hojas por planta		
	Inicio	Final	Diferencia	Inicio	Final	Diferencia
Formiato de etilo-fibra de coco	1	6	5 NS	23.10	112.60	89.50 *
Formiato de etilo-tezontle	2	8	6 NS	14.10	51.70	37.60 *
<i>Trichoderma</i> -fibra de coco	1	8	7 *	19.10	101.00	81.90 *
<i>Trichoderma</i> -tezontle	3	10	7 *	13.10	57.40	44.30 *
Testigo-fibra de coco	4	11	7 *	16.60	90.20	73.60 *
Testigo-tezontle	4	10	6 *	15.80	71.00	55.20 *
DMS (5%)			1.207			5.473

*, Significativo ($P \leq 0.05$); NS, No significativo ($P > 0.05$).

testigo, respectivamente, de diciembre a junio (Figura 1b); de igual forma, aquellas plantas tratadas con *Trichoderma* tuvieron más hojas en 99, 107, 103, 107, 110, 109 y 98%, con relación al testigo. La producción de fruto comenzó a partir de enero y la fluctuación de diámetro promedio y peso promedio de fruto, dos componentes del rendimiento, mostraron la mayor expresión en enero y febrero, y disminuyó paulatinamente hasta agosto. Para cualquier variedad de fresa, la producción inicia con expresiones altas de estos caracteres y disminuye a medida que la producción aumenta alrededor de abril a mayo. Desde el inicio de

la producción, el formiato de etilo y *Trichoderma* incidieron de manera creciente en estos dos caracteres, particularmente al combinarse con fibra de coco, al igual que el testigo. Para los dos caracteres, las combinaciones producto*fibra de coco estuvieron por encima de las combinaciones producto*Tezontle; lo cual confirma que la presencia del sustrato orgánico favorece la acción de formiato de etilo y desarrollo y acción de *Trichoderma*. A través del tiempo (enero-agosto), el efecto de la fibra de coco incrementó respectivamente el diámetro del fruto en 10, 24, 15, 11, 16, 14, 14 y 6%, con relación al tezontle; por otro

lado y en el mismo periodo, el fomiato de etilo, comparativamente con *Trichoderma*, propició 4% de incremento de diámetro de fruto (enero-marzo, y julio); en cambio el efecto de *Trichoderma* fue superior a fomiato de etilo en sólo 2% en abril-junio, y agosto (Figura 2c).

Un efecto marcado se obtuvo en el peso de fruto al comparar fibra de coco con respecto al tezontle. En

promedio, los tratamientos a base de sustrato fue fibra de coco, las plantas tuvieron pesos superiores a aquellos donde el sustrato fue tezontle; los incrementos fueron de 31, 69, 42, 37, 48, 37, 37 y 11%, respectivamente, en el periodo enero-agosto. Fomiato de etilo indujo 13% mejor peso de fruto, comparativamente a 7% encontrado en *Trichoderma* (Figura 2d).

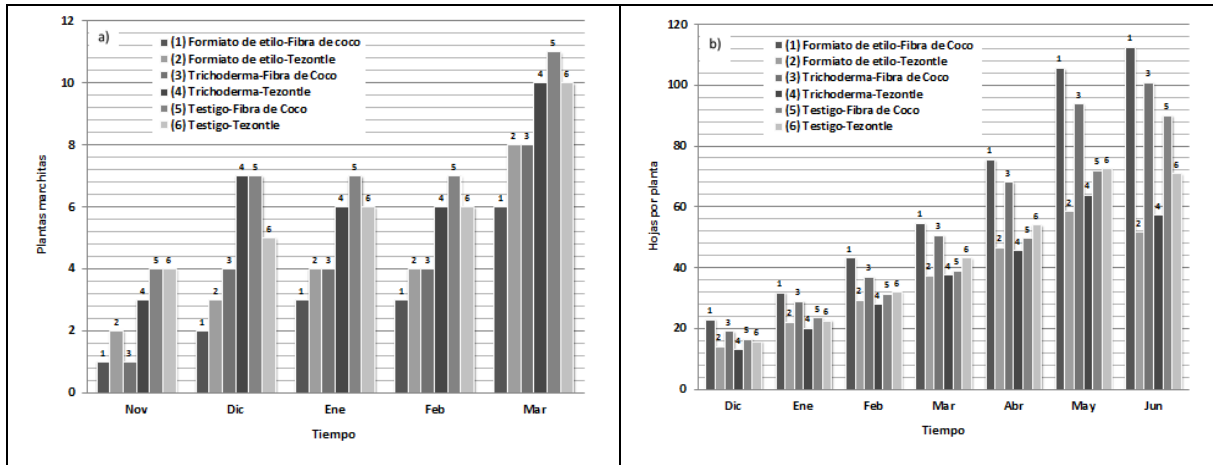


Figura 1. Tendencias de: a) total de plantas marchitas y; b) total de hojas por planta, producto de la interacción Producto*Sustrato, en cinco y seis meses de evaluación de la fresa, respectivamente. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

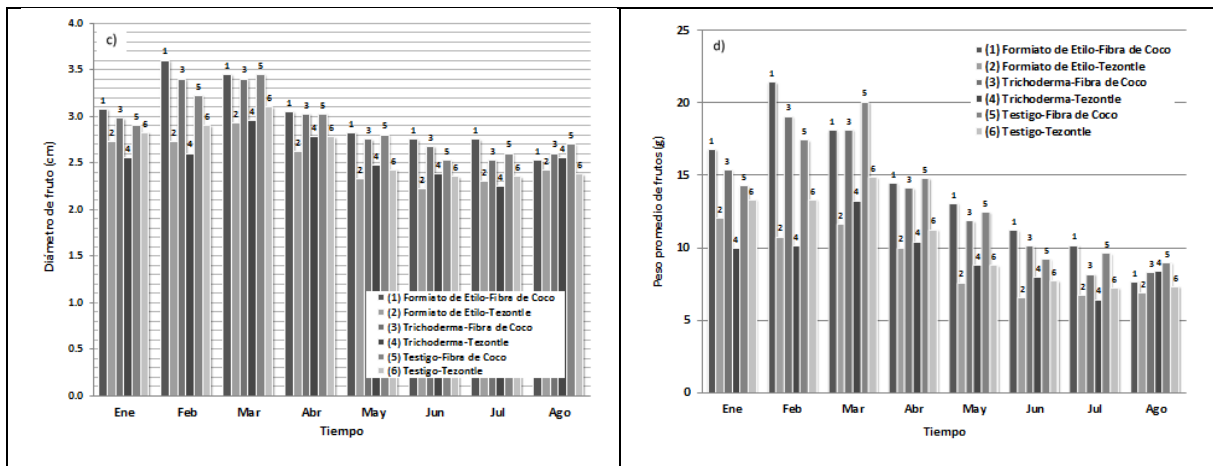


Figura 2. Tendencias de: c) diámetro promedio de fruto y; d) peso promedio de fruto, a través de la interacción producto*sustrato, en ocho meses de evaluación de fresa. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Por otro lado, las aplicaciones de fomiato de etilo y *Trichoderma* incrementaron significativamente, la magnitud de hoja por planta (11% y 4%) y sólidos solubles totales (4% y 5%), con respecto al testigo;

situación contrario ocurrió con las plantas marchitas; es decir, las plantas sanas (53% y 21%). Mientras que la variación de diámetro y peso promedio de fruto no fueron significativas y estadísticamente iguales

(Cuadro 3). Al parecer, e independientemente del sustrato, formiato de etilo por ser un funguicida químico, provocó mejor expresión en la magnitud de las variables, con excepción de solutos totales, donde su efecto fue similar al de *Trichoderma* (Cuadro 3). El formiato de etilo ha sido utilizado en la agricultura como un producto potencialmente eficiente para el control de insectos plaga en hortalizas (Simpson *et al.*, 2004), frutas (Pupin *et al.*, 2013) y granos (Ren *et al.*, 2012). Se esperaba que la fibra de coco, por ser un sustrato orgánico, fuese soporte ideal para el establecimiento y crecimiento de *Trichoderma* y, efectivamente, así ocurrió. La fibra de coco, comparativamente con el tezontle, incrementó los índices de hojas por planta en 39%, 14% diámetro promedio de fruto y 29% peso promedio de fruto, mientras que los solutos fueron 17% mayores en favor de tezontle. Con relación a plantas marchitas, el tipo de sustrato no tuvo efecto alguno sobre este carácter (Cuadro 3). Existen investigaciones donde se demuestran las bondades de la fibra de coco en el desarrollo de diversas plantas cultivadas bajo condiciones de invernadero. Costa *et al.* (2007) encontraron un incremento en el porcentaje de emergencia de plántulas de tomate y Charlo *et al.* (2011) lograron producción alta y buena calidad de frutos de chile, debido a que se favoreció la acumulación de nutrimentos en la fibra de coco. El desarrollo radicular de las plantas en ambos casos contribuyó a los buenos resultados obtenidos, condición que puede aplicar en el caso de la presente investigación con plantas de fresa. Por otro lado el tezontle también es utilizado ampliamente como sustrato hidropónico hortícola, y aunque se cuentan experiencias alentadoras en la producción, tiene el inconveniente de favorecer la lixiviación de nutrimentos (Ojodeagua *et al.*, 2008). Ahora bien, si se

considera al tratamiento como la interacción producto*sustrato, es lógico esperar que la presencia de la fibra de coco con relación al tezontle y respecto a aplicaciones de formiato de etilo y *Trichoderma*, produjera los mejores índices en las variables evaluadas (Cuadro 3). Las combinaciones donde está presente la fibra de coco, se expresa mejor entre las variables que en las combinaciones donde intervenga el tezontle. La combinación formiato de etilo-Tezontle, tuvo el mismo efecto que la combinación formiato de etilo-Fibra de coco en cuanto a plantas marchitas al final del periodo, con sólo una planta; mientras que las combinaciones formiato de etilo, *Trichoderma* y testigo con el sustrato fibra de coco, alcanzaron valores más altos comparativamente con los mismos productos pero combinados con tezontle.

Ahora bien, ninguno de los productos evaluados (Formiato de etilo, *Trichoderma* o testigo) fueron marcadamente diferentes uno del otro con respecto a peso seco (follaje, raíz o total), ni tampoco los sustratos cuando se compararon (Cuadros 4 y 5).

La fibra de coco favorece el desarrollo de un sistema radicular de la fresa más abundante que en plantas donde el sustrato mineral es aplicado y, por lo tanto, la cantidad de follaje modificado. La combinación de *Trichoderma* y formiato de etilo aplicados conjuntamente con fibra de coco, mostraron superioridad al compararla con las demás combinaciones, sin embargo, *Trichoderma* fue superior a formiato de etilo en 88, 83 y 86% en las variables de peso seco. En este sentido, la combinación *Trichoderma*-Fibra de coco fue significativamente diferente y superior al resto de las combinaciones (Cuadro 5).

CONCLUSIONES

El formiato de etilo provocó un incremento en la sanidad de las plantas de fresa, al provocar una disminución de plantas marchitas y, consecuentemente, incremento en el número de hojas por planta, sobre todo cuando se aplica en combinación con sustratos a base de fibra de coco. La

fibra de coco aumenta la acción de *Trichoderma*, ya que se favorece el crecimiento de raíces de plantas. Las variables evaluadas presentaron incrementos al combinar formiato de etilo-fibra de coco y *Trichoderma*-fibra de coco.

Cuadro 3. Separación de medias de tratamiento (DMS 5%) para número de plantas marchitas (PM), número de hojas por planta (HP), diámetro promedio de fruto (DPF), peso promedio de frutos (PPF) y sólidos solubles totales (SST) de fresa. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Tratamientos	PM*	HP*	DPF (cm)	PPF* (g)	SST (°Brix)
Productos	F: 0.900 b	F: 12.675 a	F: 2.769 a	F: 12.830 a	F: 7.023 ab
	T: 1.325 ab	T: 11.898 ab	T: 2.742 a	T: 11.303 a	T: 7.042 a
	t: 1.675 a	t: 11.398 b	t: 2.755 a	t: 11.944 a	t: 6.735 b
Sustratos	fib: 1.20 a	fib: 13.93 a	fib: 2.93 a	fib: 13.57 a	fib: 6.26 b
	tez: 1.40 a	tez: 10.05 b	tez: 2.58 b	tez: 10.48 b	tez: 7.51 a
Productos*Sustratos	F-Fib: 1.050 bc	F-Fib: 16.000 a	F-Fib: 3.003 a	F-Fib: 14.153 a	F-Fib: 6.492 c
	F-Tez: 0.750 c	F-Tez: 9.350 d	F-Tez: 2.534 c	F-Tez: 11.506 b	F-Tez: 7.554 ab
	T-Fib: 1.050 bc	T-Fib: 14.236 b	T-Fib: 2.919 ab	T-Fib: 13.166 a	T-Fib: 6.313 c
	T-Tez: 1.600 ab	T-Tez: 9.561 d	T-Tez: 2.566 c	T-Tez: 9.441 b	T-Tez: 7.771 a
	t-Fib: 1.800 a	t-Fib: 11.564 c	t-Fib: 2.872 ab	t-Fib: 13.381 a	t-Fib: 6.167 c
	t-tez: 1.550 ab	t-Tez: 11.232 c	t-Tez: 2.638 bc	t-Tez: 10.506 b	t-Tez: 7.304 b

*, Datos transformados a raíz cuadrada (dato + 1). Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS); F, Formiato de etilo; T, *Trichoderma*; t, Testigo; fib, Fibra de coco; tez, Tezontle; F-fib, Formiato de etilo-fibra de coco; F-tez, Formiato de etilo-tezontle; T-fib, *Trichoderma*-fibra de coco; T-tez, *Trichoderma*-tezontle; t-fib, Testigo-fibra de coco; t-tez, Testigo-tezontle.

Cuadro 4. Prueba *F* para componentes del análisis de varianza bifactorial, al evaluar peso seco de follaje (PSF), peso seco de raíz (PSR) y peso seco total (PST). Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Fuente de variación	PSF	PSR	PST
	-----(g)-----		
Productos	0.1510 ^{NS}	0.1831 ^{NS}	0.1649 ^{NS}
Sustratos	0.0032 ^{**}	0.2072 ^{NS}	0.0052 ^{**}
Productos*Sustratos	0.0083 ^{**}	0.0967 ^{NS}	0.0046 ^{**}
CM(Error)	0.1200	0.0900	0.1670
Coefficiente de variación (%)	18.61	20.57	19.03

*, Significativo ($P \leq 0.05$); **, Significativo ($P \leq 0.01$); NS, No significativo ($P > 0.05$)

Cuadro 5. Separación de medias de tratamiento (DMS 5%) para peso seco de follaje (PSF), peso seco de raíz (PSR) y peso seco total (PST) de la fresa. Irapuato, Guanajuato, México. Ciclo 2009-2010.

Tratamientos	PSF*	PSR*	PST*
	-----(g)-----		
Productos	F: 2.050 a	F: 1.000 a	F: 3.050 a
	T: 3.525 a	T: 1.600 a	T: 5.125 a
	t: 2.550 a	t: 1.038 a	t: 3.588 a
Sustratos	fib: 3.68 a	fib: 1.52 a	fib: 5.20 a
	tez: 1.73 a	tez: 0.91 a	tez: 2.64 a
Productos*Sustratos	F-fib: 3.050 b	F-fib: 1.350 ab	F-fib: 4.400 b
	F-tez: 1.050 c	F-tez: 0.650 b	F-tez: 1.700 c
	T-fib: 5.725 a	T-fib: 2.475 a	T-fib: 8.200 a
	T-tez: 1.325 bc	T-tez: 0.725 b	T-tez: 2.050 bc
	t-fib: 2.275 bc	t-fib: 0.725 b	t-fib: 3.000 bc
	t-tez: 2.825 b	t-tez: 1.350 ab	t-tez: 4.175 b

*, Datos transformados a raíz-cuadrada (dato + 1); Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. F, Formiato de etilo; T, *Trichoderma*; t, Testigo; fib, Fibra de coco; tez, Tezontle; F-fib, Formiato de etilo-fibra de coco; F-tez, Formiato de etilo-tezontle; T-fib, *Trichoderma*-fibra de coco; T-tez, *Trichoderma*-Tezontle; t-fib, Testigo-fibra de coco; t-tez, Testigo-tezontle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altintas S; Bal U (2008). Effects of *Trichoderma harzianum* on Lettuce in cultivation. *Journal of Central European Agriculture* 9(1): 63-70.
- Baca CGA; Alcalde BS; Martínez GA; James LR; Barrera ID (1991). Efecto de la Solución nutritiva, riego, el sustrato y la densidad de siembra en tres cultivos hortícolas en la hidroponía al aire libre. II Melón y Jitomate. *Agrociencia* 2: 33-55.
- Cai F; Yu G; Wang P; Wei Z; Fu L; Shen Q; Chen W (2013). Harzianolide, a novel plant growth regulator and systemic resistance elicitor from *Trichoderma harzianum*. *Plant Physiology and Biochemistry* 73: 106-113.
- Charlo HC de O; de Oliveira SF; Castoldi R (2011). Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. *Horticultura Brasileira* 29(3): 316-323.
- Charlo HC de O; de Oliveira SF; Vargas PF (2012). Accumulation of nutrients in sweet peppers cultivated in coconut fiber. *Horticultura Brasileira*, 30(1): 125-131.
- Comité Nacional del Sistema Producto Fresa (2012). Plan Rector Nacional. Sistema Producto Fresa. Consejo Nacional de la Fresa y Comité de la Agroindustria y Productores de la Fresa, A.C. 44p.
- da Costa CA; Ramos SJ; Sampaio RA (2007). Coconut fiber and cotton waste as substrate for tomato seedlings. *Horticultura Brasileira* 25(3): 387-391.
- De Lima IB; dos Santos AB; Sousa da FJJ (2013). Ornamental pepper submitted to treatments with daminozide in pots containing coconut fiber or sand. *SEMINA-Ciencias Agrarias* 34(1): 3597-3610.
- Ezziyyani MSC; Pérez CA; Sánchez A; Sid ME; Requena MEC (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología* 26: 35-45.
- FAO (2012). Food And Agricultural Organization of United Nations: Economic And Social Department: The Statistical Division Cocoteros S. Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Coco>. Consulta: Marzo 15, 2014.
- López-Aranda JM; Miranda L; Medina JJ; Soria C; de los Santos B; Romero F; Pérez-Jiménez RM; Talavera M; Fennimore SA; Santos BM (2009). Methyl Bromide alternatives for high tunnel strawberry production in southern Spain. *Horttechnology* 19(1): 187-192.
- Martínez TJJ; León GHM (2004). Producción de fresa en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México, Octubre 13-15, 2004. 133p.
- Mass JL (ed). (1984). *Compendium of Strawberry Diseases*. APS Press. USA. 138p.
- Meller HY; Rav DD; Yigal E (2013). Soil treatment with the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* T39 induces disease resistance in strawberry plants. *Fresenius Environmental Bulletin* 22(6): 1742-1747.
- Ojodeagua AJL; Castellanos RJ; Muñoz RJ (2008). Efficiency of soil and tezontle in production systems of tomato under greenhouse. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31(4): 367-374.
- Pirog J; Bykowski G; Krzesinski W (2010). Effect of substrate type and method of fertigation control on yield size and fruit quality of greenhouse cucumber. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus* 9(4): 99-109.
- Pupin F; Bikoba V; Biasi WB; Pedrosa GM; Ouyang YL; Grafton-Cardwell EE; Mitcham EJ (2013). Postharvest control of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and California red scale (Hemiptera: Diaspididae) with ethyl formate and its impact on citrus fruit quality. *Journal of Economic Entomology* 106(6): 2341-2348.
- Ren YL; Lee BH; Padovan B; Cai LJ (2012). Ethyl formate plus methyl isothiocyanate-a potential liquid fumigant for stored grains. *Pest Management Science* 68(2): 194-201.
- Russell DF; Scott PE (1984). Mstat-C Versión 1.2. Crop and Soil Sciences Department. Michigan State University.
- SAGARPA (2005). Plan Rector Sistema Nacional Fresa. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 48p.
- SIAP-SAGARPA (2012). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Fuente: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>. Consulta: Marzo 15, 2014.
- Simpson T; Bikoba V; Mitcham EJ (2004). Effects of ethyl formate on fruit quality and target pest mortality for harvested strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 34(3): 313-319.