

# **BIOFUMIGACIÓN Y SOLARIZACIÓN DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE SANDÍA (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai)**

*Jesús López-Elías*  
*José Cosme Guerrero-Ruíz*  
*Marco Antonio Huez-López*  
*José Jiménez-León*  
*José Jesús Ruiz-Mendoza*

Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería,  
Hermosillo, Sonora, México

---

## **Abstract**

The implementation of techniques such as soil biofumigation and solarization, are an alternative to control diseases and weeds in the vegetable production. This study was carried out at the experimental field of the Sonora University, from July to December 2006. Soil solarization and biofumigation (incorporation of broccoli as organic matter) plus solarization effects on watermelon (*Citrulluslanatus* (Thunb.)Matsum.&Nakai) was evaluated. The transplant was carried out on August 15, 2006. The experimental design was a completely randomized with six replications. Yield and fruit quality of watermelon, *Fusarium* and nematodes presence,weeds presence, also mineral nutrition from soil and plant were evaluated. The combination of both techniques (soil biofumigation plus solarization) increased the total yield and fruit weight. Total solid soluble and fruit firmness were not affected by soil solarization and biofumigation plus solarization, not influencing the fruit quality. Soil solarization as well as its interaction with biofumigation significantly reduced the presence of *Fusarium* and nematode presence.The weed presence was efficiently controlled by soil solarization.The phosphorus and potassium fertilization can be reduced with soil biofumigation plus solarization. The total nitrogen and zincin plant was enhanced with soil solarization, while the manganeseabsorption was increased with the soil biofumigation and solarization combination.

---

**Keywords:** Fumigation, *Fusarium*, weed, mineral nutrition, pathogens, watermelon

---

## Resumen

La implementación de técnicas como la biofumigación y solarización del suelo, constituyen una alternativa en la explotación hortícola. El presente trabajo se realizó en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, de julio a diciembre de 2006. Se evaluó el efecto de la solarización del suelo y la biofumigación (a partir de la incorporación de brócoli como materia orgánica) más solarización, en un cultivo de sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai). El trasplante se realizó el 15 de agosto de 2006. El diseño experimental fue completamente al azar con seis repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron el rendimiento y calidad, presencia de *Fusarium* y nematodos, malezas, al igual que la nutrición mineral a partir del muestreo de suelo y planta. Los resultados indican que el rendimiento total del cultivo y el peso del fruto incrementaron con la combinación de ambas técnicas (biofumigación más solarización). Las técnicas evaluadas no influyeron en la concentración de sólidos solubles y firmeza del fruto. El uso de la solarización del suelo, al igual que su interacción con la biofumigación, redujo considerablemente la presencia de *Fusarium*, al igual que los nematodos del suelo. La solarización del suelo controló eficazmente la presencia de malezas. Con la biofumigación más solarización se puede reducir la aplicación de fertilizantes, principalmente aquellos a base de fósforo y potasio. Con la solarización del suelo se tiene una mayor cantidad de nitrógeno total y zinc en la planta, la cual en combinación con la biofumigación incrementa la absorción de manganeso.

---

**Palabras clave:** Fumigación, *Fusarium*, maleza, nutrición mineral, patógeno, sandía.

## Introducción

En México se siembran alrededor de 45,000 ha de sandía con rendimientos de 22.8 ton ha<sup>-1</sup> como media de producción. En el estado de Sonora anualmente se programa una superficie de siembra de alrededor de 6,000 ha, pero por alguna u otra razón no se siembran todas. En el ciclo 2006 se sembraron 5,442 ha, de las cuales sólo se cosecharon 4,852 ha. Con respecto a la Costa de Hermosillo, en el ciclo 2006 y 2007 se sembraron 1,155 ha en siembra de verano con un rendimiento promedio de 35.0 ton ha<sup>-1</sup>, de las cuales sólo se cosecharon 1,002 ha (SIAP, 2007).

Los problemas fitopatológicos se consideran como un factor decisivo en la producción de sandía. De ahí la necesidad de establecer programas de aplicación de fungicidas tanto preventivos como curativos, puesto que un problema grave reduce la calidad y la producción a niveles que pueden

alcanzar el 100%, lo que se traduce en fuertes pérdidas económicas. El control de las enfermedades en cucurbitáceas como en cualquier otro cultivo debe de ser preferentemente preventivo (León, 1998). Asimismo, las malezas tienen un rol muy importante, lo cual determina diferentes opciones de control. Estas pueden causar reducción en el rendimiento y la calidad, particularmente cuando los cultivos no son sembrados en la fecha óptima. Además, las malezas son un sitio ideal como hospederas de plagas y enfermedades fitopatógenas (Ramírez, 1999).

La búsqueda de técnicas que controlen a nematodos y hongos del suelo, sin hacer uso de principios activos nocivos para el ser humano y el medio ambiente, es el centro de atención de los investigadores en todo el mundo. Al respecto, una de estas técnicas lo constituye la solarización del suelo (Mitidieriet *al.*, 2004).

La solarización consiste en cubrir el suelo húmedo con plástico transparente delgado durante el verano. La radiación solar pasa a través del plástico y se acumula en el suelo, induciendo cambios físicos, químicos y biológicos en el mismo. El tratamiento dura más de cuatro semanas, tiempo necesario para ejercer un control en las capas profundas del suelo. Un manejo satisfactorio depende de la duración del tratamiento, la intensidad de la radiación solar y de la conductividad térmica del suelo (Adams, 1997). Se ha comprobado que la solarización del suelo es efectiva contra diversos patógenos del suelo. Desde los primeros trabajos se conoce la eficiencia contra *Verticillium* (tomate, berenjena, papa), *Rhizoctoniasolani* (papa y cebolla), *Sclerotiumrolfsii* (cacahuete), *Pyrenochaeta* terrestres (cebolla), *Fusarium*spp (algodón, melón, tomate y cebolla), *Plasmodiophorabrasicae* y nematodos como *Pratylenchusthornei* (papa). La solarización reduce significativamente la incidencia de *Fusarium oxysporum*f.sp. y también incrementa la nodulación. Otro aspecto importante es que dicha técnica incrementa el crecimiento de la planta, al igual que la producción y el número de propágulos fúngicos en el suelo, reduciendo también la viabilidad de las clamidosporas (Arora y Pandey, 1989).

Además de la solarización del suelo, otra de las técnicas evaluadas para el control de fitopatógenos del suelo, sin la intervención de productos nocivos al ser humano y al medio ambiente, lo constituye la biofumigación (Mitidieriet *al.*, 2004).

La biofumigación se define como la corrección del suelo? con materia orgánica, la cual libera gases que eliminan o controlan plagas presentes en el suelo. Es una técnica que estimula la actividad microbiana en el suelo incrementando las poblaciones de nematodos que se alimentan de bacterias o virus, al igual que nematodos predadores. Puede ser usada en combinación con cubiertas plásticas u otras coberturas del suelo que retengan el calor de la energía solar y aumenten la temperatura del suelo; además de

retener los gases generados durante el proceso (Bello *et al.*, 1994). El efecto biofumigante se debe a los isotiocianatos; determinando así que la biofumigación viene a sustituir al metamsodio y al bromuro de metilo (Sauerborn *et al.*, 1989).

*El objetivo del presente trabajo fue evaluar las técnicas de biofumigación y solarización del suelo en la producción de sandía, buscando mejorar la respuesta de la planta y como consecuencia obtener un mayor rendimiento a cosecha.*

## **Material y Métodos**

El presente trabajo se desarrolló en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, durante el ciclo Verano-Otoño de 2006, en un suelo de textura franco arenosa.

Se utilizó la variedad de sandía RWM 8169 (diploide), cuyo transplante en campo se realizó con plántulas de 7 cm de altura y 3 hojas verdaderas el 15 de agosto de 2006. La densidad de población fue de 5000 plantas ha<sup>-1</sup>, colocando las plantas a un metro de separación y distancia entre hileras de dos metros. Establecido el cultivo, su manejo fue de acuerdo a las prácticas habituales del productor de la región, llevándose a cabo aplicaciones preventivas y de control químico de insectos y enfermedades.

Los tratamientos evaluados fueron: a). Suelo desnudo como testigo (T1), b). Suelo solarizado (T2) y c). Suelo biofumigado y solarizado simultáneamente (T3). El material usado para la solarización del suelo fue plástico transparente, con espesor de 100 galgas (25 micras) y ancho de 1.20 m. Después de formadas las camas, sobre el terreno bien mullido se colocó la película plástica el 1 de julio de 2006 cubriendo las camas de los tratamientos de solarización donde posteriormente se establecería el cultivo. La colocación del plástico se realizó en forma manual, permaneciendo la película plástica en el terreno durante un período de 45 días.

En el caso de la biofumigación, previo a la solarización del terreno se incorporó rastrojo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) como materia orgánica, 10 kg m<sup>-2</sup>, producto de una siembra previa en el mismo terreno, utilizando para ello dos pasos de rastra cruzados. Posteriormente se colocó el plástico transparente para la solarización del suelo.

El diseño experimental fue un completamente al azar, con tres tratamientos y seis repeticiones, con 12 plantas por repetición. El área experimental fue de 1,200 m<sup>2</sup>, dentro del cual se establecieron 18 unidades experimentales de 20 m<sup>2</sup> (10 m de largo por 2 m de ancho).

Las variables a evaluar fueron rendimiento (kilogramos y número de frutos por corte), peso del fruto y la calidad del fruto. Como parámetros de calidad se cuantificaron: la concentración de sólidos solubles, utilizando para ello un refractómetro marca Atago, modelo N1; y la firmeza del fruto en kg

cm<sup>-2</sup>, utilizando un penetrómetro marca Effegi, modelo FT 327. Asimismo, se evaluó la presencia de *Fusarium* (propágulos de *F. solani* y *F. oxysporum* por gramo de suelo), nematodos (por 10 gramos de suelo), malezas presentes en una superficie de un metro cuadrado por unidad experimental y la nutrición mineral a partir de muestreos de suelo y foliares.

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se utilizó el paquete estadístico SAS 8.2 (SAS Institute Inc., 2001). Se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5%.

## Resultados y Discusión

El rendimiento varió según el tratamiento (Cuadro 1), observándose un incremento en el mismo al implementar la solarización y biofumigación. La técnica de biofumigación más solarización del suelo presentó un incremento en el rendimiento de 25.8 t ha<sup>-1</sup> con respecto al testigo, que representa un 47.5%; seguido por el tratamiento de solarización, mismo que presentó un incremento de 9.6 t ha<sup>-1</sup> con respecto al testigo, que representa un 17.7%. Resultados similares fueron los obtenidos por Guerrero *et al.* (2003), al igual que Mitidieriet *al.* (2004), quienes al evaluar la técnica de biofumigación y solarización encontraron que en cucurbitáceas, al igual que en otras especies, existe una influencia notable en el rendimiento por hectárea.

En el Cuadro 1 se presentan también los resultados obtenidos con respecto al peso del fruto, donde se observa que en el tratamiento de biofumigación más solarización del suelo se obtuvieron los frutos de mayor peso, con un incremento promedio de 4.0 kg con respecto al testigo; seguido por el tratamiento de solarización, con un incremento promedio de 1.5 kg con respecto al testigo. Resultados que coinciden con los obtenidos por Tierney (1998), quien menciona que este método resulta efectivo en el cultivo de sandía, obteniéndose frutos de buen tamaño y calidad.

La concentración de sólidos solubles en los frutos de los tratamientos de solarización del suelo y biofumigación más solarización fue similar a la del testigo (Cuadro 2). No se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Duncan  $p = 0.05$ ), obteniéndose una concentración promedio de sólidos solubles de 9.92. Los resultados obtenidos coinciden con Miranda (2000), quien menciona que el manejo del suelo a partir de la incorporación de brásicas, al igual que una nutrición adecuada, incrementa la concentración de azúcares en melón y sandía.

Para la variable firmeza del fruto, como se observa en el Cuadro 2, esta resultó mayor en el tratamiento de biofumigación más solarización con un valor promedio de 2.7 kg cm<sup>-2</sup>, seguido por el tratamiento de solarización del suelo con 2.3 kg cm<sup>-2</sup> y por último el testigo con 2.2 kg cm<sup>-2</sup>; sin

embargo, el análisis estadístico no presentó diferencias significativas entre tratamientos (Duncan  $p = 0.05$ ). Al respecto, Dickson (2000) menciona que la primera impresión al evaluar un fruto es el que tenga buen peso, excelente firmeza y buen sabor; lo cual se logra con un adecuado manejo integrado del cultivo. Tal es el caso del uso de la solarización y biofumigación, complementado con una nutrición adecuada.

En lo referente al análisis de *Fusarium* (Cuadro3), se observó una mayor cantidad de propágulos de *F. solani* y *F. oxysporum* por gramo de suelo en el testigo, comparado con los tratamientos de solarización del suelo y biofumigación más solarización. Esta cantidad representó un valor 4.8 y 3.3 veces mayor en el testigo, con respecto a la solarización del suelo y la biofumigación más solarización respectivamente. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre la solarización y la biofumigación más solarización, pero sí entre estos tratamientos y el testigo. La disminución en la presencia de *Fusarium* en el tratamiento con solarización coincide con Arora y Pandey (1989), quienes mencionan que esta técnica reduce significativamente la presencia de dicho patógeno en el suelo.

En el Cuadro 3 se observa la cantidad de nematodos por cada 10 gramos de suelo en cada uno de los tratamientos. La respuesta fue diferente según el tratamiento, observándose una menor presencia de nematodos con el uso de la solarización y la combinación biofumigación más solarización, siendo el testigo quien presentó la mayor cantidad con 12.5 patógenos, seguido por el tratamiento de biofumigación más solarización del suelo con 8.2 patógenos y por último el de solarización con 7.0 patógenos, donde se presentó la menor cantidad de nematodos. Del análisis estadístico puede observarse que no se presentan diferencias significativas entre la solarización y la biofumigación más solarización, aunque sí con respecto al testigo que fue donde se tuvo una mayor presencia de nematodos. En concordancia con los resultados obtenidos en el presente trabajo, con respecto al control de nematodos utilizando la técnica de solarización, Adams (1997) menciona que este método resulta efectivo para el control de la mayoría de las especies de nematodos presentes en el suelo. Resultados los cuales concuerdan también con Mitidieriet al. (2004), quienes observaron que la biofumigación redujo la presencia de nematodos en el suelo.

La solarización también resultó eficaz en el control de malezas (Cuadro4). Al analizar la presencia de malezas se obtuvo un promedio de 45.5 plantas de malezas en el testigo; observándose en el tratamiento de solarización del suelo una reducción del 95%, seguido por el tratamiento de biofumigación más solarización con una reducción del 83%, sin diferencias significativas entre la solarización y la biofumigación más solarización, pero sí entre estos y el testigo. En cuanto a la densidad de malezas (Cuadro4), el tratamiento que presentó la menor cobertura de malezas fue el de

solarización del suelo con un 11.5%, seguido por la biofumigación más solarización con 28.1%, mientras que el testigo con un 81.8% fue el que presentó la mayor densidad de malezas. El análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas entre la solarización del suelo y la biofumigación más solarización; aunque sí entre estos tratamientos y el testigo. Los resultados obtenidos coinciden con los trabajos realizados por diversos autores (Ashley, 1990; Tello, 1998; Baptista *et al.*, 2006), quienes mencionan que la solarización del suelo reduce considerablemente la presencia de malezas en el terreno.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos para el análisis de suelo durante la cosecha. Los elementos nitrógeno, fósforo, calcio y potasio se encontraron en mayor proporción en el tratamiento de biofumigación más solarización; sin embargo, solo en el caso de fósforo y potasio se observaron diferencias significativas entre tratamientos. En cuanto a la Capacidad de Intercambio Catiónico esta fue mayor en el tratamiento de biofumigación más solarización, obteniéndose resultados muy similares entre el tratamiento de solarización y el testigo, aunque sin diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados coinciden con Barceló (1999), quien evaluando la incorporación de materia orgánica utilizando residuos vegetales de coliflor y brócoli observó un incremento en los niveles de nitrógeno y fósforo con respecto al testigo; asimismo, el incremento en la cantidad de potasio en el suelo coincide con Beltrán (1993), al igual que con Baptista *et al.* (2006), el primero de ellos haciendo referencia de que la incorporación de residuos de cosecha es una buena alternativa para reducir insumos de fertilizantes.

Del análisis foliar realizado durante la cosecha, en el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos en donde se observa que los elementos potasio, magnesio, calcio, zinc, fierro, manganeso y cobre estuvieron presentes en mayor proporción en el tratamiento de biofumigación más solarización, aunque solo en el caso del nitrógeno total, zinc y manganeso se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con un mayor nivel de nitrógeno total y zinc tanto en el suelo solarizado como en la combinación biofumigación más solarización; en tanto que en el caso del manganeso el mayor nivel en dicho elemento se presentó en este último tratamiento. Estos resultados coinciden con Prado (1994), quien demostró que los métodos de biofumigación y solarización son técnicas para el mejoramiento del suelo, que además de reducir la incidencia de nematodos y malezas, mejoran las propiedades del suelo reduciendo la aplicación de fuentes de nitrógeno gracias a la incorporación de materia orgánica. El incremento en zinc con la técnica de biofumigación y solarización coincide con Padilla (1993), quien en trabajos realizados sobre la incorporación de brócoli observó un

incremento en dicho elemento, lo cual dio como resultado una mayor uniformidad en los frutos.

### **Conclusión**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir que el rendimiento del cultivo de sandía, al igual que el peso del fruto, incrementa con la solarización del suelo, cuya respuesta mejora con la biofumigación a partir de la incorporación de brócoli como materia orgánica.

En lo referente a la calidad de la producción, la solarización del suelo, al igual que su interacción con la biofumigación a partir de la incorporación de brócoli, no influye sobre dicho parámetro.

El uso de la solarización del suelo, al igual que su interacción con la biofumigación a partir de la incorporación de brócoli como materia orgánica, reduce considerablemente la presencia de *Fusarium*, al igual que de nematodos del suelo.

La implementación de la técnica de solarización del suelo, al igual que su interacción con la biofumigación, permite un control eficiente sobre la presencia de malezas en el terreno.

Con la biofumigación en combinación con solarización se puede reducir la aplicación de fertilizantes, principalmente aquellos a base de fósforo y potasio.

Con la solarización del suelo, con o sin la incorporación de brócoli como materia orgánica, se tiene una mayor cantidad de nitrógeno total y zinc en la planta. Mientras que la biofumigación más solarización incrementa la absorción de manganeso.

### **References:**

- Adams, S. "Seeing red: colored mulch starves nematodes". Agricultural Research. October. *Florida Pradesh*. 1997. p. 18.
- Arora, D.K.; Pandey, A.K. "Effects of solarization of *Fusarium* wilt of chickpea". *Journal of Phytopathology* 1989. 124:13-22.
- Ashley, R.A. "Solarization as weed control alternative for Connecticut". *Proc. Northeastern weed Science Society* 1990. p. 23.
- Baptista, M.J.; Souza, R.B.; Pereira, W.; Lopes, C.A.; Carrijo, O.A. "Efeito da solarização e biofumigação na incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo". *Horticultura Brasileira* 2006. 24:161-165.
- Barceló, R. *Residuos vegetales al suelo. Area de Influencia del Campo Experimental del Valle del Yaqui*. CEMAY, CIRNO. México. 1999. pp. 16,19,21.
- Bello, A.; Escuer, M.; Arias, M. *Nematological problems, production systems and Mediterranean environments*. EPPO Bulletin. Blackwell Scientific Publications 1994. 24:383-391.



- Beltrán, M. *Fertilización de suelos mediante materia orgánica*. Folleto técnico número 2. INIFAP, CEMAY. México. 1993. pp. 33-39.
- Dickson, R. “Biofumigation and Solarization using brassica species to control pest and disease in horticulture and agriculture research assembly on brassicas”. *Agricultural Research. Florida Pradesh* 2000. pp.87-92.
- Guerrero, M.M.; Lacasa, A.; Ros, C.; Martínez, M.A.; Guirao, P.; Barceló, N.; Martínez, M.C.; Bello, A.; Fernández, P.; Quinto, V. “Eficacia de la biofumigación con solarización reiterada en los suelos de invernaderos para cultivo ecológico de pimiento”. *Actas de Horticultura* 2003. 39:33-35.
- León, G. *Enfermedades de los cultivos en el estado de Sinaloa*. 2da edición. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Culiacán, Sinaloa, México. 1998. p. 24.
- Miranda, L. *Nutrición e incorporación de brásicas*. Area de Influencia del Campo Experimental del Valle del Yaqui. Folleto Técnico. CEMAY, CIRNO. México. 2000. pp.16-18.
- Mitidieri, M.S.; Brambilla, M.V.; Polack, A.L.; Del Pardo, K. C.; Constantino, A.; Chaves, E.; Curá, A.J.; Ribaudó, C.M.; Sarti, G. C.; Maldonado, L.; Amma, A. T. *Aumentos en el rendimiento como consecuencia de la aplicación de solarización y biofumigación en cultivo de tomate bajo cubierta*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sistema de Información Técnica. Buenos Aires, Argentina. 2004. Disponible en: [http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/xxviicah/mm\\_hi37.htm](http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/xxviicah/mm_hi37.htm). [Consulta: 23 de junio de 2011].
- Padilla, R. *Incorporación de materia orgánica*. Area de Influencia del Campo Experimental del Valle del Yaqui. CEMAY, CIRNO. México. 1993. pp. 19,24.
- Prado, A. *Estudio en la eficiencia de materia orgánica*. Primera edición. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Culiacán, Sinaloa, México. 1994. p. 30.
- Ramírez, A. *Virus en cucurbitáceas cultivadas en el Valle del Mayo*. Folleto técnico número 4. INIFAP, CEMAY. México. 1999.
- SAS Institute Inc. *The SAS System for Windows Release 8.2*. Cary, N. C. USA. 2001.
- Sauerborn, J.; Linke, K.H.; Saxena, M.C.; Koch, W. “Solarization: a physical control method for weeds and parasitic plants (*Orobanch* spp.) in Mediterranean agriculture”. *Weed Research* 1989. 29:391-397.
- SIAP. *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. Disponible en: [http://reportes.siap.gob.mx/Agricola\\_siap/ResumenProducto.do](http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do). 2007. [Consulta: 25 de junio de 2009].
- Tello, A. *Biofumigation and Solarization and organic amendment, regional workshop on methyl bromide alternative for north Africa and southern*

European countries. United Nations Environment Program (UNEP). France.1998. 28:397-399.

Tierney, R. "Biofumigation potential of brassicas. Variation in glucosinolate profiles of diverse field grown brassicas". *Plant Soil Florida* 1998. 18:71-89.

**Cuadro 1.** Rendimiento estimado ( $t\ ha^{-1}$ ) y peso del fruto (kg) en el cultivo de sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai).

Tratamiento	Rendimiento <sup>†</sup>	Peso del fruto <sup>†</sup>
Testigo	54.3 c	8.4 c
Solarización	63.9 b	9.9 b
Biofumigación + solarización	80.1 a	12.4 a
Duncan 5%	*	*

<sup>†</sup>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Cuadro 2.** Concentración de sólidos solubles (%) y firmeza del fruto ( $kg\ cm^2$ ) en sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai).

Tratamiento	CSS <sup>†</sup>	Firmeza <sup>†</sup>
Testigo	9.84 a	2.2 a
Solarización	9.95 a	2.3 a
Biofumigación + solarización	9.97 a	2.7 a
Duncan 5%	ns	ns

<sup>†</sup>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Cuadro 3.** Propágulos de *Fusarium* por gramo de suelo y presencia de nematodos por 10 gramos de suelo en sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai).

Tratamiento	<i>Fusarium</i> <sup>†</sup>	Nematodos <sup>†</sup>
Testigo	2.17 a	12.5 a
Solarización	0.45 b	7.0 b
Biofumigación + solarización	0.65 b	8.25 b
Duncan 5%	*	*

<sup>†</sup>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Cuadro 4.** Número de malezas presentes por metro cuadrado y densidad de malezas (%) en sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai).

Tratamiento	Número <sup>†</sup>	Densidad <sup>†</sup>
Testigo	45.50 a	81.8 a
Solarización	2.25 b	11.5 b
Biofumigación + solarización	7.75 b	28.1 b
Duncan 5%	*	*

<sup>†</sup>Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Cuadro5.** Análisis de suelo en el cultivo de sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. &Nakai) al 9 de noviembre de 2006.

Tratamiento	ppm (mg kg <sup>-1</sup> de suelo)						mEq 100g <sup>-1</sup> † CIC
	-† N-NO <sub>3</sub>	-† P	2+† Ca	2+† Mg	+† K	+† Na	
Testigo	31.25 a	30.23 c	3546.3 a	490.50 a	411.75 b	401.00 a	24.61 a
Solarización	35.47 a	36.56b	3448.3 a	495.75 a	473.25b	386.50 a	24.26 a
Biofumigación + solarizació n	38.67 a	39.49 a	3625.5 a	488.00 a	622.50 a	380.25 a	25.44 a
Duncan 5%	ns	*	ns	ns	*	ns	ns

†Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

**Cuadro6.** Análisis foliar en el cultivo de sandía (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum. &Nakai) al 4 de noviembre de 2006.

Tratamiento	ppm- NNO <sub>3</sub>	ppm- P	%						
	-/+ † N-T	- † P	+ † K	2+† Mg	2+† Ca	2+† Zn	2,3+† Fe	2,3+† Mn	2,1+† Cu
Testigo	4735.5 b	0.26 a	3.28 a	0.42 a	3.51 a	6.57 b	44.45 a	23.27 b	3.57 a
Solarización	5618.5 a	0.31 a	3.28 a	0.31 a	3.84 a	8.90 a	45.23 a	28.42 b	4.22 a
Biofumigaci ón + solarización	5229.5 ab	0.30 a	3.91 a	0.92 a	4.08 a	8.92 a	62.05 a	37.80 a	4.55 a
Duncan 5%	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns

†Medias con la misma letra no son significativamente diferentes