

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL  
CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysanthemum morifolium*, EN SAN PEDRO  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

DANILO ROCAEL GUZMÁN SÁNCHEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. FRANCISCO JAVIER VÁSQUEZ VÁSQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	Msc. DANILO ERNESTO DARDON AVILA
VOCAL CUARTO	Br. RIGOBERTO MORALES VENTURA
VOCAL QUINTO	Br. MIGUEL ARMANDO SALAZAR DONIS
SECRETARIO	M.Sc. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

Guatemala, noviembre de 2008

Guatemala, noviembre de 2008

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación, titulado:

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysantemun morifolium*, EN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de producción agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco la atención prestada a la presente.

Atentamente,

DANILO ROCAEL GUZMÁN SÁNCHEZ

Guatemala, noviembre de 2008

MSc. Amilcar Sanchez  
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifiestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar el documento de graduación del estudiante **DANILO ROCAEL GUZMÁN SÁNCHEZ**, Carné: 8413304

Titulado

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysantemun morifolium*, EN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

Considero que dicho trabajo **CUMPLE** con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. *M. Sc.* Ramiro López Pineda  
Colegiado No. 2168

Guatemala noviembre de 2008

MSc. Amilcar Sanchez  
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifiestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar el documento de graduación del estudiante DANILO ROCAEL GUZMÁN SÁNCHEZ, Carné: 8413304

Titulado

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysantemun morifolium*, EN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

Considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardon  
Colegiado No. 2469

Guatemala, noviembre de 2008

MSc. Amilcar Sanchez  
Director del Instituto de Investigaciones Agronómicas  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Me dirijo a usted para manifiestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar el documento de graduación del estudiante DANILO ROCAEL GUZMÁN SÁNCHEZ, Carné: 8413304  
Titulado

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysantemun morifolium*, EN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

Considero que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. Guillermo Austreberto Ortiz Aldana  
Colegiado No. 2694

## **ACTO QUE DEDICO**

A:

DIOS

Fuente de sabiduría y fuerza para perseverar.

MIS PADRES

Miguel Ángel Guzmán y Maria Dolores Sánchez de Guzmán, por su apoyo incondicional en el trayecto, de mi vida en la culminación de mi carrera para un mejor futuro.

MI ESPOSA

Licda. Mirna Violeta León de Guzmán, con mucho amor, por el apoyo moral y comprensión brindado durante todo el trayecto de mi carrera.

MIS HIJAS

Carol Denisse y Andrea Gisell Guzmán León, son mi fuente de motivación para culminar mi carrera.

MIS HERMANOS

Rudy Amilcar y Boris Atilio, por su ayuda espiritual e incondicional, para culminar mi carrera profesional.

MIS ABUELOS

Bernabé Sánchez (QEPD); José E. Corona (QEPD); Fidelia Rojas (QEPD); y María Guzmán (QEPD). por sus consejos y sabias enseñanzas.

MIS SUEGROS

María Aura S. de León (QEPD) y Gonzalo León Grijalva (QEPD) por su apoyo y consejos.

MI FAMILIA

Por sus consejos y cariño.

MIS AMIGOS EN

ESPECIAL A:

Eliseo Alvarez (QEPD), Bernardo López, Jorge Mario Santos, Roberto Garcia, Bayron Mayen, Guillermo Ortiz, Leonel Ortiz, Juan Herrera, Ramiro López, Oscar Barahona, por su apoyo incondicional y amistad.



## ÍNDICE

	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 El crisantemo	4
3.1.2 Nematodos	5
3.1.3 Nematodos en crisantemo	6
3.1.4 Solarizado	9
3.1.5 Solarizado como alternativa para el control de nematodos	9
3.1.6 Principios de solarizado	10
3.1.6.1 Características del plástico	11
3.1.6.2 Preparación del suelo	11
3.1.6.3 Humedad del suelo	12
3.1.6.4 Régimen de radiación solar	12
3.1.6.5 Tiempo de permanencia en el terreno	12
3.1.7 Ventajas del solarizado	13
3.1.8 Desventajas del solarizado	13
3.2 Marco referencial	14
3.2.1 Ubicación	14
3.2.2 Clima	14
3.2.3 Suelos	14
3.2.4 Solarizado	14
4. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general	16
4.2 Objetivos específicos	16
5. METODOLOGÍA	17
5.1 Manejo del experimento	17
5.1.1 Preparación del terreno	17
5.1.2 Muestreo de nematodos	17
5.1.3 Solarizado	17
5.1.4 Siembra	18
5.1.5 Fertilización	18
5.1.6 Limpias	18
5.1.7 Método de extracción de nematodos	18
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1 Prueba de normalidad	19
6.2 Análisis de varianza	19
6.2.1 Variable días a floración	20
6.2.2 Variable diámetro de inflorescencia	21
6.2.3 Variable altura de planta	22

6.2.4	Variable altura de tallo	23
6.2.5	Variable número de brotes	24
6.2.6	Variable número de botones	24
6.3	Dinámica poblacional según los muestreos realizados	28
6.3.1	Género de nematodos encontrados en pre muestreo	28
6.3.2	Género de nematodos encontrados después de haber retirado los lienzosde plástico	29
6.3.3	Género de nematodos encontrados después del Transplante	30
6.3.4	Género de nematodos encontrados en muestra de suelo después de la cosecha	31
6.3.5.	Género de nematodos encontrados en muestra de raíces después de la cosecha	32
7.	CONCLUSIONES	33
8.	RECOMENDACIONES	34
9.	BIBLIOGRAFÍA	35
10.	ANEXO	37

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1	Resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Sminov	
Cuadro 2	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta días a floración	20
Cuadro 3	Resumen de la prueba de Tukey para la variable de respuesta días a floración.	20
Cuadro 4	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta diámetro de Inflorescencia.	21
Cuadro 5	Resumen de la prueba de Tukey para la variable de respuesta diámetro de inflorescencia.	21
Cuadro 6	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta altura de planta.	22
Cuadro 7	Resumen de la prueba de Tukey para la variable de respuesta altura de planta.	22
Cuadro 8	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta altura de tallo.	23
Cuadro 9	Resumen de la prueba de Tukey para la variable de respuesta altura de tallo.	23
Cuadro 10	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta número de brotes.	24
Cuadro 11	Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta número botones.	24

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 12	Resumen de la prueba de Tukey para la variable de respuesta altura de tallo.	25
Cuadro 13	Niveles de población detectados por género de nematodos fitoparasiticos asociados al crisantemo, en las diferentes etapas del cultivo y en cada uno de los tratamientos evaluados.	26
Cuadro 14A	Descripción de los tratamientos evaluados.	38
Cuadro 15A	Croquis de campo de la distribución de los tratamientos y sus repeticiones.	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematodos encontrados en el premuestreo realizados al testigo y los tratamientos.	27
Figura 2	Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematodos encontrados en el mujestreo realizado después de retirar los lienzos de plástico.	28
Figura 3	Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematodos encontrados en el muestreo realizado, después del trasplante.	29
Figura 4	Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematodos encontrados en el muestreo de suelo realizado, después de la cosecha.	30
Figura 5	Comportamiento de densidad poblacional de los diferentes generos de nematodos encontrados en el muestreo de raices realizado después de la cosecha	31
Figura 6A	Crisantemos producidos en los tratamientos s-8 y s-7 previos a ser cosechados	32

**EXPERIENCIAS EN EL USO DE SOLARIZADO EN CONDICIONES DE INVERNADERO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS EN CRISANTEMO *Chrysantemun morifolium*, EN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

**EXPERIENCES IN USE OF SOLARIZADO IN GREENHOUSE CONDITIONS FOR NEMATODOS's CONTROL IN CHRYSANTHEMUM *Chrysantemun morifolium*, IN SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.**

**Resumen**

El cultivo de crisantemo en diferentes áreas de altiplano central, especialmente en el municipio de San Pedro Sacatepéquez del Departamento de Guatemala, constituye uno de los cultivos de mayor importancia económica y donde el 80 % de las familias basan su sustento en la producción de esta flor. Con la producción de crisantemo obtenida de esta localidad se cubre un 70% de la demanda nacional y un 30 % del mercado Centroamericano, según datos del Banco de Guatemala. El crisantemo es afectado por diversas plagas del suelo principalmente nematodos, los daños causados por los nematodos han reportado pérdidas hasta del 50 %. Los agricultores han tratado de resolver el problema aplicando nematicidas al suelo. Como alternativa de solución al problema se ha propuesto el uso del método físico de desinfección denominado solarizado, el cual utiliza la radiación solar y provoca un efecto de invernadero en el suelo, lo cual favorece el desarrollo de la microfauna benéfica, aumenta la fertilidad, mejora la estructura del suelo y controla además de nematodos, hongos bacterias e insectos. Así también con este método físico de desinfección se pretende reducir el uso de productos químicos, disminuir el daño al ambiente y bajar los costos de producción.

Para evaluar el efecto del solarizado se realizaron cuatro muestreos, el primero se realizó un día previo a la solarización, el segundo antes de la siembra, el tercero a los 60 días después de transplante y el cuarto al momento de la cosecha, los primeros tres muestreos se realizaron en

suelo y el cuarto muestreo se hizo en suelo y raíces. El análisis se efectuó en el laboratorio de la FAUSAC, el cual consistió en la determinación de géneros, en las muestras procedentes de la localidad en estudio se determinaron los siguientes géneros: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*, así como la densidad poblacional de cada género en cada muestra. De acuerdo a los análisis estadísticos llevados a cabo se logró establecer que el solarizado de 7 y 8 semanas mostró los mejores resultados en cuanto a control de poblaciones de nematodos de los géneros *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*, sin embargo el género *Meloidogyne* mantuvo el mismo comportamiento durante y al final del ensayo.

## 1 INTRODUCCIÓN

En el municipio de San Pedro Sacatepéquez, Guatemala, el cultivo del crisantemo *Chrysanthemum morifolium*, es uno de los de mayor importancia económica. Las condiciones climáticas favorecen su producción y el 80 % de las familias basan su sustento en la producción de esta flor. Se cubre una demanda nacional de aproximadamente 70% y para el mercado Centroamericano alrededor del 30 %, según datos del Banco de Guatemala. Este cultivo es afectado por una diversidad de plagas del suelo, principalmente nematodos cuyo daño incide directamente en la producción, para controlar los nematodos los agricultores aplican nematicidas al suelo lo cual paulatinamente ha destruido la micro fauna benéfica del suelo.

Los géneros de nematodos determinados en las unidades de producción de esta localidad bajo estudio fueron: *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*. El solarizado de 7 y 8 semanas mostró los mejores resultados en cuanto a control de poblaciones de nematodos y por consiguiente mayor rendimiento y calidad de la flor.

El crisantemo *Chrysanthemum morifolium* se ha cultivado en Guatemala, en forma comercial desde 1962. Para 1,995 en San Pedro Sacatepéquez se cultivaban 12.09 Manzanas

De acuerdo a costo total estimado de producción, aproximado por cuerda es de Q17,096.97, obteniendo una producción de 4,800 docenas y un costo unitario de Q3.56, que nos da un ingreso en ventas de Q26,400 al alcanzar un precio de Q 5.50 por docena, en el segundo semestre del año, obteniéndose una rentabilidad del 54.41%, en el cultivo de crisantemo.

El crisantemo es afectado por diversos géneros de nematodos fitoparasiticos, causando un daño del 50% en los cultivos aproximadamente y una pérdida en el precio del producto del 50%.

El costo del control químico preventivo de esta plaga es de Q.2,200.00 y el curativo de Q.3,500.00 por cuerda de 0.16 Manzanas (40 Varas cuadradas)

Dentro de las plagas que atacan al crisantemo están los nematodos, los cuales provocan daños tales como: enanismo, flores pequeñas, tallos con entre nudos cortos, marchites, amarillamiento, e inclusive la muerte. Estos daños provocan una reducción en el rendimiento y calidad del producto, por lo que disminuyen la rentabilidad del cultivo. A pesar de existir varios métodos de control de los nematodos, el químico es el único utilizado por los productores para reducir las poblaciones. El uso constante de nematicidas químicos ha provocado efectos colaterales negativos en el ambiente y en la salud humana.

Entre las alternativas para el manejo de poblaciones de nematodos se plantean métodos físicos culturales, orgánicos y biológicos. Un método físico es el solarizado que utiliza la radiación solar y provoca un efecto de invernadero en el suelo, lo cual favorece el desarrollo del micro - fauna benéfica, aumenta la fertilidad, mejora la estructura del suelo y controla además de nematodos, hongos, bacterias e insectos.

## 2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Crisantemo ***Chrysanthemum morifolium*** en Guatemala se ha venido cultivando en forma comercial desde 1962. Para 1995, en San Pedro Sacatepéquez se cultivaban 8.46 has. de crisantemo. Este cultivo es considerado como la mayor fuente de ingresos económicos para las familias de este municipio (6,19). Dentro de las plagas que atacan este cultivo están los nemátodos, los cuales ocasionan daños tales como: escaso desarrollo, flores pequeñas, tallos cortos, floración precoz, marchitez, decoloración en las hojas, e inclusive la muerte. Estos daños provocan una reducción en el rendimiento y la calidad del producto, disminuyendo su rentabilidad.

El crisantemo es, afectado por diversos géneros de nemátodos fitoparasitos, causando un daño del 50% en los cultivos aproximadamente, y una pérdida en el precio del producto del 50%. Ahora bien el costo del control químico preventivo de esta plaga es de Q.1,000.00 y el curativo de Q.2,000.00 por cuerda de 0.16 Manzanas (40 Varas cuadradas) (6). El método de control químico es el único utilizado por los productores de este municipio para reducir poblaciones de nematodos, el uso de nematicidas se ha incrementado en los últimos años y no se les usa racionalmente, esto ha provocado efectos colaterales negativos en el ambiente y en la salud humana.

La situación antes planteada requiere de la evaluación de otros métodos de manejo de plagas que coadyuven al desarrollo de una agricultura sustentable, el control físico mediante el empleo de coberturas plásticas (solarizado), resultó ser una buena opción dentro del contexto del manejo integrado de nemátodos fitoparasiticos.

Este método se ha evaluado con buenos resultados en muchos países bajo diferentes condiciones climáticas, en diversos cultivos, tiempo de exposición, variados calibres de plástico y ciertas plagas agrícolas. Sin perjuicio al ambiente y permitiendo la conservación de la flora y la fauna benéfica del suelo.

### **3 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco conceptual**

##### **3.1.1 El crisantemo**

###### **A. Descripción de la planta**

Compuesta de planta anual, perenne, algunas perennifolias y que incluye también subarbustos perennifolias. Las hojas suelen estar profundamente lobuladas o recortadas, a menudo son plumosas, de forma entre oval y lanceoladas. En horticultura a las inflorescencias se les llama flores, aunque, como en este caso, incluyan un elevado número de flores individuales. Los crisantemos perennes son resistentes o semiresistentes a las heladas (7).

Los crisantemos anuales se multiplican mediante semilla, los perennes se multiplican mediante división de hijuelos después de la floración. Los crisantemos var. pon-pon son de forma globular, constituido por flores radiales cortas y uniformes. No presentan flores concéntrica (7).

## **B. Usos e importancia**

Se utilizan en jardinería por el valor de sus flores. Los crisantemos utilizados en floristería **híbridos de *C. morifolium*** comprenden la gran mayoría de los crisantemos que son objeto de cultivo. Son de excelente calidad para su utilización en borduras (7).

## **C. Zonas de cultivo**

En Guatemala el crisantemo se cultiva principalmente en los municipios de San Pedro y San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. En pequeña escala se cultiva en algunos municipios de los departamentos de Sacatepéquez, Chimaltenango y Sololá (19).

## **D. Época de siembra**

En San Pedro Sacatepéquez, se cultiva bajo condiciones de invernadero convencional, por lo que se siembra durante todo el año (19).

## **F. Distancias de siembra**

La siembra se hace en tablones de 20 o más metros de largo, 0.15 metros de alto y 2 metros de ancho, con separaciones de 0.75 metros entre tablones (19).

La siembra se efectúa a lo largo del tablón, sembrando las plantas a una distancia de 0.20 metros entre plantas y 0.20 metros entre hileras (19).

## **G. Plagas y productos utilizados**

Para el control de nematodos utilizan Disulfuton y Carbofuran. Aplican de 60 a 80 libras por manzana, sobre las hileras de las plantas. Se aplican al momento del trasplante (19).

### 3.1.2 Nematodos

Los nematodos pertenecen al reino animal. Los nematodos en ocasiones denominados Anguilillas, tienen un aspecto vermiforme pero taxonómicamente son bastante distintos de los verdaderos gusanos. La mayoría de miles de especies viven libremente en aguas saladas o dulces o en el suelo alimentándose de plantas y animales microscópicos. Numerosas especies de estas atacan y parasitan al hombre y a los animales, en los que producen diversas enfermedades. Así también centenares de especies se alimentan de plantas vivas a las que producen una gran variedad de enfermedades (2).

Todos los nematodos fitoparásitos pertenecen al Phylum Nemata. La mayoría de los géneros parásitos importantes pertenecen al orden Tylenchida, pero algunos pertenecen al orden Dorylaimida (2).

### 3.1.3 Nematodos en crisantemo

Existen varias especies de Aphelenchoides que se alimentan de las partes aéreas de las plantas. La especie más importante es *Aphelenchoides ritzemabosi*, nemátodo foliar del crisantemo (2). Por otro lado Crozzoli y Petit (17), reportan los siguientes nemátodos en crisantemo: *Pratylenchus penetrans*, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne incógnita*, *Paratrichodorus minor*, *Tylenchorhynchus capitatus*, *Paratylenchus grupo curvatus*, *Criconema sp.*

#### A. *Pratylenchus*

Según Crozzoli (9), el género *Pratylenchus penetrans*, es considerado como el de mayor importancia por su abundancia y diseminación en el cultivo del crisantemo, Zepp y Vovlas, citado

por Crozzoli (9), indican que el parénquima cortical es el tejido preferido por este género de nematodos, donde con su actividad trófica produce lesiones, cavidades y necrosis. A veces los tejidos del cilindro central, endodermis y periciclo pueden sufrir daños. Las raíces se tornan de color oscuro y se observan en la epidermis manchas necróticas. En consecuencia, la planta se marchita, manifiesta pobre crecimiento, clorosis del follaje y reduce su producción.

Las cantidades de nematodos *Pratylenchus penetrans*, puede afectar el crecimiento de una planta, varía de 50 a 2,000/100 cc de suelo, según el tipo de planta y las condiciones climáticas y edáficas en las cuales el nematodo actúa. De acuerdo a Cozzoli (9), el género *Pratylenchus penetrans*, tiene importancia por su alta patogenicidad.

## **B. Meloidogyne**

Bergeson (5), indica que los nemátodos sedentarios, *Meloidogyne incógnita*, así como los que se encuentran en las raíces no son capaces de moverse dentro de sus huéspedes, la supervivencia de estos nemátodos dependen de los huéspedes o células remanentes que se encuentran en los alrededores, los cuales se mantienen activos por un largo período. No obstante el huésped se adapta al sitio infectado, el crecimiento en general de la planta puede ser severamente reducido y el resultado es la pérdida de la cosecha.

## **C. Parathylenchus**

Es un nematodo de alfiler que es hospeda varias plantas, en la propagación de los nematodos los materiales infestados que se diseminan son muy importantes, debido a que los que provienen de un área relativamente pequeña, se usan para sembrar otras grandes y alejadas de

aquellas. Estos nematodos viven parte de su vida en el suelo, alimentándose superficialmente de raíces y tallos subterráneos de las plantas.(15).

#### **D. Criconemoides**

Son llamados nematodos anillo, atacan crisantemo, plantas perennes leñosas, césped cacahuete etc. Estos nematodos no penetran en los tejidos de la raíz, si no que se alimentan únicamente de las células que se localizan cerca de la superficie de la raíz, es decir las especies que penetran en el hospedero y se alimentan de él. Los nematodos ectoparásitos incluyen los nematodos anillos (sedentarios) (3)

#### **3.1.4 Solarizado**

##### **A. Definición**

El solarizado del suelo es un método físico de control de plagas y enfermedades mediante el uso de coberturas plásticas, negras o transparentes, en la parte superior húmeda del suelo. El plástico transparente permite que la energía radiante del sol sea transmitida y atrapada como longitud de onda larga en el suelo, calentando los niveles superiores. El plástico negro permite calentamiento pero no al grado del plástico transparente. Durante el solarizado en los meses de verano, las temperaturas se incrementan a niveles letales para la mayoría de los organismos que causan enfermedades de las plantas, semillas de malezas y nematodos. El solarizado también mejora la estructura e incrementa la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales para la nutrición de las plantas (14).

El plástico debe dejarse sobre el suelo por un período de 4 a 6 semanas, sin embargo por existir algunos organismos resistentes, este se puede prolongar hasta 8 semanas. Pasado el período indicado, el suelo se descubre y se siembra (14).

## **B. Perspectiva histórica del solarizado**

Katan (14), indica que en 1939 Groshevoy fue el primero en usar el término de energía solar para desinfección de suelos en el control de *Thielaviopsis basicola*, sobre el calentamiento del suelo por exposición a la luz solar para reducir la incidencia de patógenos del suelo.

La primera publicación sobre este tema fue escrita en 1976, la cual describe los potenciales métodos para el control de las condiciones del campo. Los resultados de estudios iniciales fueron presentados en 1973 y por primera vez presentados por la Sociedad Fitopatología de Israel en 1975. Sin embargo, sólo hasta 1976 se publicó por investigadores el método para reproducir y examinar las condiciones locales, el trabajo en Israel se basó en observaciones por trabajadores y agricultores del valle del Jordán, quienes habían notado el intenso calentamiento que el polietileno provocaba al terreno; independientemente los agricultores japoneses descubrieron y usaron este fenómeno para controlar varias enfermedades.

En 1977, American Plant Patologist de Davis, California, reportaron el exitoso control de *Verticillium dahliae* por solarizado, en estudios iniciados en 1976, lo cual denota que fue la primera vez que se aplicó el método. En los años siguientes se aplicó en regiones cercanas en su mayoría cálidas. Con algunas excepciones estos estudios demostraron la efectividad del solarizado en varios cultivos (vegetales, ornamentales y frutales), en contra de varios patógenos y artrópodos del suelo, aunque no todos fueron controlados, la mayoría fueron afectados. Una

publicación en 1981, menciona 6 países en los cuales se busca implementar el solarizado. En diciembre de 1989, un simposium internacional sobre la nueva aplicación de la energía solar en agricultura tuvo lugar en Syracuse, Italia, el solarizado fue el mejor tema en el simposium. En 1990 una conferencia internacional sobre el solarizado tuvo lugar en Amman, Jordania (2).

### **3.1.5 Solarizado como alternativa para el control de nematodos**

El solarizado del suelo puede ser usado en el control de muchas especies de nematodos; sin embargo, el solarizado del suelo no siempre es tan efectivo en el control de nematodos como lo es con hongos y malezas. Los nematodos son móviles y pueden colonizar rápidamente el suelo (14).

El uso del solarizado para el control de nematodos ha sido ampliamente estudiado en diferentes países y para diferentes géneros y especies de nematodos, sin embargo, la mayor parte de estudios se han inclinado hacia especies de *Meloidogyne sp.* Los resultados para este género han sido muy variables y van desde los pobres hasta los muy efectivos. Otros nematodos en los cuales se ha evaluado el solarizado incluyen a *Pratylenchus spp*, *Ditylenchus dipsaci Kuhn*, *Heterodera spp*, *Rotylenchulus reniformis Linfornd & Oliveira*, *Tylenchorhynchus spp*, *Macroposthonia spp* y *Trichodorus spp*, entre otros. El control de nematodos con solarizado ha sido más efectivo cuando se integra con otros métodos, que cuando se aplica solo (11).

El solarizado del suelo es un método no convencional de control de plagas del suelo, el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos en el suelo, tales como hongos, larvas de insectos, nematodos y semillas de malezas. El método desarrollado en Israel y dado a conocer en los años de la década del 70, se ha venido aplicando cada vez más en cultivos

de campo. El método como tal es técnicamente efectivo, económicamente factible en determinadas áreas y condiciones y ambientalmente compatible (13).

El solarizado consiste en la utilización de plástico (de polietileno) transparentes, las que se disponen sobre la superficie del suelo ya preparado y húmedo. El plástico se deja por espacio de 30 a 45 días para así absorber la radiación solar y crear un ambiente de altas temperaturas en el suelo, que sirven para desarrollar la actividad de control de plagas (13).

En el medio Oriente el método se utiliza bastante para la producción de hortalizas, así como en algunas zonas de Asia. La mayor experiencia en América se posee en California, E.U., aunque se sabe que México ha introducido esta práctica en determinados cultivos y zonas del país (13).

Desde hace algunos años se comenzó a estudiar este método en Cuba con vistas a valorar sus ventajas y desventajas, dirigido principalmente a organismos del suelo con fuerte impacto en la agricultura como son las malezas, nematodos y hongos (13).

### **3.1.6 Principios del solarizado**

El principio básico sobre el cual se basa el solarizado reside en la tolerancia a los cambios de temperatura de los organismos nocivos en la tolerancia a los cambios de temperatura de los organismos nocivos del suelo, los cuales tienen carácter mesofílico, es decir, no soportan temperaturas por encima de los 31 – 32 grados centígrados por lo que su eliminación es factible si se logran tales niveles térmicos en el suelo (13).

Este método fue ensayado y propuesto por primera vez por Katan en Israel, es un proceso hidrotérmico que crea condiciones de altas temperaturas en el suelo, lo que resulta principalmente

en el período de presiembra o preplantación para controlar un buen número de plagas del suelo. (13).

Las condiciones para que el solarizado del suelo tenga un control adecuado de plagas y enfermedades son las siguientes.

#### **3.1.6.1 Características del plástico**

Generalmente se utilizan películas transparentes del polietileno aunque en algunos casos las de color negro se han utilizado con el mismo fin. El polietileno, es el plástico más recomendado, ya que permite mayor paso de la radiación solar. (11) La mayoría de experiencias en solarizado demuestra que los plásticos de menor espesor son más eficientes que los de mayor espesor debido a que se adhieren mejor a la superficie del suelo y evitan la presencia de bolsas de aire que ocasionarían el enfriamiento del mismo (16).

Calderón et. al. (8), observaron que el efecto de la solarización durante 4 semanas usando lienzos plásticos del calibre de 2/1,000 pulgadas, no dio resultados para el control de nemátodos del género *Aphelenchoides* en el cultivo de arveja. Los calibres 1.25/1,000 y 2/1,000, durante 8 semanas de exposición, fueron los menos eficientes, pues solo controlaron nemátodos del género *Aphelenchus*. Debido a que el desarrollo y abundancia de malezas debajo del plástico, provocó micro-ambiente húmedo que favoreció la vida de algunos géneros de nemátodos

#### **3.1.6.2 Preparación del suelo**

Es indispensable evitar la presencia de agregados y terrones grandes que formen bolsas de aire que enfríen el suelo. Si se quiere evitar esto, la preparación del suelo debe ser cuando esté húmedo, lo cual permite un desmenuzamiento adecuado de los terrones. La absorción de la radiación por el suelo y consecuentemente el calentamiento del mismo es mayor, si la película de

plástico se encuentra estrechamente unida al suelo con un mínimo de espacio entre el plástico y el suelo (16).

### **3.1.6.3 Humedad del suelo**

El solarizado es un proceso hidrotérmico y su éxito depende de la máxima humedad que genera calor, el cual transfiere a los organismos patógenos. Ha sido demostrado que la temperatura máxima del suelo se incrementa con el contenido de humedad. Así el suelo estaría a su 70 % de capacidad de campo en la zona superior y húmeda a una profundidad de 60 centímetros. En el terreno, el nivel de irrigación bajo el plástico se puede realizar haciendo pequeños surcos superficiales, utilizando un tractor. Sin embargo la pre-irrigación del terreno puede practicarse de manera especial en áreas disperejas del terreno. El plástico deberá ponerse dentro de pocos días o tan pronto como el terreno soporte la maquinaria sin comprimirse (14).

### **3.1.6.4 Régimen de radiación solar**

Uno de los factores que mayor impacto van a mostrar sobre la eficiencia de la técnica de solarizado es, sin lugar a dudas la cantidad de radiación solar disponible en la región; en forma general se puede establecer que a mayor intensidad de la radiación solar se obtiene una mayor temperatura del suelo y consecuentemente se puede esperar un drástica reducción en los niveles de hongos fitopatógenos (16).

### **3.1.6.5 Tiempo de permanencia en el terreno**

Se ha observado que existe una correlación positiva entre el tiempo de exposición de las películas plásticas y control de enfermedades y plagas del suelo. En condiciones de intensa

radiación solar, se requiere únicamente de 10 a 15 días de solarización para una desinfección adecuada del suelo. Algunos organismos relativamente resistentes al calor pueden requerir Hasta 8 semanas para su control (16).

### 3.1.7 Ventajas del solarizado

- a. Buena aceptación
- b. Bajo costo para el pequeño agricultor
- c. No crea problemas de contaminación, como la aplicación de agroquímicos
- d. El plástico puede reutilizarse
- e. Aplicable a cualquier tipo de suelo
- f. Compatible con otros métodos (11).

Se ha comprobado que el solarizado hace más accesibles los nutrientes del suelo a las Plantas e incrementa relativamente las poblaciones de bacterias del género *Bacillus sp* que favorecen el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas cultivables (11).

### 3.1.8 Desventajas

- a. Su uso se restringe a climas o áreas con veranos calurosos
- b. Es necesario dejar el terreno libre de cultivo en un período de 4 a 8 semanas
- c. Hay acumulación de plástico en grandes cantidades cuando se aplica en extensiones muy grandes
- d. Algunas enfermedades no son controladas o su control es difícil con solarizado
- e. Cuando las cubiertas plásticas son aplicadas en bandas no hay control de plagas en los surcos entre las bandas

- f. Su costo puede ser alto para pequeños agricultores que practican agricultura de subsistencia (11).

## **3.2 Marco referencia**

### **3.2.1 Ubicación**

El estudio se hizo en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de Guatemala, específicamente al norte de la cabecera municipal en la aldea camino a San Pedro, distando de la ciudad capital 19 kilómetros.

### **3.2.2. Clima**

La altitud es de 2,102 msnm, la temperatura media anual es de 18 ° C, con una precipitación promedio anual 1,333 mm.

De la Cruz (10), utilizando el sistema de Holdridge, clasifica la región como zona de vida bosque húmedo montano bajo (bm-MB)

### **3.2.3. Suelos**

La serie de suelos es Cauqué (Cq), que se caracterizan porque se originan de ceniza volcánica, están en un relieve de ondulado a inclinado, con buen drenaje, textura franco-arcillosa

### **3.2.4. Solarizado en el control de nematodos**

En semilleros de tomate se notó que hubo un mayor porcentaje de plantas sanas, mayor altura de plantas y menor número de nódulos de *Meloidogyne*. En general el método controla también a otras plagas del suelo (13).

Fernández (11), en Cuba, estudió el efecto de exposición del suelo al solarizado en el control de nemátodos del género *Meloidogyne incógnita*, los resultados indican que un tiempo mínimo de 45 días de exposición sumado a una buena preparación del suelo, fue efectivo en su control. Concluye además que los meses de julio a agosto fueron los mejores para el control, mientras que en otros meses, el efecto no fue suficiente.

La evaluación se realizó durante los meses de julio .agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1,997.

Fernández (11), en Cuba, estudió el efecto de exposición del suelo al solarizado en el control de nemátodos del género *Meloidogyne incógnita*, los resultados indican que un tiempo mínimo de 45 días de exposición sumado a una buena preparación del suelo, fue efectivo en su control. Concluye además que los meses de julio a agosto fueron los mejores para el control, mientras que en otros meses, el efecto no fue suficiente.

La evaluación se realizó durante los meses de julio.agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1,997.

Petit, P; Crozzoli, R. (17) ,reconocimiento de nematodos fitoparasiticos asociados a frutales tales como citricos,aguacate,mango,musáceas,guayaba,papaya,piña,níspero y uva , en Venezuela en 1,990. Los nematdos más numerosos y de mayor distribucion fueron *Helicotylenchus* sp, *R. reniformes*,*Meloidogyne* sp., *Paratylenchus*,*Pratylenchus* y *Tylenchorhynchus*.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Documentar las experiencias adquiridas en el uso del solarizado, bajo condiciones de invernadero, para el control de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de crisantemo **Chrysanthemum morifolium**.

### 4.2 Objetivos específicos

4.2.1 Determinar el tiempo de exposición al solarizado entre cuatro periodos, para encontrar cual es el más efectivo en el control de nematodos parasíticos del cultivo bajo invernadero.

4.2.2 Determinar si los nematodos de los géneros *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*, son controlados con las prácticas de solarizado

## **5 METODOLOGÍA**

### **5.1 Manejo del experimento**

#### **5.1.1 Preparación del terreno**

Previo a utilizar el método físico de desinfección, (solarizado) al terreno se le hizo una limpia, volteo del suelo con azadón, preparación de los tabloncillos, el suelo se dejó bien mullido para favorecer la acción de la radiación solar. El área del ensayo estuvo bajo condiciones de invernadero.

#### **5.1.2 Muestreo de nematodos**

Toma de muestras para análisis de laboratorio para estudiar la respuesta de las poblaciones al solarizado se realizaron cuatro muestreos, siendo el primero un día previo a la solarización, el segundo antes de la siembra, la tercera a los 60 días después del trasplante y la cuarta al momento de la cosecha. En la última toma de muestras se incluyen raíces. Para proceder a la extracción de muestras se obtuvieron cinco sub-muestras por bloque y se homogenizaron a manera de obtener un kilo de suelo. Las muestras de suelo y raíces fueron analizadas en el Laboratorio de Fitopatología de la FAUSAC.

#### **5.1.3 Solarizado**

Luego de preparar el terreno se delimitó cada unidad experimental y el suelo se llevó a capacidad de campo con agua, siendo este un factor importante en el mecanismo de acción de este método físico de desinfección. Se colocaron láminas de plástico transparente de 1.25 milésimas de pulgada y se midieron lienzos de plástico de 1.50 de ancho por 1.70 de largo. Se

abrió una zanja de 0.15 m de profundidad en la orilla de unidad experimental y finalmente se enterraron los extremos del plástico para evitar el escape de calor y entrada de aire, quedando así el suelo hermético.

El orden de colocación correspondió primero el tratamiento de solarizado de 8 semanas, luego el de 7, el de 6 y por último el de 5 semanas, de tal manera que el plástico se retiró en la misma fecha. Posterior a esta etapa se procedió a realizar el segundo muestreo de nematodos.

#### **5.1.4 Siembra**

Se sembraron las plántulas de crisantemo Variedad Pon Pon a una distancia de 0.20 por 0.20 m en cada unidad experimental.

Las plantas de crisantemo fueron regadas 1 vez por semana.

#### **5.1.5 Fertilización**

La primera fertilización se realizó al momento de la siembra y la última a los 40 días después del trasplante, utilizando una fórmula compuesta.

#### **5.1.6 Limpias**

Se hicieron limpiezas manuales 1 vez por mes. Se hicieron controles fitosanitarios de acuerdo a las plagas del cultivo.

Tres días antes de la cosecha se tomaron los datos de algunas de las variables.

Después de la cosecha se tomaron muestras de suelo y raíces para evaluar el comportamiento de las poblaciones de nematodos al final del ciclo.

### 5.1.7 Método de extracción de nematodos

Para extraer los nematodos del suelo se utilizó el método de flotación y para la extracción de nematodos de las raíces se usó el método de macerado y embudo de Bearmann (2)

## 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Pruebas de normalidad

A todas las variables de respuesta utilizadas en el experimento se les efectuó una prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, utilizando el programa estadístico SPSS.

Los resultados se resumen en el cuadro 1, donde se indican las variables de respuesta evaluadas.

**Cuadro 1. Resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov**

<b>Variable</b>	<b>Z</b>	<b>Significancia</b>
Altura de planta	1.1103	0.1698
Altura de tallo	0.6995	0.717
Número de botones	0.8287	0.4982
Número de brotes	1.5268	0.01
Diámetro inflorescencia	1.1074	0.1720
Días a floración	0.99	

Solamente las variables número de botones florales y altura de tallo resultaron no tener distribución normal. Para el efecto del análisis de varianza se procedió de acuerdo a la

recomendación de Barrientos y Álvarez<sup>1</sup>, aplicando la transformación de la raíz cuadrada a los datos.

## 6.2 Análisis de varianza

Los análisis de varianza se efectuaron utilizando el programa estadístico SAS version 6.0.4

Los resultados individuales para cada variable respuesta, se presentan a continuación

### 6.2.1 Variable días a floración

El análisis de varianza de SAS, se muestra en el cuadro 2, existiendo significancia entre tratamientos.

**Cuadro 2. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta días a floración.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada	Significancia
<b>Bloques</b>	4	1.1333333	0.2833333	0.21	0.9293
<b>Tratamientos</b>	5	283.4666667	56.6933333	42.2	0.0001
<b>Error</b>	20	26.8666667	1.3433333		
<b>Total</b>	29	311.4666667			

Coefficiente de Variación = 1.56 %

Se detectaron diferencias significativas al 1 % de significancia, por lo cual se procedió a efectuar una prueba de medias por el método de Tukey, obteniendo como resultados los mostrados en el cuadro 3.

<sup>1</sup> Consulta personal con los Ingenieros Agrónomos Marino Barrientos y Víctor Álvarez, Profesores Facultad de Agronomía USAC.

**Cuadro 3. Resumen de la prueba de medias de Tukey para la variable de respuesta días a floración.**

<b>Grupos</b>	<b>Promedio</b>	<b>N tratamientos</b>
<b>a</b>	78.200	t
<b>a</b>		
<b>a</b>	77.800	q
<b>b</b>	73.400	s5
<b>b</b>		
<b>bc</b>	72.400	s6
<b>c</b>		
<b>c</b>	70.800	s7
<b>c</b>		
<b>c</b>	70.600	s8

De acuerdo a esta prueba, estadísticamente los tiempos más largos los tuvieron el tratamiento testigo y el químico, mientras los menores correspondieron a los tratamientos de solarizado S6, S7 y S8.

### **6.2.2 Variable diámetro de Inflorescencia**

En el análisis de varianza se observó significancia para esta variable (cuadro 4), siendo necesaria la aplicación de la prueba media de Tukey.

**Cuadro 4. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta diámetro de inflorescencia.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Sección 1.01 calculada	Significancia
<b>Bloque</b>	4	15.3200000	3.83075000	25.05	0.0001
<b>Tratamiento</b>	5	8.78741667	1.75748333	11.49	0.0001
<b>Error</b>	20	3.05800000	0.15290000		
<b>Total</b>	29	27.1684177			

Al igual que la variable analizada anteriormente, en la variable diámetro de inflorescencia se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, al 1% de significancia. Los resultados de la prueba de Tukey efectuada se muestran en la cuadro 5, y son los siguientes.

**Cuadro 5. Resumen de la prueba de medias de Tukey para la variable de respuesta diámetro de inflorescencia.**

Grupos	Promedio	N tratamientos
<b>a</b>	7.4100	s8
<b>a</b>		
<b>a b</b>	7.1500	s7
<b>b</b>		
<b>b c</b>	6.6100	s5
<b>b c</b>		
<b>b c d</b>	6.5600	s6
<b>c d</b>		
<b>c d</b>	6.2000	q
<b>d</b>		
<b>d</b>	5.8000	t

Los mayores promedios de diámetro los tuvieron los tratamientos S8 Y S7, mientras los menores fueron para los tratamientos S6, químico y testigo

### 6.2.3 Variable altura de planta

El cuadro 6, que se muestra a continuación presenta el análisis de varianza correspondiente a la variable de respuesta altura de planta, indicando diferencias significativas para la misma en los tratamientos evaluados.

**Cuadro 6. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta altura de planta.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Sección 1.02 calculate	F	Significancia
<b>Bloque</b>	4	19.9613333	4.9903330	0.14		0.9632
<b>Tratamiento</b>	5	2,172.369667	434.4739333	12.6		0.0001
<b>Error</b>	20	689.678667	34.48393333			
<b>Total</b>	29	2,882.009667				

También en esta variable se detectaron diferencias significativas, tal como se indicó en el párrafo anterior, y las diferencias significativas entre tratamientos fue al 1% de significancia. Al practicar la prueba de Tukey respectiva, se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 7.

**Cuadro 7. Resumen de la prueba medias de Tukey para la variable de respuesta altura de planta.**

Grupos	Promedio	N tratamientos
<b>a</b>	95.400	s8
<b>a</b>		
<b>a</b>	92.200	s7
<b>a</b>		
<b>a</b>	89.880	s6
<b>a</b>		
<b>a</b>	87.740	s5
<b>b</b>	75.200	q.
<b>b</b>		
<b>b</b>	72.800	t.

Según los resultados de la prueba, las mayores alturas corresponden con todos los tratamientos de solarizado (en su orden S8, S7, S6 y S5), mientras que las menores fueron para el tratamiento químico y el testigo.

#### 6.2.4 Variable altura de tallo

El cuadro 8, muestra el análisis de varianza obtenido, para la variable de respuesta altura de tallo. El ANDEVA, generó significancia, lo cual se discute en el siguiente párrafo.

**Cuadro 8. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta altura de tallo.**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	Sección 1.03 calculada	F	Significancia
<b>Bloque</b>	4	42.22333333	1.55583333	0.91		0.4763
<b>Tratamiento</b>	5	232.1440000	46.42880000	4.01		0.0111
<b>Error</b>	20	231.6326667	11.58163333			
<b>Total</b>	29	506.0000000				

Tal como se observa en el cuadro anterior, se detectaron diferencias significativas al 1% entre los tratamientos. Por lo tanto, se procedió a realizar una prueba de Tukey, la cual estableció las categorías de grupos indicados en el cuadro 9.

**Cuadro 9. Resumen de la prueba de medias de Tukey para la variable de respuesta altura de tallo.**

<b>Grupos</b>	<b>Promedio</b>	<b>N tratamientos</b>
<b>a</b>	47.900	s8
<b>a</b>		
<b>a.b</b>	47.000	s7
<b>a b</b>		
<b>a.b</b>	44.520	s6
<b>a b</b>		
<b>a b</b>	43.780	s5
<b>a b</b>		
<b>a b</b>	41.00	q.
<b>a b</b>		
<b>a b</b>	40.40	5 t.

Estadísticamente, todos los tratamientos de solarizado tienen los promedios más altos, y los dos promedios más bajos fueron para el químico y el testigo.

### **6.2.5 Variable número de brotes**

El análisis de varianza obtenido para esta variable se muestra en el cuadro 10, dando un comportamiento uniforme en todos los tratamientos.

**Cuadro 10. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta número de brotes.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada	Significancia
<b>Bloque</b>	4	0.47929823	0.11982456	7.08	0.0010
<b>Tratamiento</b>	5	0.1351809	0.02703619	1.6	0.2064
<b>Error</b>	20	0.3384673	0.01692337		
<b>Total</b>	29	1.9529465			

Para esta variable, no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Se concluye que el número de brotes es igual en todos los tratamientos.

#### 6.2.6 Variable número de botones

A pesar de ser de tipo discreto, esta variable tuvo un comportamiento normal, por lo cual para su análisis no se realizó transformación alguna. El cuadro de Andeva obtenido es el que se reporta en el cuadro 11, que se presenta a continuación.

**Cuadro 11. Resumen del ANDEVA de la variable de respuesta número de botones.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calculada	Significancia
<b>Bloque</b>	4	25.13333333	6.28333333	7.28	0.0009
<b>Tratamiento</b>	5	23.0666667	4.61333333	5.34	0.0028
<b>Error</b>	20	17.2666667	0.86333333		
<b>Total</b>	29	65.4666667			

El cuadro 11, indica que se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, por lo que se le corrió una prueba múltiple de medias de Tukey. La prueba de medias correspondiente se resume en cuadro 12.

**Cuadro 12. Resumen de la Prueba de medias de Tukey para la variable de respuesta a altura de tallo**

<b>Grupos</b>	<b>Promedio</b>	<b>N tratamientos</b>
<b>a</b>	<b>17.800</b>	<b>s8</b>
<b>a</b>		
<b>a</b>	<b>17.800</b>	<b>s6</b>
<b>a</b>		
<b>a b</b>	<b>17.000</b>	<b>s7</b>
<b>a b</b>		
<b>a b</b>	<b>16.800</b>	<b>q.</b>
<b>a b</b>		
<b>a b</b>	<b>16.600</b>	<b>s5</b>
<b>b</b>		
<b>b</b>	<b>15.200</b>	<b>t.</b>

Los promedios más altos fueron obtenidos por los tratamientos de solarizado y el químico siendo diferente únicamente el testigo

En el cuadro 13, se anotan los resultados de los muestreos realizados antes de establecer el solarizado, antes de la siembra, 60 días después del transplante, y durante la cosecha analizando suelo y en raíces del cultivo. Para lograr obtener los resultados que a continuación se detallan, en el cuadro 13, se realizaron varios muestreos, el primer muestreo sirvió para poder determinar los géneros y poblaciones existentes en la localidad donde se llevó a cabo el ensayo, el siguiente muestreo se realizó al momento de retirar el plástico del solarizado lo cual da un indicativo del efecto de dicho método físico de desinfección, se realizó un muestreo durante la fase fenológica del cultivo que fue a los 60 días del transplante, obteniendo resultados de poblaciones más altas de nematodos provenientes del tratamiento químico y el testigo con

respecto a los demás tratamientos. Al momento de la cosecha se realizaron muestreos tanto de suelo como de raíces del cultivo, encontrándose las poblaciones más altas en el tratamiento químico y testigo con respecto a los demás tratamientos, pero se puede hacer notar que en el tratamiento químico tanto de suelo como de raíces se encontraron las poblaciones más altas respecto del testigo.

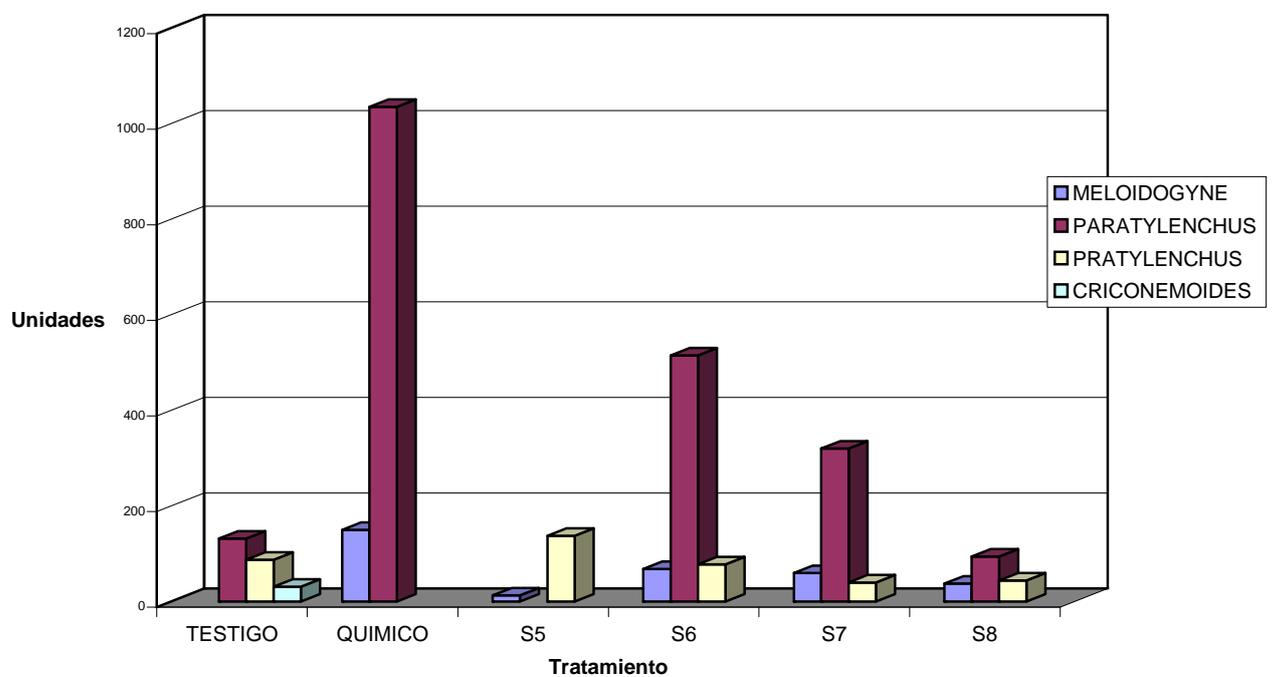
**Cuadro 13. Niveles de población detectados por género de nematodos fitoparasíticos asociados al crisantemo, en las diferentes etapas del cultivo y en cada uno de los tratamientos evaluados.**

Tratamientos	Género	Antes de solarizar	Antes de la siembra	60 días del trasplante	Cosecha suelo	Raíces
<b>Testigo</b>	<b>Meloidogine</b>		0	70	163	540
	<b>Pratylenchus</b>	88	20	0	25	380
	<b>Paratylenchus</b>	132	370	680	1,388	0
	<b>Criconemoides</b>		10	10	58	0
<b>Quimico</b>	<b>Meloidogine</b>		10	80	2,020	6,160
	<b>Pratylenchus</b>		0	0	20	840
	<b>Paratylenchus</b>	94	250	670	1,080	0
	<b>Criconemoides</b>		10	0	20	0
<b>S5</b>	<b>Meloidogine</b>	13	0	0	175	250
	<b>Pratylenchus</b>	138	640	0	38	413
	<b>Paratylenchus</b>	0	0	50	1,513	50
	<b>Criconemoides</b>	0	10	0	25	0
<b>S6</b>	<b>Meloidogine</b>	68	10	30	1,060	160
	<b>Pratylenchus</b>	78	0	0	20	200
	<b>Paratylenchus</b>	515	300	30	1,410	40
	<b>Criconemoides</b>	0	0	0	20	0
<b>S7</b>	<b>Meloidogine</b>	60	0	0	460	1,300
	<b>Pratylenchus</b>	40	0	0	40	1,500
	<b>Paratylenchus</b>	320	380	10	1,000	0
	<b>Criconemoides</b>	0	0	0	60	0
<b>S8</b>	<b>Melidogine</b>	150	0	0	160	240
	<b>Pratylenchus</b>	400	0	0	40	300
	<b>Paratylenchus</b>	1035	280	20	520	0
	<b>Criconemoides</b>	60	0	0	20	0

### 6.3 Dinámica poblacional según los muestreos realizados

#### 6.3.1 Género de nematodos encontrados en pre muestreo

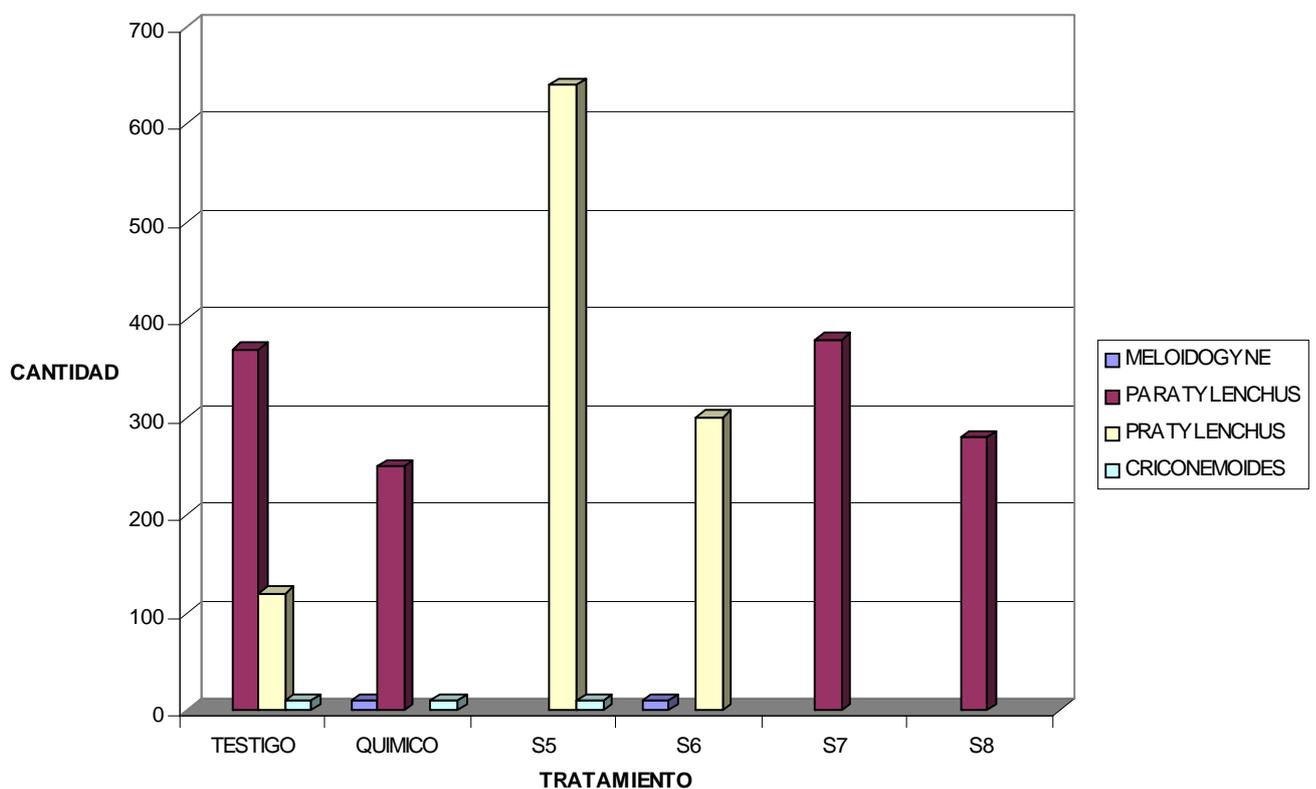
En la figura 1, se muestra el comportamiento de los diferentes géneros de nematodos, localizados en el premuestreo, resaltando que el *Paratylenchus*, mostró una alta densidad poblacional respecto a los demás géneros. Sin embargo el género *Pratylenchus*, se encontró con la mayor frecuencia, ya que se localizó en el testigo, como en el tratamiento químico y los diferentes tratamientos de solarizado (S5, S6, S7 y S8).



**Figura 1. Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematos encontrados en el premuestreo realizado al testigo y los tratamientos**

### 6.3.2 Género de nematos encontrados después de haber retirado los lienzos de plástico

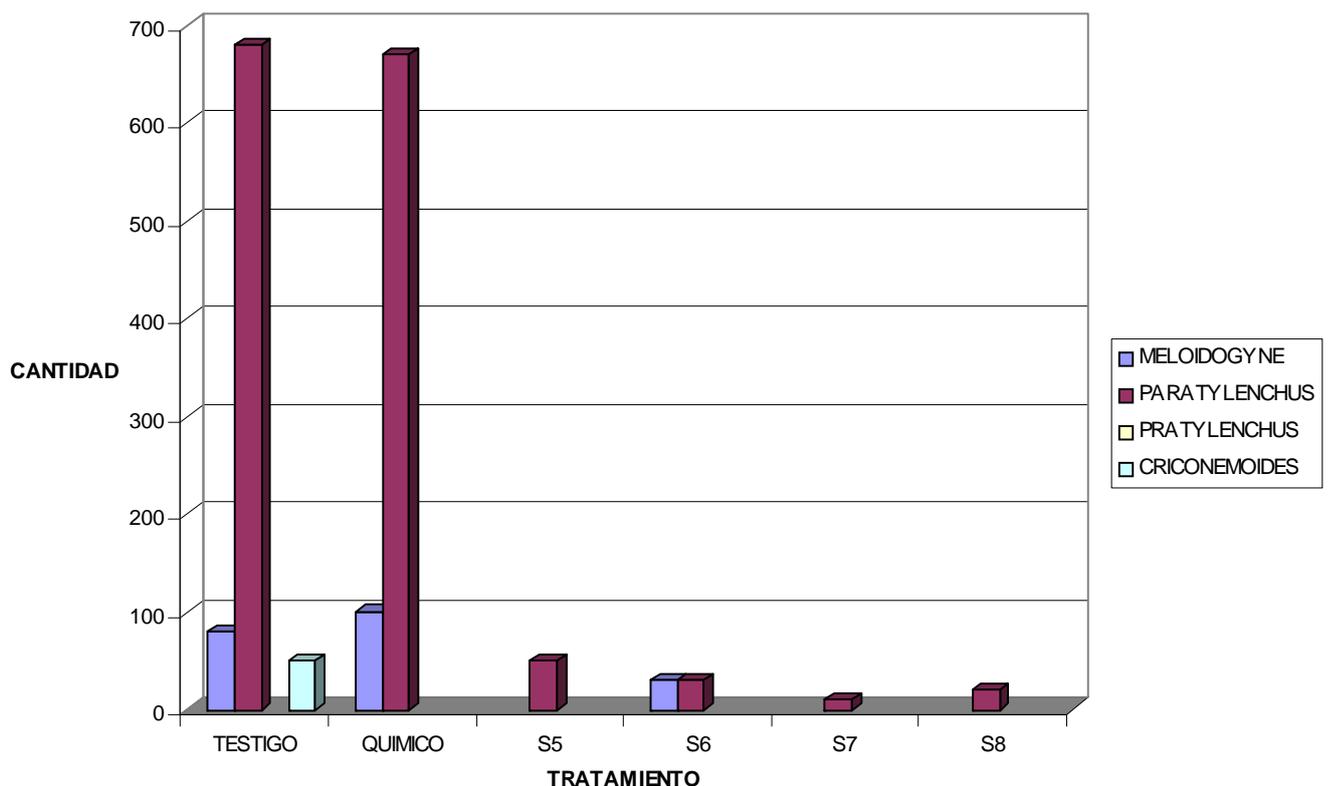
En la figura 2, se puede observar el comportamiento de los diferentes géneros de nematodos, localizados, y se logró determinar que después de haber retirado los lienzos plásticos el tratamiento S5 con el género *Pratylenchus* sp, fue el más alto, siguiéndole el género *Paratylenchus* sp en todos los tratamientos.



**Figura 2. Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematos encontrados en el muestreo realizado, después de retirar los lienzos de plástico.**

### 6.3.4 Género de nematos encontrados después del trasplante

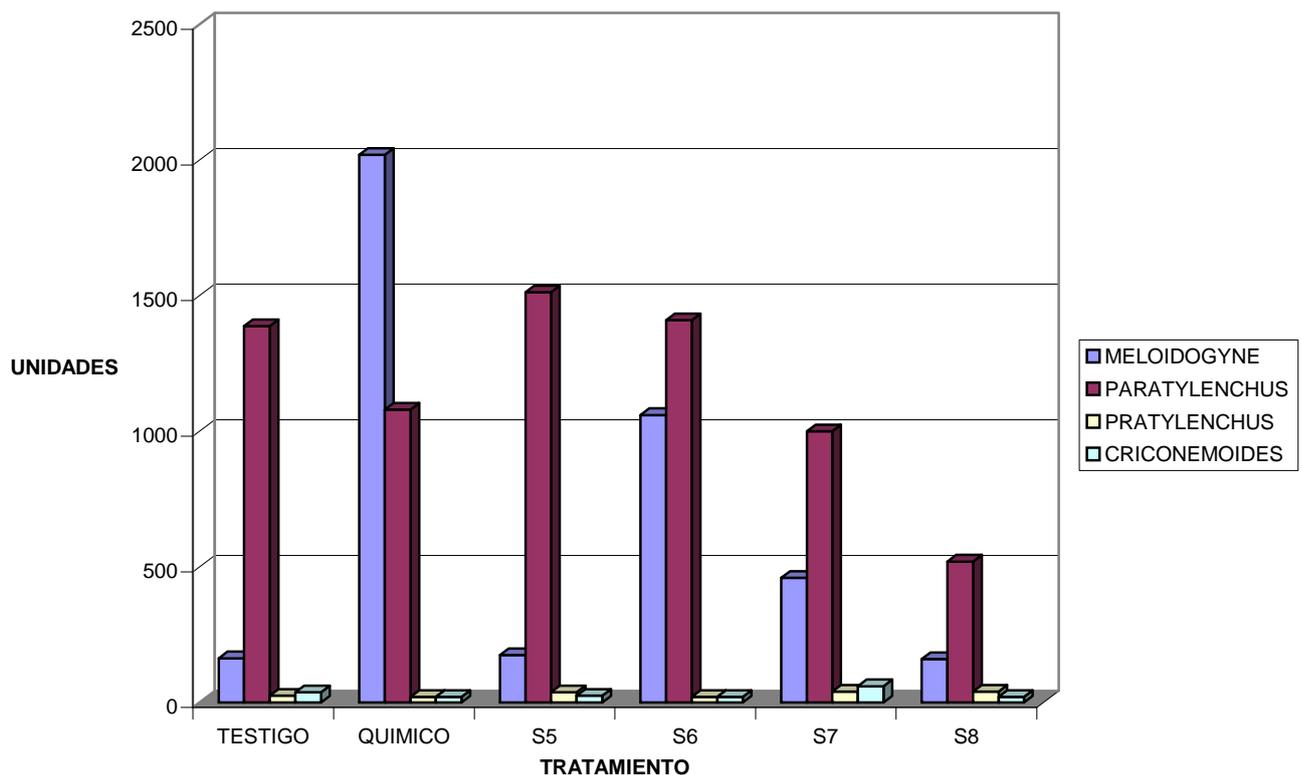
A continuación se muestra la densidad poblacional de los géneros de nematodos evaluados en el presente documento, y el comportamiento fue similar al primer caso discutido, ya que el comportamiento de *Paratylenchus* sp, fue el más alto tanto el testigo como en el tratamiento químico. Es importante resaltar que las diferencias para este lectura son claras y contrastantes, tal como se muestra en la figura 3.



**Figura 3. Comportamiento de la densidad poblacional de los diferentes géneros de nematos encontrados en el muestreo realizado, después del trasplante.**

### 6.3.4 Género de nematos encontrados en muestra de suelo después de la cosecha

En el muestreo de suelo después de la cosecha se encontró que dos géneros fueron los más altos. En el tratamiento químico *Meloidogyne* sp, y *Paratylenchus* en los otros demás tratamientos, la figura 4, ilustra esta situación.



**Figura 4. Comportamiento de densidad poblacional de los diferentes géneros de nematos encontrados en el muestreo de suelo realizado, después de la cosecha.**

### 6.3.5 Género de nematos encontrados en muestra de raíces después de la cosecha

En la figura 5, se ilustra el comportamiento en la densidad poblacional de los géneros de nematodos localizados. Se observa que el comportamiento de *Meloidogyne* sp en el tratamiento químico fue el más alto.

Finalmente es de reasaltar el hecho de que la densidad poblacional de los géneros *Pratylenchus* y *Paratylenchus* muestran una marcada reducción

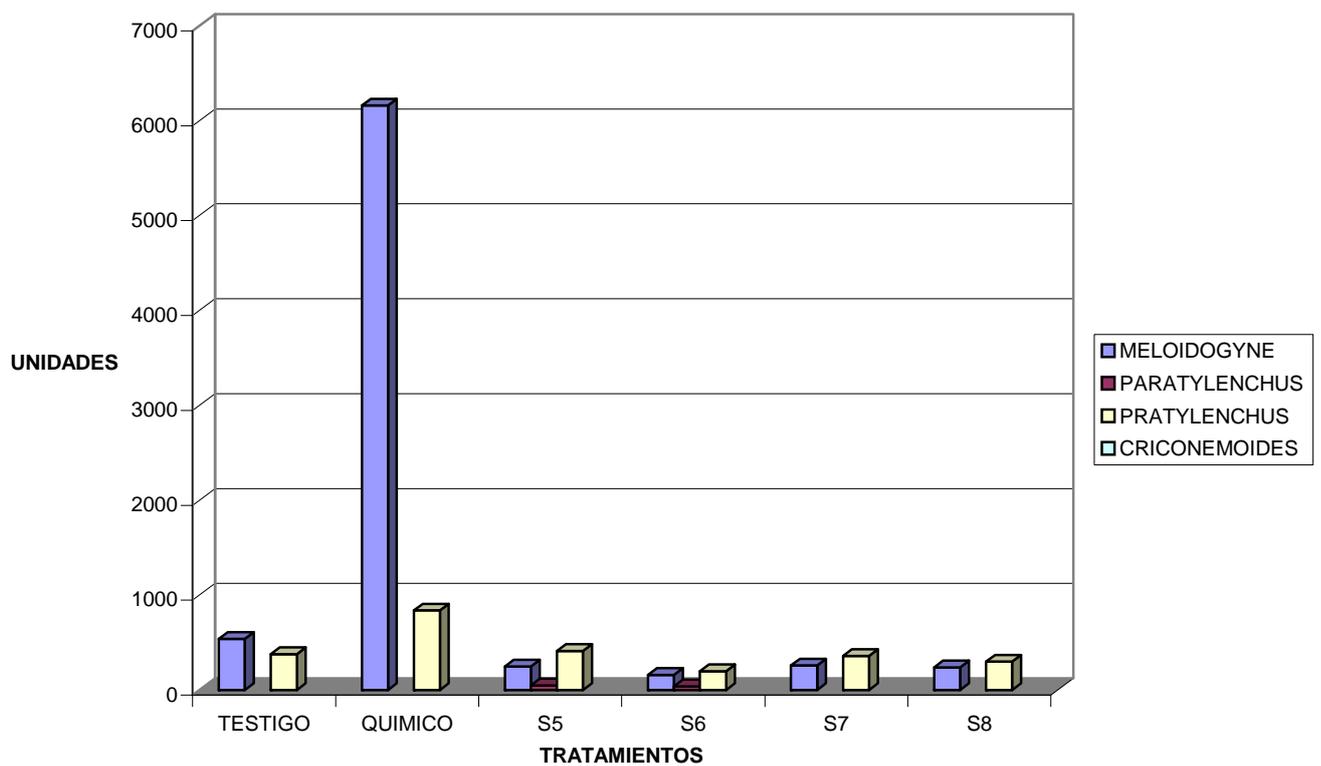


Figura 5. Comportamiento de densidad poblacional de los diferentes géneros de nematos encontrados en el muestreo de raíces realizado, después de la cosecha.

## 7 CONCLUSIONES

1. Para las variables de respuesta evaluadas, y de acuerdo al análisis estadístico el período de solarizado más efectivo fue el tratamiento S8 (ocho semanas de solarizado), seguido del tratamiento S7. Al respecto las menores densidades poblacionales de los géneros de nematodos evaluados las tuvieron los tratamientos S8, S7 y S6; mientras que estadísticamente las mayores densidades poblacionales fueron presentadas por el testigo, el tratamiento químico y el tratamiento S5.
2. El solarizado es efectivo para la disminución poblacional de los géneros *Pratylenchus*, *Paratylenchus* y *Criconemoides*, los cuales son controlados con las prácticas de solarizado, solo el género *Meloidogyne*, mostró un comportamiento uniforme durante el periodo que duro la evaluación (8 semanas). Los mayores niveles de población de *Criconemoides* sp fueron detectados en el muestreo de suelos y los tratamientos con mayor cantidad fueron el testigo y el S7; los mayores niveles de población de *Meloidogyne* sp, fueron medidos en las raíces, siendo el tratamiento químico el de mayor cantidad; las poblaciones de *Paratylenchus* más elevadas se obtuvieron en el muestreo de suelos, y en el tratamiento S5; y los niveles de población de *Pratylenchus* sp más altos se encontraron en las raíces y el mayor nivel lo tuvo el tratamiento químico.

## **8 RECOMENDACIONES**

1. En base a los resultados obtenidos, se recomienda inicialmente aplicar solarizado durante 8 semanas.
2. Realizar evaluaciones complementarias para validar los resultados obtenidos en el presente trabajo

## 9 BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, JJ. 1974. Introducción a la terapéutica vegetal. Argentina, América del Sur. 533 p.
2. Agrios, GN. 1988. Fitopatología enfermedades de las plantas ocasionados por hongos. Trad. por Manuel Guzmán Ortíz. México, Limusa. 740 p.
3. Andrews, KL; Quezada, JR. 1989. Manejo integra de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 623 p.
4. BAYER, GR. s.f. Disyston N 12 G: desinfectante de suelo, insecticida, acaricida y nematocida sistémico. República Federal de Alemania. 14 p.
5. Bergeson, GB. 1967. Evaluation of factors contributing to the pathogenicity of *Meloidogyne incognita*. Phythopatology 58(1):49-50.
6. Bran, R. 1995. Censo sobre áreas cultivas de flores en invernaderos del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Guatemala, Olefinas. 3 p.
7. Brickell, C. 1992. Plantas y flores. Trad. por Serrano M. y Vallespinos F. México, Grijalbo. 608 p.
8. Calderón, L. *et al.* 1992. Experiencias obtenidas con la solarización del suelo en Guatemala. *In* Taller regional de solarización del suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". p. 9-11.
9. Crozzoli, PR. 1989. Control de nemátodos *Pratylenchus penetrans* en crisantemo con diferentes dosis de Aldicarb. Fitopatología Venezolana 2(2):33-34.
10. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 29-30.
11. Fernadez, E. 1995. Experiencias en el uso de la solarización en Cuba. *In* Taller regional de solarización del suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". p. 5-6.
12. Gaitan R, JM. 1994. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo en el cultivo de la arveja china (*Pisum sativum* L.), durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, en el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 66 p.
13. Herrera, F. 1995. La solarización en Costa Rica. *In* Taller Regional de solarización del suelo. (1995, Honduras). 1995. Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". p. 1-3.
14. Katan, J; De Vay, J. 1991. Soil solarization historical perspectives principles and uses. Colección FAO: p. 24-34.

15. Manejo de plagas (3, 1995). 1995. Postgrado en inspección fitosanitaria. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 45-59.
16. Medina, J. 1995. Sobre la solarización en la República Dominicana. *In* Taller regional de solarización del suelo (1995, Honduras). Informe. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". p. 7.
17. Petit, P; Crozzoli, R. 1995. Nemátodos fitoparasíticos asociados a cultivos de ornamentales en Venezuela. *Fitopatología Venezolana* 8(2):41-44.
18. Sutton, B; Harmon, P. 1979. Fundamentos de ecología. México, Limusa. 293 p.
19. Yurrita E, R. 1978. Cultivo comercial de flores, Guatemala, Delgado. 126 p.

**10 ANEXO**

**Figura 6A** Crisantemos producidos en los tratamientos s8 y s7 previo a ser cosechados.



**Cuadro 14A Descripción de los tratamientos evaluados.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo de exposición</b>	<b>Material de desinfección</b>
<b>1</b>	<b>Ninguno</b>	<b>Ninguno</b>
<b>2</b>	<b>5 Semanas</b>	<b>Polietileno de 1.25 milésima de "</b>
<b>3</b>	<b>6 Semanas</b>	<b>Polietileno de 1.25 milésima de "</b>
<b>4</b>	<b>7 Semanas</b>	<b>Polietileno de 1.25 milésima de "</b>
<b>5</b>	<b>8 Semanas</b>	<b>Polietileno de 1.25 milésima de "</b>
<b>6</b>	<b>-----</b>	<b>Disulfoton</b>

**Cuadro 15A Croquis de campo de la distribución de los tratamientos y sus repeticiones.**

<b>Bloque I</b>	<b>Bloque II</b>	<b>Bloque III</b>	<b>Bloque IV</b>	<b>Bloque V</b>
<b>s6</b>	<b>T</b>	<b>Q</b>	<b>T</b>	<b>s8</b>
<b>Q</b>	<b>s6</b>	<b>s7</b>	<b>s6</b>	<b>T</b>
<b>s5</b>	<b>s5</b>	<b>s6</b>	<b>s7</b>	<b>Q</b>
<b>s7</b>	<b>s8</b>	<b>T</b>	<b>s8</b>	<b>s5</b>
<b>s8</b>	<b>s7</b>	<b>s5</b>	<b>Q</b>	<b>s6</b>
<b>T</b>	<b>Q</b>	<b>s8</b>	<b>s5</b>	<b>s7</b>

