

# Control microbiano de *Sagalassa valida* Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) en Tumaco (Nar.)\*

Microbial control of *Sagalassa valida* Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae) with the nematode *Steinernema carpocapsae* IN Tumaco (Nar.)

LUIS EBER ORTIZ S.<sup>1</sup>; HUGO CALVACHE G.<sup>2</sup>;  
EMILIO LUQUE Z.<sup>3</sup>

## RESUMEN

El barrenador de las raíces de la palma, *Sagalassa valida* Walker, se ha constituido en la plaga de mayor importancia económica en las plantaciones de palma de aceite localizadas en la Zona Occidental del país y en algunas de la Zona Oriental. El daño continuado, en el sistema radical de palmas jóvenes, origina atraso en el desarrollo y reducción en la producción hasta en un 70%, secamiento foliar ascendente y volcamiento por pérdida de anclaje. El ambiente protegido en el cual se desarrolla la plaga brinda la oportunidad para el establecimiento de un control microbiano basado en la acción del nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Rhabditida: Steinernematidae), cuya multiplicación puede realizarse *in vivo* utilizando larvas de *Galleria mellonella*

## SUMMARY

The root borer of oil palm, *S. valida*, has become an economically significant pest in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations on the West and some on the Eastern part of Colombia. The continuous damage to the root system of young trees causes delayed development and yield decreases up to 70%, an upward frond drying, and tilting due to deficient rooting. The protected environment where the pest develops makes it possible to establish a microbial control based on the action of the nematode *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Rhabditida: Steinernematidae) which can be multiplied *in vivo* using *Galleria mellonella* (L.) larvae. The infectivity of the nematode was shown both in the laboratory at 27 ± 3°C and in the field under the climatic conditions of

\* Apartes de la Tesis de Ing. Agrónomo del primer autor. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.

<sup>1</sup> Ing. Agrónomo. Salamanca S.A. Tumaco (Nariño)

<sup>2</sup> Ing. Agrónomo, M.Sc. Area de Entomología. CENIPALMA. Apartado Aereo 252171. Santafé de Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup> Biólogo, M.Sc. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá, Colombia.

(L.). La infectividad del nematodo se probó tanto en laboratorio a  $27 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , como en campo bajo las condiciones climáticas de Tumaco (Nar.). El ciclo de vida de *G. mellonella* fue de 70 días así: huevo, 7 días; larva (7 instares), 38 días; pupa, 25 días. La producción de nematodos sobre larvas de 7º instar fue de 165.000. El control obtenido, en laboratorio, fue del 100%, cuando se utilizaron larvas de *S. valida* de 3er instar colocadas sobre papel filtro y del 90% sobre muestras de suelo. En el campo, la dosis de 1.500.000 nematodos por palma fue altamente eficiente.

Tumaco. The life cycle of *G. mellonella* was 70 days, as follows: egg stage, 7 days; larvae (7 instars), 38 days; pupae, 25 days. The production of nematodes on 7th instar larvae was 165,000. The control obtained in the laboratory was 100% when using 3rd instar *S. valida* larvae placed on filter paper and of 90% on soil samples. In the field, with a population of 1.500.000 nematodes per tree, the control was efficient.

Palabras claves: Control microbiano, *Sagalassa valida*, *Steinernema carpocapsae*, Nematodos entomopatógenos, Plagas, Palma de aceite.

## INTRODUCCION

En Colombia, el cultivo de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) abarca cerca de 118.000 ha, de las cuales unas 13.000 están en la Zona Occidental, localizadas en el municipio de Tumaco (Nar.) (FEDEPALMA 1993).

Entre los problemas fitosanitarios que afectan el cultivo en esta zona, se encuentra el barrenador de las raíces de la palma, *Sagalassa valida* Walker (Lepidoptera: Glyphipterigidae), cuyo daño consiste en la destrucción casi total del sistema radicular de las palmas.

El insecto *S. valida* ha sido registrado en las diferentes zonas productoras de palma de aceite de Latinoamérica (Genty et al. 1978); sin embargo, en Colombia solamente en la Zona Occidental ha causado pérdidas de importancia económica, especialmente en palmas jóvenes, menores de 4 años (Calvache y Gómez 1991). Según los cultivadores de la región, la plaga ha venido adquiriendo importancia hace aproximadamente unos 10 años, período durante el cual ha sido común observar palmas raquílicas, de bajo porte, de escasa o nula producción, con amarillamiento foliar ascendente y volcamiento o mal anclaje por falta de raíces (Fig. 1). Según Genty et al. (1978), en el Ecuador se presentó la caída de varios centenares de palmas de cuatro años debido a la destrucción de las raíces causada por *S. valida*, y en la zona de Tumaco, en una plantación, las pérdidas en la producción alcanzaron un 70% (Corredor<sup>1</sup>).

El daño directo del insecto se puede observar más fácilmente en las raíces primarias y secundarias, en las cuales la larva, al alimentarse, destruye totalmente los tejidos internos y forma una galería donde acumula sus excrementos. Inicialmente, los tejidos son de color rosado a rojizo, coloración que caracteriza al daño nuevo; el daño viejo se reconoce por una coloración marrón oscuro (Fig.2). Dados los hábitos del insecto en su estado larval, se ha utilizado el daño nuevo como un criterio para calificar la presencia de la plaga y la intensidad de ataque. Según Genty et al. (1978), el 20% de daño fresco constituye el nivel crítico.

El control del barrenador de las raíces de la palma se ha basado casi exclusivamente en la aplicación continuada de insecticidas químicos, cuya eficiencia depende del número de aplicaciones realizadas en el cultivo. Esta circunstancia ha motivado la búsqueda de nuevas alternativas de control, considerando prácticas agronómicas, barreras físico-mecánicas y el uso de microorganismos entomopatógenos. Entre estos, los nematodos son los organismos que más se ajustan para la implementación de un programa de control microbiano, en consideración al ambiente protegido donde se desarrolla el insecto huésped. Por otra parte, Chávez (1990), Orellana (1986) y Sarzoza (1991) han comprobado experimentalmente que el nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) (Rhabditida : Steinernematidae) controla eficientemente la plaga, bajo las condiciones del occidente ecuatoriano.

Respecto a este nematodo, Poinar (1979) dice que infecta más de 250 especies de insectos de diferentes órdenes bajo condiciones de laboratorio y se considera

<sup>1</sup> CORREDOR, J.1992. Comunicación personal. Palmeiras. Av. 4a.N No. 18N-64. Cali, Colombia



Figura 1. Daño de *Sagalassa valida* en una raíz de palma de aceite.



Figura 2. Sintomatología externa de una palma de aceite afectada por *Sagalassa valida*.



Figura 3. Trampa de White para coleccionar nematodos.

como sinónimo de *Neoplectana carpocapsae*. La infección es el resultado de un proceso activo en el cual el nematodo, en estado infectivo, busca a su huésped, en respuesta a estímulos físicos y químicos (Schmidt y All1978).

La desventaja de los nematodos como organismos entomógenos para programas de control biológico, radica en la necesidad de utilizar grandes poblaciones por unidad de superficie. Existen sistemas eficientes de producción masiva del nematodo que han contemplado la producción *in vivo* e *in vitro*. La primera, según Dutcky (1959), Poinary Himsforth (1967), Bustillo (1976), Kuno et al. (1982) y otros ha dado resultados positivos sobre larvas de *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae).

Al considerar los hábitos del barrenador de las raíces que vive en un ambiente protegido, la alta capacidad de adaptación del nematodo a diferentes medios y las condiciones de humedad predominantes de la zona occidental de Colombia, se planeó el presente trabajo, con miras a controlar la plaga sin contaminación del medio ambiente.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Hacienda Salamanca, localizada en la vereda Candelillas del municipio de Tumaco (Nar.), en la margen izquierda del río Mira, cuyas características climatológicas se encuentran enmarcadas por los siguientes parámetros: 50 msnm, 28°C de temperatura promedio; 3.100 mm de precipitación anual y 90% de humedad relativa.

El trabajo se dividió en tres etapas principales a saber: reconocimiento de la zona de mayor ataque en la palma, producción del nematodo y pruebas de patogenicidad en laboratorio y campo.

### Localización de la plaga en el campo

Con el fin de determinar el lugar más conveniente para la liberación del nematodo en el campo, se desarrolló un trabajo tendiente a conocer el sitio de mayor actividad de la plaga. Para el efecto se muestrearon dos lotes de palma de aceite de 20 ha cada uno, con edades de 6 y 18 meses, respectivamente, en una densidad de dos palmas, tomadas al azar por hectárea. Para esta lectura se hicieron huecos de 30 cm de ancho x 60 cm de largo x 40cm de profundidad, en las bases de las palmas, para observar el daño causado por las larvas respecto al número total de raíces y su ubicación en cuanto a profundidad y distancia de la base del estipe.

## Producción del nematodo

En el proceso de producción del nematodo *in vivo* se siguieron tres pasos fundamentales: multiplicación de *G. mellonella* para la infección, recuperación y almacenamiento del nematodo.

Para la multiplicación se estableció una cría de *G. mellonella* a partir de larvas. Estas se introdujeron en frascos de vidrio, tipo confitero, para la obtención de adultos. Para la producción de posturas, dentro de los frascos, junto con las polillas se colocaron tiras de papel mantequilla de 22 cm de largo X 2 cm de ancho, dobladas en forma de pliegues; cada frasco tenía tres tiras para oviposición y 40 adultos, entre machos y hembras, en una proporción de 1:3. Siete días después, las tiras de oviposición se pasaron a frascos confiteros destinados al desarrollo de la cría, una por recipiente; para la alimentación de las larvas se utilizó una dieta compuesta por harina de maíz, germen de trigo, levadura de cerveza, leche en polvo, miel de abejas, glicerina, agua y formaldehído. Los frascos se cerraron herméticamente durante los primeros 8 días para evitar la fuga de las larvas de 1er. instar; luego, una vez establecida la colonia en la dieta, se colocaron tapas con malla fina de 1 mm para mantener el intercambio de aire entre el medio externo y el interior de los frascos.

Para obtener una producción constante de larvas de *G. mellonella*, se indujo un desfase generacional, para lo cual las larvas provenientes de la primera generación, separadas en tres grupos, de 10 frascos cada uno, se sometieron a distintas temperaturas así: el primero, a una más alta que la media del laboratorio, para lo cual se acondicionó un estante con cuatro bombillos de 100 bujías encendidos permanentemente; los frascos se pintaron de color negro, para impedir la penetración de los rayos de luz y retener el calor emitido por los bombillos. El segundo grupo permaneció a la temperatura media del laboratorio que fue de  $27 \pm 3^\circ\text{C}$ . El tercero quedó a una temperatura inferior a la del laboratorio, para lo cual los frascos se farraron con papel periódico que se mantuvo constantemente húmedo. Obtenido el desfase generacional, las siguientes generaciones se mantuvieron a temperatura ambiente. Se llevó un registro de la duración de los diferentes estados para conocer el

ciclo de vida del insecto, como base para la planeación de actividades.

La infección con el nematodo se hizo sobre larvas del último instar, según la técnica descrita por Bustillo (1976), utilizando 6 ml de una solución cuya concentración era de 2.000 nematodos/ml. Para disminuir la actividad

de las larvas y facilitar la infección, las cajas se pintaron de color negro, tal como lo propusieron Laumond et al. (1979). Seis días después de la infección, las larvas de *G. mellonella* muertas se pasaron a la trampa de White para la captura de nematodos. Para estas trampas se utilizaron bandejas plásticas de 40 cm X 50 cm X 2 cm de profundidad, con una lámina de agua de unos 500 cm<sup>3</sup> con formaldehído al 0,1%, en las cuales se colocaron cuatro segmentos, de 35 cm de largo, de tubo de PVC de 2" de diámetro, cortado longitudinalmente por la mitad. La parte dorsal de estos se cubrió con papel filtro, de manera que sus bordes llegaran hasta la lámina de

agua. En cada segmento se dispusieron 50 larvas infectadas (Fig 3). Diariamente se colectaron los nematodos recuperados en las bandejas y se llevaron a recipientes plásticos de 55 lt provistos de un sistema de aireación, donde fueron almacenados durante 30 días. La temperatura del recipiente fue de 16°C. Antes de proceder en forma definitiva al almacenamiento, se cuantifico el número de nematodos producidos por larva, con base en 52 larvas de *Galleria* tomadas al azar; para esta lectura se tomaron volúmenes de 0.01 mm con 10 repeticiones y luego se extrapoló el dato obtenido al total de la solución por larva contenida en el recipiente.

## Pruebas de patogenicidad

### Laboratorio

Para evaluar la infectividad del nematodo se realizaron siete pruebas de patogenicidad sobre 1.400 larvas de 7° instar de *G. mellonella* y 350 larvas de 3er instar de *S. valida*. En ambos casos se evaluaron diferentes concentraciones del nematodo. así: 10.000, 8.000, 6.000, 4.000, 2.000, 1.000 y 0 nemas en 6 ml de agua. Estas pruebas se efectuaron sobre papel filtro humedecido. Igualmente se realizaron seis pruebas de patogenicidad con 300 larvas de *S. valida*, utilizando suelo de la plantación, en cajas plásticas de 40 cm de largo X 30 cm



Existen  
sistemas  
eficientes para  
la producción  
masiva del  
nematodo in  
vivo e in vitro.

de ancho X 20 cm de profundidad. Los resultados se sometieron al análisis de varianza.

#### Pruebas de Campo

Los tratamientos fueron representados por diferentes dosis de suspensiones de nematodos, endo-sulfan y un testigo absoluto, así:

t<sub>1</sub>: 500.000 nemas/palma

t<sub>2</sub>: 1.500.000 nemas/planta

t<sub>3</sub>: endosulfan 35 CE, 8 cm<sup>3</sup> de producto comercial/planta/2 lt de agua.

t<sub>4</sub>: Testigo

La unidad experimental fue una parcela de 732,32 m<sup>2</sup> (9,2 m x 7,96 m x 10) compuesta por dos surcos de 5 palmas cada uno. El área total del ensayo fue de 11.717,12 m<sup>2</sup> (732,32 x 4 x 4). Se utilizó la variedad de palma ASD, la densidad de siembra fue de 9,2 m x 7,96 m, las labores de fertilización, cosecha y demás labores del cultivo fueron las efectuadas tradicionalmente en la empresa. La aplicación de la suspensión del nematodo se aplicó en el mes de noviembre de 1992, al igual que la suspensión con el producto químico.

Posteriormente se hicieron evaluaciones mensuales durante 6 meses, muestreando cada vez una palma por tratamiento. El experimento se llevó a cabo durante siete meses, tiempo suficiente para evaluar la patogenicidad del nematodo sobre las larvas de *S. valida*.

Para evaluar el control ejercido por los diferentes tratamientos se realizó un muestreo manual de raíces, por tratamiento. El tamaño del hueco hecho en la base de la palma fue de 40 cm de ancho por 60 cm de largo y 30 cm de profundidad, teniendo cuidado en aflojar el suelo en este volumen y luego, de manera manual, extraer la tierra, dejando únicamente las raíces adheridas a la palma, de manera que se pudiera observar claramente el daño causado por las larvas de *S. valida*.

El nivel de infestación se determinó previamente a la aplicación de los tratamientos en estudio, mediante un muestreo general de raíces. La aplicación se realizó con una bomba de espalda de aplicación manual, con capacidad de 20 lt, en los primeros 50 cm de radio, en el plato radicular de la palma.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Localización de la plaga en el campo

El daño causado por *S. valida*, en el lote de 6 meses de sembrado, se encontró a una distancia promedio de 10,83 cm, respecto a la base de la palma y a una profundidad de 12,08 cm (Tabla 1); el daño disminuyó a medida que aumentaba la distancia y la profundidad (Tabla 2).

Las larvas de la plaga se encontraron especialmente en raíces jóvenes y alimentándose en dirección a la base de la palma; se encontraron exuvias de las larvas en algunas raíces con daño fresco, por lo que se supone que las larvas cambian de raíz en cada muda; las larvas que se encontraron más cerca del estipe fueron de instares más avanzados que las encontradas a mayor distancia. Respecto a la profundidad, las larvas encontradas muy cerca de la superficie fueron igualmente de instares más avanzados que las encontradas a mayor profundidad, incluso se encontraron 2 pupas en raíces

Tabla 1. Número de raíces, daño fresco, porcentaje de daño, distancia y profundidad del daño en palmas de 6 y 18 meses de sembradas afectadas por *Sagalassa valida* (Promedios). Tumaco (Nar.)

Edad (meses)	Número de Raíces	Numero de daño fresco	Porcentaje de daño	Distancia de daño (cm)	Profundidad de daño (cm)
6	12,16	1,68	13,81	10,83	1,08
18	19,05	1,35	7,08	22,50	20,00

Tabla 2. Número de raíces con daño de *S valida* encontrado a diferentes profundidades y distancias respecto a la base del estipe. Tumaco (Nar.)

Edad (meses)	Rango (cm)	No. de daños (Distancia)	No. de daños (Profundidad)
6	<10	1	5
	11-20	5	5
	21-30	0	2
	31-40	0	0
	>41	0	0
18	<10	3	7
	11-20	9	13
	21-30	9	6
	31-40	3	1
	>41	3	0

con daño antiguo, muy cercanas a la superficie del suelo y a la base de la palma.

En el lote de 18 meses de sembrado, el daño se encontró a una distancia promedio de 22,5 cm respecto a la base de la palma y a una profundidad promedio de 20 cm (Tabla 1); el daño se concentró entre 11-20 cms de profundidad, disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la base de la palma y la profundidad (Tabla 2).

Teniendo en cuenta los anteriores resultados, el nematodo se aplicó en los primeros 40 cm del plato radicular, ya que esta área fue donde se encontró la plaga, favoreciendo así la localización de la plaga por parte del nematodo.

#### Producción de nematodos

##### Cría de *Gallería mellonella*

Cada polilla de *G. mellonella* colocó entre 50 y 600 huevos, siendo el promedio de oviposición de 150 huevos por hembra; los huevos eclosionaron entre los 7 y 8 días después de ser colocados, e inmediatamente las larvas migraron a la dieta, colonizando, especialmente, la parte inferior del pastel de alimentación. Inicialmente, el consumo fue lento y aumentó a medida que las larvas fueron adquiriendo un mayor desarrollo. La duración del ciclo de vida parcial se presenta en la Tabla 3. Las larvas estuvieron aptas para ser parasitadas por el nematodo desde los 32 a los 45 días, período en el cual habían alcanzado su mayor tamaño. Este incide directamente en el número de nematodos producidos por larva.

La duración de los estados de huevo y larva, bajo las condiciones normales de temperatura ( $27 \pm 3$  °C) en el laboratorio, fue en total de 70 días, mientras que cuando se elevó la temperatura a  $39 \pm 1$  °C, el ciclo parcial fue de  $55 \pm 2$  días, y cuando los frascos se sometieron a baja

Tabla 3. Duración promedio del ciclo de vida parcial de *Gallería mellonella* (L). Tumaco (Nar.).

Estado de desarrollo	Tiempo (días)
<b>HUEVO LARVA</b>	<b>7 ± 2,0</b>
1° y 2° Instares	16 ± 2,0
3° y 4° Instares	11 ± 2,5
5° y 6° Instares	8 ± 1,0
7° Instar	3 ± 1,0
Prepupa	25 ± 3,0
<b>Total</b>	<b>70</b>

temperatura ( $15 \pm 2$  °C), el ciclo de huevo a pupa se completó en  $80 \pm 2$  días, logrando con lo anterior una diferencia de desarrollo vital para una producción continua de nematodos.

Al cuantificar el número de nematodos producidos por cada larva de *G. mellonella*, se observó que dependiendo del tamaño y el vigor de las larvas, éstas produjeron de 30.000 a 240.000 nematodos/larva (Tabla 4). En total se hicieron 520 lecturas. El número promedio de nematodos producido por larva de *G. mellonella* fue de 165.000, dato que se puede utilizar como base para la cuantificación de la producción de nematodos para llevar al campo.

#### Infeción y almacenamiento

Las larvas infectadas con el nematodo perecieron de 24 a 72 horas después de parasitadas, y presentaron síntomas de flacidez en todo el cuerpo, coloración café oscura y sin olor desagradable. Durante el tiempo en que el nematodo migró del cuerpo del insecto hacia la solución de la trampa de White fue necesario trasladar los nematodos al tanque de almacenamiento diariamente, de lo contrario el nematodo perecía por falta de oxígeno. En el tanque de almacenamiento se mantuvieron durante dos meses, en una concentración de 2.000.000 por litro.

#### Prueba de patogenicidad

##### Laboratorio

La mortalidad de las larvas de *G. mellonella* infectadas con el nematodo estuvo en función de la concentración del nematodo y varió desde el 100% cuando se utilizaron 10.000 nematodos diluidos en 6 ml de agua hasta un 10,5% cuando se utilizaron 1.000 nematodos en la misma cantidad de agua (Tabla 5).

Tabla 4. Producción de nematodos por larva de *G. mellonella*.

Rango de (Nematodos)	No. de Larvas de <i>G. mellonella</i>
30.000 - 50.000	3
51.000 - 70.000	0
71.000 - 100.000	2
101.000 - 120.000	4
121.000 - 140.000	6
141.000 - 160.000	8
161.000 - 180.000	11
181.000 - 200.000	9
201.000 - 220.000	6
221.000 - 240.000	3

Como se puede observar en las Tablas 5 y 6, la efectividad del nematodo está altamente influenciada por la concentración utilizada, lo cual concuerda con lo encontrado por Chávez (1990) y Laumond et al. (1979), entre otros. Para realizar un eficiente control de la plaga en el campo, por parte del nematodo, se hace necesario utilizar concentraciones altas.

## Prueba de Campo

### A. Daño fresco

En la lectura realizada en noviembre, antes de la liberación de *S. carpocapsae*, todas las parcelas presentaron valores de daño fresco en las raíces que iban de 7,5 a 13,8% (Tabla 7). En los meses de enero y marzo de 1993, el testigo presentó los mayores porcentajes de daño con 12,1 y 11,9%, respectivamente, los cuales fueron superiores a los demás tratamientos; en los

Tabla 5. Mortalidad de *G. mellonella* utilizando diferentes concentraciones del nematodo *Steinernema carpocapsae*. Tumaco (Nar.)

Vol(ml)	Nemas	Larvas Afectadas (72 Horas)	%Mortalidad
6	10.000	200	100,0
6	8.000	200	100,0
6	6.000	183	91,5
6	4.000	108	54,0
6	2.000	57	28,5
6	1.000	21	10,5
6	0	200	0,0

Tabla 6. Mortalidad de *Sagalassa valida* utilizando diferentes concentraciones del nematodo *Steinernema carpocapsae* (cajas plásticas de 40x30x20, son papel filtro o suelo de la plantación). Tumaco (Nar.)

Medio	Vol(ml)	Nemas	Larvas afectadas (72 Horas)	% Mortalidad
Papel filtro	6	10.000	50	100
	6	8.000	45	90
	6	6.000	43	86
	6	4.000	40	80
	6	2.000	30	60
	6	1.000	11	22
	6	0	0	0
Suelo	10	10.000	45	90
	10	8.000	30	60
	10	6.000	10	20
	10	4.000	10	20
	10	1.000	4	8
	10	0	0	0

meses de diciembre, febrero, abril y mayo estuvo ligeramente por debajo únicamente del tratamiento químico. Durante el ensayo se presentó un daño continuo que no disminuyó, y que, por el contrario, fue superior en los siguientes meses, a excepción de mayo que bajó ligeramente a 7,7%. En general se presentó el comportamiento característico de la plaga, en el cual el daño es continuo y va mermando la capacidad de la palma para absorber sus nutrientes y afectar las demás funciones que corresponden a las raíces; la plaga presentó superposición de estados, tal como lo demuestran los resultados obtenidos, cuyos niveles de daño se mantuvieron a través del tiempo.

El endosulfán presentó en diciembre, febrero, abril y mayo los valores más altos de daño y en los meses de enero y marzo estuvo ligeramente más bajo que el testigo (Tabla 7). Muy al contrario de lo que se podría esperar con la aplicación del insecticida, el nivel de daño no disminuyó. Es posible que el insecticida no haya penetrado hasta el sitio donde se concentraba la plaga, por lo cual las larvas no se vieron afectadas. Pudo sí, afectar los adultos que emergían, al igual que las larvas recién nacidas y que estaban buscando raíces para su alimentación a nivel superficial y tuvieron contacto con el insecticida antes de su degradación. Para que el producto químico cumpla con un eficiente control, Genty et al. (1978) señalan que son necesarias hasta tres aplicaciones, una cada mes. En general, el comportamiento del tratamiento químico fue similar al del testigo, indicando esto que una sola aplicación no es suficiente para el control de *S. valida*.

La dosis de 500.000 nemas/palma (t1) presentó, a través del experimento, valores mas bajos de daño fresco que el del muestreo inicial, teniendo la tendencia a ir disminuyendo con el trascurso del tiempo, para el período comprendido entre noviembre y mayo; este tratamiento únicamente presentó un valor de daño fresco menor que el tratamiento de 1.500.000 nemas/palma en el mes de diciembre. En comparación con los tratamientos testigo y endosulfán, el t1 siempre presentó valores más bajos (Tabla 7). Con este tratamiento, aunque tiene la tendencia a bajar, no se ve el efecto tan marcado como con el tratamiento (t2) de 1.500.000 nemas/palma. Su eficiencia fue mejor en el primer mes después de la aplicación y luego se mantuvo constante, sin dejar subir la población a su nivel inicial. El nivel de daño, en la zona de Tumaco, para optar por el control químico se ha fijado aproximadamente en 6% para las diferentes plantaciones; por lo tanto, esta concentración logró mantener la plaga ligeramente por debajo de ese nivel.

Tabla 7. Porcentaje obtenido de raíces con daño fresco de *Sagalassa valida*, Obtenido con los diferentes tratamientos de control. Tumaco (Nar.), 1992-1993.

Tratamiento	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
t1 500.000 nemas	7,5	6,6	6,2	6,4	5,9	6,0	5,8
t2 1.500.000 nemas	13,8	8,3	5,0	4,0	1,7	2,2	2,4
t3 Endosulfan	9,1	9,3	11,5	11,3	11,2	10,1	9,4
t4 Testigo	8,0	8,7	12,5	10,9	11,9	9,8	7,7

La concentración de 1.500.000 nemas/palma (t2) logró reducir los porcentajes de daño durante el período de noviembre a mayo. Este tratamiento logró reducir el porcentaje de daño en mayor grado, obteniéndose mejores resultados que con los demás tratamientos (Tabla 7). A pesar de que el nivel de daño para el mes de noviembre con este tratamiento fue el más alto, los nematodos lograron reducir el daño fresco en mayor grado. Estos resultados posiblemente se deben a que una gran concentración de nematodos logró penetrar en el suelo con poblaciones suficientes como para causar una buena infección a la plaga, mermando su población mes tras mes. Para Georgis (1991) y Poinar (1979), cuando se utilizaron poblaciones altas de nematodos, estos lograron penetrar hasta los 10 cm de profundidad en un suelo arcilloso similar al que se presenta en el sitio del estudio, mientras que cuando la concentración disminuía, mermaba su desplazamiento. Resultados similares obtuvieron Chávez (1990) y Orellana (1986), cuando las concentraciones de nematodos aplicados al suelo disminuían.

Al realizar el análisis de varianza de los cuadrados medios para los bloques, se presentó significancia al 5% en los meses de enero y abril, lo que indica que la distribución del daño en el campo es uniforme. Los coeficientes de variación registrados para cada uno de los meses no sobrepasaron los límites del 25%, valor aceptable para este tipo de análisis, a excepción del mes de mayo que llegó al 32%.

Entre tratamientos se presentó significancia a nivel del 1% en los meses de enero, febrero, marzo y abril. El tratamiento 2, correspondiente a 1.500.000 nemas/palma, presentó un gran porcentaje de control, igualmente confirmado cuando se analizaron los porcentajes de control utilizando la fórmula de Henderson y Tilton modificada.

Al realizar la Prueba de Significancia de Tukey al 5% de probabilidad se encontró que para el mes de enero se presentaban dos rangos, uno entre los tratamientos testigo y

endosulfán y el otro entre los tratamientos t1 (500.000 nematodos) y t2 (1.500.000 nematodos).

En promedio, el nivel de daño que presentó el testigo y el tratamiento con endosulfán fue de 63 y 56% más, respectivamente, que las palmas tratadas con 1.500.000 nematodos.

En el mes de febrero no se presentaron diferencias entre los tratamientos de 500.000 nematodos, endosulfán y el testigo, pero este rango si presentó diferencias con el tratamiento de 1.500.000 nematodos a excepción del tratamiento de 500.000 nematodos con el cual no hubo diferencias (Tabla 8).

En promedio, el nivel de daño que presentó el tratamiento con endosulfán y el testigo fue de 68 y 63% más, respectivamente, que las palmas en la cuales se aplicó 1.500.000 nematodos.

El comportamiento para los meses de marzo y abril fue similar al mes anterior, en que solamente se presentan diferencias entre los tratamientos con el nematodo. En marzo, el promedio del nivel de daño que presentó el testigo y el tratamiento con endosulfán (t3) fue del 197% y 195% más, respectivamente, que las palmas con el tratamiento de 1.500.000 nematodos. Para el mes de abril, el promedio del nivel de daño que presentó el tratamiento con endosulfán y el testigo fue del 91 y 76% más, respectivamente, que el tratamiento con 1.500.000 nematodos.

## B. Raíces nuevas

En la lectura realizada en noviembre, antes de la liberación del nematodo, las parcelas presentaron valores que oscilaron entre 12,0 y 18,8% de raíces nuevas (Tabla 9). El testigo presentó en el mes de enero valores similares a los otros tratamientos; en el mes de febrero presentó el valor más alto de raíces nuevas con 24,7%, pero luego decreció y a través del ensayo presentó los

Tabla 8. Porcentaje de control de *Sagalassa valida* obtenido con los diferentes tratamientos (Formula de Henderson y Tilton modificada) Tumaco (Nar.), 1992-1993.

Tratamiento	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
t1 500.000 nemas	24,1	48,8	41,3	50,4	38,8	24,7
t2 1.500.000 nemas	5,8	58,7	63,3	85,7	77,6	68,8
t3 Endosulfan	6,9	5,0	4,0	5,9	3,1	22,1

Tabla 9. Porcentaje de raíces nuevas con los diferentes tratamientos. Tumaco (Nar.), 1992 - 1993

Tratamiento	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
t1 500.000 nemas	13,7	12,8	17,6	21,3	26,1	22,6	14,3
t2 1.500.000 nemas	13,3	18,1	25,6	25,7	23,5	35,2	23,5
t3 Endosulfan	18,8	15,7	16,9	13,9	9,5	18,4	17,2
t4 Testigo	12,0	24,7	18,6	24,7	10,8	13,0	14,7

## BIBLIOGRAFIA

valores más bajos de porcentaje de raíces nuevas junto con el tratamiento de endosulfan (t3).

En general, no hubo un incremento importante a través del tiempo en cuanto a raíces nuevas se refiere. Los resultados obtenidos para los diferentes tratamientos presentaron la tendencia a tener un valor constante de emisión de raíces a través del tiempo.

En general, el análisis estadístico demuestra que no se presentaron diferencias en el comportamiento de emisión de raíces en los diferentes tratamientos. Sólo se presentó significancia a nivel del 5% en los meses de noviembre y abril.

## CONCLUSIONES

En la multiplicación del nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser), el ciclo de vida del huésped *Gallería mellonella* (L.) se puede manejar para optimizar la producción.

Tanto las pruebas de laboratorio como de campo muestran que el nematodo controla *S. valida*.

El nematodo *S. carpocapsae* es posible reproducirlo *in vivo* en la zona de Tumaco (Nar.), empleando elementos propios de la región y bajo en condiciones sencillas.

La efectividad del nematodo en el control de la plaga esta influenciada por la concentración empleada, siendo más eficiente a mayores concentraciones.

- BUSTILLO, A. 1976. Patogenicidad del nematodo *Neopielectana carpocapsae* en larvas, prepupas y pupas de *Oxydia trychiata*. Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v.2 no.4, p. 139-144.
- CALVACHE, H.; GOMEZ, P.L. 1992. Comportamiento de las plagas de la palma de aceite en Colombia, durante 1990. Palmas (Colombia) v. 12 no. 3, p.7-14.
- CHAVEZ, F. 1990. Control biológico de los insectos *Sagalassa valida* y *Alurnus humeralis* en palma africana. ED: Memorias, Reunión de ANCUPA. Santo Domingo de los Colorados (Ecuador), Nov, 1990. ANACUPA, Quito, p.87-92.
- DUTCKY, S.R. 1959. Insect microbiology. Advances in Applied Microbiology (Estados Unidos) v. 1, p.175 - 200.
- FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE ACEITE. 1993. Informe de labores 1992 - 1993. FEDEPALMA, Santafé de Bogotá. 97p.
- GENTY, P; DESMIER DE CHENON, R.; MORIN, J.P. 1978. Las plagas de la palma de aceitera en América Latina. Oleagineux (Francia) v. 33 no. 7, p.326-420.
- GEORGIS, R. 1991. Presentand future prospects for entomopathogenic nematode products. Biocontrol Science and Technology v. 2, p.83-99.
- KUNO, G.; MULET, J.; HERNANDEZ, M. 1982. Patología de los insectos con énfasis en las enfermedades infecciosas y su aplicación en el control biológico. 2a. ed. Departamento de Biología, Universidad del Valle, Cali (Colombia).p.137-139.
- LAUMOND; MAULEON, H.; KERMARREC, A. 1979. Donnes nouvelles sur le aspectre d'hotes el le parasitisme du nematode entomophage *Neopielectana carpocapsae*. Entomophaga (Francia), v. 24 no. 1, p.13-27.
- ORELLANA, F. 1986. *Sagalassa valida* Walker, el gusano barrenador de las raíces de la palma africana y su combate. INIAP, Quito. Boletín Divulgatjvo No. 190.p.2-6.
- POINAR, G.O., Jr. 1979. Nematodes for biological control of parasitism of larvae of the greater wax moth, *Galleria mellonella*. Journal of Nematology (Estados Unidos) v. 5 no.3, p. 151-328.
- SARNOZA, D. 1991. Cría masiva de *Neopielectana* sp. (Rhabditida, Neoplectanidae) en laboratorio y su efecto contra *Sagalassa valida* (Lepidoptera; Glyphipterigidae) en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). Universidad Técnica de Manabí, Puerto Viejo, Ecuador. 61p. (Tesis de Ing. Agrónomo)
- SCHMIDT, J.; ALL, J.N. 1978. Chemical attraction of *Neopielectana carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) to insect larvae. Environmental Entomology (Estados Unidos) v. 7, p.605-607.