

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CARBOSULFAN, METOMIL Y
PERMETRINA SOBRE EL BARRENADOR DE RAÍCES DE LA PALMA DE
ACEITE *Sagalassa valida* (LEPIDOPTERA: Glyphipterigidae)

VIVIANA CONSTAIN BENAVIDES
DIEGO ZAMORANO ALVAREZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO - COLOMBIA
2007

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CARBOSULFAN, METOMIL Y
PERMETRINA SOBRE EL BARRENADOR DE RAÍCES DE LA PALMA DE
ACEITE *Sagalassa valida* (LEPIDOPTERA: Glyphipterigidae)

VIVIANA CONSTAIN BENAVIDES
DIEGO ZAMORANO ALVAREZ

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo

PRESIDENTE DE TESIS
TITO BACCA Ph. D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO - COLOMBIA
2007

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo número 324 de Octubre 11 de 1966, emanada del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Pasto, 13 de agosto de 2007

Dedicado a:

Mis Padres: Margoth Benavides y Humberto Constain, por su amor incondicional y su incansable apoyo.

Mi Hermana: Brenda Constain, por acompañarme en todo momento

Mi Abuela: Graciela Benavides, por sus consejos y dedicación

Mis amigos: Viviana, Camila, Dayhan, Franklin, Danny, Edwin y Oscar

Mis zanqueros: Andrés, Javier, Dacy, Oscar y Paola

Compañeros de: Monsanto y deltavalle s.a

Y demás familiares y amigos

VIVIANA CONSTAIN BENAVIDES

Dedicado a:

Mis Padres: Fernando Zamorano Estrada y Gloria Alicia Álvarez

Mi Hermano: Juan Fernando Zamorano Álvarez

Y demás familiares y amigos

DIEGO ZAMORANO ALVAREZ

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

Doctor Tito Bacca, Presidente de la investigación, por su valiosa orientación.

Ingeniero Agrónomo, Victor Hugo Aguirre, Copresidente de esta investigación, por su ayuda en el trabajo de campo.

Profesores, Claudia Salazar Gonzáles MsC; Hernando Criollo Escobar MsC y Guillermo Castillo, Jurados de la investigación, por los aportes brindados a lo largo de la carrera y en esta investigación.

Ingeniero Marino Rodríguez MsC, Profesor de Diseño Estadístico, por su gran aporte de conocimiento a este trabajo.

Ingeniero Julio Cesar Herrera, por su gran apoyo y aportes a este trabajo.

Ingeniero Franz Betancourt, Director Zona Occidental – Cenipalma por la valiosa información para la realización de esta investigación.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 FACTORES AMBIENTALES DE LA PALMA DE ACEITE	17
2.1 MORFOLOGÍA DE LAS RAÍCES DE LA PALMA DE ACEITE	18
2.1.1 Las raíces de la palma de aceite	18
2.1.2 Sistema radical de la palma de aceite	18
2.1.3 Importancia del sistema radical en la producción de la palma de aceite	20
2.2 GENERALIDADES SOBRE <i>Sagalassa valida</i> W.	21
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Sagalassa valida</i> W.	22
2.4 HÁBITOS DE <i>Sagalassa valida</i> W.	22
2.5 CICLO DE VIDA DE <i>Sagalassa valida</i> W.	24
2.6 DAÑOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA	26
2.7 MANEJO INTEGRADO DE <i>Sagalassa valida</i>	30
2.7.1 Control físico	30
2.7.2 Control biológico	31
2.7.3 Control químico	31
2.8 INSECTICIDAS EVALUADOS EN EL CONTROL DE <i>Sagalassa valida</i> W.	33
3 MATERIALES Y METODOS	36
3.1 LOCALIZACIÓN	36
3.1.1 Características del área experimental	36
3.2 TRATAMIENTOS	36
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	38
3.4 VARIABLES DE RESPUESTA	38
3.4.1 Porcentaje de daño fresco	38

3.4.2 Porcentaje de raíces nuevas	40
3.4.3 Porcentaje de eficacia	41
3.5 ANALISIS ESTADISTICO	42
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Porcentaje de daño fresco de <i>Sagalassa valida</i> W.	43
4.2 Porcentaje final de daño fresco después de la aplicación de los insecticidas	45
4.3 Porcentaje de raíces nuevas	48
4.4 Porcentaje de eficacia de los insecticidas evaluados para el control de <i>Sagalassa valida</i> W.	51
5. CONCLUSIONES	56
6. RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	65

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1. Duración del ciclo de ciclo de <i>Sagalassa valida</i> Tumaco (N.)	26
Tabla 2. Consumo de raíces por cada instar larval de <i>Sagalassa valida</i>	27
Tabla 3. Promedio de los porcentajes iniciales de daño fresco de <i>Sagalassa valida</i> en raíces de la palma aceitera	44
Tabla 4. Promedio de los porcentajes de daño fresco de <i>Sagalassa valida</i> en la palma de aceite un mes después de aplicados los tratamientos	46
Tabla 5. Promedio de los porcentajes de raíces nuevas de palma de aceite un mes después de la aplicación de metomil, permetrina y carbosulfan	50
Tabla 6. Promedio de los porcentaje de eficacia de metomil, permetrina y carbosulfan en el control de <i>Sagalassa valida</i> barrenador de raíces de la palma de aceite	52

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Fig 1. Larva de <i>Sagalassa valida</i>	24
Fig 2. Pupa de <i>Sagalassa valida</i>	25
Fig 3. Adulto de <i>Sagalassa valida</i>	25
Fig 4. Bifurcación de raíces	28
Fig 5. Daño fresco de raíces	29
Fig 6. Inflorescencias masculinas	30
Fig 7. Calicata realizada para determinar el daño de raíces por <i>Sagalassa valida</i>	38
Fig 8. Remoción del suelo para descubrir las raíces de la palma	39
Fig 9. Clasificación y conteo de raíces	39

LISTA DE ANEXOS

	Pag
Anexo A. Ensayos preeliminares sobre el control de <i>S. valida</i>	65
Anexo B. Mapa de campo	66
Anexo C. Tabla de muestreo	67
Anexo D. Análisis de varianza del porcentaje inicial de daño fresco de <i>Sagalassa valida</i> en raíces de palma de aceite	68
Anexo E. Análisis de varianza del porcentaje final de daño de <i>Sagalassa valida</i> en raíces palma de aceite	69
Anexo F. Análisis de varianza del porcentaje de raíces nuevas en palma aceitera después de aplicar metomil, permetrina y carbosulfan	70
Anexo G. Análisis de varianza del porcentaje de eficacia de metomil, permetrina y carbosulfan en el control de <i>Sagalassa valida</i> W.	71

GLOSARIO

Barrenadura: destrucción de la raíz por el la larva que se alimenta de la raíz y se abre paso a través de ella.

Correosa: que fácilmente se doblega y se extiende sin romperse.

Deyecciones: son las excreciones de la larva que rellenan la raíz barrenada.

Críptico: cuando el daño no es visible, es decir que esta presente pero oculto.

Dimorfismo: condición de las especies animales o vegetales que presentan dos formas o aspectos anatómicos diferentes.

Esclerificado: propiedad de larvas minadoras en la que la cabeza y parte del tórax ganan dureza.

Lígula: especie de estípula situada entre el limbo y el pecíolo de las hojas de las gramíneas.

Neonata: hace referencia a larvas recién eclosionadas del huevo.

Obteta: todos los apéndices pegados la cuerpo, característica de las pupas de lepidopteros.

Raíces adventicias: se refiere a la característica de ciertas raíces al crecer por fuera del sitio habitual en la base del tallo.

Raquis: desecho que resulta después del proceso de separación del fruto del racimo.

RESUMEN

Sagalassa valida es considerada la plaga más limitante del cultivo de palma africana en Tumaco, causando pérdidas de importancia económica que reducen la producción hasta en un 70%. El principal control de esta plaga, es mediante la utilización del insecticida endosulfan, prohibido en Colombia desde 1997. Ante esta situación es importante evaluar otros insecticidas que presenten eficiencia para el control de lepidópteros plaga de hábitos crípticos, que pueden ser útiles para el manejo de *S. valida*. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia del carbosulfan, metomil y permetrina sobre poblaciones del barrenador de raíces de la palma de aceite *S. valida*. El experimento fue realizado mediante un diseño en bloques completos al azar, utilizando 5 repeticiones y 4 tratamientos correspondientes a los diferentes insecticidas y un testigo con agua. Un mes después de la aplicación del control químico se determinó la eficacia del metomil, carbosulfan y permetrina, obteniendo valores de 85,55%, 85,06% y 76,22% respectivamente, siendo estadísticamente iguales. Para determinar la eficacia fue utilizado el porcentaje de daño fresco mediante la fórmula de Henderson y Tilton. Los insecticidas evaluados son una alternativa para ser utilizados en el manejo de *S. valida* teniendo en cuenta aspectos como costos, grado toxicológico y modo de acción.

ABSTRAC

Sagalassa valida is considered the most limiting pest in oil palm crop in Tumaco, causing economic lost which reduces production up to 70%. Endosulfan is the main control for this pest. However, this insecticide has been banned in Colombia since 1997. For this reason, it is important to evaluate other insecticides that are efficient to control lepidopterous with cripticos habits, that may be useful to management *Sagalassa valida*. Therefore, the main purpose of this research was to evaluate carbosulfa's, metomil's and permetrina's efficiency on borer population of roots *Sagalassa valida* in oil palm. This research was carried out by using a randomized block design with 5 repetitions and 4 treatments corresponding to different insecticides and a control with water. The metomil's, carbosulfan's and permetrina's effectiveness was determined a month later, after having applied the chemical control obtaining values of 85.55%, 85.06% and 76.22% respectively. To establish the effectiveness of insecticides the percentage of fresh damage by means of Henderson & Tilton's formula was used. Data shows that the insecticides evaluated are an alternative to be used to management *Sagalassa valida* taking into account some aspects such as: costs, level of toxicity and mode of action.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el cultivo de la palma de aceite se ha expandido en la zona tropical de cuatro continentes, en América Latina Colombia es el principal productor y quinto en el ámbito mundial, el cultivo en el país ha tenido un incremento del 123% entre los años de 1996 y 2006 pasando de 134 mil hectáreas a 303 mil hectáreas sembradas.¹

La palma es un cultivo perenne e inicia su producción a partir de los 24 meses de siembra y continúa hasta unos 20 o 23 años, llegando a unos niveles de producción de 26 - 36 toneladas por hectárea de racimos anuales. Sin embargo; en este periodo se pueden presentar problemas climáticos, sanitarios y nutricionales que afectan el rendimiento de este cultivo.²

La palma de aceite se ve afectada por una gran variedad de plagas y enfermedades, de acuerdo al ambiente donde se encuentre. En la Zona Occidental de Colombia se ha presentado un ataque severo de *Sagalassa valida* Walquer, el barrenador de raíces, un lepidoptero que desarrolla sus instares larvales en las raíces de la palma mientras se alimenta de estas, presentando mayor agresividad en los últimos estadios.

El daño continuado de esta larva 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.³

¹ Disponible en Internet: < F:\Translated version of <http://www.fedepalma.org-prensa.htm>>

² NIÑO, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. 70 p.

³ GUERRERO, H; ORELLANA, F. 1986. *Sagalassa valida*, el gusano barrenador de las raíces de la palma africana y su combate. INIAP, Quito. En: Boletín divulgativo N° 190, 6p.

El Centro de Investigación de la palma de aceite Cenipalma ha liderado investigaciones tendientes a obtener bases para el manejo integrado de este barrenador ya que esta plaga ha sido reconocida como la más limitante de la región de Tumaco y ha realizado investigaciones sobre el control cultural, biológico y químico, entre estos sobresale el control cultural depositando ráquis sobre el plato y el químico con aplicaciones de endosulfan dirigidas al suelo.⁴

El presente estudio busca contribuir al conocimiento del manejo integrado del barrenador de raíces de la palma de aceite *Sagalassa valida* Walquer, mediante la utilización de insecticidas químicos, evaluando la eficacia del carbosulfan, metomil y permetrina sobre poblaciones del barrenador *Sagalassa valida* Walquer, mediante la determinación del porcentaje de daño fresco en las raíces antes y después de la aplicación de los insecticidas.

⁴ SÁENZ, A., BETANCOURT, F. 2006. Biología, hábitat y manejo del barrenador de raíces de palma *Sagalassa valida* Walquer. Boletín técnico N° 20 Cenipalma. Bogotá. 42 p.

2. MARCO TEORICO

2.1 Factores ambientales de la Palma de Aceite

En Colombia, el cultivo se encuentra distribuido principalmente en cuatro zonas geográficas con características de clima y suelo diferentes, está la Zona Norte, la Zona Central, la Zona Oriental y la Zona Occidental en la que se encuentra Tumaco.⁵

La precipitación influye en la emisión foliar, número y peso del racimo y tanto la luminosidad como la temperatura influyen en la fotosíntesis, maduración del racimo y el porcentaje de la pulpa.⁶

Las condiciones óptimas para el cultivo de la palma según Hartley⁷, son:

Precipitación: la distribución mensual y especialmente semanal es más importante que la cantidad total en un año.

Una precipitación mensual de 150 – 200 mm, es la óptima para un total en el año de 1800 – 2400 mm. Cuando hay dos o más meses con lluvia inferior a 100 mm se produce un desequilibrio en la producción.

Temperaturas promedios anuales 25 y 28°C son las más favorables. La temperatura mínima media no debe ser inferior a 21°C para el desarrollo de la palma de aceite. La humedad relativa debe ser mayor del 75%.

⁵ OWEN, E. 1992. Regiones aptas para la palma africana (*Elaeis guineensis*) Jacq, en la costa pacífica del departamento de Nariño. En: Palmas (Colombia) 13(4): p15-20.

⁶ HARTLEY, C. 1977. La palma de aceite. México. Ed. Continental. 958p

⁷ Ibid., p 65.

Radiación solar superior a 1500 horas y bien distribuidas. Owen⁸, asegura que este es el único factor limitante para el cultivo de la palma de aceite en la región occidental.

La evapotranspiración debe ser entre 693 y 879 mm, pero es más importante que no haya déficit entre la precipitación y la evapotranspiración.⁹

Las condiciones óptimas de suelo para el cultivo de la palma de aceite corresponden a suelos fértiles, profundos, planos y bien drenados.¹⁰

2.2 MORFOLOGÍA DE LA RAICES DE LA PALMA DE ACEITE

2.2.1 Las raíces de la Palma de Aceite

Las funciones principales de este órgano son:

1. Absorción de agua y minerales del suelo
2. Anclaje del cuerpo de la planta
3. Traslocación del agua y minerales al tallo y de algunos productos fotosintéticos más allá del tronco.¹¹

2.2.2 Sistema radical de la palma de la aceite

La radícula de una plántula de palma aceitera rápidamente es reemplazada por raíces primarias que se originan en la base de la lígula. Las raíces primarias más

⁸ OWEN, E, Op. Cit., p.17.

⁹ Ibid., p. 17

¹⁰ Ibid., p. 17

¹¹ UMAÑA, C.H. 1996. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Vigésimo quinto curso internacional de palma aceitera. N°2. ASD Costa Rica. 79p.

viejas se producen continuamente a partir de los nudos más bajos de la base del tronco. Las raíces adventicias también se producen a partir de los nudos más bajos del tronco, pero sobre el terreno.¹²

La profundidad vertical del sistema radical depende de las características físicas del suelo y especialmente de la profundidad de la tabla de agua.

Las raíces primarias son de dos tipos:

1. Raíces primarias descendentes o verticales, son pocas en número, poseen escasas raíces secundarias, de características correosas, su función es únicamente de anclaje.
2. Raíces radiales, son las que conforman el mayor número. Presentan una dirección más o menos horizontal y llevan en si la mayor parte de raíces secundarias.¹³

Pocas raíces primarias de tipo radial se localizan más allá de 1m de profundidad en el suelo. Las raíces primarias poseen un diámetro de 6 – 10 mm, y pueden sobrepasar los 10m de longitud.¹⁴

Las raíces secundarias parten de las primarias ya sea en forma ascendente o descendente. Tienen un diámetro de 2 – 4 mm y algunos metros de largo. Las raíces terciarias parten de las secundarias y tienen una posición más o menos horizontal, estas raíces terciarias tienen un diámetro que oscila de 0.7 – 1.2 mm y hasta los 15cm de longitud.¹⁵

¹² UMAÑA, C.H. 1996. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Vigésimo quinto curso internacional de palma aceitera. N°2. ASD Costa Rica. 79p.

¹³ Ibid., p. 69.

¹⁴ Ibid., p. 69.

¹⁵ Ibid., p. 70

Las raíces cuaternarias parten de las terciarias y tienen de 0.1 – 0.3 mm de diámetro hasta los 4cm de largo.¹⁶

El desarrollo del sistema radical en palmas jóvenes es de considerable importancia práctica, especialmente con respecto a la ubicación del fertilizante ya que la absorción de los nutrientes se hace a través de las raíces cuaternarias y los ápices absorbentes de las primarias, secundarias y terciarias que se encuentran básicamente en los primeros 50 cm de la capa superior del suelo.¹⁷

2.2.3 Importancia del sistema radical en la producción de la palma de aceite

Las raíces se encuentran directamente relacionadas en la producción de la palma aceitera al proporcionar los nutrientes necesarios para la formación de racimos, principalmente porque asimilan los nutrientes del sustrato que después se dirigirán a las partes de la planta que demanden más nutrientes como es el caso de las inflorescencias, por lo que si estos nutrientes no llegan en suficientes proporciones a la hoja la planta empieza a producir la inflorescencia que demande menos nutrientes es decir las masculinas. Esto explica que el principal síntoma del ataque de esta plaga es la producción excesiva de inflorescencias masculinas.¹⁸

Por esta razón si las raíces se ven afectadas en sus funciones o estructura los efectos se ven reflejados en la producción; según Peña *et al*¹⁹, el daño del insecto en lotes afectados se correlaciona directamente con reducciones en la producción superiores al 10% en términos de tonelada/racimo/hectárea/año. En zona

¹⁶ UMAÑA, C.H, Op. Cit., p. 79.

¹⁷ Ibid., p. 70

¹⁸ ENTREVISTA con Franz Betancourt, Director de la Zona Occidental, Investigador Auxiliar del programa de transferencia de tecnología Cenipalma. San Andrés de Tumaco, 14 de mayo de 2007.

¹⁹ PEÑA, E. A, REYES, R., BASTIDAS, S. E. 1997. Evaluación de prácticas agronómicas para la recuperación de palmas de aceite afectadas por el insecto *Sagalassa valida* Walquer. Palmas 18(4): p35-38.

palmera de Puerto Wilches (Santander) también se encontró que el daño viejo producido en el sistema radical de la palma, evaluado a seis meses estuvo relacionado con la emisión de inflorescencias masculinas.²⁰

2.3 GENERALIDADES SOBRE *Sagalassa valida* Walquer

Vera y Orellana²¹, señalan que el incremento del área de cultivo de palma africana, significan también el desarrollo de nuevos problemas fitosanitarios. Uno de ellos es el insecto *Sagalassa valida*, conocido como gusano barrenador de las raíces. Insecto cuya especie se ha registrado en Colombia, Panamá, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, Surinam, Filipinas y Formosa.

Es una especie adaptada al género *Elaeis*, a partir de palmas silvestres de los géneros *Bactris* y *Aiphanes*. Es una plaga limitante del cultivo en la zona occidental y sus ataques producen en la palma debilidad permanente y/o volcamientos con daños graves en plantaciones jóvenes, inclusive, se han detectado ataques severos en plantas de vivero.²²

En Colombia, el insecto está presente en todas las zonas palmeras. En la zona occidental en Tumaco (Nariño) se ha considerado como una de las plagas de mayor importancia económica.²³

²⁰ MORA, M; ROJAS, A. 2000. Estudios preliminares en la determinación ocasionado por el barrenador de la palma de aceite *Sagalassa valida* Walquer en Puerto Wilches (Santander). Universidad Nacional de Bogotá. 54p.

²¹ VERA, H. y ORELLANA, F. 1986. *Sagalassa valida*, el gusano barrenador de las raíces de la palma africana y su combate. INIAP, Quito. En: Boletín divulgativo N° 190, 6p.

²² GENTY, PH. 1977. Las plagas y enfermedades de la palma africana y del cocotero. Los lepidopteros minadores de raíces: *Sagalassa valida* W. En: Oleagineux (Francia) 32 (7): 311-315p.

²³ PINZON, L. 1995. Aspectos generales sobre la biología y manejo de *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de las raíces de la palma de aceite en Palmas de Tumaco. En: Palmas 16 (2): 17-23p.

2.4 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DE *Sagalassa valida* Walquer

Al barrenador de la palma de aceite *Sagalassa valida* se le ha clasificado dentro de la siguiente categoría taxonómica.²⁴

Phyllum: Artropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Lepidoptera

División: Heteroneura

Suborden: Ditrysia

Familia: Glyphipterigidae

Género: *Sagalassa*

Especie: *Sagalassa valida* Walquer

2.5 HABITOS DE *Sagalassa valida* Walquer

Los adultos tienen actividad diurna, son consumidores de néctar y se localizan en zonas de sombra; se posan en las hojas viejas y en numerosas plantas herbáceas. Es un insecto ágil y huraño con vuelo corto y errático.²⁵

La relación entre machos y hembras varía según el estado del tiempo, la hora del día y el lugar de captura.²⁶

En términos generales, el número de adultos disminuye en las horas de poca luminosidad y se oculta durante las lluvias. Según la hora, la población de hembras se incrementa e incluso en las horas de la mañana, iguala a la de los machos, específicamente entre las 7:00 y las 9:00 y entre las 10:00 y las 11:00 de

²⁴ CASTEBLANCO, J. 2001. Manejo de *Sagalassa valida* mediante técnicas de protección física e inducción radical en la palma de aceite en Cumaral (Meta). Tesis grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Agronomía. 69p.

²⁵ GENTY, PH. 1973. Observaciones preliminares del lepidoptero barrenador de las raíces de la palma africana *Sagalassa valida* Walquer. En: Oleagineux (Francia) 28 (2): 59-65p.

²⁶ MARIAN, D., RIOS, R. 1993. Control químico de *Sagalassa valida* lepidoptero minador de raíces en América del Sur. En: Oleagineux (Francia) 48 (8): 337-383p.

la mañana, mientras que en las horas de la tarde disminuye drásticamente entre las 6:00 y 7:00 P.M. De acuerdo con las observaciones en campo, la cópula se presenta entre las 10:00 de la mañana y las 12:00 del medio día.²⁷

En los márgenes de la zona cultivada con el bosque, el porcentaje de hembras es menor al de los machos, capturándose en promedio 43.4% de hembras y 56.6% de machos. En cuanto al lugar de captura, el número de hembras es mayor dentro del bosque y el de los machos en los márgenes del cultivo.²⁸

No ha sido posible encontrar huevos en campo dado su tamaño y color, sin embargo, la presencia de adultos en las bases de los estípites durante las horas crepusculares y la mayor emergencia de adultos en los primeros 30 cm, hacen suponer que estos sean los sitios de oviposición. Además, de acuerdo con las observaciones realizadas en campo, se ha podido establecer que las hembras barren con ayuda de su abdomen el suelo del plato, posiblemente ovipositan y vuelven a cubrir la postura realizando el mismo movimiento.²⁹

La larva es el estado que ocasiona el daño al ingresar por el ápice de la raíz, la barrena, vive y se alimenta dentro de las raíces de la palma. Al terminar el consumo de una raíz, las larvas buscan una nueva e inician de nuevo la alimentación. Por lo general, se encuentra de una a tres larvas por raíz.³⁰

²⁷ CASTEBLANCO, J, Op. cit., p 69.

²⁸ SAENZ, A. 2005. Importancia de los nemátodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de ceite. Palmas 26 (2): 41 – 57.

²⁹ SAENZ, A., FAJARDO, L., REINA, A., OLIVARES, W. 2006. Trampas de suelo para la captura de adultos de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae). Congreso Nacional de la Sociedad Colombiana de Entomología. 57p.

³⁰ SAENZ, A, Op. cit., p. 43.

2.6 CICLO DE VIDA DE *Sagalassa valida*

Huevo: mide aproximadamente 0.55 mm de largo por 0.35 mm de espesor, es de color crema y cambia a amarillo intenso cerca a la eclosión, dura de 8 – 10 días (Tabla 1). La hembra bajo condiciones de Tumaco, coloca entre 30 y 80 huevos.³¹

Larva: La larva neonata mide de 0.8 a 0.9mm de largo; alcanza un tamaño que varía de 16 a 20 mm. En este estado dura un tiempo de 45 – 48 días (Tabla 1)..³²

Fig.1. Larva de *Sagalassa valida*



Fuente: Revista Palmas, 1995

La cabeza y la parte anterior del tórax están fuertemente esclerificados lo que es característico de las larvas minadoras. El tórax lleva 3 pares de patas y el abdomen 4 pares de falsas patas en forma de ventosas.³³

Pupa: Es de tipo obteta, de color ámbar y con los apéndices pegados al cuerpo, mide 1cm de largo y 0.4mm de ancho. Permanece dentro de las raíces en un capullo de seda bastante apretado rodeado de partículas pegadas y dura aproximadamente de 12 -18 días (Tabla 1).³⁴

³¹ GENTY, PH, Las plagas y enfermedades de la palma africana y del cocotero. Los lepidopteros minadores de raíces: *Sagalassa valida* W, Op. cit., p. 312.

³² GENTY, PH, Observaciones preliminares del lepidoptera barrenador de las raíces de la palma africana *Sagalassa valida* Walquer, Op. cit., p. 60.

³³ MARIAN, D., RIOS, R, Op. cit., p. 337.

³⁴ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op cit., p 24.

Fig.2. Pupa de *Sagalassa valida*



Fuente: Cenipalma, 2006

Adulto: la mariposa no supera los 2 cm de envergadura. El cuerpo es de color gris con verde oliva. Las alas anteriores rayadas con una amplia banda negra central y una parte apical gris oscuro.³⁵

Presenta un dimorfismo sexual discreto. Los rasgos más notorios de diferenciación son: El último segmento abdominal es recto en los machos y de forma cónica en las hembras; las antenas presentan una gran cantidad de pelos sensitivos en los machos y son lisas en las hembras.³⁶ Tiene un tiempo de duración de 5 a 6 días (Tabla 1).

Fig.3. Adulto de *Sagalassa valida*



Fuente: Guía del palmicultor, 2005

³⁵ MARIÁU, D., RIOS, R, Op. cit., p. 337.

³⁶ Ibid., p. 338

El ciclo de vida del barrenador de raíces, puede variar de una zona palmera a otra. En estudios realizados por Pinzón (1995) y Sáenz (2006) en Tumaco, la duración del ciclo de vida se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Duración del ciclo de *Sagalassa valida*. Tumaco (Nar)

Estado	Duración (días)
HUEVO	8-10
LARVA	4-5
I instar	6-7
II instar	9-10
III instar	7
IV instar	8
V instar	11
VI instar	
PUPA	12-18
ADULTO	5-6
TOTAL	78-81

Fuente: Sáenz y Betancourt, 2006

2.7 DAÑOS E IMPORTANCIA ECONÓMICA

La gravedad del daño de *Sagalassa valida* esta en que las larvas al vivir en el sistema radical pasan desapercibidas y su presencia sólo se manifiesta cuando han ocasionado daños que pueden alcanzar hasta el 80% de raíces afectadas en una palma.³⁷ Causando, según Pinzón (1995) reducciones en la producción superiores al 10% en términos de toneladas de racimos/hectárea/año. Además genera un incremento en costos de producción por tonelada de fruto entre 11 y 12 dólares, si se controla la plaga pero por el contrario un control deficiente de la misma puede triplicar el costo asociado.³⁸

³⁷ AFANADOR, A. 2004. Evaluación del control químico de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae) en plantas de verbena. Tesis de grado. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. 31p.

³⁸ SAENZ, A., BETANCOURT, F, Op cit., p 24.

Desde 1990 se estableció como uno de los principales insectos plaga de la Zona Occidental, en 1994 se alcanzó a obtener reportes de su presencia en la Zona Oriental, específicamente en el municipio de Acacias (Meta). Para el año de 1998 se extendió a los municipios de Cumaral, San Martín, San Carlos de Guarda y Paratebueno, representando hoy una amenaza fitosanitaria para las principales regiones productoras.³⁹

En el transcurso de los primeros estadios larvales, los daños no tienen incidencia notable en la medida en que las larvas neonatas no destruyen sino pequeñas raíces (terciarias y cuaternarias). (Tabla 2). Por el contrario en los últimos 3 estadios, causa daños en raíces secundarias y primarias. Los ataques se producen mayormente en los cincuenta primeros centímetros a partir de la base de la palma, lo que acarrea la muerte de toda la red de raíces.⁴⁰

**Tabla 2. Consumo de raíces por cada instar larval de *Sagalassa valida*.
Tumaco (Nar).**

Instar larval	Long. larva (mm)	Consumo en peso (g)
II	5.3 – 8.5	0.107
III	10 – 15	0.731
IV - VI	12 – 20	1.080
TOTAL		1.918

Fuente: Pinzón, 1995

³⁹ ALDANA, R., CALVACHE, H. 1999. *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de raíces de la palma de aceite. Ceniavances N° 59.

⁴⁰ MARIAU, D., RIOS, R, Op. cit., p. 340.

El número de larvas aumenta con la edad de la palma y se han registrado palmas con 50 a 80% de sus raíces afectadas. El daño es muy variable y tiende a ser mayor en el borde de una plantación cercana a la selva o a los ríos.⁴¹

La gravedad del daño de *S. valida* se refleja en que las larvas, al vivir en el sistema radical, pasan desapercibidas y su presencia sólo se manifiesta cuando han ocasionado daños hasta del 80% de raíces destruidas en una palma afectada. El daño ocasionado por la larva consiste en barrenaduras que pueden alcanzar más de 30cm de longitud en una raíz primaria comprometiendo, en ocasiones, el cilindro central.⁴²

Según Genty⁴³, la destrucción parcial de las raíces es seguida por una cicatrización de los tejidos con emisión de brotes nuevos o por una pudrición que puede extenderse hasta el bulbo radical. Estos brotes actualmente se conocen como daño continuo y por ser frescas, por lo general, son afectadas por las larvas de *S. valida*. (Fig.4)

Fig 4. Bifurcación de raíces



Fuente: Cenipalma, 2006

⁴¹ HARTLEY, C. 1977, Op. cit., P. 58.

⁴² PEÑA. E., JIMÉNEZ. D. 1994. Distribución del daño del insecto *Sagalassa valida* Walquer en el sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona de Tumaco. En: Palmas 15(3): 19-23p.

⁴³ GENTY, PH, Observaciones preliminares del lepidoptera barrenador de las raíces de la palma africana *Sagalassa valida* Walquer, Op. cit., p. 60.

El daño de *S.valida* en las raíces primarias y secundarias es fácilmente identificable por la presencia de deyecciones que rellenan totalmente el interior de las galerías, dejando solamente el cortex intacto.⁴⁴

Cuando el daño es fresco, estas deyecciones tienen una coloración rosada clara, la cual con el tiempo pasa a rojo oscuro, marrón hasta casi negro.⁴⁵ (Fig.5)

Fig 5. Daño fresco de raíces



Fuente: Cenipalma, 2006

El daño del insecto sobre el sistema radical de palmas jóvenes, menores de cuatro años, trae como consecuencia la presencia de palmas raquílicas, de bajo porte, de escasa o nula producción, amarillamiento foliar ascendente con secamiento prematuro de las hojas basales e intermedias, volcamiento o mal anclaje por falta de raíces, mal desarrollo, lento crecimiento, emisión continua y prolongada de inflorescencias masculinas unida a una reducción en el tamaño de los racimos.⁴⁶ (Fig. 6).

⁴⁴ GENTY, PH., DESMIER DE CHENON, MORIN, J. P. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. En: Oleagineux (Francia) 32 (7): 325 – 419.

⁴⁵ VERA, H. y ORELLANA, F, Op. cit., p. 9p

⁴⁶ PEÑA y JIMÉNEZ, 1994; PINZÓN, 1995; GUERRERO *et al*, 2000

Fig 6. Inflorescencias masculinas



Fuente: Ésta investigación, Tumaco 2005

2.8 MANEJO INTEGRADO DE *Sagalassa valida*

Para el manejo de *S. valida* se debe tener en cuenta el porcentaje de daño fresco el número total de raíces, de acuerdo con la edad de la palma. Además, se recomienda la combinación de las estrategias de control para su manejo y mantener el nivel de daño inferior al 5%.⁴⁷

2.8.1 Control físico

En lotes con alta incidencia del insecto, las palmas deben ser sometidas a prácticas agronómicas que induzcan una recuperación rápida y efectiva del sistema radical afectado. El aporque con la tusa o raquis, fibra, tela agrícola o tela de algodón no tejido, cascarilla de arroz y en general la materia orgánica colocada alrededor de la palma, es una excelente alternativa para la recuperación de las palmas afectadas por *S. valida*. Estas barreras funcionan impidiendo o dificultando el ingreso de las larvas neonatas al sitio de alimentación, pero de manera especial, en la recuperación de todo el sistema radical de la palma.⁴⁸

⁴⁷ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op. cit., P. 15.

⁴⁸ PINZÓN, 1995; PEÑA *et al*, 1997

Además, la cantidad de materia orgánica depende de la edad de la palma, área a proteger y disponibilidad de la misma. Es decir, en palma hasta de tres años se debe proteger al menos de 1 a 1.5m el rededor de estípite y en palmas mayores a tres años entre 1.5 y 2m.⁴⁹

2.8.2 Control biológico

El nematodo *Steinernema carpocapsae* Weiser controla eficientemente a *S. valida* en dosis que oscilan entre 1.5 y 2.0 millones de nematodos por palma joven.⁵⁰ Se han encontrado cepas de los hongos *Metarrhizium sp* y *Beauveria sp* infectando en forma natural larvas y pupas de *S. valida*. El control con hongos entomopatógenos es eficaz a nivel de laboratorio en un 95%; sin embargo, en experimentos de campo no ha sido posible verificar el control con el uso de estos hongos.⁵¹ Como depredadores naturales están las hormigas del genero *Pachycondila spp.*, las cuales bajo condiciones controladas de laboratorio mostraron baja efectividad de control por lo que los resultados en campo no se esperan sean superiores en control, se recomienda mantener los platos con barreras físicas que contribuyen a su mantenimiento.⁵²

2.8.3 Control químico

La aplicación de insecticidas químicos dirigida a la zona de plateo de la palma ha sido una de las formas de control más empleadas en las Zonas Occidental y Oriental. Desde 1988, la dosis de Thiodan recomendada fue de 4g i.a./palma

⁴⁹ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op. cit., 38.

⁵⁰ ORTIZ, L. E.; CALVACHE, H.; LUQUE, E. 1994. Control microbiano de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) en Tumaco, Nariño. En: Palmas (Colombia) 15(1): p 29-37.

⁵¹ GUERRERO, H., BAUTISTA, P. N., DE LA TORRE, J. A., DE LA TORRE, R. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. Segunda edición. Cenipalma (Colombia) 94p.

⁵² SARMIENTO, A.; BENITEZ, E.; ALDANA, R. 2005. Descripción de la capacidad depredadora de las hormigas *Pachycondila harpax* y *Pachycondyla obscuricornis*, sobre *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de raíces en la palma de aceite. En: Palmas 25 (2).

equivalentes a 12 ml de Thiodan 35 C.E./palma. Sin embargo iguales resultados se obtuvieron con 10 ml/palma. Las palmas afectadas deben asperjarse tres veces, a intervalos de un mes, si es necesario se pueden hacer posteriores aplicaciones según los niveles de daño.⁵³

También es una práctica muy rentable para la plantación, ya que las aplicaciones no requieren de una gran inversión económica. Además en el caso de un incremento súbito de la plaga el control químico es lo más rápido y efectivo que se tiene hasta el momento.

El Thiodan[®] ha sido el insecticida que mejores resultados ha dado en la Zona Occidental, aplicando 10 ml de Thiodan[®] en dos litros de agua/palma, con bomba de espalda boquilla de cono, dirigiendo la aplicación hacia la base del estípite y cubriendo un radio de 80 cm del plato.⁵⁴

En el Palmar Santa Elena, en 1996 el control químico con Endosulfan presentó buenos resultados, como en el lote A-1 localizado en el corregimiento de Candelillas (Tumaco), donde la producción bajó a 19 ton/ha/año y después de las aplicaciones para el siguiente año la producción llegó a 28 ton/ha/año, además también se registró que en lotes no fertilizados y atacados por *S.valida* la producción aumentó después del tratamiento químico.⁵⁵

Sin embargo, el endosulfan es un insecticida extremadamente tóxico cuyo registro fue cancelado en Colombia desde mayo 27 de 1997.⁵⁶ Como consecuencia de esto, surge la necesidad de encontrar nuevos insecticidas menos tóxicos y compatibles con un programa de manejo integrado de la plaga. Estos insecticidas

⁵³ PINZON, L. I, Op. cit., p. 20.

⁵⁴ Ibid., p. 21.

⁵⁵ ENTREVISTA con Victor Hugo Aguirre, Jefe de cultivo Palmar Santa Elena. San Andrés de Tumaco, 17 de noviembre de 2005.

⁵⁶ COMUNICADO de El Consejo de Estado. Sala de lo Contencioso Administrativo. Ministerio de Agricultura. Bogotá, 27 de marzo de 2001.

se deben degradar rápidamente después de realizadas las aplicaciones en el plato, igualmente se deben manejar rotaciones de los ingredientes activos al igual que de los mecanismos de acción, con el fin de evitar selección de poblaciones resistentes.⁵⁷

En la búsqueda de estas características se realizaron ensayos preeliminares a este trabajo en las plantaciones de Araki S.A y Palmar Santa Elena en el año 2005, en donde se evaluó la reducción del porcentaje de daño de *Sagalassa valida* después de tres aplicaciones de metamidos, oxamil, permetrina, metomil y carbosulfan; obteniendo mejores resultados con metomil, permetrina y carbosulfan cuyas dosis corresponden a ensayos previos en donde se evaluó como dosis media la recomendada en la etiqueta: carbosulfan a 5.6 cc/plato, metomil a 2.8cc/plato y permetrina a 1.9 cc/plato; como dosis baja, 5 cc/plato, 2.5cc/plato y 1.5cc/plato respectivamente y como dosis alta se aplicó 7 cc, 3.5 cc y 2.4 cc por plato de carbosulfan, metomil y permetrina.⁵⁸

Dando como resultado parcial que las plantas donde se aplicó la dosis alta y la dosis media de estos insecticidas, presentaron una reducción del porcentaje de daño en un tiempo de cuatro meses, por lo que se decidió que la mejor dosis a usar sería la media. (Anexo A)

2.9 Insecticidas evaluados en el control de *Sagalassa valida* Walquer

A continuación se presenta la información técnica de los insecticidas que fueron utilizados en el presente trabajo.

Eltra ® 48 EC es un insecticida cuyo ingrediente activo carbosulfan: 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil [(dibutilamino) tio] metil carbamato, 480 gramos por litro

⁵⁷ CARNERO, H.; CLAUSENT, C.; COSTA, A. 1988. La lucha integrada, una nueva estrategia para combatir las plagas. En: Hojas divulgadoras N° 12. 1 - 20 p.

⁵⁸ ENTREVISTA con Oscar Bustos, Representante comercial de Dupont. Ipiales, 5 de octubre de 2005.

de formulación a 20 °C. Con ingredientes aditivos inertes hasta completar un litro. Pertenece a la categoría I (extremadamente tóxico). Este insecticida pertenece al grupo de los carbamatos, actúa por ingestión, por contacto y por acción sistémica a través de las raíces en las plantas.⁵⁹ Se puede aplicar al follaje ó dirigido al suelo ó cerca de las raíces para facilitar la absorción y traslocación del producto, la protección se puede prolongar por varias semanas dependiendo de las condiciones de humedad, textura, temperatura y en especial del pH del suelo. Tiene doble modo de acción por contacto e ingestión, es de baja movilidad en el suelo, tiene una residualidad de 30 días, es biodegradable y no acumulativo. Es un inhibidor de colinesterasa. Producido por FMC Corporation y distribuido por DuPont de Colombia.⁶⁰

Lannate® SL el ingrediente activo de este insecticida es metomil: (S - metil - N - [(metilcarbamoil-oxi)- tioacetamidato), 216 gramos por litro de formulación a 20° C. Con ingredientes aditivos e inertes, hasta completar un litro. Pertenece a la categoría I (extremadamente tóxico). Es un producto líquido soluble en agua; se aplica en forma de aspersión foliar para el control de insectos por contacto y/o acción estomacal; como ovicida se debe aplicar en los estados próximos a eclosión.⁶¹ Este insecticida tiene efecto de derribe, controla diferentes estados de desarrollo de la plaga (huevos, larvas, adultos), acción por ingestión, se degrada de forma rápida en compuestos naturales (Agua, amoniaco y gas carbónico) lo que permite un rápido establecimiento de la fauna benéfica, se degrada en un periodo de 10 – 15 días. Es un insecticida del grupo de los carbamatos e inhibe la acetil colinesterasa lo cual resulta en sobre excitación y muerte del insecto.⁶²

Pirestar ® 384 EC tiene como ingrediente activo permetrina: (3-fenoxifenil) metil (+) cis-trans-3(2,2 dicloroetenil)-2,2 dimetil-ciclopropano carboxilato, 384 gramos

⁵⁹ Disponible en DUPONT

⁶⁰ Reunión Anual FMC/ DuPont. Cultivos de papa y arroz. Santa Marta, marzo 7 al 11 de 1999. 1 – 7p.

⁶¹ Boletín técnico. Insecticida Lannate ®. DuPont TM. 6 – 26p.

⁶² Ibid., p. 8.

por litro de formulación a 20 °C. Ingredientes aditivos e inertes: hasta completar un litro. Pertenece a la categoría III (medianamente tóxico). Es un insecticida piretroide sintético de amplio espectro de acción sobre adultos y diferentes estados larvales, de baja toxicidad para animales de sangre caliente.⁶³ Tiene amplio espectro de acción sobre adultos y diferentes estados larvales e inmaduros de (Lepidopteros, Coleopteros, Dipteros y muchos otros insectos), es de acción rápida y de alta potencia. Efectivo a dosis bajas. Es un neurotoxico que ataca la membrana nerviosa modificando los canales de sodio (Na⁺) impidiendo su cierre, produciendo mas impulsos nerviosos causando un desarreglo en la función del sistema nervioso del insecto.⁶⁴ Este insecticida tiene acción antialimentaria y repelente, tiene moderada residualidad (3 a 4 semanas), es biodegradable, no acumulativo. En Colombia los insecticidas que tienen como ingrediente activo la permetrina son fabricados por DuPont y FMC Corporation.⁶⁵

⁶³ Disponible en DUPONT

⁶⁴ CARDONA, C. 1999. Entomología económica y manejo de plagas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 99p.

⁶⁵ Disponible en DUPONT

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se realizó en la plantación de Santa Elena, ubicada en el corregimiento de la Espriella, municipio de Tumaco a 35 m.s.n.m., en la vereda de Caunapí en el Km. 49, vía Tumaco – Pasto, latitud 01° 22´ 31.1”, longitud 078° 33´ 31.2”, con una temperatura de 25°C y una precipitación promedio de 150 cc por mes.

3.1.1 Características del área experimental

El lote experimental (E6) tuvo una área de 10.7 hectáreas con 1.533 palmas de cinco años de edad, sembradas a 9 x 9m en tres bolillo, semilla Ténera Corpoica, el terreno se encontraba entre el 4 y 5% de pendiente, con un suelo franco arcillo y nivel freático a un 1m.

El porcentaje de daño fresco ocasionado por *Sagalassa valida* en el área experimental tuvo un promedio de infestación de 22.16 % (varianza=85.1), este promedio es muy alto según Chavez *et al* (2000), quien afirma que un porcentaje del 5% de daño es el umbral de acción de esta plaga.

3.2 TRATAMIENTOS

La escogencia de los insecticidas, para el control de *S. valida*, correspondientes a los tratamientos se hizo porque estos pertenecen a dos grupos químicos, presentan costos variados en el mercado y resultan eficaces en el control de lepidopteros plaga que presentan hábitos crípticos.

Los insecticidas fueron seleccionados entre metamidofos, oxamil y endosulfan, por presentar reducción del porcentaje de daño fresco, en ensayos preliminares realizados en dos plantaciones de Tumaco en el 2005, donde se hicieron aplicaciones al plato de insecticidas como: oxamil, metamidos, endosulfan, permetrina, metomil y carbosulfan.

Las dosis utilizadas en este trabajo son: 5.6cc/plato, 2.8cc/plato y 1.9 cc/plato para carbosulfan, metomil y permetrina respectivamente, las cuales se clasifican como las dosis medias escogidas de ensayos anteriores.

Para evaluar la eficacia del control químico se utilizaron 4 tratamientos correspondientes a tres insecticidas y un testigo con agua

T0 = testigo con agua

T1 = metomil 2.8 cc por plato

T2 = permetrina 1.9 cc por plato

T3 = carbosulfan 5.6 cc por plato

Las aplicaciones de los insecticidas utilizados en los tratamientos se realizaron inmediatamente después de determinar el porcentaje daño fresco ocasionado por la plaga en las raíces. La duración de la aplicación de los insecticidas fue de un día. Se utilizaron cuatro bombas de palanca de presión retenida marca Matabi capacidad 20 litros, una para cada insecticida. La aplicación fue realizada utilizando una boquilla de cono con pantalla. La calibración se hizo con el operario a cargo de la labor, contabilizando el tiempo que se demoró en hacer la descarga de 1 litro por plato.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue de bloques completos al azar, donde el factor de bloqueo fue la pendiente del terreno (Anexo B) con 5 bloques y 4 tratamientos, la unidad experimental correspondió a 6 palmas. El total del área experimental fue de 8,4 hectáreas.

3.4 VARIABLES DE RESPUESTA

3.4.1 Porcentaje de daño fresco: Este porcentaje se determinó en las seis palmas de cada una de las unidades experimentales, el 24 de febrero del 2007. Con un palín se retiró la vegetación presente en el sitio de muestreo y se realizó una calicata de 40cm de ancho, 40cm de largo y 40cm de profundidad (Fig 7).⁶⁶

Fig 7. Calicata realizada para determinar el daño de raíces por *S. valida*



Fuente: Cenipalma. 2006

⁶⁶ PINZON, L. I, Op. cit., p. 19.

Fig 8. Remoción del suelo para descubrir las raíces de la palma



Fuente: Ésta investigación. 2005

Posteriormente se aflojó el suelo con el palín teniendo cuidado de no fracturar las raíces (Fig. 8).⁶⁷

Con la ayuda de un palo con punta, se descubrieron cuidadosamente las raíces para no romperlas (Fig. 9).⁶⁸

Fig 9. Raíces descubierta para clasificarlas y contabilizarlas



Fuente: Ésta investigación. 2005²⁹

⁶⁷ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op. cit., p. 20.

⁶⁸ Ibid., p 18

Una vez descubiertas, se contabilizaron las raíces antiguas y nuevas sin daño y con el daño de *Sagalassa valida*. El daño del insecto se revisó con una evaluación no destructiva de las raíces.⁶⁹

Los datos se registraron en una hoja de registro y después fueron procesados para obtener el porcentaje de daño.⁷⁰ (Anexo C) Finalizada la evaluación se cubrió la calicata.

Se consideró una raíz con daño fresco, aquella que presentó deyecciones de color rosado a rojizo, característico de este tipo de daño. Para esto se hizo un corte longitudinal en las raíces.⁷¹

Para determinar el porcentaje de daño se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de daño de raíces} = \frac{\text{Número de raíces con daño fresco}}{\text{Total de raíces}} \times 100$$

Esta variable se evaluó antes de aplicar los tratamientos y un mes después de la aplicación de los tratamientos en las mismas palmas variando solo el lugar de muestreo en el plato.

3.4.2 Porcentaje de raíces nuevas

Esta variable indica el grado de emergencia de nuevas raíces a partir de la aplicación de los tratamientos, se determinó en el momento en que se evaluó el porcentaje de daño, un mes después de aplicados los tratamientos.

⁶⁹ Ibid., p 18

⁷⁰ PINZON, L. I, Op. cit., p. 19.

⁷¹ GENTY, PH, Observaciones preliminares del lepidoptera barrenador de las raíces de la palma africana *Sagalassa valida* Walquer, Op. cit., P. 61.

Dichas raíces se identifican por una coloración blanca o rojiza y son relativamente blandas al contacto y aún no se han lignificado.⁷²

Para determinar el porcentaje de raíces nuevas se utilizó la siguiente fórmula.⁷³

$$\% \text{ Raíces nuevas} = \frac{\text{Número de raíces nuevas}}{\text{Total de raíces}} \times 100$$

3.4.3 Porcentaje de eficacia de los insecticidas evaluados

Para determinar esta variable fueron utilizados los resultados del porcentaje de daño fresco de raíces, utilizando la fórmula de Henderson y Tilton, donde se compara los resultados obtenidos antes y después de la aplicación de los tratamientos y el testigo.⁷⁴

$$\% \text{ Control corregido} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Td} \times \text{Ca}}{\text{Cd} \times \text{Ta}} \right)$$

Ta = Porcentaje de daño en parcela tratada antes del tratamiento

Td = Porcentaje de daño en parcela tratada después del tratamiento

Ca = Porcentaje de daño en parcela testigo antes del tratamiento

Cd = Porcentaje de daño en parcela testigo después del tratamiento

⁷² CHAVEZ, C., SALAMANCA, J.C., PEÑA, E. 2000. Método de muestreo del daño del insecto *S. valida*, barrenador de raíces de la palma de aceite. Ceniavances N° 77.

⁷³ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op. cit., P. 22.

⁷⁴ HENDERSON, G, F. 1955. Test with acaricide against the brown NET mite. Journal of Economical Entomology 48. 157- 160p.

3.5 Análisis estadístico

Todas las variables analizadas fueron sometidas a un análisis de varianza y para determinar la diferencia entre los tratamientos fueron realizadas pruebas de separación de promedios, mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 0.05. Las variables de daño fresco inicial, raíces nuevas y eficacia presentadas en porcentajes fueron transformadas mediante la fórmula de Arcoseno $\sqrt{x}/100$ y la variable de porcentaje de daño fresco final con la fórmula de $\sqrt{x} + 0.5$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de daño fresco de *Sagalassa valida*

Según los porcentajes de daño fresco (Tabla 3), el promedio de daño en raíces antes de aplicar los insecticidas estuvo entre 24.25 y 28.09%. Estos porcentajes son considerados altos a encontrarse por encima del umbral económico y ameritan algún tipo de control tal como lo manifiestan Chavez, *et al* (2000) y Sáenz (2006).⁷⁵ Igualmente, estos resultados demuestran que bajo estas condiciones es posible encontrar efecto de los insecticidas sobre las poblaciones de *S. valida*.

El análisis de variancia (Anexo D) demuestra que los porcentajes de daño fresco para las parcelas testigo y para aquellas que van a recibir tratamiento, son estadísticamente similares. Por lo tanto, esta primera lectura no constituye una covariable que pueda afectar los resultados de eficacia que se muestran posteriormente.

El Andeva igualmente, indica que hay efecto de bloques dado que hubo significancia ($P < 0.05$) lo que reafirma la buena aplicación del concepto de bloqueo por la variación de pendiente en el lote, disminuyendo así el error experimental del ensayo, según lo planteado por Little y Hicks (1984).⁷⁶

⁷⁵ CHAVES Y SAENZ

⁷⁶ LITTLE, X., JACKSON, H. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 279p.

Tabla 3. Promedio de los porcentajes iniciales de daño fresco de *Sagalassa valida* en raíces de la palma aceitera

Tratamientos	Promedio por repetición					Promedio(\pm error estándar)	
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>		
Testigo	11,46	36,43	27,68	35,56	18,28	25,88 \pm 3.4	A
Metomil	19,27	26,52	24,72	36,67	33,25	28,09 \pm 2.3	A
Permetrina	17,54	28,63	25,50	31,75	17,82	24,25 \pm 2.6	A
Carbosulfan	16,83	29,96	29,76	29,80	20,85	25,44 \pm 2.7	A
Promedio	16,27	30,38	26,91	34,44	22,55		

Medias seguidas de igual letra mayúscula no difieren significativamente por la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Comparador: 4,40

C.V = 27.57%

4.2 Porcentaje final de daño fresco después de la aplicación de los insecticidas

Según el análisis de varianza (Anexo E) fueron encontradas diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos al evaluar el daño fresco en raíces, un mes después de aplicar los insecticidas. Los tratamientos donde se aplicaron los insecticidas fueron estadísticamente similares y diferentes al tratamiento testigo absoluto (Tabla 4). El menor porcentaje lo obtuvo la permetrina 1.39% seguido por metomil y carbosulfan con valores de 1.86% y 2.34% respectivamente, mientras que el testigo tuvo un porcentaje de daño fresco del 12.11%, estos resultados demuestran que mediante la utilización de los insecticidas aplicados es posible disminuir el daño de *S. valida*.

El testigo, después de la aplicación de los tratamientos presenta menor porcentaje de daño que el testigo de muestreo inicial con 25.88%, probablemente debido al cambio de condiciones agroclimáticas, después de un mes de la primera lectura. Aún así, el 12.11% encontrado en estas condiciones, sigue superando al nivel de daño económico de *Sagalassa valida* e igualmente se presenta efecto de los insecticidas con relación al testigo, al haberse encontrado diferencias estadísticas al nivel del 5%, como se puede apreciar en la tabla 4 según los resultados de la prueba de Tukey.

El efecto de disminución en el porcentaje de daño fresco de *Sagalassa valida*, en algunas parcelas hasta cero, se puede atribuir a la acción de permetrina, metomil y carbosulfan, para evitar que se genere daño fresco nuevo según el muestreo aleatorio realizado un mes después de la aplicación de estos insecticidas.

El efecto específico de los tres insecticidas sobre *Sagalassa válida* no se reporta en la literatura debido a que no se realizaron trabajos de laboratorio sobre las larvas, dado que las aplicaciones se hicieron en campo.⁷⁷

⁷⁷ SÁENZ, A., BETANCOURT, F, Op. cit., P. 22.

Tabla 4. Promedio de los porcentajes de daño fresco de *Sagalassa valida* en la palma de aceite un mes después de aplicados los tratamientos

Control químico	Promedio por repetición					Promedio(\pm error estándar)	
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>		
Testigo	17,56	5,42	11,97	8,69	16,89	12,11 \pm 1.7	B
Metomil	3,77	0	0	5,55	0	1,86 \pm 1.2	A
Permetrina	0	2,78	0	4,16	0	1,39 \pm 1.8	A
Carbosulfan	6,25	0	4,54	0,92	0	2,34 \pm 1.3	A

Medias seguidas de igual letra mayúscula no difieren significativamente por la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Comparador: 10.91

C.V = 35%

Con otras plagas, la permetrina es también reconocida por su amplio espectro de control, como lo cita Vásquez *et al* (2005)⁷⁸ en donde aplicaciones de permetrina sobre poblaciones de *Stomoxys calcitrans* (L.) causaron una mortalidad promedio entre el 60% y 70% de moscas. Pap y Tóth (1995),⁷⁹ reportan que poblaciones de *Spodoptera frugiperda* expuestas a permetrina presentaron una considerable reducción de fecundidad y fertilidad. Cremlyn (1985),⁸⁰ destaca los piretroides por su acción de derribo sobre insectos voladores y la baja persistencia en el ambiente de residuos tóxicos.

Con relación al control de plagas con Carbosulfan, Hernández y Morales (1999),⁸¹ reportan bajos porcentajes de daño con aplicaciones de carbosulfan en vaquitas (Coleoptera: chrysomelinae) vector del virus moteado clorótico del Caupi en el cultivo de frijol, después de aplicaciones con carbosulfan.

Otros resultados positivos con el uso de carbosulfan se obtuvieron en el control de *Phyrdenus muriceus* el gorgojo de la papa, donde la mortalidad inicial reportada por Novo *et al* (2002),⁸² resulto ser entre el 40 y el 100%. Resultados en el control del ácaro *Phyllocoptruta oleivora* permiten señalar que la densidad poblacional se modifico en función de carbosulfan, al eliminar el 85% de población sin causar efectos fitotóxicos como lo reportó, Reynaga (1995).⁸³

⁷⁸ VASQUEZ, C.; VAZQUEZ, Z.; RUVALCABA, M.; GEORGE, J. 2005. Susceptibilidad de *Stomoxys calcitrans* (L.) a la permetrina en establos lecheros de Aguascalientes, México. Vet. Méx., 36(4): 485-490.

⁷⁹ PAP, L, TÓTH, A. 1995. Development and characteristics of resistance in the susceptible WHO/SRS house fly (*Musca domestica*) strain subjected to selection with beta-cypermethrin. Pestic Sci 45:335-349.

⁸⁰ CREMLYN, R. 1985. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. 450p.

⁸¹ HERNANDEZ, J., MORALES, A. 1999. Evaluación del combate químico de vaquitas (*Coleoptera: chrysomelinae*) vector del virus del moteado clorótico del caupí (CCMV) en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región brunca. p.183.

⁸² NOVO, R.; VIGLIANCO, A.; VAUDAGNA, E. 2002. Efectos de insecticidas sobre el gorgojo de la papa, *Phyrdenus muriceus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae). Agriscientia, Vol. XIX: 3-10.

⁸³ REYNAGA, J.; VALDEZ, M.; FLORES, J.; SALAS, J. 1995. Efectividad de carbosulfan para el control del arador del naranjo *Phyllocoptruta oleivora* (Asmead). Agraria, Revista científica UAAAN 11(2):128-134.

Con metomil se obtienen controles eficaces en trabajos similares con lepidopteros como lo reportan Javid y All (1984),⁸⁴ quienes encontraron que el peso y desarrollo de larvas de *Spodoptera frugiperda* sometidas a aplicaciones tópicas con metomil son significativamente afectados. El mismo insecto según Morillo y Notz (2004)⁸⁵ mostró disminución de la fertilidad de generación en generación con diferentes concentraciones de metomil, una tendencia similar fue señalada por Anson (1987).⁸⁶ Morillo y Notz (2004) sugieren que hubo un efecto detrimental de las características biológicas de *S. frugiperda*, especialmente la reproductiva, cuando el insecto es sometido a presión de selección con metomil.

4.3 Porcentaje de raíces nuevas

Según el análisis de varianza realizado para el porcentaje de raíces nuevas no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Anexo F). Por lo que se deduce que ninguno de los tratamientos tuvo efecto sobre esta variable.

Haciendo referencia a la variable del porcentaje de raíces nuevas, cabe mencionar que el crecimiento de raíces es la forma de expresión que tiene la palma a la recuperación del daño causado por las barrenaduras. Al realizar un control sobre el barrenador de raíces *Sagalassa valida*, se obtuvo que un mes después de realizadas las aplicaciones de tres insecticidas el porcentaje de daño disminuyó, situación que se atribuye a la protección del plato y por lo tanto de las raíces

⁸⁴ JAVID, A.; ALL, J. 1984. Effects of methomyl on weight and development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Ann Entomol Soc Am 77 (2):193-196.

⁸⁵ MORILLO, F, NOTZ, A. 2004. Efecto de lambdacihalotrina y metomil sobre la biología de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctunidae). Entomotropica. Venezuela, 19(1): 7-14.

⁸⁶ ANSON, J. 1987. Comportamiento de una población de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctunidae) sometida a presión de selección con methomyl por generaciones sucesivas. Maracay. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 48p.

permitiendo que la palma inicie un proceso de regeneración con el crecimiento de raíces nuevas.

Lo anterior es posible porque la palma tiene una emergencia continua de raíces. Según Corley y Tinker (2003),⁸⁷ en condiciones de campo una raíz primaria puede crecer 1.5mm/día y las secundarias 0.7mm/día y aunque es difícil observar este crecimiento en un mes de evaluación no significa que no ocurra.

Además de las raíces primarias y secundarias se desarrollan raíces terciarias y cuaternarias que a pesar de no ser evaluadas en la tabla de muestreo para *Sagalassa valida* por la dificultad en el conteo tanto de la larva en sus primeros instares como de la misma raíz por su morfología, conforman la parte más importante en la nutrición de la palma, como lo expresa Zambrano (2005).⁸⁸ Por lo que además se puede deducir que si las raíces primarias y secundarias se encuentran protegidas las terciarias y cuaternarias pueden desarrollarse para continuar con sus funciones de absorción.

⁸⁷ CORLEY, R., TINKEY, P. 2003. The oil palm. Oxford, Blackwell Science Ltd. 562p.

⁸⁸ ZAMBRANO, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Asociación de Promoción Agraria. 104p.

Tabla 5. Promedio de los porcentaje de raíces nuevas de palma de aceite un mes después de la aplicación de metomil, permetrina y carbosulfan

Control químico	Promedio por repetición					Promedio(\pm error estándar)
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	
Testigo	9,23	37,67	38,49	21,38	26,16	26,59 \pm 3.9
Metomil	51,04	65,72	36,67	41,67	8,33	40,69 \pm 5.3
Permetrina	57,78	36,11	60,14	53,93	34,44	48,48 \pm 5.7
Carbosulfan	48,61	44,86	45,89	57,64	45,95	48,59 \pm 3.7

C.V = 37.35%

4.4 Porcentaje de eficacia de los insecticidas evaluados para el control de *Sagalassa valida*

Según los promedios del porcentaje de eficacia no se encontraron diferencias estadísticas entre los insecticidas aplicados (Tabla 6). Es decir que según la eficacia ninguno de los productos aplicados es mejor que otro. Por lo tanto para la escogencia del mejor producto se deben tener criterios de modo de acción, grado toxicológico y costo en el mercado.

Los promedios del porcentaje de eficacia del control de *Sagalassa valida* de metomil, carbosulfan y permetrina están por encima del 76% indicando que todos lograron tener efecto sobre la plaga en un porcentaje muy representativo. El análisis de varianza (Anexo G) muestra igualdad entre los tratamientos químicos dado que no hubo significancia ($P > 0.05$).

La eficacia de estos productos se puede atribuir a su modo de acción; carbosulfan causa la muerte del insecto por contacto e ingestión y ejerce control sobre variedad de plagas como se reporta en los anteriores ensayos, por lo que es posible creer que los adultos y larvas de *Sagalassa valida* se verán afectados en el momento de la oviposición o cuando emerjan de las raíces, también en el instante en que la larva eclosione y se disponga a alimentarse reduciendo así su ataque sobre las raíces de palma.

La actividad de metomil en lepidópteros y su modo de acción por contacto e ingestión similar a carbosulfan actúa sobre el adulto del barrenador de raíces, por otro lado la permetrina presenta una acción repelente sobre lepidópteros lo que la hace un insecticida que trabaja principalmente sobre el adulto de esta plaga impidiendo la reproducción y oviposición en el plato de la palma.

Tabla 6. Promedio de los porcentajes de eficacia de metomil, permetrina y carbosulfan en el control de *Sagalassa valida* barrenador de raíces de la palma de aceite

Control químico	I	II	III	IV	V	Promedio
Metomil	87,24	100	100	38,04	100	85,06±12.1
Permetrina	100	34,75	100	46,33	100	76,22±6.8
Carbosulfan	75,77	100	64,67	87,29	100	85,55±14.2

C.V = 28,80%

Según Cardona (1999)⁸⁹ la utilización de nuevos insecticidas da paso al uso de productos eficientes y de menor toxicidad, además que un alto efecto residual puede causar problemas de resistencia sobretodo si el producto es aplicado en repetidas ocasiones para la misma plaga.

En lo referente a la toxicidad tanto carbosulfan como metomil, se encuentran registrados en la categoría uno, extremadamente tóxicos y aunque no son acumulables en el ambiente, representan una fuente de riesgo letal debido a que la DL₅₀ es baja y en ese sentido pueden afectar severamente a los animales de sangre caliente.

Por otro lado, la permetrina que se registra en la categoría tres medianamente tóxico, representa la alternativa menos nociva para el hombre y el ambiente, por su baja toxicidad para animales de sangre caliente debido a su rápido metabolismo en productos atóxicos, como lo describe Cremllyn (1985).⁹⁰

El uso de permetrina ofrece una alternativa más amigable con el ambiente y el hombre ya que su uso adecuado no causa problemas tóxicos, además en la agricultura se busca reducir el uso de productos extremadamente tóxicos, reemplazándolos por otros igual de efectivos pero menos nocivos, además de impulsar el uso de todas las normas de seguridad de aplicación y almacenamiento de productos.

La permetrina al mismo tiempo es utilizada en otros sectores como lo reporta laboratorios Bayer,⁹¹ en el combate plagas de alimentos almacenados y contra insectos caseros como garrapatas, pulgas, piojos y zancudos por su efecto repelente.

⁸⁹ Cardona, C, Op. cit., 75

⁹⁰ CREMLYN, R, Op.cit., 360

⁹¹ Disponible en BAYER

La duración de metomil en el suelo es mucho menor que la que presenta endosulfan, ya que el primero es rápidamente mineralizado convirtiéndose en dióxido de carbono y al no dejar residuos significativos en el suelo permite el rápido establecimiento de fauna benéfica. Ensayos de Lannate® con la IOBC (1992)⁹² sobre cría de mariquitas *Coccinella septempunctata* demuestran que metomil resultó inofensivo a las dos semanas después de la aplicación.

Recomendar el uso de ciertos insecticidas de acuerdo al mecanismo de acción tiene su importancia en el fenómeno de resistencia de plagas a los plaguicidas al que se refieren Metcalf y Metcalf (1993)⁹³ quienes afirman que donde quiera que se utilice estos productos en forma rutinaria la resistencia de la plaga se puede presentar como una consecuencia del proceso evolutivo. Lo que sugiere el uso de insecticidas en forma racional y teniendo en cuenta los puntos donde actúa el insecticida. Así un control recomendable para *Sagalassa valida* es realizar aplicaciones intercaladas con permetrina y metomil o permetrina y carbosulfan.

No se recomienda mezclar aplicaciones entre metomil y carbosulfan, ya que estos pertenecen al grupo de los carbamatos y tienen el mismo modo de acción al inhibir la acetil colinesterasa y actuar sobre el sistema nervioso del insecto los piretroides impiden el cierre de los canales de sodio causando muerte al insecto por sobre excitación.

El hecho de que un insecticida tenga un efecto residual prolongado confiere un mayor periodo de protección, pero al mismo tiempo afecta gravemente la fauna benéfica y dificulta su recuperación, así los dos carbamatos y el piretroide por

⁹² IOBC, KRATZ, T., STANLEY, B. Periodo de riesgo de la mariquita *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Cocconellidae) en la exposición a Lannate ® 20L. Boletín técnico Lannate ® insecticida. p, 13.

⁹³ METCALF, R., METCALF, A. 1993. Destructive and Useful insects: their habits and control. McGraw- Hill, Inc. USA.

tener un efecto residual bajo propenden el rápido establecimiento de la fauna benéfica.⁹⁴

Otro factor muy importante para el uso de estos insecticidas en una plantación de palma es el costo del producto, en este se conoce que el precio publico en presentación de un litro para metomil, permetrina y carbosulfan es de \$28.650, \$74.000 y \$42.000 respectivamente*, encontrando que el costo de aplicación de las dosis utilizadas en este trabajo por hectárea resulta más módico con metomil, con un valor de \$11.360 seguido por permetrina con \$20.022 y por último carbosulfan con \$33.370 por hectárea presentando una diferencia entre \$9.000 y \$22.000 entre los tres productos. Por otro lado el efecto residual de los insecticidas es un factor a tener en cuenta en el caso de invertir en más de una aplicación.

La ventaja de un producto que resulte económico no solo esta en su valor comercial sino principalmente en la dosis requerida para que trabaje bien, si comparamos el valor por litro de metomil, permetrina y carbosulfan versus endosulfan, se obtiene que el precio de venta de estos tres producto supera el precio de este último que oscila entre los \$25.000 el litro, pero su aplicación por hectárea resulta mas costosa ya que la dosis que se recomienda por plato es de 10cc dando un costo de aplicación por hectárea de \$35.500 superior a cualquiera de los tres insecticidas anteriormente nombrados**.

⁹⁴ Disponible en Intenert vía anónimo HTP a: AVOCADOSOURCE.COM

* Costo tomado el 2 de mayo de 2007

** Costo tomado el 2 de mayo de 2007

5. CONCLUSIONES

El trabajo realizado con estos insecticidas, amplía las opciones en el control químico de *Sagalassa valida* barrenador de raíces de la palma de aceite dentro de un manejo integrado, aplicando ingredientes activos de insecticidas inéditos en el control del barrenador en la zona palmera de Tumaco (Nariño).

Mediante aplicaciones de metomil, permetrina y carbosulfan dirigidas al plato de las palmas fue encontrada una eficacia del 85.06%, 76.22% y 85.55%, en el control de *Sagalassa valida*, concluyendo que los tres insecticidas tuvieron igual efecto disminuyendo el porcentaje de daño fresco en las raíces.

En las condiciones en las que se realizó el experimento se encontró una reducción del porcentaje de daño fresco por debajo del umbral de acción de ésta plaga (5%) con la aplicación de metomil, permetrina y carbosulfan.

La aplicación de los insecticidas evaluados no presentaron efecto sobre el porcentaje de raíces nuevas muestreadas después de un mes de la aplicación.

Las aplicaciones de permetrina resultaron igualmente eficaces que las de metomil y carbosulfan, por lo que este piretroide representa una alternativa por ser moderadamente tóxica y ser compatible en un programa de manejo integrado de la plaga.

6. RECOMENDACIONES

Para el control de *Sagalassa valida* se recomienda el uso insecticidas de corta persistencia en el ambiente como permetrina, con el fin de poder alternar esta práctica con el uso de controladores biológicos y aplicaciones de nematodos, además de buscar que la fauna benéfica nativa se reubique en un tiempo corto.

A partir de las evaluaciones realizadas en este trabajo de investigación para el control de *Sagalassa valida* se recomienda incluir un plan de rotación de insecticidas que tengan diferente modo de acción, como permetrina y metomil o permetrina y carbosulfan. Dado que es muy importante realizar rotación de insecticidas con el fin de evitar una selección de especies resistentes.

La decisión de realizar un control con insecticidas para *Sagalassa valida* debe hacerse teniendo en cuenta el umbral de acción de la plaga (5%) y no marcar estas aplicaciones tipo calendario.

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar nuevos insecticidas de baja toxicidad en el control de *Sagalassa valida*, así como evaluar el porcentaje de raíces nuevas en un tiempo superior a 3 meses.

BIBLIOGRAFÍA

AFANADOR, A. 2004. Evaluación del control químico de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae) en plantas de verbena. Tesis de grado. Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. 31p.

ALDANA, R. C., CALVACHE, H. 1999. *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de raíces de palma de aceite. Ceniavances N° 59.

ANSON, J. 1987. Comportamiento de una población de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctunidae) sometida a presión de selección con methomyl por generaciones sucesivas. Maracay. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 48p.

Disponible en <http://www.avocadosource.com>

Disponible en <http://www.bayer.com>

Boletín técnico. Insecticida Lannate ®. DuPont™. 6 – 26p.

CARDONA, C. 1999. Entomología económica y manejo de plagas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 99p.

CARNERO, H.; CLAUSENT, C.; COSTA, A. 1988. La lucha integrada, una nueva estrategia para combatir las plagas. En: Hojas divulgadoras N° 12. 1 - 20 p.

CASTEBLANCO, J. 2001. Manejo de *Sagalassa valida* mediante técnicas de protección física e inducción radical en la palma de aceite en Cumaral (Meta).

Tesis grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Agronomía. 69p.

CHAVEZ, C., SALAMANCA, J.C., PEÑA, E. 2000. Método de muestreo del daño del insecto *S. valida*, barrenador de raíces de la palma de aceite. Ceniavances N° 77.

COMUNICADO de El Consejo de Estado. Sala de lo Contencioso Administrativo. Ministerio de Agricultura. Bogotá, 27 de mayo de 1997.

CORLEY, R., TINKEY, P. 2003. The oil palm. Oxford, Blackwell Science Ltd. 562p.

CREMLYN, R. 1985. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. 450p.

Disponible en <http://www.dupont.com>

ENTREVISTA con Franz Betancourt, Director de la Zona Occidental, Investigador Auxiliar del programa de transferencia de tecnología Cenipalma. San Andrés de Tumaco, 14 de mayo de 2007.

ENTREVISTA con Oscar Bustos, Representante comercial de Dupont. Ipiales, 5 de octubre de 2005.

ENTREVISTA con Victor Hugo Aguirre, Jefe de cultivo Palmar Santa Elena. San Andrés de Tumaco, 17 de noviembre de 2005.

Disponible en: <http://www.fedepalma.org/prensa.html>

GENTY, PH. 1973. Observaciones preliminares del lepidoptera barrenador de las raíces de la palma africana *Sagalassa valida* Walquer. *Oleagineux* (Francia) 28 (2): 59-65.

GENTY, PH. 1977. Las plagas y enfermedades de la palma africana y del cocotero. Los Lepidopteros minadores de raíces: *Sagalassa valida* W. *Oleagineux* (Francia) 32 (7): 311 – 315.

GENTY, PH., DESMIER DE CHENON, MORIN, J. P. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. *Oleagineux* (Francia) 32 (7): 325 – 419.

GUERRERO, H., BAUTISTA, P. N., DE LA TORRE, J. A., DE LA TORRE, R. 2000. Plagas de la palma de aceite en Colombia. Segunda edición. Cenipalma (Colombia) 94p.

GUERRERO, H; ORELLANA, F. 1986. *Sagalassa valida*, el gusano barreandor de las raíces de la palma africana y su combate. INIAP, Quito. En: Boletín divulgativo N° 190, 6p.

HARTLEY, C.W. 1977. La palma de aceite. México. Ed. Continental. 958p.

HENDERSON, G, F. 1995. Test with acaricide against the brown NET mite. *Journal of Economical Entomology* 48. 157- 160p.

HERNANDEZ, J., MORALES, A. 1999. Evaluación del combate químico de vaquitas (*Coleptera: chrysomeleneae*) vector del virus del moteado clorótico del caupí (CCMV) en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la región brunca. p.183.

IOBC (Organización internacional para el control biológico de animales y plantas perjudiciales), KRATZ, T., STANLEY, B. Periodo de riesgo de la mariquita *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) en la exposición a Lannate ® 20L. Boletín técnico Lannate ® insecticida. p, 13.

JAVID, A., ALL, J. 1984. Effects of methomyl on weight and development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). Ann Entomol Soc Am 77 (2):193-196.

LITTLE, X., HICKS, J. 1987. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 279p.

MARIAU, D., RIOS, R. 1993. Control químico de *Sagalassa valida* lepidoptero minador de raíces en América del Sur. Oleagineux (Francia) 48 (8): 337 – 383.

METCALF, R., METCALF, A. 1993. Destructive and Useful insects: their habits and control. McGraw- Hill, Inc. USA.

MORA, M; ROJAS, A. 2000. Estudios preliminares en la determinación ocasionado por el barrenador de la palma de aceite *Sagalassa valida* Walquer en Puerto Wilches (Santander). Universidad Nacional de Bogotá. 54p.

MORILLO, F, NOTZ, A. 2004. Efecto de lambdacihalotrina y metomil sobre la biología de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidóptera: Noctunidae). Entomotropica. Venezuela, 19(1): 7-14.

NIÑO, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. 70p.

NOVO, R.; VIGLIANCO, A.; VAUDAGNA, E. 2002. Efectos de insecticidas sobre el gorgojo de la papa, *Phyrdenus muriceus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae). Agriscientia, Vol. XIX: 3-10.

ORTIZ, L. E.; CALVACHE, H.; LUQUE, E. 1994. Control microbiano de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae) con el nematodo *Steinernema carpocapsae* (Weiser) en Tumaco, Nariño. Palmas (Colombia) 15 (1): p29-37.

OWEN, E. 1992. Regiones aptas para la palma africana (*Elaeis guineensis*) Jacq en la costa pacífica del departamento de Nariño. Palmas. Colombia, 13 (4): p15-20.

PAP, L, TÓTH, A. 1995. Development and characteristics of resistance in the susceptible WHO/SRS house fly (*Musca domestica*) strain subjected to selection with beta-cypermethrin. Pestic Sci 45:335-349.

PEÑA, E, JIMÉNEZ. D. 1994. Distribución del daño del insecto *Sagalassa valida* Walquer en el sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en la zona de Tumaco. Palmas 15(3): p19-23.

PEÑA, E. A, REYES, R., BASTIDAS, S. E. 1997. Evaluación de prácticas agronómicas para la recuperación de palmas de aceite afectadas por el insecto *Sagalassa valida* Walquer. Palmas 18(4): p35-38.

PINZON, L. I. 1995. Aspectos generales sobre la biología y manejo de *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de las raíces de la palma de aceite en Palmas de Tumaco. Palmas 16(2): p17-23.

REUNIÓN ANUAL FMC/ DuPont. Cultivos de papa y arroz. Santa Marta, marzo 7 al 11 de 1999. 1 – 7p.

REYNAGA, J.; VALDEZ. M.; FLORES, J.; SALAS, J. 1995. Efectividad de carbosulfan para el control del arador del naranjo *Phyllocoptripta oleivora* (Asmead). Agraria, Revista científica UAAAN 11(2):128-134.

SARMIENTO, A.; BENITEZ, E.; ALDANA, R. 2005. Descripción de la capacidad depredadora de las hormigas *Pachycondila Harpax* y *Pachycondyla obscuricornis*, sobre *Sagalassa valida* Walquer, barrenador de raíces en la palma de aceite. En: Palmas 25 (2).

SAENZ, A. 2005. Importancia de los nemátodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de ceite. Palmas 26 (2): 41 – 57.

SÁENZ, A., BETANCOURT, F. 2006. Biología, hábitat y manejo del barrenador de raíces de palma *Sagalassa valida* Walquer. Boletín técnico N° 20 Cenipalma. Bogotá. 42p.

SAENZ, A., FAJARDO, L., REINA, A., OLIVARES, W. 2006. Trampas de suelo para la captura de adultos de *Sagalassa valida* Walquer (Lepidoptera: Glyphipterigidae). Congreso Nacional de la Sociedad Colombiana de Entomología. 57p.

UMAÑA, C. H. 1996. Morfología, crecimiento, floración y rendimiento de la palma aceitera. Vigésimo Quinto Curso Internacional de Palma Aceitera. N°2. ASD Costa Rica. 79p.

VASQUEZ, C.; VAZQUEZ, Z.; RUVALCABA, M.; GEORGE, J. 2005. Susceptibilidad de *Stomoxys calcitrans* (L.) a la permetrina en establos lecheros de Aguascalientes, México. Vet. Méx., 36(4): 485-490.

VERA, H. y ORELLANA, F. 1986. *Sagalassa valida*, el gusano barrenador de las raíces de la palma africana y su combate. INIAP, Quito. Boletín divulgativo No.190, 6p

ZAMBRANO, R. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Asociación de Promoción Agraria. 104p.

ANEXOS

ANEXO A

Plantación de Araki s.a Tumaco (Nariño), lote 7, siembra 1992.

Tratamientos

T1 Testigo absoluto

T2 Carbosulfan (eltra) 5.6cc por plato

T3 Metomil (lannate) 2.8cc por plato

T4 Permetrina (pirestar) 1.9cc por plato

T5 Oxamil (Vidate) 1.9cc por plato

T6 Metamidofos (agromidor) 0.9cc por plato

T7 Tratamiento comercial (endosulfan)

Muestreo

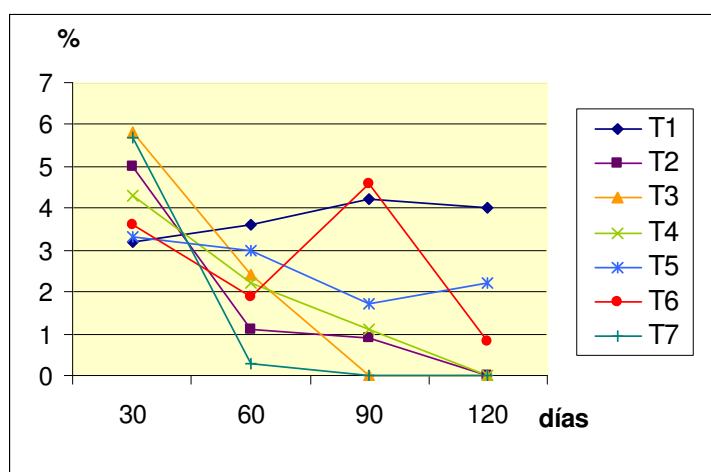
30 días después de la primera, segunda y tercera aplicación de los insecticidas

1º muestreo: 2 de junio de 2005

2º muestreo: 2 de julio de 2005

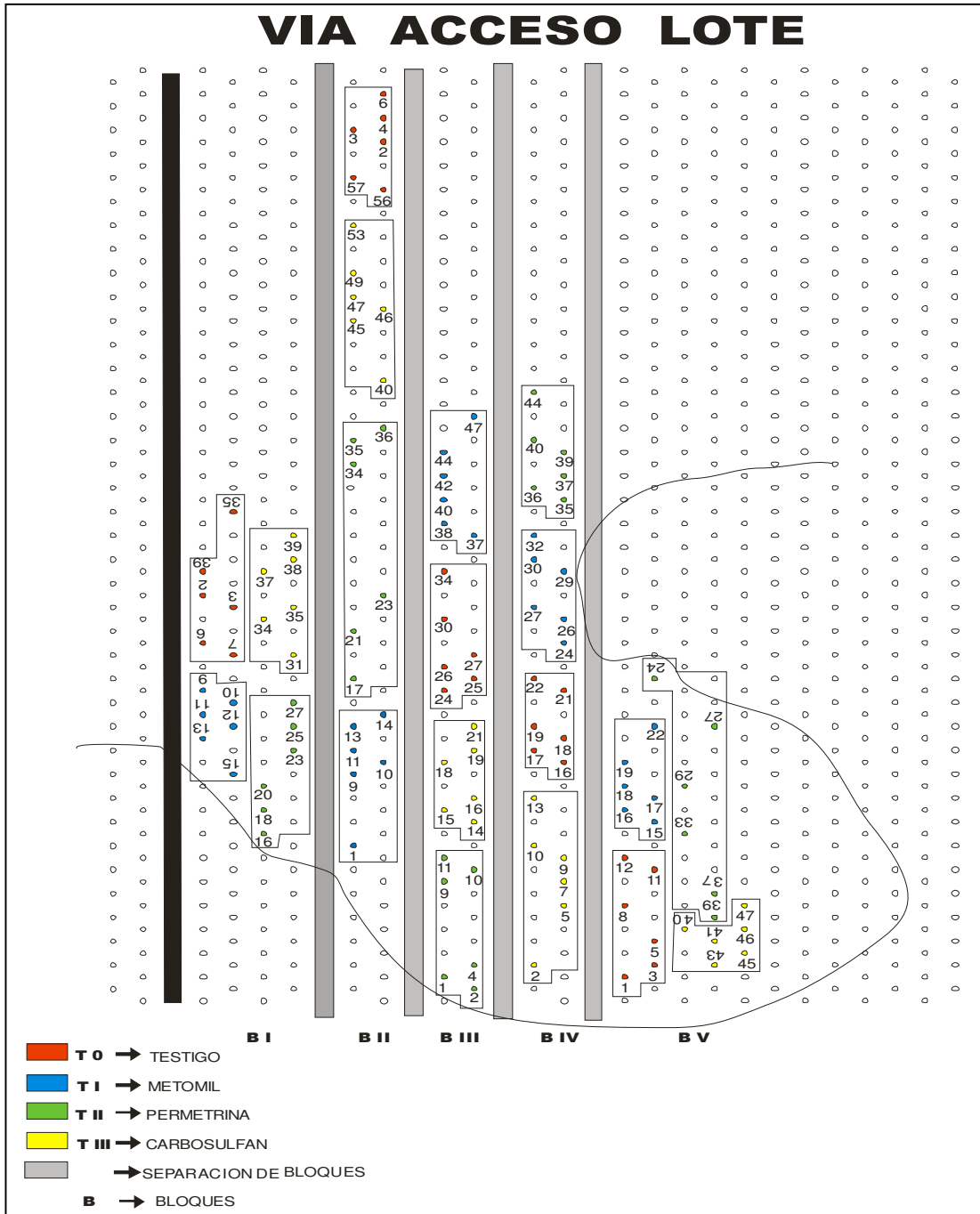
3º muestreo: 2 de agosto de 2005

Porcentaje de daño fresco



ANEXO B

MAPA DE CAMPO



ANEXO D

Análisis de varianza del porcentaje inicial de daño fresco de *Sagalassa valida* en raíces de palma aceitera

F. de V	GL	SC	CM	F		
				calculado	tabulado	
Tratamientos	3	19,79	6,5967	0,72	3,49	5,95
Bloques	4	335,16318	83,7908	9,19 **	3,26	5,41
Error	12	110,1511	9,17925			
Total	19	465,104255				

El ANDEVA para porcentaje inicial de daño fresco se trabajo con datos transformados por Arcoseno $\sqrt{x/100}$

** (P<0.001)

C.V = 34,56%

ANEXO E

Análisis de varianza del porcentaje final de daño fresco de *Sagalassa valida* en raíces de palma aceitera

F. de V	GL	SC	CM	F		
				calculado	tabulado	
Tratamientos	3	17,30	5,7666	9,08*	3,49	5,95
Bloques	4	2,79	0,6975	1,10		
Error	12	7,62	0,6350			
Total	19	27,71				

El ANDEVA para porcentaje inicial de daño fresco se trabajo con datos transformados por $\sqrt{x + 0.5}$

* (P < 0.05)

C.V= 35%

ANEXO F

Análisis de varianza del porcentaje de raíces nuevas de la palma aceitera después de aplicar metomil, permetrina y carbosulfan

F. de V	GL	SC	CM	F		
				Calculado	tabulado	
Tratamientos	3	627,9147	209,3049	2,61 N.S	3,49	5,95
Bloques	4	337,2800	84,3200	1,05		
Error	12	962,1687	80,1800			
Total	19	1.927,3634				

El ANDEVA para porcentaje inicial de daño fresco se trabajo con datos transformados por Arcoseno $\sqrt{x/100}$

C.V= 22,74%

ANEXO G

Análisis de varianza del porcentaje de eficacia de metomil, permetrina y carbosulfan en el control de *Sagalassa valida* W.

F. de V	GL	SC	CM	F		
				calculado	tabulado	
Tratamientos	2	79,2430	39,6215	0.08 N.S	4.46	8.65
Bloques	4	2521,8662	630,4665	1.34 N.S	3.84	7.01
Error	8	3761,1380	470,1422			
Total	14	6362,2472				

El ANDEVA para porcentaje inicial de daño fresco se trabajo con datos transformados por Arcoseno $\sqrt{x/100}$

C.V= 29,86%