

EVALUACION DE INSECTICIDAS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE

Rhynchophorus palmarum L. *

EVALUATION OF CHEMICAL INSECTICIDES FOR THE CONTROL OF

Rhynchophorus palmarum L.

Edison A. Yopez M.¹, Henry A. Rueda A.¹, Tito Bacca², Rosa A. de La Torre³, Luis C. Martinez³

RESUMEN

Se realizaron dos ensayos donde se determinó la eficacia del control químico para *Rhynchophorus palmarum*; en laboratorio se evaluó la eficacia a las 24, 48 y 72 horas, y en campo a los 15, 30, 45 y 60 días. El objetivo de este trabajo fue el encontrar nuevas alternativas para el manejo químico de *R. palmarum*, se valoró los ingredientes activos: Imidacloprid, Fipronil, Carbaryl, Tiacloprid + Deltametrina y Abamectina, en dosis de 1 y 2 cm³ p.c./L; los resultados en laboratorio pudieron establecer que moléculas de efecto inmediato como la Avamectina presentan mejores resultados y a medida que aumenta el tiempo se mejora la eficacia para todos los tratamientos. A las 72 horas de evaluación el menor promedio de eficacia fue para la molécula Tiacloprid + deltametrina en dosis de 2 cm³/L con un 73.01%; y el promedio más alto fue para la molécula Fipronil en dosis de 1 y 2 cm³/L con un 99%. En campo se pudo observar una disminución en la eficacia de las moléculas, producto de la posición de los estados de desarrollo de *R. palmarum* en la palma; en la primera evaluación se destacó la molécula Avamectina, cuya eficacia presentada fue similar a la del laboratorio; a los 60 días disminuyó considerablemente la eficacia para la mayoría de los tratamientos; sin embargo los ingredientes activos evaluados se pueden incluir dentro de un programa de manejo con uso de insecticidas.

Palabras claves: Control químico, eficacia, ingrediente activo.

* Trabajo de grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.

¹ Estudiantes Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. E-mail: edisonypz@hotmail.com/
henryrueda33@hotmail.com

² Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. titobacca@gmail.com

³ Investigadores Asociados CENIPALMA, Colombia.

ABSTRACT

You takes they carried out two rehearsals where the effectiveness of the chemical control was determined for *Rhynchophorus palmarum*; in laboratory the effectiveness was evaluated at the 24, 48 and 72 hours, and in field at the 15, 30, 45 and 60 days. The objective of this work was finding new alternatives for the chemical handling of *R. palmarum*, was valued the active ingredients: Imidacloprid, Fipronil, Carbaryl, Tiacloprid + Deltametrina and Abamectina, in dose of 1 and 2 cm³/L of water; the results in laboratory could establish that molecules of immediate effect as the Avamectina present better results and as it increases the time he/she improves the effectiveness for all the treatments. At the 72 hours of evaluation the smallest average of effectiveness was for the molecule Tiacloprid + deltametrina in dose of 2 cm³/L of water with 73.01%; and the highest average was for the molecule Fipronil in dose of 1 and 2 cm³/L of water with 99%. In field one could observe a decrease in the effectiveness of the molecules, product of the position of the states of development of *R. palmarum* in the palm; in the first evaluation she stood out the molecule Avamectina whose presented effectiveness went similar to that of the laboratory; to the 60 days it diminished the effectiveness considerably for most of the treatments; however all the evaluated active ingredients are good options to include inside a handling program with use of insecticides.

Key words: Chemical control, efficiency, the active ingredient.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la palma de aceite, *Elaeis guineensis* Jacq., es uno de los cultivos de mayor expansión en la zona tropical a nivel mundial, alcanzando una área cercana a los 6,5 millones de hectáreas, en las que se producen alrededor de 21,2 millones de toneladas de aceite. Según Fedepalma (2008), Colombia es el primer productor del continente americano, con una producción de aceite cercana a las 570.000 toneladas, incluidos el aceite de palma y de palmiste, además presentó un aporte al Producto Interno Bruto nacional de 6.06% en el cuarto trimestre del 2008, proyectando para el 2020 que se establezcan alrededor de 743.000 hectáreas (Agronet, 2009).

En Colombia, infortunadamente, se ha generado inconvenientes de carácter sanitario y ampliación de la distribución de plagas, los cuales amenazan su permanencia, distribución y estabilidad en las regiones (Avila *et al.*, 2000). Una de las principales plagas del cultivo de la palma de aceite es *R. palmarum*, cuyas poblaciones se incrementan en palmas afectadas con “Putridión del Cogollo” (PC) producido por el agente causal *Phytophthora* sp. (Martínez, 2008); (Fedepalma, 2008). Este fenómeno se produce por que se acelera la descomposición de la palma enferma y se produce una serie compuestos volátiles producto de la fermentación del tejido meristemático, estos compuestos atraen a los adultos de *R. palmarum* L., que colonizan y matan la palma afectada (Aldana *et al.*, 2005); (Chinchilla, 1997).

Dentro del manejo integrado de plagas el método mas utilizado para *R. palmarum* es el etológico, con base en trampas con feromona mas cebo vegetal; sin embargo, los altos niveles alcanzados por este insecto en zonas palmeras colombianas, como en Tumaco, Nariño hace necesario buscar alternativas de manejo para llevar a esta plaga a su Posición General de Equilibrio (PGE) (Fedepalma, 2008).

La aplicación de insecticidas químicos dirigida a la zona de cogollo de la palma y a palmas erradicadas ha sido una de las formas de control empleadas en las Zonas Occidental y Oriental de Colombia, para el manejo de *R. palmarum*. El insecticida más utilizado es el

Carbaryl, el cual según Mora (2000), tiene una corta persistencia en sustratos en condiciones de campo, en virtud de condiciones de clima templado y cálido, siendo su vida media en el suelo no superior a un mes, ha demostrado buenos resultados en el manejo de este insecto, Lakshmanan *et al.*, (1972), ensayaron en campo este insecticida aplicado en agujeros practicados en los troncos de cocoteros tratados, encontrando que todas o casi todas las larvas y adultos presentes murieron y que las palmeras se recuperaron en un mes.

A nivel mundial el control químico de poblaciones de *R. ferrugineus* esta bien documentado, hecho que podría servir para la escogencia de insecticidas para el control de *R. palmarum*, en España por ejemplo, Cabello *et al.*, (1997), encontraron 100% y 71.8 % mortalidad en larvas de *R. ferrugineus* en condiciones de laboratorio después de 7 días de la aplicación de los insecticidas imidacloprid y oxamyl respectivamente. De igual forma Kaakeh (2006), en ensayos con diferentes instares de la *R. ferrugineus*, en condiciones de laboratorio, encontró una eficacia del 100%, 48 horas después de la aplicación del insecticida fipronil; ensayos del laboratorio dirigidos por Cabello *et al.* (1997) mostraron que el imidacloprid era más eficaz (90%) contra todas las fases de *R. ferrugineus* que el oxamyl con 63%.

La aparición en el mercado de nuevas moléculas más eficientes, con mejores efectos residuales y categorías toxicológicas más bajas, son una alternativa que se debe tener en cuenta para mejorar los controles de *R. palmarum* en campo, por lo cual se hace necesario la evaluación de nuevos insecticidas tendientes a controlar las poblaciones de *R. palmarum* con el fin de realizar rotaciones de los ingredientes activos al igual que de los mecanismos de acción, para evitar selección de poblaciones resistentes. Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue el de evaluar 5 insecticidas para el control de *R. palmarum*, en condiciones de laboratorio y campo.

METODOLOGIA

Localización. Se efectuaron dos ensayos para evaluar la eficacia de los insecticidas; la primera en los laboratorios de CENIPALMA, ubicado en la estación experimental CORPOICA, El Mira, municipio de Tumaco; el segundo se realizó en la Plantación Central Manigua en los lotes uno, dos, tres y el Congo, situados en el kilómetro 48 vía Tumaco – Pasto, vereda Tangareal, con una altura de 50 msnm, una precipitación promedio anual de 3000 mm, humedad relativa promedio de 88%, temperatura promedio de 26°C y un brillo solar de 1080 horas año (Corpoica el Mira, 1993). El área de los ensayos de campo fueron de aproximadamente de 22 hectáreas con 2742 palmas de siete años de edad, sembradas a 9 x 9 m en tres bolillo, semilla Ténera Corpoica, con pendientes entre el 10 y 15%, suelo franco arcilloso, nivel freático de 1m, con una incidencia de “Putridión de Cogollo” (PC) superior al 70%.

Tratamientos: Los tratamientos consistieron en la evaluación de 5 insecticidas (Tab. 1) y un testigo (agua) tanto en laboratorio como en campo.

Tabla. 1. Tratamientos para el control de *R. palmarum* L. utilizando diferentes ingredientes activos en campo y laboratorio.

TRATAMIENTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
T1	Imidacloprid (Confidor 350 EC®)	1 cm ³ p.c./L
T2	Imidacloprid (Confidor ® 350 EC®)	2 cm ³ p.c./L
T3	Fipronil (Regent 200 SC®)	1 cm ³ p.c./L
T4	Fipronil (Regent 200 SC®)	2 cm ³ p.c./L
T5	Carbaryl (Sevin 80 WP®)	1 cm ³ p.c./L
T6	Carbaryl (Sevin 80 WP®)	2 cm ³ p.c./L
T7	Tiacloprid + Deltametrina (Proteus OD®)	1 cm ³ p.c./L
T8	Tiacloprid + Deltametrina (Proteus OD®)	2 cm ³ p.c./L
T9	Avamectina (Vertimec 1.8®)	1 cm ³ p.c./L
T10	Avamectina (Vertimec 1.8®)	2 cm ³ p.c./L
T11	Agua (testigo)	500 cm ³

Metodología de evaluación en laboratorio: Se aplicó la metodología propuesta por Roachat (1990); la cual consiste en sumergir por 1 minuto un meristemo en cada solución insecticida evaluada (Tab. 1). En frascos bomboneros de vidrio de 5 litros de capacidad se colocaron 30 adultos de *R. palmarum* más 300g del tejido meristemático. Mediante conteos manuales se determinó la mortalidad y la supervivencia de los adultos a las 24, 48 y 72 horas después de aplicado el tratamiento. Se utilizó un Diseño Irrestringidamente al Azar (DIA) con 11 tratamientos incluido el testigo (Tab.1), con cuatro repeticiones, evaluándose a las 24, 48 y 72 horas; la unidad experimental fue conformada por 30 insectos por frasco.

Metodología de evaluación en campo: se hizo una selección de 220 palmas enfermas con PC en estado de cráter y en proceso activo de fermentación, posteriormente se aplicaron los diferentes tratamientos en dosis de 500 cc de solución (Insecticida + agua) por palma (Tab. 1), con la ayuda de una bomba de espalda de 20 L, provista de un manómetro, para aplicar la dosis indicada; posteriormente se realizaron muestreos destructivos a los 15, 30, 45 y 60 días después de aplicados los tratamientos en campo. Fraccionando totalmente la corona de cada palma con la ayuda de un palín en busca de estados de desarrollo de *R. palmarum*; larvas, pupas y adultos, vivos y muertos, según la metodología de muestreo establecida por Moya (2008). Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), evaluándose los mismos tratamientos utilizados en laboratorio (Tab. 1); utilizando 5 repeticiones, la unidad experimental fue constituida por cuatro palmas.

Variables de evaluación:

Porcentaje de Eficacia en laboratorio: Esta se estimó a partir de la cantidad de adultos vivos de *R. palmarum* del tratamiento testigo y de la cantidad de adultos vivos después de los tratamientos, utilizando la fórmula de Abbott (1925):

$$Eficacia (\%) = [(Cd - Td)/cd] * 100$$

Donde:

Cd: Individuos vivos después del tratamiento en el Testigo.

Td: Individuos vivos después del tratamiento en Parcela Tratada.

Porcentaje de Eficacia en Campo: Los cálculos se realizaron a partir de los porcentajes de individuos muertos (larvas, pupas y adultos) de *R. palmarum* del tratamiento testigo y de los demás tratamientos, utilizando la fórmula de Sun – Shepard citado por Werner (1981):

$$Eficacia (\%) = \{(Pt \pm Pck / 100 \pm Pck)\} \times 100$$

Donde:

Pt: % Mortalidad en la parcela tratada.

Pck: % Mortalidad en la Parcela testigo.

Los resultados obtenidos en la prueba de laboratorio se analizaron a partir de análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan ($p < 0.05$) y los resultados obtenidos en la prueba de campo se analizaron a partir de análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo de Laboratorio. En el análisis de varianza realizado para el porcentaje de eficacia de los insecticidas, se pudo establecer que existen diferencias entre los tratamientos para las 24, 48 y 72 horas (Tab. 2). Según la prueba de Duncan ($p < 0,05$) para 24 horas después de la aplicación de los insecticidas, se encontró que el tratamiento T9 (Avamectina 1 cm³ p.c./L) con una eficacia del 76.63%, es estadísticamente diferente de los demás tratamientos T1 (Imidacloprid 1 cm³ p.c./L), T2 (Imidacloprid 2 cm³ p.c./L), T3 (Fipronil 1 cm³ p.c./L), T4 (Fipronil 2 cm³ p.c./L), T5 (Carbaryl 1 cm³ p.c./L) y T8 (Tiacloprid + Deltametrina 2 cm³ p.c./L). Mientras que no se presentan diferencias estadísticas con los tratamientos T6 (Carbaryl dosis de 2 cm³ p.c./L), T7 (Tiacloprid + Deltametrina dosis de 1 cm³ p.c./L) y T10 (Avamectina dosis de 2 cm³ p.c./L), que son estadísticamente iguales entre sí y cuyos promedios de eficacia son: 54.57, 58.08 y 65.42% respectivamente.

En este tiempo de evaluación se destaca el T9 a base de Avamectina que presenta una alta actividad de efecto “know down”, es decir que posee un efecto inmediato lo cual, según la Bayer Crop Science (2009), se produce por la alta concentración del isómero B1a, cuya

molécula persiste en el ambiente de 7 a 10 días después de su aplicación. De igual forma los insecticidas Carbaryl, Tiacloprid + Deltametrina; también tienen un efecto rápido sobre el insecto blanco en las primeras horas de su aplicación. Cremlyn 1986 y Gonzales *et al.*, 1992; señalan que pesticidas a base de Carbaryl presentan efectos pronunciados en sus primeras etapas y Leicht (1996), con respecto al Tiacloprid, molécula del grupo de los neonicotinóides, asevera que presenta una alta efectividad inicial con efectos residuales limitados por los componentes del medio ambiente.

A las 48 horas de evaluación, en la prueba de Duncan ($p < 0,05$) se encontró que el tratamiento que presentó la eficacia más alta fue el T3 (Fipronil en dosis de 1 cc p.c./lt de agua), con un valor de 87.75%, coincidiendo con los resultados obtenidos por Barranco *et al.*, (1998) quienes ponen de manifiesto que el producto es eficaz en laboratorio, alcanzando un 100% de mortalidad, para larvas de una semana y 30 días de edad. Así mismo, Kaakeh, (2006), en ensayos en diferentes instares de *R. ferrugineus*, en condiciones de laboratorio, encontraron una eficacia del 100%, cuando se incrementó el tiempo de exposición a 48 horas de esta molécula.

Tabla. 2. Promedio de la eficacia (\pm error estándar) de insecticidas para el control de adultos de *R. palmarum* en laboratorio a las 24, 48 y 72 horas después de su aplicación.

TRATAMIENTO	EFICACIA EN LABORATORIO (%)		
	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS
T1 (Imidacloprid) Confidor 350 EC®	45,5 \pm 7,05b	71,1 \pm 8,37abc	88,59 \pm 1,52abc
T2 (Imidacloprid) Confidor 350 EC®	44,44 \pm 6,08b	57,78 \pm 8,36c	77,37 \pm 11,12bc
T3 (Fipronil) Regent 200SC®	50,13 \pm 4,67b	87,75 \pm 2,39a	99 \pm 1,00a
T4 (Fipronil) Regent 200SC®	44,57 \pm 4,01b	85,5 \pm 3,51ab	99 \pm 1,00a
T5 (Carbaryl) Sevin 80WP®	52,33 \pm 7,98b	69,18 \pm 8,23abc	82,09 \pm 9,59abc
T6 (Carbaryl) Sevin 80WP®	65,42 \pm 6,59ab	84,18 \pm 2,91ab	96,11 \pm 2,72a
T7 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD®	58,08 \pm 7,83ab	85,65 \pm 2,29ab	92,41 \pm 1,49ab
T8 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD®	45,5 \pm 10,23b	66,28 \pm 8,35bc	73,01 \pm 7,76c
T9 (Avamectina) Vertimec 1.8 EC®	76,63 \pm 4,9a	77,78 \pm 5,87ab	92,33 \pm 2,25ab
T10 (Avamectina) Vertimec 1.8 EC®	54,57 \pm 10,18ab	81,63 \pm 5,24ab	87,28 \pm 5,02ab
GL	9	9	9
CV	26,98	15,88	12,75
Fcal	2,12*	2,74*	2,48*

* Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

A las 72 horas se observa una tendencia a incrementar el porcentaje de eficacia por parte de las moléculas evaluadas, según la prueba de Duncan ($p < 0,05$), los tratamientos evaluados fueron eficaces siendo estadísticamente iguales a excepción de los tratamientos T2 (Imidacloprid $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$) y T8 (Tiacloprid + Deltametrina $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$) cuyas eficacias fueron menores con 77.37 y 73.01% respectivamente. Las mejores eficacias fueron para los tratamientos T1 (Imidacloprid en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T3 (Fipronil en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T4 (Fipronil en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T5 (Carbaryl en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T6 (Carbaryl en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T7 (Tiacloprid + deltametrina en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), T9 (Avamectina en dosis de $1 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$) y T10 (Avamectina en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$), oscilando los valores promedios entre 82,09 % para el Carbaryl hasta el 99% de eficacia para el Fipronil (Tab. 2).

Los tratamientos T8 (Tiacloprid + Deltametrina en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$) y T2 (Imidacloprid en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$) no fueron eficaces debido a que no alcanzaron el porcentaje mínimo exigido en pruebas comerciales (80%), además este último mostró un porcentaje bajo de eficacia desde el inicio del ensayo, esto al parecer porque a mayores dosis de los ingredientes activos presentan reducciones en las eficacias en laboratorio, este fenómeno es conocido como Horméis, caracterizado por una estimulación en dosis baja y una inhibición en dosis altas, (Calabrese y Baldwin 2003). De igual forma aunque no tan evidente este fenómeno se presentó con las moléculas Tiacloprid + Deltametrina y Abamectina, al respecto Calabrese y Baldwin (2003), en sus experimentos con insecticidas piretroides, también encontraron efectos negativos al incrementar las dosis de estas moléculas en la plaga *Sitophilus sp.*; afirmando que este fenómeno se puede presentar en otros grupos químicos, tal y como se demostró en este ensayo.

La eficacia obtenida con la molécula Fipronil en dosis de 1 y $2 \text{ cm}^3 \text{ p.c./L}$, en las condiciones de laboratorio, fue evidente y de eficacia creciente debido a que es un insecticida de alta efectividad de amplio espectro, por lo tanto la Pesticides News (2000), manifiesta que puede aplicarse en dosis bajas a muy bajas, a fin de lograr un control de plagas efectivo. Además Cabello *et al.*, (1998), afirman que esta molécula, junto con

Imidacloprid son igualmente efectivas hasta 30 días después de aplicadas en condiciones de laboratorio. Otra molécula importante en este ensayo fue el tratamiento con Carbaryl, cuya eficacia se debe principalmente a la inhibición de la acetilcolinesterasa en tejidos del sistema nervioso y periférico de invertebrados, causando una serie de efectos tóxicos de tipo agudo en las primeras instancias, lo cual explica los altos promedios obtenidos en laboratorio, bajo condiciones controladas.

Eficacia de insecticidas sobre estados biológicos de *R. palmarum* en campo. Según la Prueba de Tukey (Tab. 3), se encontraron diferencias altamente significativas, entre tratamientos, sin embargo en estas condiciones se observó que la eficacia de la mayoría de moléculas químicas disminuye en comparación a la fase de laboratorio, debido a que larvas y pupas de *R. palmarum* están dentro del estipe y en muy pocas ocasiones entran en contacto con los tratamientos aplicados. En la primera evaluación realizada el mejor tratamiento fue el T10 (Avamectina Vertimec 1.8 EC dosis de 2 cm³ p.c./L) con un 65,36% de eficacia el cual fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos; por su parte el T6 (Carbaryl (Sevin 80 WP) 2 cm³ p.c./L) también presentó diferencia con los demás tratamientos, debido a que presentó la menor eficacia con 33.38%. Los demás tratamientos no presentaron diferencias estadísticas.

Estos resultados fueron similares a los obtenidos en la fase de laboratorio, donde también se evidenció que los tratamientos de Avamectina, de Tiacloprid + Deltametrina en dosis de 2 cm³ p.c./L y Carbaryl dosis de 1 cm³ p.c./L, fueron los mejores en primeras instancias de los ensayos, resultados similares encontraron Kurian y Mathen (1971), al evaluar la eficacia del carbaryl y del Tiacloprid, en el control de *R ferruginus* al inyectarlos en las palmas encontrando eficacias de 71 y 77 % respectivamente, atribuyendo estos resultados a la alta actividad del efecto “know down dada por la alta residualidad y a la forma de aplicación; contrariamente en este ensayo se observa que el T6 (Carbaryl) Sevin 80WP dosis de 2 cm³ p.c./L, es el que tiene la menor eficacia, esto porque los estados de desarrollo de *R. palmarum* (larvas, pupas y adultos), se encontraron en un alto grado de descomposición, y una distribución aleatoria en campo dificultando un muestreo adecuado, cabe recordar que

el control químico que se realiza tradicionalmente en Colombia en el cultivo de Palma es a partir de esta molécula, el cual según Mora (2000), tiene una corta persistencia en sustratos en condiciones de campo, en virtud de condiciones de clima templado y cálido, siendo su vida media en el suelo no superior de un mes.

En la segunda evaluación (30 días), la prueba de Tukey al 95% determinó que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, debido a que la mayoría presentan una tendencia al incremento de su eficacia, sobresalen los tratamientos T9 (Avamectina en dosis de 1 cm³ p.c./L) con 68.9 %, seguido por el T3 (Fipronil en dosis de 1 cm³ p.c./L) con una eficacia de 62.94%. Esto corrobora, que los tratamientos de Avamectina y Fipronil son los más eficaces en las primeras etapas del ensayo.

A los 45 días de evaluación, Tukey al 95% también registró los tratamientos estadísticamente iguales, debido a que presentan un comportamiento similar, es decir comienzan a decrecer en eficacia. Se destacan los tratamientos T2 (Imidacloprid) Confidor® 350 EC dosis de 2 cm³ p.c./L con 62.71 %, el T8 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD® en dosis de 2 cm³ p.c./L con una eficacia de 59.04 %. Según Wilcken *et al.*, 2003 (a) y Sousa, 2003, la utilización de insecticida sobre la base de Imidacloprid aplicado directamente sobre los troncos de las plantas alcanza una residualidad de entre 29 a 90 días desde la aplicación del producto.

A los 60 días se evidencia una notable disminución en la eficacia por parte de todas las moléculas evaluadas, indicando que la residualidad de las moléculas disminuye considerablemente y donde la prueba de Tukey al 95% determinó que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, con excepción del T7 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD® dosis de 1 cm³ p.c./L, cuyo eficacia fue de 0.00% esto debido a la ausencia de estados del insecto (larvas, pupas y adultos) en las palmas evaluadas para este tratamiento. De este tiempo se destacan el T3 (Fipronil) Regent 200SC® dosis de 1 cm³ p.c./L con 46.86%, el T5 ((Carbaryl) Sevin 80WP® en dosis de 1 cm³ p.c./L) con 40.69% de eficacia, el T8 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD® dosis de 2 cm³ p.c./L

con 47.99 % y el T9 (Avamectina) Vertimec 1.8 EC® dosis de 1 cm³ p.c./L con 46%. Resultados similares a los obtenidos, aunque con mayor eficacia, presentaron Kurian y Mathen (1971) y Lakshmanan *et al.*, (1972), en ensayos en campo con Carbaryl, Fipronil e Imidacloprid, aplicado en inyección a los troncos de cocoteros, encontraron respuesta positiva en el control de larvas y adultos *R. ferrugineus* en 100, 90 y 83,6% para los productos respectivamente. La forma de aplicación al parecer afectó la eficacia de estos insecticidas.

Tab. 3. Promedio de la eficacias (\pm error estándar) en diferentes insecticidas para el control de *Rinchorphorus palmarum* (larvas, pupas y adultos) en campo.

TRATAMIENTO	15 DIAS	30 DIAS	45 DIAS	60 DIAS	Promedio Eficacia
T1 (Imidacloprid) Confidor 350 EC®	57,73 \pm 16,41ab	54,36 \pm 24,13a	54,02 \pm 28,89a	45,43 \pm 47,87a	52,885
T2 (Imidacloprid) Confidor 350 EC®	45,15 \pm 21,92ab	60,44 \pm 6,95a	62,71 \pm 18,06a	32,85 \pm 30,92a	50,2875
T3 (Fipronil) Regent 200SC®	52,99 \pm 12,49ab	62,94 \pm 11,06a	58,55 \pm 14,41a	48,86 \pm 32,6a	55,835
T4 (Fipronil) Regent 200SC®	56,7 \pm 4,76ab	54,18 \pm 10,73a	49,07 \pm 8,52a	49 \pm 28,75a	52,2375
T5 (Carbaryl) Sevin 80WP®	61,16 \pm 13,93ab	48,26 \pm 26,4a	50,21 \pm 43,74a	40,69 \pm 54,77a	50,08
T6 (Carbaryl) Sevin 80WP®	33,38 \pm 29,18b	49,51 \pm 15,41a	51,4 \pm 13,87a	21,08 \pm 34,13a	38,8425
T7 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD®	54,3 \pm 25,03ab	54,46 \pm 15,17a	51,29 \pm 7,15a	0 \pm 0,00b	40,0125
T8 (Tiacloprid + Deltametrina) Proteus OD®	60,29 \pm 7,05ab	46,35 \pm 19,75a	59,04 \pm 16,37a	47,99 \pm 35,2a	53,4175
T9 (Avamectina) Vertimec 1.8 EC®	58,3 \pm 21,13ab	68,9 \pm 26,79a	57,16 \pm 27,37a	46 \pm 31,62a	57,59
T10 (Avamectina) Vertimec 1.8 EC®	65,36 \pm 27,39a	65,36 \pm 6,26a	53,88 \pm 28,88a	30,77 \pm 12,94a	53,8425
GL	9	9	9	9	
CV	27.67	32.61	36.22	29.04	
Fcal	8.26	5.65	5.06	34.62	

* Letras distintas indican diferencias significativas, según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

A medida que el tiempo transcurre las moléculas empiezan su proceso de desdoblamiento e inactivación de su ingrediente activo. La FAO (1993), afirma que el tiempo necesario para

una pérdida del 90% en la eficacia para la molécula de Deltametrina es de 35 días, debido a la segmentación, oxidación y conjugación de esteres; por su parte Leicht, 1996, asegura que la molécula Tiaclopid, presenta una alta efectividad inicial con efectos residuales limitados por las condiciones ambientales; siendo similar a lo que aconteció con estos tratamientos en la evaluación.

Para el caso de carbaryl, Kuhr y Dorough, 1976 afirman que este insecticida tiene una vida útil promedia de 10.5 días, descomponiéndose más rápidamente a un pH que sobrepase niveles de 8. Contrariamente en esta investigación se obtuvo que esta molécula fue uno de los mejores tratamientos, al parecer las condiciones medio ambientales y las características del producto contribuyeron a la eficacia de este tratamiento.

La molécula Fipronil, la Hed Risk Assessment - Chemical, 1998, afirma que al entrar en contacto con la luz solar esta molécula se degrada, produciendo diversos metabolitos, uno de los cuales el fipronil-desulfinil es extremadamente estable y más tóxico que el compuesto original; lo cual se ve reflejado a los 60 días de evaluación.

Los insecticidas evaluados son una buena herramienta para el control químico del picudo, se destacan los tratamientos con base en Fipronil (Regent 200SC®) por obtener un 99% de eficacia en laboratorio y 55.83% en promedio en campo. Para escoger la mejor opción se deben tener en cuenta el grado toxicológico, precio, modo, mecanismo de acción, eficacia en campo y la frecuencia de aplicación para ser incorporado dentro de un programa de manejo integrado de plagas acompañado de un plan de rotación de insecticidas.

CONCLUSIONES

Todos los insecticidas evaluados (Imidacloprid, Fipronil, Carbaryl, Tiacloprid + Deltametrina y Avamectina), son una buena alternativa dentro de un manejo integrado de plagas para el control de *R. palmarum*. Se Pueden utilizar dentro de un plan de rotación debido a que presentan diferentes modos de acción, la mayoría son compatibles con otras alternativas de manejo por que presentan categoría toxicológica II y III; Sin embargo, hay que tener en cuenta que la eficacia de los insecticidas se disminuye considerablemente en condiciones de campo, debido a los hábitos crípticos del insecto, por lo tanto se debe explorar técnicas para aumentar esta eficacia.

BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology, v.18, n.1, 265-267 p.

AGRONET, 2009. Asistencia técnica en línea. En: http://www.agronet.org/sipsa/vercmmedi.asp?id_mensaje=512.jp.; consulta octubre 2009.

ALDANA DE LA TORRE, R., FRANCO, P., RAIRÁN, N., SALAMANCA, J. 2005. Anillo Rojo – Hoja corta. Cenipalma, SENA, SAC. Boletín tecnico No. 9, 31p.

AVILA, M; CALVO, F; SANTACRUZ, L y ZAMBRANO, J. 2000. El complejo pudrición de cogollo en la zona oriental de Colombia. En: Palmas. Colombia Vol. 21 no. Especial, tomo 1 124 –134p.

BARRANCO, J., DE LA PEÑA, M., MARTIN, C. 1998. Eficacia del control químico de la nueva plaga de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliver, 1790) (Col.: Curculionidae) Boletín de Sanidad Vegetal. 2: 301-306p.

BAYER CROP SCIENCE, 2009. Asistencia técnica en línea. En: <http://www.bayercropscience.com/ASD-Pub/Bol05/B5c1Esp.htm>, N° 5, 1p.; consultada Octubre 2009.

CABELLO, T., DE LA PEÑA AND BARRANCO, P. 1997. Laboratory evaluation of imidacloprid and oxamyl against *Rhynchophorus ferrugineus*. Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. 04120-Almería. Spain.

CALABRESE, E y BALDWIN, L. 2003. Hormesis: The Dose-Response Revolution. Annual Review of Pharmacology and Toxicology 43:175-197p.

CHINCHILLA C. 1997. Epidemiología y Manejo Integrado del Anillo Rojo en Palma Aceitera. *Agronomía Costarricense*. 21 (1): 121 – 126p.

CORPOICA El Mira, 1993. Boletín informativo de Cultivadores de Palma, Corpoica. N° 213, marzo, 4-6 p.

CREMLYN, R. 1986. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Limusa, Mexico 235p.

FAO. 1993. Guía para la salud y la seguridad No. 30. PISSQ, programa internacional de seguridad de sustancias químicas. Metepec, Estado de México, México. 31p.

FEDEPALMA, 2008. Boletín informativo de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma, El Palmicultor. . N° 431, enero, 2-13 p.

GONZALES V., AYALA J. y ALFONSO A. 1992. Degradation of carbaryl in natural water: enhanced hydrolysis rate in micellar solution. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 48, 171 – 178p.

HEAD RISK ASSESSMENT, CHEMICAL. 1998. Fipronil for use on Rice (Regent, Icon) and Pets (Frontline), USEPA Washington DC, US, Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances. 90 p.

KAAKEH, W. 2006. Toxicity of imidacloprid to developmental stages of *Rhynchophorus ferrugineus* (Curculionidae: Coleoptera): Laboratory and field tests. Department of Aridland Agriculture, College of Food Systems, United Arab Emirates University, Al-Ain, UAE,. *Crop Protection* 25, julio. 432–439p.

KUHR, R., Y DOROUGH H. 1976. Carbamate insecticides chemistry, biochemistry and toxicology. CRC Press, Cleveland, 37-45p.

KURIAN, C, MATHEN, K. 1971. Red palm weevil, hidden enemy of coconut palm. *Indian farming* 21 (1):29-31.

LAKSHMANAN, P.L., SUBBA-RAO, P.V., SUBRAMANIAM, T.R., RAO, P.VS. 1972. A note on control of the coconut red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* with certain new chemicals. *Madras Agricultural Journal*, 59: 11-12, 638-639.

LEICHT, W. 1996. Imidacloprid – a chloronicotinyl insecticide biological activity and agricultural significance. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer, Netherlands*, vol.49, No.3, 71-84p.

MARTÍNEZ, G. 2008. La *Phytophthora sp.*, es el agente causal de la Pudrición de Cogollo. *Revista el Palmicultor*. N° 439: P 18 – 23.

MORA, B. 2000. Relación de la toxocinetica de Carbaryl y efecto sobre la actividad de acetilcolinesterasa en el caracol (*Pomacea patula*). Tesis PhD en ciencias biológicas. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Iztapalapa, Mexico. 166p.

MOYA, O, 2008. Aplicación de productos para la erradicación de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. y su efecto sobre el desarrollo biológico del picudo negro *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). en la zona oriental municipio de Acacias – Meta. Trabajo de grado (Ing. Agrónomo). Universidad de los Llanos, Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Programa de Ingeniería Agronómica, Villavicencio. 176p.

MULROONEY, D, A. 1998. Wolfenbarger, KD Howard, Deepa-Goli and D Goli, Efficacy of ultra low volume and high volume applications of fipronil against the boll weevil, *Journal of Cotton Science*, 2(3), 110-116p.

PESTICIDES NEWS, 2000. No.48.Traducción: Graciela Carbonetto RAP-AL, Enlace 64, 2004. 20p.

ROCHAT D. 1990. *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera, Curculionidae): Nuevos datos sobre el comportamiento del insecto y su control por trapeo olfativo. Palmas, 11 (1):69-79.

SOUSA, N.J. 2003. Importancia do manejo de resistencia de insecticidas no controle integrado dos pulgones-gigantes-do-Pinus. CD Actas Simposio sobre Cinara em Pinus. Curitiba, Brasil. EMBRAPA, CNPFlorestas. 5 pp.

WERNER, P. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2da Ed. División de Agricultura, CIBA-GEIGY S.A. Basilea, Suiza. 204p.

WILCKEN, C.F.; Ottati, A.L.; Oliveira, N.C.; Couto, E.B.; Ferreira, P.J. 2003 a. Ações de pesquisa visando o manejo integrado dos pulgões-gigantes-do-pinus em São Paulo. CD Actas Simposio sobre Cinara em Pinus. EMBRAPA CNPFlorestas. Curitiba, PR, Brasil. 3 pp.