

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE FIPRONIL SOBRE EL PICUDO DEL COCO, EN COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO**
TESIS DE GRADO

FRANCO GEOVANNY RODAS ARREAGA
CARNET 20227-06

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

**EVALUACIÓN DE DOSIS DE FIPRONIL SOBRE EL PICUDO DEL COCO, EN COLOMBA COSTA
CUCA, QUETZALTENANGO**
TESIS DE GRADO

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

POR
FRANCO GEOVANNY RODAS ARREAGA

PREVIO A CONFERÍRSELE
**EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO**

COATEPEQUE, SEPTIEMBRE DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. LUIS ALBERTO DE LEON MALDONADO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Coatepeque, 16 de Octubre de 2017.

Honorable Consejo de

La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas

Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Franco Geovanny Rodas Arreaga, que se identifica con carné 2022706, titulado: "EVALUACIÓN DE DOSIS DE FIPRONIL SOBRE EL PICUDO DEL COCO, EN COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO", el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.



Atentamente,

Ing. Agr. Luis Alberto De León Maldonado

Colegiado No. 4818



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06796-2017

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FRANCO GEOVANNY RODAS ARREAGA, Carnet 20227-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06132-2017 de fecha 1 de septiembre de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FIPRONIL SOBRE EL PICUDO DEL COCO, EN COLOMBA
COSTA CUCA, QUETZALTENANGO

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 19 días del mes de octubre del año 2017.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	3
2.1 El Cultivo del Coco	3
2.2 clasificación botánica del cultivo del cocotero	3
2.3 Descripción botánica de la planta	4
2.4 Variedades de cocotero	5
2.4.1Cocotero amarillo malayo	5
2.4.2 Cocoteros enano verde	5
2.5 Plagas	6
2.5.1 Picudo del cocotero <i>Rhynchophorus palmarum</i>	6
2.5.2 Clasificación taxonómica del picudo del cocotero	6
2.5.3 Morfología del insecto	6
2.6 Descripción del producto	8
2.6.1 Producción de siembras nuevas	8
2.6.2 Protección de ataque de picudo en gallinas afectadas por <i>R. palmarum</i>	8
2.6.3 Firponil	9
2.6.3.1 Utilización	9
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3.1 Definición del problema	13
3.2 Justificación De la Investigación	13
IV. OBJETIVOS	15
4.1 General	15
4.2 Específicos	15
V. HIPÓTESIS	16
VI. METODOLOGÍA	17
6.1 Localización de la investigación	17
6.2 Material experimental	17

6.3 Factor a estudiar	17
6.4 Descripción de los tratamientos	17
6.5 Diseño experimental	18
6.6 Modelo Estadístico	18
6.7 Unidad Experimental	18
6.8 Croquis de campo	19
6.9 Manejo del experimento	19
6.10. Variables de respuesta	21
a. Eficacia de control para cada tratamiento	21
b. Rendimiento	21
6.11 Análisis de la información	21
6.11.1 Análisis estadístico	21
6.11.2 Análisis económico	22
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
7.1 Eficacia de control para cada tratamiento	23
7.2 Rendimiento	29
7.3 Análisis económico	32
a. Costo de producción	32
b. Calculo del beneficio bruto	32
c. Análisis de dominancia	35
d. Tasa de retorno marginal	37
VIII. CONCLUSIONES	38
IX. RECOMENDACIONES	39
X. BIBLIOGRAFÍA	40
XI. ANEXOS	42

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
1	Descripción técnica del Fipronil	11
2	Descripción de los tratamientos y dosis utilizadas	18
3	Resumen de los muestreos de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , antes y después de la aplicación de Fipronil.	24
4	Porcentaje de mortalidad de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , obtenidos a través de la fórmula de Henderson – Tilton.	24
5	Transformación arcoseno del porcentaje de mortalidad real del número de individuos de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , para evaluar la eficacia de Fipronil.	25
6	Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , en evaluación de eficacia del insecticida Fipronil.	25
7	Prueba de Tukey, al 5% de probabilidad, a las medias de los tratamientos utilizados para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil.	26
8	Rendimiento en kilogramos por hectárea de coco, por efecto de control de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , debido a la eficacia del insecticida Fipronil.	29
9	Transformación del rendimiento de cocos de Kg. /ha a TM/ha.	30
10	Análisis de varianza al rendimiento de cocotero en cada uno de los tratamientos para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil para el control de <i>Rhynchophorus palmarum</i> .	30
11	Prueba de Tukey, al 5% de probabilidad, a las medias del rendimiento en cada uno de los tratamientos utilizados para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil.	31
12	Análisis económico a partir del método de presupuestos parciales	12

13	Resumen de resultados obtenidos por ingresos-egresos, producción utilidad neta y rentabilidad en cada uno de los tratamientos utilizados para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil.	33
14	Análisis de dominancia en la evaluación de eficacia del insecticida Fipronil, para el control de <i>Rhynchophorus palmarum</i> en el cultivo de coco	35

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Ciclo de vida del picudo del cocotero (<i>Rhynchophorus palmarum</i>)	7
2	Porcentaje de eficacia de las dosis de Fipronil en la mortalidad de <i>Rhynchophorus palmarum</i> , después de la aplicación	27
3	Curva de beneficios netos en la evaluación del efecto de cuatro dosis de Fipronil como alternativa de control químico para el picudo del cocotero <i>Rhynchophorus palmarum</i>	36

EVALUACIÓN DE DOSIS DE FIPRONIL SOBRE EL PICUDO DEL COCO, EN COLOMBA COSTA CUCA, QUETZALTENANGO.

RESUMEN

El cultivo de coco (*Cocos nucifera* L), se ve afectada por la presencia del picudo del cocotero (*Rhynchophorus palmarum*.), ya que en su estado larvario, ocasiona daños mecánicos al alimentarse de los tejidos, tanto en palmas sanas como enfermas, los daños son directos a nivel del tallo e indirectos al ser portador del nematodo que ocasiona la enfermedad del anillo rojo del cocotero. Con la finalidad de definir estrategias de control se evaluó el efecto de cuatro dosis de Fipronil como alternativa de control químico en plantaciones de Finca San Francisco Miramar, Colombia Costa cuca. Los resultados del análisis de varianza mostraron que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, siendo Fipronil 0.016 litros/hectárea quien tiene un 83.28% de eficacia en la mortalidad de *R. palmarum*. La variable rendimiento mostró que los tratamientos Fipronil 0.010 L/ha, Fipronil 0.013 L/ha y Fipronil 0.016 L/ha, permiten obtener rendimientos de producción de frutos de coco muy similares debido a que su control sobre el insecto reduce la perdida de plantas a lo largo del año. Al analizar los costos totales vemos que Fipronil 0.010 L/ha, se incrementan en 5%, en relación al tratamiento Fipronil 0.00 L/ha, y los tratamientos Fipronil 0.013 y Fipronil 0.016 L/ha, en 3% y 4% en relación con el testigo, Fipronil 0.007L/ha, solo lo hace en un 2%. Siendo el tratamiento Fipronil 0.01 L/ha el que representa el mayor desembolso, la rentabilidad muestra que tanto el testigo como los tratamientos son rentables debido a la producción de frutos que tienen las plantas, Fipronil 0.013 L/ha, es el más rentable con un 81.33%. La tasa de retorno marginal muestra que Fipronil 0.013 L/ha es el tratamiento que tiene la mejor tasa de retorno marginal pues por cada Q 1.00 que se invirtió se obtuvo Q 3.87 adicionales.

I. INTRODUCCIÓN

El cocotero (*Cocus nucifera*) es una de las plantas a las que se le conocen múltiples aplicaciones, ya que además de utilizarse en la alimentación, su uso se ha diversificado en la industria, agricultura, ganadería, construcción, artesanía, medicina, ecología, entre otros (Gonzáles, 2005). Esta diversidad de aplicaciones ha ocasionado un incremento en el área cultivada del país y de las exportaciones a El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica (Banguat, 2011).

No obstante, la producción del cultivo, se ha visto afectada por la presencia del picudo *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae), es un insecto de importancia económica en el cultivo del cocotero en América Latina y el Caribe (Hagley, 1963). En Guatemala este insecto está ampliamente distribuido y se constituye en un problema fitosanitario de importancia por el daño causado en las palmeras. El daño puede ser directo o indirecto y en ambos casos ocasiona la muerte de las palmas.

En estado larval *R. palmarum*, ocasiona daños mecánicos al alimentarse de los tejidos, tanto en palmas sanas como enfermas. El daño indirecto es ocasionado al ser el vector principal del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* (Luc, Sikora y Bridge, 1990), causante de la enfermedad anillo rojo - hoja corta, es transmitido durante la oviposición, este es llevado por los insectos adultos y la inoculación ocurre al visitar palmas sanas, incrementado el nivel de daño y muerte en plantaciones establecidas de coco, por ello las acciones orientadas a la reducción de los niveles de población del insecto resultan claves en la producción y rentabilidad del cultivo.

Para este insecto como vector del agente causal del anillo rojo y como plaga directa se realizan prácticas de manejo dirigidas a disminuir sus poblaciones y la incidencia de la enfermedad. Estas prácticas están basadas en la captura de adultos utilizando trampas con atrayentes y la eliminación de palmas enfermas para evitar su reproducción o la diseminación del agente causal del anillo rojo

estas medidas no son suficientes y se requiere reforzar el manejo mediante la protección directa de las palmas enfermas con insecticidas para prevenir el daño directo.

En este contexto la presente tesis presenta los resultados del efecto de cuatro dosis de Fipronil como una alternativa de control químico para el picudo del cocotero en plantaciones de Finca San Francisco Miramar, Colombia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 El Cultivo del Coco

Pertenece a la familia Arecaceae, es una planta monopódica que mide de 12-25 metros de altura. Se encuentra ampliamente distribuida en islas y zonas costeras tropicales del mundo.

Por su capacidad para crecer en suelos arenosos sujetos a inundación ha desarrollado importantes mecanismos de adaptación ya que posee un extenso sistema radicular que le proporciona anclaje eficiente para soportar fuertes vientos. Su resistencia fisiológica le permite tolerar la salinidad del suelo condiciones alcalinas e incluso heladas ocasionales (Granados, Sánchez y López, 2002).

Según Curiel (1992), el cultivo del cocotero es de los árboles más cultivados en el planeta, su importancia económica radica en el desarrollo y sostenimiento de varias culturas a nivel internacional generando fuentes de empleo. Existen más de 100 productos que se elaboran a partir de la palma de coco, los cuales varían desde simples utensilios de uso local, hasta productos de alto valor agregado.

Entre los productos más importantes comercialmente podemos mencionar, fibra del fruto, carbón de la concha, el aceite de coco etc.

2.2 clasificación botánica del cultivo del cocotero

Según el Sistema de Información Taxonómica Integrada –ITIS- (Integrated Taxonomic Information System) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la clasificación taxonómica del cocotero es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Arecales

Familia: Arecaceae
Subfamilia: Arecoideae
Género: *Cocus*
Especie: *Cocus nucifera*

2.3 Descripción botánica

Las variedades amarillo de malayo y verde del Brasil no poseen raíz pivotante contando con raíces adventicias, teniendo una raíz primaria encargada de la fijación de la planta y absorción de agua, además disponen de las raíces secundarias y terciarias siendo estas últimas las encargadas de la extracción de nutrientes del suelo (Granados *et al*, 2002).

Estas variedades presentan en su estado adulto un diámetro de 30cm a una altura 0.2 metros del suelo y a 1.5 metros de la superficie del suelo alcanza 25 centímetros de diámetro, largo del tallo de 3.34 metros a onceava cicatriz de hojas (Fremont, Ziller y Lamothe, 1969).

El Coco posee inflorescencias paniculadas, axilares, protegidas por una bráctea llamada espada. Se desarrolla en 3 o 4 meses, después se abre y libera las espigas. Cada espiga posee flores masculinas en los dos tercios terminales y femeninas en el tercio basal (Santos, Núñez y Siquiera, 1998).

Las flores femeninas son globulosas, rodeadas de brácteas, de alrededor de 25 mm de diámetro, 3 sépalos redondos cóncavos e imbricados, 3 sépalos pequeños, estilo corto con 3 estigmas, 3 óvulos normalmente uno fértil (Santos *et al*, 1998).

Las flores masculinas por lo general miden ocho milímetros de largo. Tienen tres sépalos y seis estambres. Las flores masculinas son de vida más corta que las femeninas. En los cocoteros gigantes las flores masculinas se abren antes que las femeninas estén receptivas, induciendo así la polinización cruzada. En el caso de los enanos la apertura es simultánea, por tanto hay un porcentaje alto de autofecundación (Santos *et al*, 1998).

La polinización puede ser anemófila o entomófila, en los cocoteros gigantes las flores masculinas se abren antes de que las femeninas estén receptivas, lo cual contribuye a la polinización cruzada. En el caso de los cocoteros enanos es simultánea, por tanto no hay un porcentaje alto de autofecundación (Ohler, 1986).

La semilla está formada por tres partes: el tegumento seminal, que es una fina película de color castaño-rojizo, de consistencia pétrea, que está adherida firmemente al endocarpo; el endospermo, constituida por una parte sólida (la almendra o carne blanca) y una líquida; y el embrión. Durante el rápido crecimiento del fruto, el saco embrionario va formando y acumulando endospermo líquido que más adelante dará origen al agua de coco (Santos *et al*, 1998).

Su fruto es una drupa de forma redonda de color amarillo y verde hasta los once meses, a los doce meses se torna de color café, que es cuando alcanza su madurez fisiológica con un peso promedio de 0.81kg (Santos *et al*, 1998).

2.4 Variedades de cocotero

2.4.1 Cocotero amarillo malayo

De porte enana, planta precoz inicia la producción a los tres años, estabilizando su producción entre los cuatro y cinco años, esta variedad cuando comienza a florecer inicia con un porcentaje bajo de floración (5%), logrando estabilizar floración en toda la población al cabo de un año, cuando el desarrollo de la población es homogénea (Fremont *et al*, 1969).

2.4.2 Cocoteros enano verde

A diferencia de los tipos gigantes, en los cocoteros enanos la autofecundación es mayor del 94%, lo cual disminuye la diferenciación entre padres e hijos. Tienen una longevidad de 30-35 años. Prosperan en suelos fértiles y florecen al cuarto año de ser plantados (Fremont *et al*, 1969).

2.5 Plagas

2.5.1 Picudo del cocotero (*Rhynchophorus palmarum*)

Es una plaga de gran importancia económica en el cocotero por ser el principal vector de la enfermedad anillo rojo y por el daño directo que ocasiona en palmas afectadas por la pudrición del cogollo que pueden causar la muerte de la palma.

Las poblaciones altas de este insecto se convierten en una limitante para el desarrollo de las nuevas siembras o áreas de renovación, dado que *R. palmarum* no solo aprovecha las palmas enfermas y en proceso de descomposición para su reproducción, sino que ocasiona daño directo en inflorescencias masculinas y andrógenas de materiales híbridos (Rodríguez, 1999).

2.5. 2 Clasificación taxonómica del picudo del cocotero

Reino: Animalia

Filo: Artrópoda

Sub: filo Hexápodo

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Infraclase: Neoptera

Orden: coleóptera

Familia: Curculionidae

Género: *Rhynchosporus*

Especie: *Rhynchosporum palmarum*

Clasificación según Bastidas y Zavala (1995) y Linnaeus. (1758)

2.5.3 Morfología del insecto

Los huevos son de color blanco crema, ovoides y de un tamaño promedio de 2,5 x 1 mm. Son colocados en posición vertical, a una profundidad de 1 a 2 mm y

protegidos con un tapón de una sustancia cerosa de color amarillo cremoso. Tienen un periodo de incubación de 2 a 4 días (Hagley, 1965).

Las larvas son apodas. Cuando emergen del huevo pueden medir 3,4 mm de longitud. El cuerpo es ligeramente curvado ventralmente. Su color es blanco cremoso (Mexzon, Chinchilla, Castrillo y Salamanca 1994). Las larvas pasan por nueve a diez instares que tienen una duración de 42 a 62 días. En sus últimos instares pueden alcanzar una longitud de 5 a 6 cm (Hagley, 1965).

Una vez formado el capullo que protege la pupa inicia la metamorfosis. El capullo mide aproximadamente 7 a 9 cm de longitud y 3 a 4 cm de diámetro. La pupa es de color café. Cuando es perturbada hace movimientos ondulatorios continuos con el abdomen (Hagley, 1965).

El adulto es un picudo de color negro, mide entre 4 y 5 cm de longitud aproximadamente y 1,4 cm de ancho. La cabeza es pequeña y redondeada con un característico y largo pico curvado ventralmente. (Sánchez y Cerda, 1993).

Presentan dimorfismo sexual; los machos tienen un notable penacho de pelos en la parte dorsal hacia el centro del pico. Las hembras tienen el pico curvo y liso.

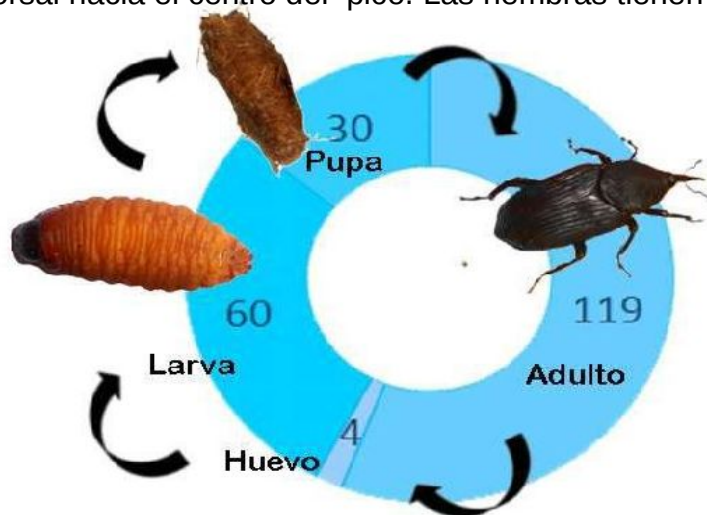


Figura 1. Ciclo de vida del picudo del cocotero (*Rhynchophorus palmarum* L)

2.6 Medidas alternativas de protección utilizando Fipronil

2.6.1 Protección de siembras nuevas

R. palmarum puede ocasionar daño severo a los nuevos cultivos de palma de aceite (*E. guineensis*), una vez se inicien las labores de mantenimiento como la poda sanitaria y la cosecha. Estas labores del cultivo dejan expuesto tejido vegetal atractivo para los adultos de *R. palmarum*. Por esta razón de manera preventiva se deben proteger los cortes mediante la aplicación de cualquiera de los siguientes productos. Una solución 500 cc de una solución que contenga Fipronil (1,0 cc producto/l de agua), Imidacloprid (2,0 cc producto/l de agua) o Carbaril (2 g producto/l de agua) y un coadyuvante que impidan el daño de este insecto (Yépez, 2008; Martínez, Arias y Sarria, 2008).

2.6.2 Protección de ataque de picudo en palmas afectadas por *R. palmarum*

Es una herramienta complementaria para evitar el ataque del insecto a las palmas en las cuales se encuentran estados avanzados de ataque de *R. palmarum*. La aplicación de cualquiera de los siguientes productos tendrá un buen control. 500 cc de una solución que contenga Fipronil (1,0 cc producto/litro de agua), Imidacloprid (2,0 cc producto/litro de agua) o Carbaryl (2 g producto/litro de agua) y un coadyuvante en la zona del cogollo de las palmas enfermas previene el ataque del insecto (Yépez, 2008; Martínez, Arias y Sarria, 2008).

El número y la frecuencia de las aplicaciones dependerán de los niveles de población de *R. palmarum* y el grado de recuperación que muestre la palma. El manejo de palmas afectadas por el picudo de cocotero se está realizando no sólo con insecticida sino también aplicaciones de fungicidas y bactericidas después de retirar el tejido afectado, esto es parte fundamental en el manejo de la enfermedad de la palma. En la actualidad hay varios métodos de aplicación de insecticidas utilizando recipientes plásticos de desecho o una bomba de espalda (Martínez, Arias y Sarria, 2008).

Barranco, De La Peña. Martín y Cabello (1998), evaluaron la Eficacia del control químico utilizando Fipronil para control de la plaga de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus*. Utilizaron Fipronil a las dosis de 0.4, 0.2, 0.1, 0.05 y 0.01 ppm).

Los porcentajes de eficacia medidos por la fórmula de Abbot a los 15 días de tratamiento, ponen de manifiesto que para las larvas más jóvenes la mortalidad llega al 100% a dosis superiores a 0.1 ppm. Para las larvas de un mes de edad, tan sólo se alcanzó el 100% de mortalidad a dosis superiores a 0.2 ppm.

2.6.3 Fipronil

El Fipronil es un insecticida descubierto y desarrollado por Rhône-Poulenc® entre 1985 y 1987 y puesto en el mercado en 1993. Aunque es efectivo contra diversas plagas, existe preocupación acerca de sus efectos en el medioambiente y la salud humana. Su venta ha sido promocionada activamente en muchos países industrializados y en vías de desarrollo y su utilización a nivel mundial está aumentando.

El Fipronil pertenece a la clase de plaguicidas denominada fenil pirazola; se trata, principalmente, de productos químicos con efecto herbicida. El fipronil, sin embargo, actúa como insecticida; su acción se realiza por contacto y a través del estómago. En pequeñas cantidades es soluble en agua; es estable a temperatura normal durante un año, pero no es estable en presencia de iones metálicos. Con la luz solar se degrada y produce diversos metabolitos, uno de los cuales (fipronil-desulfinil) es extremadamente estable y también más tóxico que el compuesto original (Rhône Poulenc, 1999).

2.6.3.1 Utilización

Entre 1987 y 1996 se realizaron pruebas con el Fipronil en más de 250 plagas de insectos en 60 cultivos en todo el mundo; en 1997 alrededor del 39% de la

producción total de fipronil se destinó a la protección de cultivos (Rhone Poulenc, 1999).

El Fipronil se comercializa bajo la marca Regent® para su uso contra las principales plagas de lepidópteros y ortópteros en una amplia variedad de cultivos de campo y plantaciones hortícolas y contra larvas de coleópteros en los suelos. Bajo los nombres comerciales Goliath® y Nexa® se usa también en el control de las cucarachas y las hormigas en distintos países, incluyendo los Estados Unidos, donde también se emplea contra las plagas de los sembradíos de maíz, los campos de golf y el césped comercial. Con el nombre comercial Adonis® se utiliza además en el control de la langosta en Madagascar® (Rhone Poulenc, 1999).

El Fipronil también controla las plagas de termitas y demostró su efectividad en pruebas en terreno en África y Australia. Para este uso se comercializa bajo el nombre de Termidor® (Rhone Poulenc, 1999).

Un total de 400 mil hectáreas fueron tratadas con Regent® en 1999. Llegó a ser el principal producto de importación en el área de los insecticidas para los cultivos de arroz, el segundo mercado más grande de protección de cultivos después del algodón en China (Rhone Poulenc, 1999).

Con el nombre comercial Frontline® o Top® Spot, el fipronil se usa asimismo para controlar moscas, ácaros y garrapatas en los animales domésticos y como un baño para controlar las garrapatas en el ganado. En el Reino Unido se utiliza como un insecticida para la higiene pública (Rhone Poulenc, 1999).

2.6.3.2 Modo de acción

El Fipronil es una molécula extremadamente activa y es un potente alterador del sistema nervioso central de los insectos, vía canales de cloro regulados por el gamma-ácido aminobútrico (GABA). A pesar del hecho de que el canal GABA es importante en la neurotransmisión tanto en los animales vertebrados como en los invertebrados y que el Fipronil sí se une al receptor GABA en los vertebrados (Rhone Poulenc, 1999).

Cuadro 1. Componentes peligrosos

Nombre químico	No. CAS / No. CE	Fórmula química	Masa molecular	Símbolo(s)	Frase(s) - R
Fipronil	120068-37-3 4246105	$C_{12}H_4Cl_{12}F_6N_4OS$	437.2	T, N	R23/24/25, R48/25, R50/53

Bayer CropScience, (2009).

Cuadro 2. Propiedades Físicas y Químicas

Aspecto	Características
Estado físico	líquido, suspensión
Color	blanco
Datos de Seguridad	pH 1,7 - 3,0 a 100 % (23 °C)
Densidad aprox.	1,06 g/cm ³ a 20 °C
Viscosidad	dinámica 200 - 500 mPa.s a 25 °C
Gradiente de velocidad	50 /s

Bayer CropScience, (2009).

Cuadro 3. Composición garantizada

Fipronil: 250 g/l

Formula general: 5-amino-1-(2,6-dichloro- α -trifluoro-p-tolyl)-4-Trifluorometilsulfinyl pyrazole-3-carbonitrile, de formulación a 20°C.

Uso: Insecticida

Clasificación toxicológica: II (Moderadamente peligroso)

Grupo Químico: Fenilpirazol

Formulación: Suspensión concentrada (SC)

Concentración: 200 gr. de i. a/L de formulación a 20 °C

Fitotoxicidad: No es fitotóxico si se siguen estrictamente las indicaciones de manejo y dosis dadas en la etiqueta.

Bayer CropScience, (2009).

Ver panfleto en anexo 2.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema

La presencia de plagas en las zonas productoras de coco en el país, tiene efectos significativos en la disminución de rendimientos y rentabilidad, provocando un descenso en la competitividad y sostenibilidad de la actividad productiva a nivel nacional.

Tal es el caso *Rhynchophorus palmarum*, considerado una de las plagas más dañinas en el cultivo de coco, por la destrucción que ocasiona en tejidos internos del tallo, pecíolos y raíces. Pero principalmente por el daño que causan los adultos, al ser vectores principales del nematodo, agente causal de la enfermedad del anillo rojo, la cual ocasiona la muerte de la palma.

Según Osorio, Cortéz y Cibrián (2004), establece que la captura masiva de *R. palmarum*, ha mostrado resultados promisorios, pero sin reducir significativamente los niveles poblacionales del insecto ni el daño de la enfermedad del anillo rojo, de manera que el control efectivo de picudo en plantaciones de coco, constituye uno de los problemas más importantes para el desarrollo de las mismas.

Por ello, la investigación de alternativas o métodos de control que contribuyan al manejo de la plaga, resulta relevante. En este contexto el uso de Fipronil para el control de *R. palmarum*, puede representar una solución al complejo fitosanitario picudo-anillo rojo, y los problemas que este ocasiona en la disminución y pérdida de cosecha, en la plantación de Finca San Francisco Miramar, Colimba Costa Cuca, Quetzaltenango.

3.2 Justificación de Investigación

La administración de Finca San Francisco Miramar cuenta actualmente con un área disponible de 27 hectáreas para la siembra y producción local del cultivo del coco sin embargo dicha plantación se ve restringida por la presencia del picudo del cocotero, siendo el vector principal de la enfermedad del anillo rojo originando perdidas hasta del 15 %.

Dicha situación, ha hecho necesaria la toma de medidas que detengan el avance del daño producido por *R. palmarum*, y garanticen la sostenibilidad económica de la actividad productiva del coco. No obstante los diferentes métodos utilizados por la finca, no han conseguido menguar eficientemente las poblaciones del insecto, manteniendo niveles de daño elevado.

El uso de trampas para la captura del picudo del cocotero ha representado un logro significativo; sin embargo la disminución de niveles poblacionales y de la enfermedad del anillo rojo no ha sido proporcional a dicho logro, orientando esta situación, a la búsqueda de alternativas de control, que permitan disminuir la incidencia del insecto y el daño que ocasiona.

Existen pocos trabajos relacionados al control químico del género *Rhynchoporus*, sin embargo ensayos realizados por Barranco, De la Peña, Martin y Cabello (1998) indican que la materia activa Fipronil presenta mortalidad para especies del género en mención.

De manera que la evaluación de cuatro diferentes dosis de Fipronil como alternativa para el control de *R. palmarum*. En plantaciones de coco, podría resultar una opción viable para los problemas ocasionados por el insecto y consecuentemente la presencia de la enfermedad del anillo rojo.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

- Evaluar cuatro dosis de Fipronil para el control del picudo *Rhynchophorus palmarum* en el cultivo del coco en Finca San Francisco Miramar, Colombia Costa Cuca.

4.2 Específicos

- Determinar la eficacia de diferentes dosis de Fipronil para el control del picudo *Rhynchophorus palmarum*.
- Establecer el efecto de las dosis de Fipronil sobre el rendimiento del cultivo del coco.
- Determinar el beneficio económico que se obtiene en cada uno de los tratamientos evaluados.

V. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis alternativa

- Al menos una de las dosis del insecticida Fipronil producirá un efecto estadísticamente significativo sobre la eficacia en el control del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum*.
- Al menos una de las dosis de Fipronil al controlar al picudo *Rhynchophorus palmarum* permitirá obtener un mejor rendimiento en el cultivo del coco.
- Al menos una de las dosis de Fipronil al controlar al picudo *Rhynchophorus palmarum*, permitirá obtener una mayor relación beneficio/costo.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

La evaluación se realizó en finca San Francisco Miramar del municipio de Colomba Costa Cuca, en el departamento de Quetzaltenango. La finca se sitúa a 18 km de la cabecera municipal, a 45 km de la cabecera departamental y a 212 km de la ciudad capital. Su localización geográfica se encuentra entre las coordenadas latitud Norte 14° 40' 58" y longitud Oeste 91° 47' 44".

Según De la Cruz (1982), el área de estudio pertenece a la zona de vida, Bosque muy húmedo subtropical Cálido (bmh-S(c)). La temperatura oscila entre 25 - 28°C, la precipitación promedio varía de 2123 a 3462 mm al año.

Según Simmons, Tárrano y Pinto (1959), los suelos de Finca San Francisco Miramar pertenecen a la serie de Suelos Chócola, los cuales son suelos profundos bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica o sobre material aluvial en un clima cálido húmedo, que ocupan pendientes suavemente inclinadas a elevaciones moderadamente bajas al sur de Guatemala.

6.2 Material experimental

El material experimental utilizado fue:

- Fipronil
- Cocotero enano verde Malayo de 7 años de edad

6.3 Factor a estudiar

El factor que se estudió fue la dosis de Fipronil, insecticida químico utilizado para el control de la población picudo *Rhynchophorus palmarum*.

6.4 Descripción de los tratamientos

Para la definición de las dosis a evaluar en los diferentes tratamientos, el presente experimento se basó en las utilizadas por Yépez (2008). Evaluación de moléculas

químicas como método de control de *Rhynchophorus palmarum* en lotes afectados por la pudrición del cogollo de la palma de aceite, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño en Colombia, Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos y dosis utilizadas.

Tratamientos	cc de producto/litro de agua	Fipronil (gr. i. a.)/Litro de agua
T1	0.00	0.000
T2	0.70	0.140
T3	1.00	0.200
T4	1.30	0.260
T5	1.60	0.320

6.5 Diseño experimental

El diseño estadístico utilizado en la investigación fue: bloques al azar, donde se utilizaron 5 tratamientos y 5 repeticiones.

6.6 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = variable en estudio (número de insectos)

μ = media general de la variable de respuesta

T_j = efecto del i-ésimo tratamiento (dosis d Fipronil)

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error asociado a la ij - ésima unidad experimental

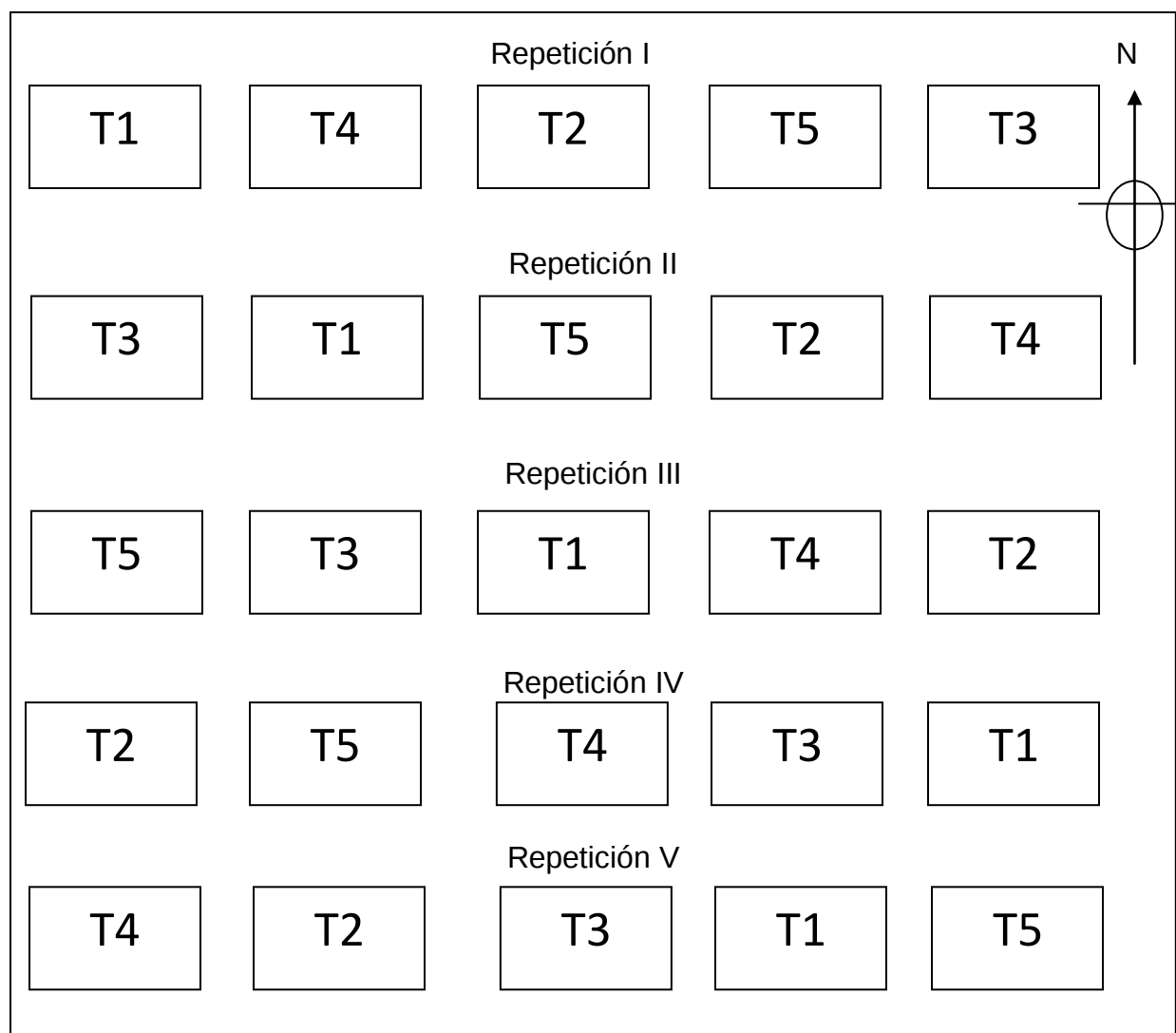
6.7 Unidad experimental

El tamaño de las unidades experimentales fue de 441m², utilizando para el efecto 21 m de largo * 21 m de ancho; la parcela neta tuvo 147 m². El tamaño de la

parcela fue el que más se ajustó al múltiplo de distanciamiento, ya que al ser un cultivo nuevo en Guatemala aun no se conoce el área mínima para ensayo.

6.8 Croquis de campo

Los tratamientos luego de haber sido aleatorizados quedaron distribuidos de la siguiente manera:



6.9 Manejo del experimento

6.9.1 Establecimiento del diseño experimental

Se realizó la medición del área experimental en la cual se estableció el orden de los bloques y tratamientos estos se delimitaron mediante estacas y se identificaron con rótulos para cada tratamiento evaluado.

6.9.2 Supervisión técnica

Las supervisiones realizadas fueron estipuladas dentro del plan de manejo del control del picudo del cocotero el cual incluyó un muestreo donde se determinó la incidencia de la plaga y el daño que está ocasionaba.

6.9.3 Monitoreo de *R. palmarum*

Para monitorear la presencia de *R. palmarum*, se realizó un caminamiento de observación dentro del área experimental para detectar la presencia de la plaga. La evidencia observacional mostró que si se tenía ataque, por lo que se procedió a determinar el numero probable de individuos en cada parcela para ello se colocaron trampas con atrayentes de acuerdo a lo determinado por Calderón (2014), donde se recomienda para la condiciones de Finca San Francisco Miramar el uso de 9 trampas por hectárea.

Para la captura se usaron trampas, de recipiente plástico y como atrayentes la feromona sintética Ryncoforol® y tejidos vegetales de plantas hospederas. Las trampas fueron de tipo galón con dos ventanas laterales por las cuales ingresa el insecto, adentro llevan colgada la feromona Ryncoforo®, el cebo de caña y el insecticida. Se distribuyeron en el área obedeciendo el planteamiento del diseño experimental.

Las lecturas de picudos capturados se realizó cada 15 días.

6.9.4 Aplicación con bomba de espalda modificada

Para las aplicaciones en palma adulta, se puede utilizar una bomba de espalda de 20 litros a la cual se le hace una adaptación. Esta adaptación consiste en colocar una manguera de aproximadamente 10 m de longitud entre el aguilón y el tanque. Finalmente, el extremo donde está el aguilón se sujeta a una vara o tubo liviano para realizar las aplicaciones

6.10 Variables de respuesta

a. Eficacia de control para cada tratamiento

Considerando una infestación no uniforme antes de la aplicación, el número de insectos vivos después de cada tratamiento se introdujo la fórmula de Henderson – Tilton, para el cálculo de eficacia de cada uno de ellos.

$$\%Eficacia (Henderson - Tilton) = (1 - Td/Cd * Ca/Ta) * 100$$

En donde:

Ta = Infestación en parcela antes de cada tratamiento.

Td = Infestación en parcela después de cada tratamiento.

Ca = Infestación en parcela testigo, antes de cada tratamiento

Cd = Infestación en parcela testigo, después de cada tratamiento.

Antes de iniciar la evaluación de los diferentes tratamientos, se realizó un muestreo que permitió determinar el nivel inicial de infestación, mediante el número de insectos vivos en las distintas parcelas experimentales.

b. Rendimiento

Se determinó el rendimiento en número de frutos por hectárea para evaluar el efecto sobre la producción del cultivo. El rendimiento se midió en número de frutos por hectárea debido a que estos se comercializan en todas las regiones cocoteras de Guatemala por unidad.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA), utilizando el programa estadístico SAS a un nivel de significancia de 0.05, en aquellas variables donde se tuvo diferencia estadística significativa entre

tratamientos se realizó prueba múltiple de medias utilizando la metodología de Tukey.

6.11.2 Análisis económico

Para esta investigación se realizó un análisis financiero de relación beneficio costo para determinar con ello el tratamiento que generó un mayor beneficio en relación a los demás.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El picudo (*Rhynchophorus palmarum*), es una de las principales plagas que afectan al coco (*Cocus nucifera*, L.). Este insecto es particularmente dañino porque además del daño directo causado por las larvas, también es vector del nematodo *Rhadinaphelenchus cocophilus* (Cobb) Goodey (Chinchilla, 1991). En coco, el daño directo del picudo es crítico, causa un debilitamiento de la planta. Si las larvas alcanzan a llegar al punto de crecimiento, la planta muere (Chinchilla, 1991).

7.1 Eficacia de control para cada tratamiento

Con fines de investigación y con la finalidad de contribuir en el control químico de *Rhynchophorus palmarum*, se realizó durante el año 2014, la evaluación del insecticida Fipronil (Regent® 20 SC), en cm³ de producto/litro de agua aplicada y un testigo absoluto, por lo que se tuvo a nivel de campo 5 tratamientos, en el presente trabajo se estudio la eficacia de Fipronil (insecticida perteneciente al grupo de los pirazoles) en el control de el picudo del coco, *Rhynchophorus palmarum*, en condiciones de campo abierto, en una plantación de finca San Francisco Miramar, Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango.

Para evaluar la efectividad del Fipronil sobre la plaga se realizaron recuentos previos y posteriores a la aplicación de los mismos (14 días después de cada aplicación). Con los datos generados en las diferentes repeticiones de cada uno de los tratamientos se determinó el porcentaje de mortalidad de los insectos.

Debido a que las fluctuaciones coincidentes de los conteos antes del tratamiento aumentaban la desviación de los valores de eficacia lo que hicieron más difícil la interpretación de los resultados y por no conocerse el umbral económico de la plaga y no se sabía si la infestación era grave o leve. Bajo este supuesto, se utilizo la formula de Henderson-Tilton la cual corrige aritméticamente los diferentes valores iniciales de infestación sin separar los errores de muestreo de

las autenticas diferencias de infestación. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resumen de los muestreos de *Rhynchophorus palmarum*, antes y después de la aplicación de Fipronil.

Tratamiento	Número de individuos antes de la aplicación					Número de individuos después de la aplicación				
	Repetición					Repetición				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
T1	8	5	6	5	5	7	4	5	5	4
T2	5	4	8	3	7	3	2	5	4	4
T3	5	9	14	4	8	1	3	2	1	1
T4	5	4	10	7	6	1	0	2	1	2
T5	6	4	6	6	2	0	0	0	1	0

En el cuadro 3 se reporta el número de individuos vivos adultos que fueron contabilizados mecánicamente antes y después de la aplicación (14 DDA). A través de los resultados, y mediante la fórmula establecida (Henderson y Tilton), fue posible obtener el porcentaje de mortalidad

Cuadro 4. Porcentaje de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*, obtenidos a través de la formula de Henderson – Tilton.

Tratamiento	Repetición					Media
	I	II	III	IV	V	
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	31.43	37.50	25.00	33.33	28.57	31.20
T3	77.14	72.22	82.86	75.00	84.38	78.30
T4	77.14	75.00	76.00	85.71	79.17	78.60
T5	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0

Debido a que los resultados fueron expresados en porcentajes de mortalidad, estos fueron transformados a valores angulares o transformación arcoseno, los resultados se presentan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Transformación arcoseno del porcentaje de mortalidad real del número de individuos de *Rhynchophorus palmarum*, para evaluar la eficacia de Fipronil.

Tratamiento	Repetición				
	I	II	III	IV	V
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	18.3186	22.0243	14.4775	19.4692	16.6007
T3	51.0231	46.2364	55.9552	48.5904	57.5436
T4	50.4798	48.5904	49.4642	58.9925	52.3447
T5	90.0000	90.0000	90.0000	56.4392	90.0000

Con base en los resultados obtenidos en la transformación de datos en todos los tratamientos, se realizó el análisis de varianza los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*, en evaluación de eficacia del insecticida Fipronil.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	21143.355469	5285.838867	87.5296	0.000 *
Repeticiones	4	128.957031	32.239258	0.5339	0.715 ^{NS}
Error	16	966.226563	60.389160		
Total	24	22238.539063			

C. V. = 18.93%

Los resultados del análisis de varianza muestra que existe significancia entre tratamientos, no se tiene significancia entre repeticiones, el valor del coeficiente de variación es aceptable para el experimento ya que se realizó en condiciones no controladas

En el cuadro 7, se muestran los resultados de la comparación de medias mediante la prueba de Tukey con una significancia del 5% para el porcentaje de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*.

Cuadro 7. Prueba de Tukey, a los tratamientos utilizados para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil.

Tratamiento	Media	
T5	83.2878	A
T4	51.9743	B
T3	51.8697	B
T2	18.1781	C
T1	0.0000	D

$\alpha = 0.05$

De acuerdo a los resultados de la prueba de Tukey, el tratamiento T5, donde se aplicó 1.60 cm³ de Fipronil/litro de agua, el cual fue el más eficaz, ya que de acuerdo al cuadro 4, obtuvo el 100% de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*.

El tratamiento T4, donde se aplicó 1.30 cm³ Fipronil/litro de agua aplicada y el tratamiento T3, donde se aplicó 1.00 cm³ de Fipronil/litro de agua, tienen la misma eficacia de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*, por lo que estas dosis nos permiten obtener resultados similares para el control de la plaga, sin embargo por razones económicas es recomendable utilizar el tratamiento T3, con la aclaración de que estos tratamientos insecticidas evaluados muestran en mínimos o máximos porcentajes que su eficacia de control es alrededor del 78% de la población de picudo (cuadro 4).

El tratamiento T2, donde se aplicó 0.7 cm³ de Fipronil/litro de agua aplicada es el tratamiento químico que tiene la mas baja eficacia de mortalidad de

Rhynchophorus palmarum, teniendo solo el 31.20% de eficacia, por lo que técnicamente no es recomendable la implementación dentro de un programa de control.

El tratamiento T1, fue el tratamiento utilizado como testigo absoluto, en el solo se simulo la aplicación, aplicando solo agua, los datos muestran que su eficacia fue del 0%.

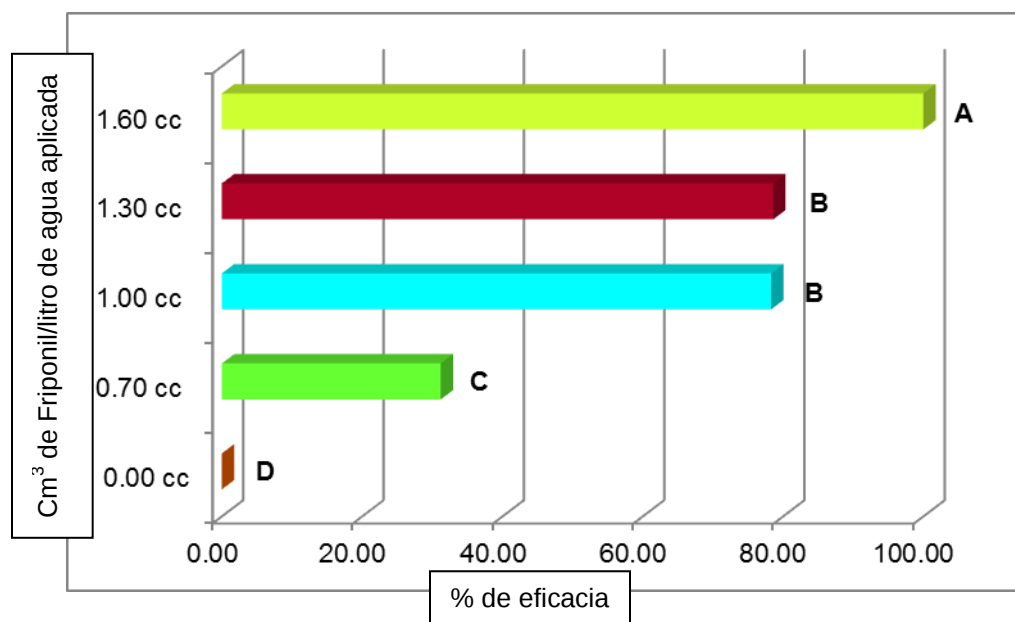


Figura 2. Porcentaje de eficacia de las dosis de Fipronil en la mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*, después de la aplicación (medias con la misma letra son estadísticamente iguales).

Al analizar el comportamiento del porcentaje de mortalidad en la figura 2 después de la aplicación de Fipronil podemos ver que el tratamiento T5 (Fipronil 1.60 cm³ /litro de agua aplicada) tuvo un 100% de eficacia en el control de *Rhynchophorus palmarum*. Los tratamientos T4 y T3 tuvieron porcentajes similares de eficacia en el control. El tratamiento T2 (Fipronil 0.7 cm³/litro de agua aplicada) tuvo 31.20% de eficacia en el control de la plaga, debido al costo del producto y un bajo porcentaje de control debe considerarse la aplicación de esta dosis para no realizar inversiones innecesarias. El testigo absoluto representado por el

tratamiento T1 presento los resultados que se esperaban, 0% de eficacia en el control.

7.1.1 Medidas alternativas de manejo de poblaciones de *Rhynchophorus palmarum*

Las altas poblaciones de *R. palmarum*, es el resultado de un pésimo manejo de las poblaciones del insecto, de la eliminación no adecuada de palmas enfermas o lotes renovados, por lo que la captura de adultos mediante el uso de trampas (Calderón, 2014) y la eliminación de palmas enfermas para evitar su reproducción o la diseminación de las enfermedades que este artrópodo transmite de importancia en el manejo integrado.

La captura de adultos debe realizarse utilizando trampas con atrayentes, esto con la finalidad de atraer y capturar adultos y de este modo disminuir sus poblaciones pero nunca para eliminarlas. Los registros de la literatura consideran como poblaciones altas alrededor de 30 individuos de *R. palmarum* por trampa mes y como poblaciones bajas menos de 5 individuos por trampa mes (Cenipalma, 2008).

Calderón (2014) recomienda utilizar la densidad de 9 trampas/hectárea que es la densidad que está establecida en la finca para mantener una buena captura de picudo sin elevar los costos y realizar una investigación sobre el efecto de la maleza sobre la trampa en la diseminación de la feromona atrayente.

R. palmarum, tiene la capacidad de reproducirse en los estípites por más de un año después de que estos se han botado o se les ha aplicado glifosato para acelerar su muerte. Por lo que es necesario destruir (picar) las palmas afectadas por el insecto, las palmas muertas por el insecto y lotes o plantaciones abandonadas o en proceso de renovación deben enterrarse con la ayuda de una excavadora, realizando zanjas y enterrando los restos vegetales.

Reforzar el manejo mediante la protección directa de las palmas enfermas con insecticidas para prevenir el daño directo. se sugiere aplicar una solución de

insecticida de 500 cm³ que contenga como ingrediente activo Fipronil (1,60 cc producto / litro de agua) o Imidacloprid (2,0 cc producto / litro de agua) y adicionar un coadyuvante directamente en la zona de la corona de las palmas abandonadas (Cenipalma, 2008).

El manejo integrado de *R. palmarum* involucra la prevención, la cuantificación/observación y la intervención. Para ello, es fundamental el conocimiento detallado de la biología y hábitos que permitan generar propuestas de manejo preventivo de estos insectos.

7.2 Rendimiento

La evaluación se realizó en una plantación de cocotero enano verde Malasino de 7 años de edad, sembrado a una densidad de 156 plantas por hectárea, con un rendimiento medio de 120 – 150 frutos por planta por año y un peso promedio de 1 kilo por fruto. Se determinó el rendimiento en kilos por hectárea con la finalidad de determinar el efecto del control de *Rhynchophorus palmarum*, sobre la producción del cultivo

Cuadro 8. Rendimiento en kilogramos por hectárea de coco, por efecto de control de *Rhynchophorus palmarum*, debido a la eficacia del insecticida Fipronil.

Tratamiento	Repetición					Media
	I	II	III	IV	V	
T1	18252	18720	18096	18564	17940	18314.4
T2	19344	19032	19812	19812	19656	19531.2
T3	20904	19968	20748	20124	19812	20311.2
T4	21060	21372	21996	19968	20748	21028.8
T5	22152	21216	21372	22464	20748	21590.4

Fuente: Autor (2015).

La determinación del rendimiento se realizó a partir del censo poblacional al iniciar las aplicaciones y al finalizar el estudio se procedió a realizar el conteo de árboles faltantes debido al ataque de la plaga, para determinar el rendimiento del número

de cocos por planta se calculó el numero de árboles a muestrear y se procedió al conteo mecánico de frutos por árbol.

En el cuadro 7, se muestra el rendimiento de cocos en kilogramos por hectárea para cada uno de los tratamientos y para cada una de las repeticiones, debido a que los datos de rendimiento no presentaban una distribución normal se transformo el valor de kilogramos a rendimiento en TM/ha. Por lo que los valores se dividieron entre 1000

Cuadro 9. Transformación del rendimiento de cocos de Kg/ha a TM/ha.

Tratamiento	Repetición					Media
	I	II	III	IV	V	
T1	18.252	18.72	18.096	18.564	17.94	18.3144
T2	19.344	19.032	19.812	19.812	19.656	19.5312
T3	20.904	19.968	20.748	20.124	19.812	20.3112
T4	21.06	21.372	21.996	19.968	20.748	21.0288
T5	22.152	21.216	21.372	22.464	20.748	21.5904

Fuente: Autor (2015).

Los datos transformados fueron sometidos a análisis de varianza para determinar si existía diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Cuadro 10. Análisis de varianza al rendimiento de cocotero en cada uno de los tratamientos para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil para el control de *Rhynchophorus palmarum*.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	33.125977	8.281494	26.8469	0.000**
Repeticiones	4	1.118164	0.279541	0.9062	0.515 ^{ns}
Error	16	4.935547	0.308472		
Total	24	39.179688			

C. V. = 2.76%

El análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa entre tratamientos, el coeficiente de variación es aceptable por lo que los datos son confiables. Para determinar la importancia de los tratamientos se utilizó el test de Tukey para comparar las medias con un $\alpha = 0.05$

Cuadro 11. Prueba de Tukey, al 5% de probabilidad, a las medias del rendimiento en cada uno de los tratamientos utilizados para evaluar la eficacia del insecticida Fipronil.

Tratamiento	Media
T5	21.5904 A
T4	21.0288 A
T3	20.3112 B
T2	19.5312 C
T1	18.3144 D
$\alpha = 0.05$ Tukey = 1.075	

La prueba de Tukey mostró que los más altos rendimientos se lograron con los tratamientos T5, donde se utilizó 1.60 cm³ de Fipronil/litro de agua y T4 donde se utilizó 1.30 cm³ de Fipronil/litro de agua, estadísticamente obtienen rendimientos de producción de frutos de coco muy similares debido a su control sobre *Rhynchophorus palmarum*, ya que reduce el daño y la pérdida de plantas, esto permite mantener mejores producciones y uniformidad en la producción a lo largo del año, el cultivar malasino se autofecunda en un 95%, por lo que la variabilidad genética no influye en la producción y entre los agentes del ambiente fuera del manejo agronómico, es un cultivar resistente al amarillamiento letal.

El tratamiento T3 donde se utilizó 1.00 cm³ de Fipronil/litro de agua es el segundo de importancia en la producción de frutos de coco teniendo un rendimiento de 20.31 TM/ha. El tratamiento T4 donde se utilizó Fipronil 0.7 cm³/litro de agua es la tercera opción de control químico ya que este permite el ataque de *Rhynchophorus palmarum* afectando la producción del cocotero.

El tratamiento T1 que representa al testigo absoluto es la opción obligada al no hacerse ningún tratamiento. De acuerdo a los resultados la eficacia que mostró Fipronil en el control de *Rhynchophorus palmarum*, permitió obtener diferencia estadística significativa en el rendimiento de cocos en kilogramos de frutos/ha.

7.3 Análisis económico

Para establecer el tratamiento que representó la mejor opción económica se presenta a continuación un análisis de presupuesto parcial de los tratamientos evaluados con los datos actualizados a diciembre de 2015.

a. Costo de producción

El análisis se realizó en base a la serie de datos obtenido en el campo durante la fase de evaluación de las dosis de Fipronil, para determinar los costos y beneficios. Se utilizó el método de presupuestos parciales porque se emplearon únicamente los costos de los factores inherentes a las variables experimentales de los tratamientos

b. Calculo del beneficio bruto

Se obtuvo el rendimiento promedio de cada tratamiento, posteriormente se realizó un ajuste porcentual del 10% por recomendación de Reinoso (2010) según metodología de CYMMIT. Esto basado en la diferencia que existe entre las condiciones experimentales de este ensayo y una plantación comercial, obteniéndose el rendimiento ajustado.

Cuadro 12. Análisis económico de cada uno de los tratamientos

Concepto	Tratamientos				
	I	II	III	IV	V
Rendimiento promedio (Kg/ha)	18314.4	19531.2	20311.2	21028.8	21590.4
Rendimiento ajustado (Kg/ha).	16482.96	17578.08	18280.08	18925.92	19431.36
Beneficio bruto (Q/ha)	Q16,482.96	Q17,578.08	Q18,280.08	Q18,925.92	Q19,431.36
I. Costos Variables					
Labores culturales					

Aplicación de tratamientos	Q0.00	Q120.00	Q120.00	Q120.00	Q120.00
Cosecha y limpieza	Q2,088.00	Q2,117.00	Q2,102.50	Q2,160.50	Q2,102.50
Transporte interno	Q220.80	Q220.80	Q220.80	Q220.80	Q220.80
Insumos					
Insecticida Fipronil	Q0.00	Q546.88	Q781.25	Q1,015.63	Q1,250.00
Equipo de aplicación	Q0.00	Q13.14	Q13.05	Q13.41	Q13.05
Equipo de protección	Q0.00	Q80.00	Q80.00	Q80.00	Q80.00
Equipo de cosecha	Q15.00	Q15.00	Q15.00	Q15.00	Q15.00
Trampas	Q96.00	Q96.00	Q96.00	Q96.00	Q96.00
Total costos variables	Q2,419.80	Q3,208.82	Q3,428.60	Q3,721.34	Q3,897.35

Fuente: Autor (2015).

Cuadro 13. Resumen de resultados obtenidos por ingresos-egresos, producción utilidad neta y rentabilidad en cada uno de los tratamientos evaluados.

Concepto	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Producción de frutos	18314.4	19531.2	20311.2	21028.8	21590.4
Precio unitario	Q1.00	Q1.00	Q1.00	Q1.00	Q1.00
Ingreso bruto	Q18,314.40	Q19,531.20	Q20,311.20	Q21,028.80	Q21,590.40
Costo de producción	Q10,438.28	Q10,670.23	Q10,975.92	Q10,773.90	Q10,907.88
Utilidad neta	Q7,876.12	Q8,860.97	Q9,335.28	Q10,254.90	Q10,682.52
Rentabilidad	75.45%	83.04%	85.05%	95.18%	102.11%

Fuente: Autor (2015)

El cuadro 12 muestra costos de producción en los que se incurrió en cada uno de los tratamientos, mientras el cuadro 13 presenta un resumen de los principales indicadores económicos utilizados para el análisis económico.

Al comparar los costos totales de inversión de los tratamientos químicos contra el testigo absoluto, se tuvo que el tratamiento donde se aplicó Fipronil 0.70 cm³/litro de agua aplicada se incrementó en 2.22%. El tratamiento donde se utilizó Fipronil 1.00 cm³/litro de agua aplicada incremento su inversión en un 5.15%, siendo este el mayor incremento porcentual de los tratamientos evaluados. El tratamiento

donde se utilizó Friponil 1.30 cc/litro de agua aplicada, tuvo un incremento con respecto al testigo de 3.21% y el tratamiento donde se utilizó 1.60 cc de Friponil/litro de agua aplicada incrementó en un 4.50%.

El análisis de rentabilidad muestra que tanto el testigo como los tratamientos con Friponil son rentables debido a la producción de frutos que mantiene el híbrido enano verde Malasino (120 – 150 frutos/planta/año). El tratamiento donde se aplicó Fipronil 1.60 cc/litro de agua aplicada, tuvo una rentabilidad del 102.11%, siendo este el más rentable. En orden de importancia de rentabilidad se tuvo al tratamiento donde se aplicó Friponil 1.30 cc/litro de agua como el segundo más rentable (95.18%). En términos generales se evidencia que a pesar de incrementar los costos totales, la utilidad neta y la rentabilidad, para el caso de estos tratamientos, inclusive el testigo absoluto es positivo.

El precio de venta es definido por la administración de finca San Francisco Miramar, la comercialización se hace para el mercado local y existe demanda todo el año, sin embargo el ataque a las plantaciones de cocotero por *Rhynchophorus palmarum* ha diezmando la producción. Lo que hace debido a la presencia de la plaga que los productores de coco atraviesen momentos críticos, por lo que es trascendental el encontrar nuevos procedimientos de control que permitan mejorar la economía de este sector agrícola.

Es evidente que la rentabilidad obtenida, en la presente investigación se debe a que con la aplicación de Fipronil se controló la población de *Rhynchophorus palmarum* y no a la reducción de costos, además la capacidad productiva del cocotero a los 7 años de edad que suele ser entre 120 a 150 frutos por planta/año permitió aun con presencia de la plaga hacer rentable al cultivo, por lo que es de importancia continuar estudios que permitan determinar en qué medida se reducen los ingresos.

c. Análisis de dominancia

Una vez determinados los beneficios netos para cada tratamiento, se realizó el análisis de dominancia por lo que se clasificó cada tratamiento, ordenándolos de menor a mayor, en base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos, ordenándose los tratamientos de menor a mayor costo, de acuerdo al cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de dominancia en la evaluación de eficacia del insecticida Fipronil, para el control de *Rhynchophorus palmarum* en el cultivo de coco

Tratamiento	Costo variable	Beneficio neto	Dominancia	TRM (%)
T1	Q2,419.80	Q7,876.12		
T2	Q3,208.82	Q8,860.97	ND	124.82
T3	Q3,428.60	Q9,335.28	ND	215.81
T4	Q3,721.34	Q10,254.90	ND	314.14
T5	Q3,897.35	Q10,682.52	ND	242.95

Fuente: Autor (2015).

En el cuadro 14 se enumeran el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada uno de los tratamientos del ensayo

Nótese que los tratamientos se ordenaron en una escala ascendente de los totales de los costos que varían. Los beneficios netos también aumentan en cada tratamiento, los beneficios netos del tratamiento testigo absoluto son menores que los del resto de tratamientos. Ningún productor de cocos preferiría el tratamiento 1 si sabe que sus ingresos disminuirán debido al ataque de *Rhynchophorus palmarum* y a la muerte de plantas. Al comparar los costos que varían con el beneficio neto, vemos que el uso de Fipronil y las diferentes actividades que se realizan para su aplicación son las que incrementan el costo, sin embargo el

beneficio neto se ve incrementado en cuanto la dosis tenga mejor control sobre la plaga.

De acuerdo al análisis de dominancia para aumentar los ingresos, es importante centrarse en los beneficios netos, no en los rendimientos. Si vemos los rendimientos obtenidos con el tratamiento 1 son menores que los del resto de tratamientos, pero el análisis de dominancia muestra que el valor del aumento de rendimiento no es suficiente para compensar el incremento de costos. Es decir que si el agricultor no realiza control, sus ingresos se reducirán por la pérdida de plantas.

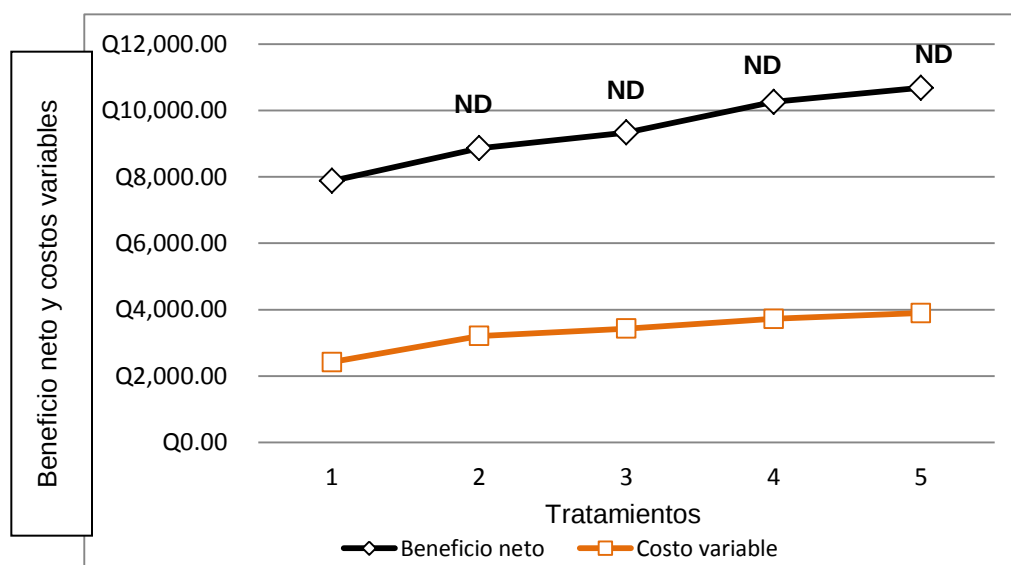


Figura 3. Curva de beneficios netos y costos variables en la evaluación del efecto de Fipronil como alternativa de control químico para el picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum*

La figura 3 ilustra la tendencia que tienen los costos variables y el beneficio neto para cada uno de los tratamientos, guardando estos una relación directamente proporcional, de tal forma que si se incrementan los costos variables, se incrementa el beneficio neto. Nótese que la pendiente de la línea de costos que

varían que une el tratamiento 1 al 2 es la más pronunciada debido a la inversión en Fipronil.

d. Tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal indica lo que se puede ganar en promedio al invertir en la aplicación de Fipronil para controlar el picudo de cocotero, por lo que al aplicar 0.7 cm^3 de Fipronil y no aplicar nada le permite que por cada Q1.00 invertido se recupera y a la vez le producirá una tasa de retorno marginal del 124.82%, es decir se ganó Q.1.24. De manera que los resultados del cuadro 14 donde se determinó la tasa de retorno marginal nos permite analizar todos los tratamientos ya que ninguno fue dominado y si lo relacionamos con la gráfica 3 vemos que para esta investigación fue positiva, teniendo la característica de permitir calcular el cambio en base a porcentaje de un tratamiento a otro, por lo que al aplicar Fipronil $1.00 \text{ cm}^3/\text{litro}$ de agua, por cada Q1.00 que invirtió se obtuvo Q 2.1581 adicionales, al aplicar Fipronil $1.30 \text{ cm}^3/\text{litro}$ de agua aplicada vemos que es tratamiento que tiene la mejor tasa de retorno marginal pues por cada Q 1.00 que se invirtió se obtuvo Q 3.14 adicionales y por último el tratamiento donde se aplicó 1.60 cm^3 de Fipronil/litro de agua por cada Q. 1.00 invertido se recuperó y se obtuvieron Q. 2.42 adicionales.

VIII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados, el tratamiento Fipronil 1.60 cm³/por litro de agua fue el más eficaz, obteniendo un 100% de mortalidad de *Rhynchophorus palmarum*. Los tratamientos donde se aplicó Fipronil 1.30 y 1.0 cm³/litro de agua, tuvieron en mínimos o máximos porcentajes que su eficacia de control es alrededor del 78% de la población.
- De acuerdo al análisis estadístico los mayores rendimientos se lograron con los tratamientos T5, donde se aplicó 1.60 cm³ de Fipronil/litro de agua donde se obtuvo un rendimiento de 21.59 TM/ha y T4 donde se utilizó 1.30 cm³ de Fipronil/litro de agua donde se obtuvo un rendimiento de 21.02 TM/ha, estadísticamente obtienen rendimientos de producción de frutos de coco muy similares debido a su control sobre *Rhynchophorus palmarum*, ya que reduce el daño y la pérdida de plantas, lo que permite mantener mejores producciones y uniformidad en la producción a lo largo del año.
- El análisis de dominancia, utilidad neta y rentabilidad, para el caso de todos los tratamientos es positiva, por lo que ningún tratamiento es dominado, teniendo la mejor rentabilidad el tratamiento T5 donde se utilizó Fipronil 1.60 cm³/litro de agua siendo esta de 102.11%, sin embargo la mejor tasa de retorno marginal se logra con el tratamiento T4, Fipronil 1.30 cm³/litro de agua, pues por cada Q 1.00 que se invirtió se obtuvo Q 3.14 adicionales.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar Fipronil 1.60 cm³/litro de agua ya que tiene una eficacia del 100% en el control de *Rhynchophorus palmarum*, lo que permite obtener rendimientos de 21.59 TM/ha y una rentabilidad de 102.11%.
- Se recomienda el manejo integrado del *Rhynchophorus palmarum*, integrando el control etológico, con una densidad de 9 trampas/ha, eliminación de palmas infestadas, asperjarlas con Fipronil 1.60 cm³/litro de agua, enterrar en una zanja los restos vegetales.
- Se recomienda realizar investigaciones para detectar hospederos alternos del insecto y mantener las trampas en sitios libres de malezas.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Banco de Guatemala (Banguat 2011). Listado de incisos arancelarios y documento de exportaciones 2011 Paginas 28 y 78.
- Barranco, P; De La Peña, J.; Martín, M. M. y Cabello, T. (1998). Eficacia del control químico de la nueva plaga de las palmeras *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Col.: Curculionidae). Departamento de Biología Aplicada. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería. 04120-Almería. España
- Bastidas, R. y Zavala, Y. (1995). "Principios de Entomología Agrícola", Ediciones Sol de Barro, ISBN 980-245-006-5
- Bayer CropScience (2009). Ficha de datos de seguridad REGENT 20 SC (Fipronil).
- Calderón R, D. O. (2014). Evaluación de densidades de trampeo para la captura del picudo del cocotero (*Rhynchophorus palmarum*; Curculionidae) en Flores Costa Cuca, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Universidad Rafael Landívar.
- Cenipalma (2010). Biología, hábitos y manejo de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Boletín técnico No 23, Centro de Investigación en Palma de Aceite – Cenipalma - Bogotá D. C. – Colombia, 56 p.
- CIBA–GEIGY, SW. (1981). Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Suiza, Wener Puntener. P 597.
- Chinchilla, C. M. (1991). Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. ASD Oil Palm Papers 5: 9-14.
- Curriel, A. A (1992). Potencial de aprovechamiento de palma real, Amatepec México seminario de titulación DIEIFO.
- De la Cruz, J. R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Guatemala C.A.
- Fremond, Y; Ziller, R, y Lamothe, M. (1969). El Cocotero, Colección de Agricultura Tropical, Editorial Blume.
- Gonzáles, R. (2005). Caracterización de la cadena Agroalimentaria e industrial del cocotero (*Cocos nucifera* L) Colima, México.
- Granados, D.; Sánchez G, y López R. F. (2002). Manejo de la palma del coco (*Cocus nucifera* L.) En México. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Universidad Autónoma Chapingo. México p 41.

- Hagley, E. (1965). The role of the palm weevil as vector red ring disease of coconuts. *Journal of Entomology* 56 pag 375-388.
- Linnaeus. (1758). *Taxonomía de Rhynchophorus palmarum*. Disponible en: <http://www.hondurassilvestre.com/search/taxa/taxa.aspx?tsn=114820>.
- Luc, M., Sikora R. A. y J. Bridge. (1990). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. C. A. B. International, Oxon U. K. 629 pp.
- Martínez, G.; Arias, N.; Sarria, G. (2008). Prácticas de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la palma de aceite. Folleto. 12p.
- Mexzón, R.; Chinchilla, C.; Castrillo, G.; Salamanca, D. (1994). Biología y hábitos de *Rhynchophorus palmarum* L. asociado a la palma aceitera en Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers* 8: 14-21.
- Oheler, J. G. (1986). El cocotero Árbol de la vida, Estudio FAO Producción y Protección vegetal documento 57 FAO Roma.
- Osorio O. R., H.; Cortéz M. D. y Cibrián T. (2004). Evaluación de la captura del picudo *Rhynchophorus palmarum* en palma de coco híbrido en Tabasco. *Entomología Mexicana* 3: 595-600.
- Püntener, W. (1981). Manual para ensayos de campo en la protección fitosanitaria. Segunda edición. División Agrícola, Ciba-Geigy Limited.
- Rodríguez, E. (1999). Análisis de riesgo del Amarillamiento Letal del Cocotero. ALC-Consultoría técnica para el MAGA Unidad de Normas y Regulaciones, Área Fitosanitaria. Guatemala p 36.
- Santos, F.; Núñez, W. y Siquiera, L. (1998). A Cultura do Coqueiro no Brasil. 2da. Ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –EMBRAPA- y Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros, Brasília, Brasil p 292.
- Sánchez A, y Cerda, H. (1993). El complejo *Rhynchophorus palmarum* L, Coleóptera (Curculionidae)–*Bursapalenchus cocophilus* (Cobb) (Tylenchida: Aphelenchoididae), en palmeras. *Bol, Entomol. Venez.* P 1-18.
- Simmons, C., Tarano, J.M., Pinto, J.H. (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Solsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra p 734.
- Yepez, E. (2008). Evaluación de moléculas químicas como método de control de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) en lotes afectados por la pudrición del cogollo de la palma de aceite, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño en Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Nariño. Pasto. 41p.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Costos de producción para una hectárea de coco de 7 años de edad.

Concepto	Tratamientos				
	I	II	III	IV	V
I. Costos Variables					
Labores culturales					
Control de malezas	Q 672.00	Q 672.00	Q 672.00	Q 672.00	Q 672.00
Aplicación fertilizantes	Q 320.00	Q 320.00	Q 320.00	Q 320.00	Q 320.00
Control fitosanitario	Q 480.00	Q 480.00	Q 480.00	Q 480.00	Q 480.00
Plateo	Q 216.00	Q 219.00	Q 223.50	Q 217.50	Q 217.50
Cosecha y limpieza	Q4,176.00	Q4,234.00	Q4,321.00	Q4,205.00	Q4,205.00
Transporte interno	Q 441.60	Q 441.60	Q 441.60	Q 441.60	Q 441.60
Tramperos	Q 880.00	Q 880.00	Q 880.00	Q 880.00	Q 880.00
Insumos					
Fertilizantes	Q1,238.40	Q1,255.60	Q1,281.40	Q1,247.00	Q1,247.00
Pesticidas	Q 469.44	Q 598.60	Q 753.94	Q 733.70	Q 855.50
Equipo de aplicación	Q 12.96	Q 13.14	Q 13.41	Q 13.05	Q 13.05
Equipo de protección	Q 80.00	Q 80.00	Q 80.00	Q 80.00	Q 80.00
Equipo de cosecha	Q 15.00	Q 15.00	Q 15.00	Q 15.00	Q 15.00
Trampas	Q 96.00	Q 96.00	Q 96.00	Q 96.00	Q 96.00
Total costos variables	Q9,097.40	Q9,304.94	Q9,577.85	Q9,400.85	Q9,522.65
II Costos fijos					
Administración (5% S/C.V.)	Q 454.87	Q 465.25	Q 478.89	Q 470.04	Q 476.13
IGSS (6% S/ M. O.)	Q 431.14	Q 434.80	Q 440.29	Q 432.97	Q 432.97
Imprevistos (5% S / C. V)	Q 454.87	Q 465.25	Q 478.89	Q 470.04	Q 476.13
Total costos fijos	Q 1,340.88	Q1,365.29	Q 1,398.07	Q 1,373.05	Q 1,385.23
Costo Total	Q10,438.28	10,670.23	Q10,975.92	Q10,773.90	Q10,907.88
% en relación al testigo	100%	102%	105%	1003%	104%

Anexo 2. Ficha técnica de Regent (Fipronil)



Bayer CropScience

Ficha Técnica del Producto



ACCIÓN FITOSANITARIA: REGENT 200 SC es miembro de una familia de insecticidas llamada fenilo-pirazoles. Utilizando a bajas dosis es altamente efectivo contra un amplio rango de plagas. Su mecanismo de acción único y alta persistencia lo hace diferente a otros insecticidas en el mercado.

NOMBRE COMÚN: Fipronil.

FORMULACIÓN Y CONCENTRACIÓN: Suspensión concentrada (SC) con 200 g de Fipronil por litro de producto comercial.

MODO DE ACCIÓN: REGENT 200 SC actúa por contacto e ingestión sobre varias plagas. También ha demostrado acción translaminar y sistémica, principalmente cuando se utiliza en tratamientos al suelo. REGENT 200 SC es muy persistente, tanto en el follaje como en el suelo, lo que proporciona un tiempo prolongado de efectivo control de las plagas. El efecto fulminante característico en organofosforados y piretroides algunas veces está ausente en REGENT 200 SC debido a características propias de la molécula.

Sin embargo, los insectos cesan su actividad inmediatamente después de haber entrado en contacto con el producto.

MECANISMO DE ACCIÓN: REGENT 200 SC interfiere con el paso de los iones de cloruro a través del canal regulado por el ácido gamma amino butírico (GABA). Cuando el insecto entra en contacto con REGENT 200 SC, el GABA se revierte, cerrándose los canales, lo que ocasiona una acumulación de iones cloruro en presinapsis y por lo tanto fuertes disturbios en el SNC que finalmente ocasionan la muerte del insecto. Esta diferencia en el mecanismo de acción, en relación a otros insecticidas lo hace ideal en programas de rotación.

COMPATIBILIDAD: REGENT 200 SC es compatible con la mayoría de los fitosanitarios utilizados en agricultura. Sin embargo, si no existe conocimiento sobre alguna mezcla en especial, se recomienda probarla en un área pequeña antes de hacer aplicaciones a gran escala.

TOXICIDAD: Categoría Toxicológica II. Moderadamente peligroso.

RECOMENDACIONES PARA SU USO:



Ficha Técnica del Producto

Bayer CropScience

RECOMENDACIONES DE USO DE REGENT 200 SC:

CULTIVO	PLAGAS		DOSIS cm ³ /ha
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	
ALFALFA	Picudo	<i>Hypena postica</i>	250
ALGODÓN <i>Gossypium hirsutum</i>	Polilla	<i>Gasterocercodes gossypii</i>	350
	Picudo	<i>Anthonomus grandis</i>	
	Trips	<i>Thrips tabaci</i>	
	Arrebiatado	<i>Dysdercus mimus</i>	
ARROZ <i>Oryza sativa</i>	Gorgojito	<i>Lessiosiphus oryzaophilus</i>	250
	Sogaia	<i>Sogatodes oryzaeola</i>	
	Minador	<i>Hidrellia griseola</i>	
	Gato mozo	<i>Oebalus ornatus</i>	
BALSA <i>Ochroma lagopus</i>	Picudo	<i>Heilpus sp.</i>	500
	Termitas	<i>Microtermes sp.</i>	
CRUCÍFERAS <i>Brassica oleracea</i>	Palomilla	<i>Plutella xylostella</i>	250
	Gusano de la col	<i>Pieris rapae</i>	
	Medidor	<i>Triothis pluvialis</i>	
	Trips	<i>Thrips tabaci</i>	
PAPA <i>Solanum tuberosum</i>	Gusano blanco	<i>Pemnomotus verax</i>	350
	Pulgilla	<i>Epitrix sp.</i>	
	Cigarrita	<i>Empoasca fabae</i>	
	Pulgón	<i>Myzus persicae</i>	
SOYA <i>Glycine max</i>	Mariposas	<i>Diatraea sp.</i>	350
	Chinchea	<i>Ceratomya sp.</i>	
		<i>Nezara viridula</i>	

TRIPS: Debido a que REGENT 200 SC tiene una actividad relativamente lenta se recomienda evaluar la mortalidad del insecto preferiblemente 4, 7 y 14 días después de la aplicación; sin embargo, el daño cesará en forma inmediata.

GUSANO BLANCO: La aplicación debe dirigirse a la base de la planta. La dosis total por ciclo es de 350 cm³ por hectárea, repartidos en dos aplicaciones: La primera, de 150 cm³ por tanque de 200 litros de agua, al momento de la emergencia completa (antes de la desyerba o rascadillo). Debido a que esta aplicación se puede hacer sobre la mata (por lo que está pequeña), también se controlan pulgón, pulgilla, trips y cigarrita. La segunda de 150 cm³ pero en dos tanques = 400 litros de agua, antes del aporque, alzada de tierra o palón. La razón por la que se utiliza el doble de agua es debido a que la aplicación debe hacerse a ambos lados de la cama, siempre dirigiendo la aplicación a la base de la planta. Es ideal hacer las aplicaciones también en los bordes de la parcela. Para poblaciones iniciales fuertes, se recomienda hacer una aplicación inicial en los bordes del terreno.

FRECUENCIA DE APLICACIÓN:

TRIPS: Debido a la alta persistencia de REGENT 200 SC, se recomienda no hacer aplicaciones tipo calendario sino sobre nuevas infestaciones de acuerdo al monitoreo.

GUSANO BLANCO: De acuerdo a las recomendaciones anteriormente especificadas.

PRESENTACIONES:

Frasco x 240 cm³.

Envase x 1 litro.

REGISTRO MAGAP: 0804