

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

EFFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE COCHINILLA
HARINOSA, (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) EN RAMBUTÁN, NUEVO PROGRESO, SAN
MARCOS
TESIS DE GRADO

MANUEL DE JESUS ROMERO PEREZ
CARNET 22167-08

COATEPEQUE, AGOSTO DE 2017
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

EFFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE COCHINILLA
HARINOSA, (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) EN RAMBUTÁN, NUEVO PROGRESO, SAN
MARCOS
TESIS DE GRADO

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

POR
MANUEL DE JESUS ROMERO PEREZ

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

COATEPEQUE, AGOSTO 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
ING. JOSÉ MODESTO RANERO ARMENDARIZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Guatemala 22 de Abril del 2017

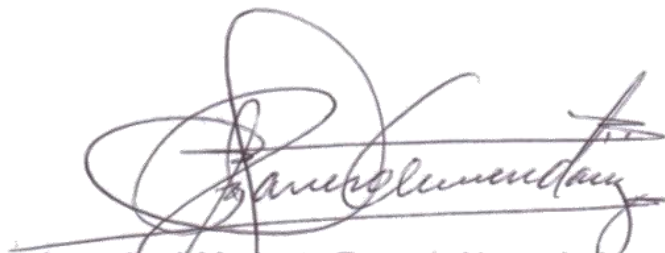
Consejo de Facultad Ciencias Ambientales y Agrícolas presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Manuel de Jesús Romero Pérez, Carnet. 2216708. Titulada **Efecto de tres productos químicos y dos orgánicos en el control de Cochinilla harinosa, (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) en rambután (*Nephelium lappaceum* l), Nuevo Progreso San Marcos. Guatemala**

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente.



Ing. José Modesto Ranero Almendariz
Colegiado No. 23415

Ing. Agr. José M. Ranero A.
Col. 5414



Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante MANUEL DE JESUS ROMERO PEREZ, Carnet 22167-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0698-2017 de fecha 21 de junio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE COCHINILLA HARINOSA, (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) EN RAMBUTÁN, NUEVO PROGRESO, SAN MARCOS

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 8 días del mes de agosto del año 2017.

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



AGRADECIMIENTOS.

A MIS CATEDRATICOS.

Gracias por compartir sus experiencias y sabios conocimientos en mi formación.

AL PERSONAL DE URL DE COATEPEQUE.

Por el apoyo que aportaron durante mi formación.

A MIS COMPAÑEROS DE LA UNIVERSIDAD.

Gracias a todos por compartir algo muy especial en mi trayectoria estudiantil

A MI ASESOR.

Ing. Agro. José Modesto Ranero, por su asesoría y apoyo brindado en la realización de este trabajo.

AI ING. ABEL SOLIS

Por su valiosa colaboración y asesoría, en realizar este trabajo

AL ING. LEONEL SOLIS

Por su asesoría y apoyo brindado al comienzo de este trabajo.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

Por el apoyo incondicional en la presentación de mi informe de tesis, especial al Ing. Agro. Pedro Orozco.

A LA FINCA BELEN.

Por permitirme realizar mi trabajo.

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Ser supremo Criador del universo, gracias por darme la vida, guiarme por el camino correcto y por proveerme de sabiduría y sostén en los momentos difíciles de mi vida, y poder culminar una de mis metas.
- A MIS PADRE** Martin Romero Bautista (Q.E.P.D)
Consuelo Esperanza Pérez Guzmán (Q.E.P.D)
Por ser mis guías, y sus sacrificios, el apoyo moral, espiritual, económico que me brindaron durante el desarrollo de mi carrera que dios los tenga en su gloria.
- A MIS HERMANOS.** Martin, Manolo, William, Glendy, Karina, Jaqueline, gracias por el apoyo y comprensión que dios los bendiga.
- A MI ESPOSA** Carmen Marisol Pérez Chávez gracias por el apoyo moral, y comprensión
- A MIS HIJOS.** Manuel, Bryan, Consuelito, Brandon, los animo a seguir a delante y puedan cumplir sus sueños, los amo.
- A LA UNIVERSIDAD** Por brindarme el apoyo económico para poder culminar mi carrera y darme el conocimiento y poder lograr mis sueños.
RAFAEL LANDIVAR
- A MIS AMIGOS.** Quienes siempre me han acompañado y gracias por todos los momentos inolvidables que vivimos.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Importancia económica del rambután	2
2.2 Origen	2
2.3 Descripción botánica	3
2.4 Clasificación taxonómica	3
2.5 Condiciones edafoclimaticas del cultivo del cultivo de Rambután.....	3
2.5.1 Suelo	3
2.6 Importancia económica de la cochinilla harinosa en el Rambután	5
2.7 Historia y distribución geográfica.....	6
2.8 Clasificación taxonómica de la Cochinilla Harinosa	6
2.9 Ciclo de vida.....	7
2.10 Morfología de <i>D. brevipes</i>	7
2.11 Hábitos de la cochinilla harinosa.....	8
2.12 Simbiosis entre cochinilla harinosa y hormigas.....	8
2.13 Métodos de control para cochinilla harinosa.....	8
2.14 Descripción de los extractos botánicos.....	9
2.15 Evaluación de insecticidas.....	13
3. JUSTIFICACIÓN	15
3.1 Definición del problema y justificación de la investigación	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo General	16
4.2 Objetivos Específicos	16
5. HIPÓTESIS	17
6. METODOLOGÍA	18
6.1 Descripción del área en estudio	18
6.2 Material experimental	18
6.3 Factor a estudiar	19
6.4 Descripción de los tratamientos	19
6.5 Diseño experimental.	19
6.6 Modelo estadístico.....	19
6.7 Unidad experimental.....	20
6.8 Croquis de campo.....	20
6.10 VARIABLES DE RESPUESTA.....	22
6.11 Análisis de la información	23
7. RESULTADOS Y DISCUSION	24
7.1 Número de Insectos presentes	24

7.2 Eficacia de los insecticidas, sobre la cochinilla (<i>Dysmicoccus brevipes</i>)	27
7.3 Número de frutos infestados.....	30
7.4 Porcentaje de incidencia de Cochinilla	34
8. CONCLUSIONES	40
9. RECOMENDACIONES	41
10 BIBLIOGRAFÍA	42
11. ANEXOS.....	48

INDICE DE CUADROS

No de cuadro	Página
1. Clasificación botánica del cultivo de rambután.....	3
2. Clasificación taxonómica de la Cochinilla Harinosa.	6
3. Descripción de los tratamientos a evaluar.....	19
4. Análisis de varianza de la variable número de insectos/fruto.	24
5. Prueba de tukey al 95% de confianza de la variable número de insectos/fruto.	25
6. Análisis de varianza de la variable porcentaje de eficacia de los productos utilizados para el control de Cochinilla en rambután.	28
7. Prueba de Tukey de la variable Porcentaje de eficacia sobre el control de cochinilla en el cultivo de rambután.	29
8. Análisis de varianza de la variable número de frutos infestados.	31
9. Prueba de tukey de la variable número de frutos infestados por arbol.	32
10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia.	34
11. Prueba de tukey de la variable porcentaje de incidencia.....	35
12. Costos de producción (Q)/ha de cada uno de los tratamientos evaluados para el control de cochinilla.	38
13. Ingresos (Q) por hectarea de Rambután.....	38
14. Utilidades (Q) y relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos/ha.	39

INDICE DE FIGURAS

No de figura	Página
1. Parcela neta y parcela bruta a utilizar en cada unidad experimental.	20
2. Aleatorización y distribución en el campo de las unidades experimentales.	20
3. Dinamica de cochinillas/fruto durante las lecturas realizadas durante la investigación.	26
4. Comparación del porcentaje de eficacia de productos utilizados para el control de Cochinilla en el cultivo de Rambután.....	30
5. Dinamica de número de frutos infestados por árbol.....	32
6. Tendencia del porcentaje de incidencia de la plaga durante la investigación.	36

EFFECTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS EN EL CONTROL DE COCHINILLA HARINOSA, (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) EN RAMBUTÁN, NUEVO PROGRESO, SAN MARCOS.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de tres productos químicos y dos orgánicos en el control de Cochinilla harinosa en el cultivo de rambután. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de respuesta analizadas fueron: número promedio de insectos presentes/árbol, porcentaje de eficacia de los tratamientos, número de frutos infestados, porcentaje de incidencia y relación beneficio/costo. Según los resultados obtenidos el Clorpirifos y el extracto de ajo y cebolla fueron los que presentaron menor número de cochinillas presentes por fruto (0.06 y 0.09 cochinillas/fruto respectivamente). Respecto al porcentaje de eficacia los mejores tratamientos fue el Clorpirifos (96.91%) y el extracto de ajo con cebolla (96.41%). Los tratamientos que presentaron menor número de frutos infestados y menor porcentaje de incidencia fueron Clorpirifos, extracto de ajo y cebolla y Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron. De acuerdo a la relación beneficio/costo el mejor producto es el extracto de ajo y cebolla por lo que es el que se recomienda para el control de cochinilla en el cultivo de rambután.

EFFECT OF CHEMICAL AND ORGANIC PRODUCTS IN THE CONTROL OF MEALYBUG (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae) IN RAMBUTAN, NUEVO PROGRESO, SAN MARCOS

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of three chemicals and two organic products in the control of mealybug in the production of Rambutan. A randomized complete block design with six treatments and four repetitions was used. The response variables analyzed were: Average number of insects present/tree, percentage of treatment efficacy, number of infested fruits, incidence percentage and benefit/cost ratio. According to the results obtained, Chlorpyrifos and garlic and onion extract showed less number of mealybugs per fruit (0.06 and 0.09 mealybugs/fruit, respectively). Regarding efficacy percentage, the best treatments were Chlorpyrifos (96.91%) and garlic and onion extract (96.41%). The treatments with the lowest number of infested fruits and lower incidence percentage were Chlorpyrifos, garlic and onion extract, and Fenoxycarb 7.5% + Lufenuron. According to the benefit/cost ratio, the best product is the extract of garlic and onion; thus, it is recommended to control mealybug in the production of rambutan.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de rambután, es un frutal originario de Malasia e Indonesia, actualmente constituye un cultivo tropical exótico con potencial de exportación hacia los Estados Unidos. Por esta razón en Guatemala, la superficie plantada se está incrementando por productores innovadores que están visualizando a futuro nuevas perspectivas de comercialización nacional e internacional. Su fruto fresco se consume cada vez más en los países centroamericanos, con potencial de exportación hacia los Estados Unidos y Europa. Actualmente en Guatemala, la superficie plantada ha ido en incremento principalmente por medianos y grandes productores.

Sin embargo al igual que todos los cultivos no está exenta de plagas, siendo una de las principales en el suroccidente del país la Cochinilla Harinosa (*Dysmicoccus brevipes*, Pseudococcidae). Se considera como una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo, principalmente por su compleja relación e interdependencia con otras plagas como la mosca de la fruta, hormigas y fumagina. Además la relación de simbiosis que establece estas hormigas para protegerse de sus depredadores. Los daños que dicha plaga produce es a nivel del pericarpio en los frutos y por lo tanto degradando la calidad de la misma para fines de exportación.

El presente estudio tuvo como objetivo buscar alternativas que contribuyeran en el proceso de incrementar la productividad y calidad de frutos cosechados.

En la plantación de Rambután se están utilizando para el control de cochinillas Clorpirifos, Piriproxifen y Fenoxicarb, sin embargo para evitar residualidad se dejan de aplicar 20 a 30 días antes de realizar la cosecha y durante la polinización por lo que se planteó evaluar como alternativas el extracto de ajo y cebolla y jabón potásico.

Razón por la cual se evaluaron cinco insecticidas (Clorpirifos, Piriproxifen, Fenoxicarb, Extracto de Ajo y Cebolla, Jabón Potásico y un testigo), para el control de la Cochinilla Harinosa en el Municipio de Nuevo Progreso, San Marcos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia económica del rambután

Según Vargas (2003), existe una interesante opción de mercado externo principalmente en Europa y América del Norte, por tal razón se convierte en el mercado más grande para enviar fruta desde Guatemala. Ello es producto de la disminución en la oferta de los países productores entre julio y septiembre, evento que coincide con la época de mayor producción en Guatemala.

Según el Centro de Inteligencia Sobre Mercados Sostenibles (2006), las exportaciones de rambután de Guatemala, tuvieron su mayor nivel en el año 2005 exportando más de 1,442 TM anuales equivalentes a casi Q828,860.00. Sin embargo en el 2006 que a pesar que en volumen que se exporto con respecto al año 2005 fue menor (728 TM anuales), el precio fue mayor llegando a casi los Q1,471,300.00 en los últimos años el valor de las exportaciones ha ido en aumento. Los principales mercados a los que Guatemala exporta rambután son Honduras (52%), seguido por El Salvador (43%), Estados Unidos (4%) y el resto del mundo que incluye países como: Holanda, España, Canadá entre otros con menos del 1% en total.

2.2 Origen

El rambután es originario de Malasia e Indonesia, es considerado una de las frutas más prometedoras para el trópico húmedo tanto por el número de características que posee, como: por su renombre, sabor, y apariencia entre otras (Tindall, 1994).

El nombre de proviene del vocablo malayo “rambut” que significa “pelo”, en referencia a los espinaretes largos y suaves que cubren la superficie del fruto. Fue introducida por primera vez en el Hemisferio Occidental en Puerto Rico a principios del siglo pasado y las primeras plantas llegaron al trópico de Honduras en el año 1927, traídas por el legendario investigador agrícola Wilson Popenoe, las que fueron sembradas en el Jardín Botánico Lancetilla (Artiles, 2006)

2.3 Descripción botánica

El árbol del es de tamaño medio (15 a 25 m de altura), el tronco puede llegar a tener de 50 a 60 cm de diámetro y su corteza es de color gris o café oscuro, el follaje es denso y la copa un tanto abierta. Es un árbol perennifolio y muy tupido, hojas pinnadas compuestas que pueden llegar a medir de 7 a 30 cm de longitud. (FHIA, 2003)

Según la Federación Hondureña de Investigación Agrícola (2003), el fruto es, generalmente, de forma globosa u ovoide con el pericarpio cubierto con espinas blandas de apariencia pilosa, que pueden ser de color amarillo, anaranjado o rojo; tiene un periodo de vida de anaquel corto, que provoca el secado rápido de las espinas, las cuales dentro de los 10 a 14 días de cosechados los frutos van perdiendo el color y se tornan de cafés a negras. Esta pérdida de color de las espinas del fruto disminuye su valor comercial. Este fruto se consume exclusivamente fresco y su sabor es entre agridulce y dulce, con una pulpa muy jugosa.

2.4 Clasificación taxonómica

La clasificación botánica del (*Nephelium lappaceum* L.) se detalla a continuación:

Cuadro 1. Clasificación botánica del cultivo de Rambután.

Taxón	Clasificación
Reino	Vegetal
Clase	Dicotiledónea
Orden	Sapindales
Familia	Sapindáceae
Género	<i>Nephelium</i>
Especie	<i>Nephelium lappaceum</i> L.

(Cristian *et al.* 2016)

2.5 Condiciones edafoclimaticas del cultivo del cultivo de Rambután

2.5.1 Suelo

Él puede desarrollarse de manera adecuada en diferentes tipos de suelos, siendo los más recomendables los suelos profundos (mayor de 1 m de profundidad) con buen drenaje, de textura media (contenido de arcilla entre 30 y 35%), con estructura granular a bloques angulares o sub-angulares, con porosidad total de 50 a 60%, que

permitan la circulación de agua y aire, así como la penetración del sistema radicular. Se debe evitar cultivar el *caqui* en suelos arcillosos (contenidos mayores de 60% de arcilla), con poca permeabilidad, con posibilidades de estancamientos de agua y mala aireación, así como en suelos arenosos, ya que generalmente son de baja fertilidad y bajo poder de retención de humedad. Se deben preferir suelos con alto contenido de materia orgánica, ligeramente ácidos con un pH de 5.5 a 6.5. El factor común que realmente deben compartir los suelos dedicados al cultivo del *caqui* es un buen drenaje (Tindall, 1994)

2.5.2 Temperatura

El *caqui* es un fruto de clima cálido y húmedo, las temperaturas óptimas para este cultivo son de 22 °C a 32 °C. En caso de tener un período de sequía de más de dos meses, se recomienda establecer un sistema de riego para que pueda prosperar (Ruiz, 2007)

En latitudes con temperaturas más bajas, él puede llegar a florecer y fructificar; sin embargo ocurre una defoliación de la planta en invierno y el periodo de fructificación se alarga hasta seis meses (Martínez *et al*, 2010).

2.5.3 Viento

Las variedades de *caqui* responden de manera diferente a vientos fuertes. Generalmente los árboles que pierden sus hojas en caso de vientos fuertes sufren mucho menos del quiebre de ramas que los cultivares que retienen sus hojas. Los vientos secos (de baja humedad), pueden acelerar la deshidratación de los pelos del fruto debido a una pérdida de agua. Por ello se considera oportuno en el establecimiento de cortinas rompe vientos de protección alrededor de las plantaciones cultivadas (Martínez *et al*, 2010).

2.5.4 Luz

La luz puede afectar el desarrollo del color de la cascara de la fruta. De hecho, las antocianinas, que son responsables de la coloración roja son sensibles a la intensidad de la luz. Generalmente, las frutas maduras de la parte interna de los arboles tienen colores menos intensos y brillantes que las frutas de la parte exterior directamente expuestas a la luz solar. Sin embargo, no se conoce hasta la fecha

informaciones sobre el tipo de longitud de onda que afecta la coloración de la fruta (Martínez *et al*, 2010).

2.5.5 Precipitación

Se considera que son apropiadas para el crecimiento y el desarrollo de las plantas de rambután áreas con precipitaciones altas entre 2000 mm y 5000 mm, distribuidos uniformemente a lo largo del año, permitiendo que la planta aproveche al máximo el agua para su funcionamiento. Cabe mencionar, que durante los meses de floración y en épocas de poca precipitación, es importante el riego del cultivo para que este se mantenga creciendo (Ramírez *et al*, 2005).

2.6 Importancia económica de la cochinilla harinosa en el Rambután

La cochinilla harinosa está clasificada internacionalmente como plaga cuarentenaria, por tal razón tiene un impacto en la economía de las regiones y países productores al restringir la movilización de productos agropecuarios de zonas infestadas hacia zonas libres entorpeciendo el flujo comercial, el presupuesto de los gobiernos canalizado para mitigar y retardar su dispersión es cuantioso. En México de 1999 al 2009 se han destinado 250 millones de pesos para controlar y mitigar el riesgo de dispersión de la plaga (Sánchez y Francia, 2009), el daño directo causado a la frutas demerita su calidad e impacta el precio, además la inversión destinada por los productores a combatir la plaga provoca un alza en los costos de producción.

El estado ninfal de esta plaga, es fácilmente diseminado a través del transporte externo, ya que después de que las personas visitan un campo infestado, las ninfas tienen la capacidad de adherirse a la ropa y a los vehículos, así también puede ser transportada por partes vegetales, como semillas, raíces, hojas, yemas, tallos, esquejes, flores, frutas y plantas enteras.

En el caso de *D. brevipes*, que es una especie partenogenética, una sola hembra puede dar inicio a una infestación importante en una zona libre de la presencia de este insecto (Ramos y Serna, 2004).

2.7 Historia y distribución geográfica

Las referencias bibliográficas señalan que la cochinilla harinosa es originaria de América tropical y se ha extendido a todas las regiones comprendidas dentro de los trópicos y subtropicos. Es una de las plagas más comunes en Centro América y Sudamérica. Los países productores de rambután donde se ha reportado daño por cochinilla harinosa son: Estados Unidos, México, Costa Rica, Guatemala, Belice, Bahamas, República Dominicana, Jamaica, Trinidad y Tobago, Puerto Rico, Colombia, Brasil, Perú, Ecuador, Sudáfrica, Egipto, Taiwán, China, Filipinas, India, Pakistán, Italia, España, Portugal, Australia, Samoa, Fiji y Nueva Celedonia (López *et al*, 2010).

2.8 Clasificación taxonómica de la Cochinilla Harinosa

La clasificación taxonómica de la Cochinilla Harinosa se describe a continuación:

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la Cochinilla Harinosa.

Taxón	Clasificación
Phylum	Artrópoda
Subclase	Insecta
Orden	Pterygotas
Suborden	Homóptera
Super familia	Sternorrhyncha
Familia	Coccoidea
Especie	<i>Dysmicoccus brevipes</i>

(Palma y Blanco, 2015)

La clasificación de las especies de la cochinilla harinosa hembra (Hemíptera: Pseudococcidae) resulta un trabajo difícil principalmente por tratarse de un insecto de tamaño pequeño (aproximadamente 2,5 x 1,5 cm) y que posee una gran cantidad de estructuras morfológicas muy similares entre las especies. Palma y Blanco (2015), explican que históricamente las especies de similar morfología procedentes de diferentes regiones geográficas se han colocado en el mismo género, debido en gran parte a la falta de características propias para crear nuevos géneros puesto que muchas tienden a converger en apariencia.

2.9 Ciclo de vida

De acuerdo a Peña et al. (2002), esta especie es ovovivípara, y sus huevos eclosionan en la cavidad interna de su cuerpo, mientras que Coto y Saunders (2004) mencionan que la hembra ovípara alrededor de 300 a 400 huevos, envueltos en un ovisaco de color blanco, los cuales eclosionan entre los 8-9 días después de puestos. Según Ito (1938), citado por Peña et al. (2002), A 23,5 °C, el desarrollo de la plaga, posee tres instares larvales de 34,03 días; de pre larva a adulto (26,58 días); de larva a adulto (24,84 días); de pos larva a adulto, (4,70 días) y la vida que este insecto disfruta en estado adulto es de 56, 23 días, por lo tanto el ciclo completo de *D. brevipes* tiene una duración cercana a los 90 días. Por otro lado Mau y Jayma (2007), describen cronológicamente el ciclo larval en tres estadios donde los estadios de primera, segunda y tercera fase larvaria tienen una duración de 10 a 26 días, 6 a 22 días y 7 a 24 días, respectivamente, por lo tanto este puede variar de 26 a 55 días, con un promedio de 34.

Gullan y Martín (2009), describen que el insecto en su ciclo de vida muda tres veces, en un periodo de aproximado de 34 días y unos 27 días después producen un promedio de 234 crías en un periodo de 25 días, siendo el ciclo de vida de aproximadamente 90 días, de los cuales 56 los pasa en el periodo adulto, todo esto a 23°C.

Antes de la vida adulta, las larvas del primer instar, tienen la capacidad de caminar y trasladarse por toda la planta, momentos antes de que se posicionen en un lugar donde alimentarse y desarrollar la capa serosa que los recubre, momento en el cual mantienen un mínimo movimiento hasta alcanzar la madurez. Esto ocurre después de la tercera muda en el caso de las hembras y en el macho durante la tercera muda que es inactivo, donde forma un capullo ceroso para pasar a la etapa adulta (Peña et al, 2002).

2.10 Morfología de *D. brevipes*

Según Machin de Oroño (1991), el macho adulto se caracteriza por ser alado con presencia de balancines además de presentar un aparato bucal atrofiado, imposibilitándole alimentarse por lo que acorta su vida.

La hembra por su parte, tiene un tamaño de 2-6mm de diámetro, son de color amarillento o rosado con una capa de cera que le recubre el cuerpo y presenta una serie de filamentos cerosos hacia las laterales (Saunders et al. 1998).

2.11 Hábitos de la cochinilla harinosa

Los primeros estadios ninfales son ligeros, sensibles y se mueven de un sitio a otro si lo encuentran demasiado luminoso, se alimentan del floema y se encuentran en las hojas, ramas tiernas, flores y frutos. El daño por cochinilla harinosa de forma individual es pequeño, sin embargo, cuando las poblaciones son elevadas, provocan defoliación, afectan la calidad de la fruta y provocan la pérdida de vigor de la planta. Es una plaga común en piña, pero afecta a varios cultivos, principalmente frutales, entre ellos se encuentran el Aguacate, Cítricos, Cacao, Manzana, Higo, Guayaba, Mango, Palma Africana, Café, Plátano, Caña de Azúcar, Algodón, Apio y Trébol, Camote, Manzana, Yuca, Alfalfa, Maíz, Jengibre, Macadamia y Ornamentales (Ben-Dov, 1994).

Posee un aparato bucal chupador y extrae los jugos vitales de la planta, produce una mielecilla que atrae hormigas, mosca de la fruta y fomenta el desarrollo de fumagina, que reduce significativamente la actividad fotosintética de la planta.

2.12 Simbiosis entre cochinilla harinosa y hormigas

La cochinilla harinosa en el campo ha establecido una relación de simbiosis con las hormigas, pues las excretas de *brevipes* son ricas en azúcares el cual le sirve de alimentación y cultivo, así favorecer el desarrollo del hongo del cual se alimentan y lo cultivan en las cavernas dentro del suelo donde habitan, a cambio las cochinillas harinosas reciben protección, limpieza y transporte por parte de las hormigas, quienes las protegen celosamente del ataque de sus depredadores y las trasladan cuando es necesario ya que son su fuente de alimentación (Castañeda, 2003).

2.13 Métodos de control para cochinilla harinosa

2.13.1 Control químico

La práctica más utilizada en el control de la cochinilla harinosa, es la aplicación de insecticidas el cual debe ser de manera racional, es necesario establecer los

mecanismos de acción de los productos y aplicarlos correctamente, alternar diversos insecticidas para evitar que los insectos adquieran resistencia, determinar el pH del agua y modificarlo si es necesario. Deben utilizarse de preferencia insecticidas sistémicos, dado el hábito alimenticio de la plaga (Moran Sandoval, 1994).

Este tipo de control es difícil y poco efectivo debido a que el insecto se oculta en sitios protegidos como ranuras y grietas, así como a su alta capacidad para formar colonias densas, además de que su cubierta cerosa les permite protegerse contra el efecto de los productos químicos; la etapa más susceptible del insecto a la acción de los insecticidas es en el estadio de ninfas en virtud de que se encuentran desprovistas de cubierta cerosa, siendo necesaria realizar aplicaciones frecuente de productos químicos.

2.13.2 El control biológico

Se refiere al uso de enemigos naturales como depredadores, parasitoides y patógenos; para el manejo de plagas. Como enemigos naturales de la cochinilla harinosa se pueden mencionar los géneros *Anagyrus*, y *Blepyrus*, ambos de la familia *Encyrtidae* y del orden Himenóptera como parasitoides. Los géneros *Cryptolaemus*, *Exochomus*, *Hyperaspis*, *Scymnus*, todos de la familia *Coccinellidae* y del orden Coleóptera, además el género *Diadiplosis* de la familia *Cecidomyiidae* del orden Díptera como depredadores, todos actúan como reguladores de la plaga en los estadios de ninfa y adultos.

2.14 Descripción de los extractos botánicos

Los extractos botánicos más usados como controladores de plagas y que han logrado comercializarse, proporcionando buenos resultados en las aplicaciones son: Ajo, Nim, Piretro.

Otras plantas contienen sustancias venenosas como la nicotina del Tabaco, los aceites de cáscaras de Cítricos y alcaloides de Narciso, por lo cual se han utilizado como controladores de plagas (Gutiérrez, 1988).

Los insecticidas orgánicos que pueden utilizarse para el control de la cochinilla harinosa son productos a base de Ajo, Cebolla con Ajo, Piretro, Nim, Tabaco y Chile;

que demostraron tener buen control con pulgones, trips, ácaros, larvas y mosca blanca, en los campos experimentales de Querétaro México (Valero Garza, 2002).

2.14.3 Extracto de ajo y cebolla

El extracto a base de ajo y cebolla es un plaguicida repelente de insectos, que actúa por acción sistémica, cuando el extracto gárlico (ingrediente activo del ajo) es absorbido por la planta a través del sistema vascular. Las aplicaciones foliares deben realizarse en forma preventiva, pueden ser en forma aérea o terrestre; no debe aplicarse durante la floración y polinización debido a su acción repelente en contra de los insectos polinizadores. Se puede aplicar en cultivos tales como; apio, frijol, brócoli, arroz, coliflor, maíz, bulbos, tomate, Oleaginosas, lechuga, tubérculos, ornamentales, cucurbitáceas, forrajes y frutales. Controla plagas tales como; mosca blanca, áfidos, trips, mosca de la fruta, hormigas, ácaros, escamas, cochinilla harinosa, lepidópteros. Los periodos de aplicación se recomiendan a cada 8 ó 12 días, el reingreso podrá hacerse una vez que el roció se haya secado. El extracto de ajo y cebolla es compatible con fertilizantes y fungicidas de uso común, no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Información Toxicológica: El extracto de ajo y cebolla presenta una toxicidad aguda con una DL₅₀ oral mayor a 5000 mg/kg de peso. Puede causar toxicidad aguda desordenes gastrointestinales si es ingerido, causa irritación en la piel y los ojos. No tiene antídoto, el tratamiento médico es sintomático, lavar con abundante agua y jabón las partes afectadas, no debe inducirse el vómito, si se presenta intoxicación por inhalación se debe retirar al individuo a un lugar ventilado (Duran Mora, 2004)

El ajo es un bulbo rico en Disulfuro de Alilo, Alina, Alisina y Cicloide de alitina. El disulfuro de Alilo es un aceite esencial azufrado que le da el olor característico del ajo y por el cual es repelente para los insectos, la Alina, Alisina y la cicloide de Alitina son sustancias que presentan propiedades antibióticas y antimicóticas; la cebolla es un bulbo rico en Oleo resinas, Aquaquisinas e Inulina, estas sustancias en su conjunto le dan el olor característico a la cebolla y le otorgan propiedades que permiten el control de hongos e insectos; el extracto actúa por contacto ingestión y de manera sistémica (RAP-AL, 2004).

2.14.3 Jabón potásico (Castalia®)

Es un acaricida, insecticida, fungicida de contacto, efectivo contra pulgón, cochinillas y otros insectos de cutícula blanda, así como pulgones mosca blanca, araña roja y hongos como oídio, mildiu, y alternaría, insecticida ecológico Castalia Potásico es un tratamiento para plantas y cultivos a base de jabón potásico, elaborado con aceites vegetales, y con certificado ecológico. Castalia actúa por contacto. Tras ser diluido del jabón potásico en agua y pulverizado sobre la planta, cuando Castalia Potásico alcanza el insecto reblandece su protección superficial y le causa la asfixia. Apto para todo tipo de cultivos: frutales, hortícolas, jardines, en invernadero o al aire libre. Tiempo de seguridad nulo: las plantas, hortalizas o cualquier fruta que se trate no tiene consecuencias tóxicas aunque sea ingerido o consumido inmediatamente después del tratamiento. No crea resistencias, al tener un efecto de funcionamiento mecánico destruyendo la capa protectora del insecto, impide que los insectos desarrollen sus resistencias.

Compatibilidades. No se recomienda combinar con productos a base de azufre.

Modo de empleo. El modo de tratamiento es el tradicional: equipos de presión alta y bajo volumen. Este producto es eficaz en estado líquido, con la necesidad de alcanzar físicamente al insecto. Por tanto es importante realizar el tratamiento a través de fumigación, con visos de alcanzar la totalidad de la planta tratada (has y envés), para que el resultado sea un 100%. Dosis a utilizar es: 10 a 15 cc por litro.

Ventajas del Jabón Potásico

- No produce residuos tóxicos ni cambios biológicos en los cultivos. No daña flores ni frutos.
- Respetuoso con la fauna útil, pues no es tóxico.
- No deja residuos aceitosos en las cubas de aplicación, siendo de fácil limpieza.
- No daña el medio ambiente.

2.14.4 Piriproxifen (Juvinal ®)

Derivado de la piridina con actividad insecticida por contacto e ingestión; se comporta como una hormona juvenil actuando sobre el crecimiento de los insectos. Afecta a la fisiología de la morfogénesis, reproducción y embriogénesis de los insectos. Así, las hembras adultas tratadas ponen huevos con tan alto contenido de hormona juvenil que los embriones no serán viables. En las larvas y pupas tratadas interfiere la metamorfosis, los individuos afectados adquieren características intermedias entre larva y pupa o entre pupa y adulto que les llevan, a la muerte. Los adultos se ven afectados en aspectos que se relacionan con la reproducción, así, en algunos casos, se producen malformaciones de los órganos genitales y fallos de apareamiento, en otros, las hembras quedan estériles o, al menos, disminuye la viabilidad de los huevos que ponen. Campo de actuación: Puede ser utilizado en el control de Cochinilla Harinosa, *Aleurothrixus floccosus*, *Aleurotuba jelinekii*, *Aspidiotus nerii*, *Bemisia tabaci*, *Ceroplastes sinensis* (caparreta blanca de los cítricos), *Chrysomphalus dictyospermi* (piojo rojo en ornamentales y cítricos), *Dialeurodes citri*, insectos chupadores de los semilleros de hortícolas, *Lecanoideus floccisimus* (mosca blanca de las ornamentales), *Lepidosaphes beckii* (serpeta gruesa de los cítricos), *Lepidosaphes gloverii* (serpeta fina de los cítricos), *Parlatoria pergandii* (piojo gris de los cítricos), *Parthenolecanium corni* (cochinilla de la vid), *Planococcus citri* (melazo de la vid), *Quadraspidotus perniciosus*, *Saissetia oleae*, *Trialeurodes vaporariorum* y otros homópteros en cultivos y plantaciones de algodón, berenjena, cerezo, ciruelo, frutas exóticas, cítricos, cucurbitáceas de piel comestible, limonero, manzano, melocotonero, nectarino, olivo, peral, pimiento, tomate y vid, en semilleros de hortícolas y en jardinería exterior doméstica, ornamentales herbáceas, ornamentales leñosas y parques y jardines.

2.14.5 Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron (Lufox ®)

Asociación de Fenoxicarb: insecticida no neurotóxico que produce los mismos efectos biológicos que la hormona juvenil, sustancia producida por los propios insectos (un incremento de los niveles de dicha hormona en los insectos impide el paso de un estado a otro, especialmente el paso de huevo a larva y de larva a pupa en Lepidópteros y de estado móvil a fijo en cochinillas), es inocuo para *Anthocoris spp*, *Apanteles ater*, *Aphytis chrysomphali*, *Aphytis hispanicus*, *Aphytis*

holoxanthus, *Bracon juglandis*, *Cales noacki*, *Coccophagus pulvinaria*, *Colpoclypeus florus*, *Comperiella Bifasciata*, *Encarsia inquirenda*, *Encarsia perniciosi*, *Metaphycus bartletti*, *Metaseiulus occidentales*, *Meteorus ictericus*, *Pimpla turionella*, *Techinidae*, *Teleutea striata*, *Tetrastychus ceroplastae*, *Tranosema arenicola*, *Typhlodromus pyri* y *Zetzellia mali*. Es peligroso para inmaduros e *Stethorus punctum*, con Lufenuron: insecticida regulador del crecimiento de los insectos que interfiere la síntesis de la quitina. Ambas sustancias activas actúan por ingestión, y contacto idóneo para realizar las aplicaciones. Puede utilizarse en: frutales, ornamentales, en el control de piojo harinosos: (*Dysmicoccus*) y control de carpocapsa (gusano de las manzanas y peras, *Cydia pomonella*) y en vid, control de polillas del racimo (*Clysia ambiguella* y *Lobesia botrana*) (Perera et al, 2008)

2.14.6 Clorpirifos (Dursban ®)

Insecticida no sistémico con actividad por ingestión, inhalación y contacto, con gran efecto de choque. Produce fosforilación irreversible de la acetilcolinesterasa de los tejidos causando la acumulación de acetilcolina en las uniones colinérgicas de las neuronas, efecto muscarínico, y en las uniones mioneurales de los músculos y ganglios autónomos. El envenenamiento también altera las funciones del sistema nervioso central.

2.15 Evaluación de insecticidas

Lorenzo Fernández et al (1999), proponen en un estudio sobre el seguimiento de la dinámica de poblaciones de *Dysmicoccus brevipes* en *musa acuminata* que como criterio orientativo deben realizarse muestreos semanales de la última garepa del pseudotallo de la planta madre con racimo, tomando como decisión tratar cuando haya al menos seis adultos de *D. brevipes* y deberán ser tratamiento de cobertura total para evitar rebrotes.

Ensayo realizado por Tena Hernández et al (2008), se determinaron las eficacias en laboratorio de las distintas materias activas autorizadas para el cultivo del plátano en Canarias. Los resultados obtenidos muestran eficacias de un 97,87% a los 14 días de la aplicación con las materias activa de clorpirifos, La eficacia del buprofezin, materia activa autorizada para el cultivo de la platanera, ha sido del 78,72% a los

14 días del tratamiento. Las menores eficacias han sido obtenidas en las aplicaciones con los hongos entomopatógenos *Paecilomyces fumoroseus*, *Verticillium lecanii* y *Beauveria bassiana*.

Los tratamientos o extractos botánicos que se describen a continuación son fórmulas desarrolladas y probadas, que manifestaron buenos resultados en el control de este tipo de plagas en los campos experimentales de Querétaro, México. Además estos extractos botánicos se han evaluado en Cuba (el extracto de Nim y de Tabaco), en Costa Rica (el extracto de Ajo y de Cebolla) y en Perú (extracto de Ajo y Tabaco), los cuales han manifestado resultados satisfactorios (RAAA, 2004).

3. JUSTIFICACIÓN

3.1 Definición del problema y justificación de la investigación

El cultivo de Rambután se plantea como una nueva alternativa productiva en la Costa sur de Guatemala y específicamente en El municipio de Nuevo Progreso, debido al clima y la demanda actual que existe en el mercado local, internacional, específicamente Estados Unidos.

Una de las problemáticas más severas que ha tenido el cultivo de rambután en la zona ha sido la incidencia de Cochinilla harinosa, afectando cada una de las etapas fenológicas del cultivo. Esta plaga causa daños severos en frutos y brotes provocando bajas en el rendimiento por unidad de superficie y calidad de los frutos, además es motivo de eliminación de contenedores de fruta si la presencia de la plaga es detectada en el mismo.

La presencia de Cochinilla en rambután favorece la propagación de otras enfermedades como la fumagina, (*Capnodium* spp.) La incidencia de hormigas, entre otras, que logran causar daños al cultivo y por consiguiente elevar el nivel de pérdidas en las producciones aparte del daño causado por cochinillas. En la actualidad los métodos usados para el control de cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*), suponen pérdidas que oscilan entre 20 y 30 % de la producción, llegando incluso al 100% si no se realiza ninguna práctica de control.

Los productores de la zona utilizaban inicialmente cipermetrina con resultados óptimos sin embargo la residualidad de la misma hizo que se eliminara del control fitosanitario de las fincas por lo que se buscaron nuevas alternativas como el caso de Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron, Clorpirifos y Piriproxifen.

Las moléculas químicas mencionadas anteriormente son las que se recomiendan para la plaga por el fabricante pero no se han utilizado dentro de un plan fitosanitario en la zona, sin embargo también se evaluaron nuevos productos tales como extractos de ajo y cebolla y jabón potásico para evaluar su eficacia e integrarlos a un plan de manejo fitosanitario que se propone en la presente investigación.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del uso de los insecticidas Clorpirifos, Piriproxifen, Fenoxicarb, Extracto de ajo + Cebolla y Jabón potásico en cochinilla en el cultivo de rambután.

4.2 Objetivos Específicos

- Calcular la cantidad de Cochinillas promedio presentes por fruto en el cultivo de rambután utilizando cinco insecticidas.
- Evaluar el porcentaje de eficacia de tres insecticidas químicos y dos orgánicos en el control de cochinilla harinosa en el cultivo de rambután.
- Determinar la incidencia de frutos con daños de cochinilla utilizando cinco insecticidas en el cultivo de rambután.
- Determinar la relación beneficio/costo de los productos a utilizar para el control de Cochinilla Harinosa en el cultivo de rambután.

5. HIPÓTESIS

Ha

- Al menos uno de los tratamientos a evaluar tendrá diferencia estadística significativa en cuanto al porcentaje de infestación de cochinilla harinosa en el cultivo de rambután.

6. METODOLOGÍA

6.1 Descripción del área en estudio

6.1.1 Localización

El presente estudio se estableció en Finca Belén, jurisdicción del municipio de Nuevo Progreso San Marcos, Guatemala. Esta finca se encuentra a 510 msnm con una precipitación pluvial de 2,400 mm anuales, a 14°48'05" de latitud Norte y a 91°53'27" de longitud Oeste. La finca cuenta con una extensión territorial de 50 hectáreas.

La Finca Belén se encuentra localizada a 240.5 kilómetros de la Ciudad Capital por la Carretera internacional CA-2 hacia la frontera con México, a 248.5 kilómetros de la ciudad capital por la carretera hacia el municipio de Nuevo Progreso y a 75 kilómetros de la cabecera departamental de San Marcos.

6.1.2 Zona de vida

Según Holdridge (1959) citado por Cruz (1982), el área de estudio se localiza en la zona de vida Bosque húmedo Subtropical (Cálido).

6.1.3 Suelos

Según Simmons pertenece a la serie de suelos Chócola (cho): ocupa el 7.78% del territorio son suelos de color café, textura franco limoso, o arcilloso, pH ácido (6), profundidad 150 cm. El material original es ceniza volcánica o material aluvial, buen drenaje, riesgos a erosión regular a alto, fertilidad potencial a baja. Se encuentra en la sección baja del territorio (Simmons, Tárano y Pinto, 1959).

6.2 Material experimental

Material experimental.

Plantación de rambután (*Nephelium lappaceum* L.)

Cinco productos fitosanitarios.

- Clorpirifos (Dursban ®)
- Piriproxifen (Juvinal 10 EC ®)
- Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron (Lufox ®)
- Extracto de ajo y cebolla
- Jabón potásico.

6.3 Factor a estudiar

El factor a estudiar fueron los diferentes ingredientes activos de insecticidas químicos y orgánicos.

6.4 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos utilizados en la investigación fueron los siguientes:

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos a evaluar.

Tratamiento	Nombre Comercial	Materia Activa	I.A utilizado (L/ha)	I.A utilizado (L/árbol)
T 1	Jabón potásico	Hidróxido de potasio.	5	0.018
T 2	Extracto de ajo y cebolla	Alliina, alicina y disulfato de dialil	17	0.061
T 3	Dursban®	Clorpirifos	1.5	0.005
T 4	Juvinal® 10 EC	Piriproxifen	1	0.003
T 5	Lufox®	Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron	1	0.003
T 6	Testigo	Agua		

6.5 Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar distribuidos en seis tratamientos y cuatro repeticiones.

6.6 Modelo estadístico.

$$Y_{ij} = U + B_i + T_j + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta

U = Efecto de la media general.

B_i = Efecto del i-ésimo bloque.

T_j = Efecto del j-ésimo producto para el control de cochinilla utilizado.

E_{ij} = Error asociado al i-ésimo bloque y j-ésimo producto para el control de cochinilla.

6.7 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas con una parcela neta de 6 plantas. La parcela bruta fue de 18 m de ancho y 24 m de largo para un total de 432 m². Mientras que la parcela neta tuvo las medidas de 6 m de ancho y 12 m de largo para un total de 72 m² (Ver figura 2).

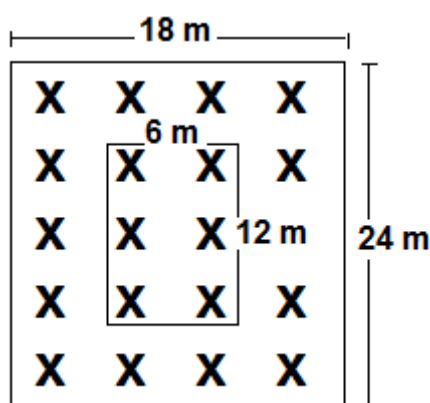


Figura 1. Parcela neta y parcela bruta a utilizar en cada unidad experimental.

6.8 Croquis de campo

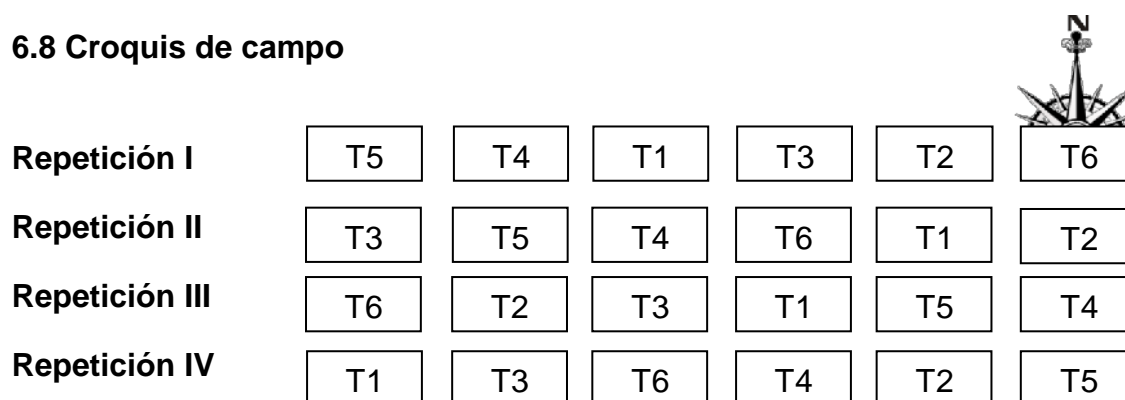


Figura 2. Aleatorización y distribución en el campo de las unidades experimentales.

6.9.1 Delimitación de las unidades experimentales

Para la delimitación de las unidades experimentales se utilizaron rótulos de madera de 0.3 m x 0.4 m a una altura de 0.75 m del suelo.

6.9.2 Preparación del producto

Debido a que los productos a utilizar presentan diferentes presentaciones, se realizó la mezcla del producto utilizando un recipiente aforado. El recipiente se llenó hasta la mitad, luego se aplicó la cantidad de producto adecuada, luego se completó la cantidad de agua a utilizar y por último se agitó hasta lograr una mezcla homogénea. La mezcla anteriormente descrita se aplicó con una motobomba de 16 litros.

Para la preparación del producto de extracto de ajo y cebolla se pesó 6.0 kg de ajo, 16 kg de cebolla y 8.0 kg de detergente; luego se separaron las impurezas y se licuaron. Posteriormente en 800 litros de agua se diluyó el detergente, se agregó el ajo y la cebolla licuados y se agitó hasta lograr una mezcla uniforme del extracto, luego se dejó reposar por 24 horas; transcurrido el tiempo de reposo se filtró y se asperjó en la plantación (Cárdenas 2015).

Para el Jabón potásico se realizó una calibración previa en la cual se utilizó la dosis 150cc de castalia por una moto bomba de aspersión de 16 litros, agitándose constantemente para tener una mezcla homogénea, de acuerdo con el cuadro No 1.

6.9.3 Aplicación del producto

Los productos se aplicaron inmediatamente después de que se realizó la mezcla, de manera uniforme a todo el follaje y los frutos, esto se realizó en horas de la mañana en días soleados y vientos moderados o ausentes. Para ello se utilizó una aspersora motorizada tipo mochila de 16 litros (3.9 hp, 63.3 cm³/min), realizando un total de 5 aplicaciones durante la investigación con intervalo de 20 días entre cada aplicación.

6.9.4 Muestreo de los frutos

Para la toma de datos de la parcela neta de las unidades experimentales se hizo un muestreo por árbol 7 días después de realizada la aspersión. Se ha determinado que la media de producción es de 2000 frutos/árbol y con la siguiente fórmula se determinó la cantidad de frutos a muestrear por árbol:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

n= Tamaño de la muestra.

N= Tamaño de la población. (2000 frutos)

Z= Valor de la tabla Z (dos colas) (1.96), al 95%.

σ = Desviación estándar de la población (0.5)

e= Limite aceptable del error maestroal (10%)

n = 92 frutos/árbol, utilizando una confiabilidad del 95%.

6.10 VARIABLES DE RESPUESTA

- **Número promedio de insectos presentes**

Se determinó el número promedio de insectos presentes por fruto y posteriormente por árbol, esto con la finalidad de llevar un control sobre la población de insectos, para ello es indispensable realizar la primera muestra antes de la primera aplicación. En las aplicaciones sucesivas se tomó una muestra antes de realizar cada una de las aplicaciones. La fórmula a utilizar fue la siguiente:

$$\text{Promedio de insectos presentes} = \frac{\text{No total de insectos presentes}}{\text{No de frutos muestreados}}$$

- **Eficacia de los insecticidas, Clorpirifos, Piriproxifen, Fenoxicarb, sobre la cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*)**

Para determinar la eficacia de los productos a aplicar se utilizó la siguiente fórmula de Abbott modificada por Henderson-Tilton:

$$\% \text{ de control} = 1 - \frac{T_a}{C_a} \times \frac{C_b}{T_b} \times 100$$

Dónde:

Ta = Dato del tratamiento después de la aplicación.

Tb = Dato del tratamiento antes de la aplicación.

Ca = Dato del testigo después de la aplicación.

Cb = Dato del testigo antes de la aplicación.

(Dent 2000)

Número de frutos infestados

Se determinó el número de frutos infestados por árbol para determinar la presencia de la plaga en el cultivo.

- **Porcentaje de incidencia de la plaga**

Para determinar el porcentaje de incidencia o infestación, se utilizó la siguiente fórmula propuesta por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (2006)

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{No de frutos dañados}}{\text{No total de frutos muestreados}} \times 100$$

- **Relación beneficio-costo**

Se determinó la relación beneficio/costo para cada uno de los tratamientos a evaluar para el control de escama harinosa en el cultivo de rambután.

6.11 Análisis de la información

6.11.1 Análisis estadístico

Para las variables de respuesta analizadas se utilizó el programa estadístico Minitab 16 ® realizando una prueba múltiple de medias a una probabilidad $\alpha = 0.05$, para los ANDEVAS donde existió diferencia significancia estadística se realizó una prueba múltiple de media utilizando el comparador de tukey a una confiabilidad del 95%.

6.11.2 Análisis Económico

Se determinó la relación beneficio / costo de los tratamientos a aplicar. El cual, es el uso del dinero y los precios de mercado para calcular los costos y beneficios esperados de un proyecto. Los tratamientos de la investigación fueron evaluados para determinar cuál de estos genera un mayor beneficio en relación a los demás.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Número de Insectos presentes

La cochinilla es una de las plagas más importantes en el cultivo de rambután. Causa lesiones a nivel del pericarpo de los frutos, además debido a su hábito de alimentación tiende a debilitar las plantaciones, ocasionando la aparición de otras plagas tales como pulgones y hormigas.

La presencia de la cochinilla en los frutos representa restricciones para el envío de los mismos para la exportación, además las lesiones (manchas o quemaduras) en el pericarpo también representa restricciones de comercialización ocasionando pérdidas económicas para los productores de rambután.

Se seleccionaron al azar 92 frutos/árbol de rambután y posteriormente con ayuda de una lupa se procedió a realizar el conteo respectivo de los especímenes presentes de (*Dysmicoccus brevipes*) por unidad experimental. Posteriormente se realizó el promedio de insectos presentes por fruto (ver anexo 8)

En el tratamiento donde no se realizó la aplicación de productos para el control de cochinilla se observó que se puede encontrar hasta 2 cochinillas por fruto, principalmente adultos, los cuales por carecer de alas son poco móviles favoreciendo las lecturas de los mismos.

El análisis de varianza obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable número de insectos/fruto.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	7.423471	1.4846	325.0587	0.000**
Bloques	3	0.0356	0.0118	2.599	0.09 ^{ns}
Error	15	0.0685	0.00456		
Total	23	7.5275			

** Diferencia estadística significativa. ns= No hay diferencia significativa.

CV= 14.55%

De acuerdo a los resultados anteriores si existió diferencia estadística significativa en el uso de productos para el control de cochinilla en rambután por lo que se procedió a realizar una prueba múltiple de medias utilizando el comparador Tukey a un nivel de 95% de confiabilidad para determinar cuál de los tratamientos fue el mejor. Tal como se puede apreciar existió por lo menos uno o más tratamientos con diferencia estadística en cuanto al tipo de insecticida.

Se pudo observar que no existió diferencia estadística entre bloques por lo que se determina que el experimento fue bien manejado, por lo tanto la variabilidad de los datos proviene del efecto de los tratamientos y no de los bloques o repeticiones. Respecto al coeficiente de variación este fue de 14.55% por lo tanto los datos son confiables y uniforme por lo que las conclusiones que se generaron de esta evaluación son fiables.

La prueba múltiple de medias de Tukey obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 5. Prueba de tukey al 95% de confianza de la variable número de insectos/fruto.

Tratamientos	Número de cochinillas/ fruto	Literal
Clorpirifos	0.06	A
Extracto ajo/cebolla	0.09	A
Hidróxido potásico	0.31	B
Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron	0.31	B
Piriproxifen	0.66	C
Testigo	2.05	D

Tal como se puede observar en el cuadro anterior, los productos que utilizaron Dursban ® y extracto de ajo y cebolla fueron los que mostraron menor número de cochinillas/fruto con 0.06 y 0.09 respectivamente, ejerciendo un mayor control sobre la plaga luego de realizada 5 aplicaciones.

El primero de los tratamientos es un producto químico utilizado ampliamente para el control de diferentes plagas mostrando eficacia en el control de cochinilla en el cultivo de Rambután como se pudo observar en la presente investigación, mientras

que el segundo es un producto elaborado con extractos de ajo y cebolla, lo que lo convierte en un bioinsecticida cuyo efecto principal es repeler a la plaga.

El Extracto de ajo y cebolla ha sido utilizado ampliamente por diferentes productores de rambután de la zona para el control de cochinilla sin embargo no se había realizado una investigación científica para comprobar su eficacia.

Lo anterior puede observarse en los insecticidas Juvinal ® 10 EC y Lufox cuyas moléculas químicas han sido utilizadas ampliamente para el control de dicha plaga, sin embargo su control está por debajo del Dursban ® y extracto de cebolla y ajo, posiblemente se deba a la resistencia que la plaga haya adquirido a través del tiempo.

La siguiente figura demuestra el comportamiento de la plaga (cochinillas/fruto) a través de las diferentes aplicaciones realizadas para el control de la misma en frutos de rambután:

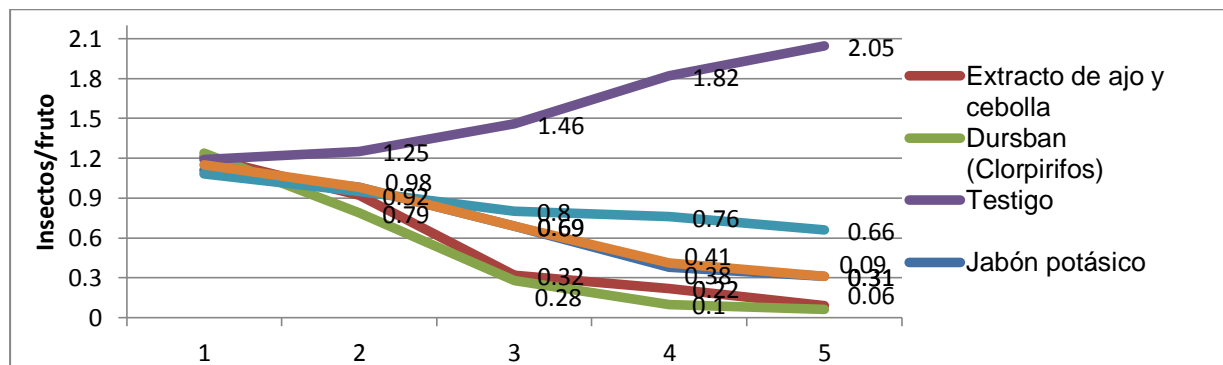


Figura 3. Dinámica de cochinillas/fruto durante las lecturas realizadas durante la investigación de los tratamientos con significancia estadística.

Aunque al inicio se presentó un promedio que osciló entre 1.19 a 1.24 cochinillas/fruto, se pudo observar que la infestación disminuyó considerablemente a partir de la aplicación tres hasta llegar a 0.06 y 0.09 cochinillas de acuerdo a la figura anterior. Este descenso marcado puede deberse a las condiciones climáticas de la zona (temperatura media de 25 C, humedad relativa de 80% y una precipitación pluvial de 3200 mm anuales) ya que las lluvias favorece al desprendimiento de las

cochinillas que están sometidas bajo tratamiento, botándolas al suelo, y las mismas fueron más intensas durante la lectura 2 y 3.

Se puede observar que el testigo mantuvo un crecimiento constante, por lo que no realizar control químico, biológico o etológico puede afectar considerablemente a una plantación, llegando a haber hasta 2 cochinillas/fruto aproximadamente. Por último la acción insecticida de la molécula Clorpirifos de Dursban ®, conjuntamente con el efecto repelente del extracto de cebolla y ajo favorecen a un mejor control de la plaga respecto al número de cochinillas/fruto en el cultivo de rambután.

El control oportuno de la plaga también disminuye los riesgos de daños ocasionados al fruto, por lo tanto esto favorece a los productores ya que disminuye el porcentaje de frutos descartados por daños visuales ocasionados por la cochinilla.

7.2 Eficacia de los insecticidas, sobre la cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*)

La eficacia de los tratamientos utilizados para el control de cochinilla se realizó de acuerdo a la fórmula propuesta por Abbott modificada por Henderson-Tilton, la cual tomó como referencia la lectura inicial y final de los tratamientos en cuestión y el testigo absoluto.

Una de las razones por la que se debe realizar el control es por su rápida reproducción una vez alcanzada su madurez sexual, ya que por su ciclo de vida corto y la prolífica cantidad de huevos que oviposita puede llegar a producir hasta 234 crías en un periodo de 25 días de acuerdo a Vásquez (2000) los cuadros obtenidos se detallan en el anexo 9.

De acuerdo a la naturaleza de la formula el testigo obtuvo 0% de eficacia pues es el referente para el resto de los productos utilizados.

Se puede observar que todos los productos utilizados mostraron una eficacia mayor al 70%, siendo el Lufox ® el que obtuvo la menor eficacia con el 72.31% mientras que los productos que obtuvieron mayor eficacia fue el extracto de ajo y cebolla y Dursban ® con 96.45 y 96.91% respectivamente.

Se realizó un análisis de varianza para determinar si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados fueron:

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable porcentaje de eficacia de los productos utilizados para el control de Cochinilla en rambután.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	27715.773	5543.15478	606.2579	0.000**
Bloques	3	3.804688	1.268229	0.1387	0.935 ^{ns}
Error	15	137.1484	9.143229		
Total	23	27856.7265			

** Diferencia estadística significativa. ns= No hay diferencia significativa.

CV= 4.12%

De acuerdo al ANDEVA anterior se determinó que existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos por lo tanto uno o más tratamientos son mejores para el control de Cochinilla en el cultivo de rambután, por lo que se realizó una prueba múltiple de medias utilizando el comparador de Tukey al 95% de confianza.

No existió diferencia estadística significativa entre bloques por lo que se puede determinar que la variación de los resultados obtenidos proviene del efecto de las moléculas utilizadas para el control de la plaga, por lo tanto la información obtenida es producto del efecto insecticida de los tratamientos analizados en la presente.

El coeficiente de variación determinado de los datos provenientes de la variable eficacia (expresada en porcentaje) fue de 4.12% por lo tanto los datos obtenidos son muy similares entre sí en cada tratamiento de cada repetición, por lo que los datos son confiables al momento de inferir en las conclusiones y resultados generados.

Se realizó una prueba múltiple de medias utilizando el comparador Tukey para determinar cuál de los tratamientos evaluados fue mejor desde el punto de vista estadístico. Los resultados fueron:

Cuadro 7. Prueba de Tukey de la variable Porcentaje de eficacia sobre el control de cochinilla en el cultivo de rambután.

Tratamiento	Media (% de Eficacia)	Literal
Clorpirifos	96.91	A
Extracto ajo y cebolla	96.45	A
Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron	87.69	B
Jabón potásico	86.30	B
Piriproxifen	72.31	C
Testigo	0	D

Tal como se puede observar tanto el clorpirifos (Dursban ®) como el extracto de ajo y cebolla fueron los que mostraron mayor eficacia para el control de cochinilla con 96.91 y 96.45% respectivamente. Por lo tanto son los dos tratamientos más efectivos para el control de dicha plaga en el cultivo de rambután de acuerdo a las condiciones climáticas de la unidad de práctica.

El Juvinal ® (Fenoxicarb 7.5% + Lufenuron) fue el que menor porcentaje de eficacia presentó; a pesar de ser uno de los productos químicos que se utilizan con mayor frecuencia dentro de los productores de rambután. Lo anterior se debe posiblemente a la resistencia que adquirió durante los años de aplicación del mismo, ya que muchos productores de rambután no realizan rotación de moléculas químicas, utilizando productos que han sido efectivos la primera vez que los usaron y los continúan utilizando durante años. Además es uno de los productos químicos más caros que se utilizan en la zona.

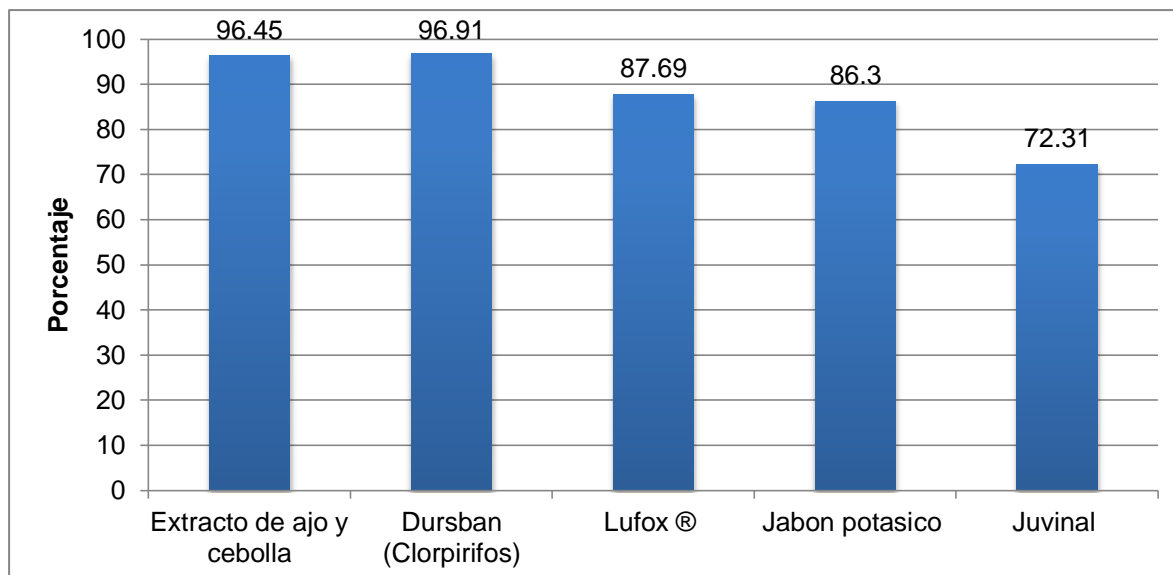


Figura 4. Comparación del porcentaje de eficacia de productos utilizados para el control de Cochinilla en el cultivo de rambután.

Todos los productos utilizados mostraron una eficacia entre en 72.31% y 96.91%, donde cabe resaltar que el extracto de cebolla y ajo mostró ser mejor que otras moléculas químicas.

El efecto eficaz del extracto de ajo y cebolla comparado únicamente por el clorpirifos (Dursban®) y muy superior a otras moléculas químicas tales como Fenoxicarb 7.5% y Lufenuron (Lufox®) y piriproxifen (Juvinal 10 EC®) se debe principalmente a que Los extractos de ajo se caracterizan por ser repelentes de una gran diversidad de insectos y tener una acción sistémica, que al absorberse por la planta altera el sistema enzimático y provoca alteración en la transpiración, como consecuencia de esto sufre un cambio en los jugos intra-celulares de las plantas. Produce un enmascaramiento de las feromonas de los insectos, con ello disminuye el apareamiento, se produce un efecto anti alimenticio por efecto de contacto e ingestión. En hormigas produce un efecto repelente. En los insectos produce un efecto de alteración y confusión por causa de los thiosulfatos que contiene el ajo. Además los ingredientes más activos del ajo son; alliina, allicina y disulfato de dialil (Jones y Mann, 1963; citado por Müller, 1998)

7.3 Número de frutos infestados

La cochinilla es una plaga que afecta no solamente a plantaciones en producción sino que tal y como se vio en la unidad de investigación también afecta a plantas en

crecimiento. Aunque muchas veces los productores no le toman la importancia que debe a la plaga ya que no realizan aplicaciones químicas u orgánicas al no presentar un riesgo para los frutos (al no estar aún en etapa productiva las plantas), estas plantaciones en crecimiento se vuelven focos de infestación y reproducción de la misma para las plantaciones productivas (usualmente plantaciones vecinas)

Lo anterior hace que el control en plantaciones productivas sea mucho más difícil, ocasionando que la plaga pueda desarrollarse con mucha facilidad, causando daños a nivel de las vellosidades y pericarpo del fruto. Estos daños pueden ser manchas o quemaduras las cuales inciden en el rechazo de la misma para exportación, demeritando la calidad y precio para su venta a nivel local.

Aunque en la mayoría de los casos la presencia de cochinillas en los frutos represente más daños por rechazo debido a medidas fitosanitarias que por daños ocasionados, se debe eliminar la plaga por completo para evitar que está ocasione rechazos en el mercado internacional de acuerdo a las normas establecidas por los compradores internacionales. Para dimensionar los daños ocasionados por la cochinilla, se contabilizaron todos aquellos frutos que presentaron cochinillas en estado adulto o instares por árbol (ver anexo 10)

Se tomaron 92 frutos y se realizó el conteo de cada uno de los frutos infestados por cada unidad experimental. Se pudo observar que existió mayor cantidad de frutos con presencia de cochinilla en el testigo, llegando a observarse hasta 50 frutos, mientras que el tratamiento con clorpirifos (Dursban ®) únicamente presentó 2.76 frutos dañados. Para poder determinar diferencia estadística entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza, los resultados obtenidos fueron:

Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable número de frutos infestados.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	6563.46773	1312.693546	269.7568264	0.000**
Bloques	3	22.259766	7.419922	1.524784377	0.248 ^{ns}
Error	15	72.99316	4.866210667		
Total	23	6658.720656			

** Diferencia estadística significativa. ns= No hay diferencia significativa.

CV=15.82%

Según el análisis de varianza si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, por lo tanto al menos uno de los tratamientos evaluados mostró control sobre el número de frutos infestados.

No existió diferencia estadística significativa entre los bloques o repeticiones, por lo tanto si se pudo remover el gradiente que afectaba el experimento (pendiente del terreno) además el coeficiente de variación fue de 15.82% por lo tanto se puede establecer que los datos son confiables y no variación significativamente al momento de realizar la investigación por lo que la información obtenida es confiable. Se realizó una prueba múltiple de medias para determinar que tratamiento fue mejor, los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Cuadro 9. Prueba de tukey de la variable número de frutos infestados por árbol.

Tratamiento	Media (número de frutos infestados)	Literal
Clorpirifos	2.76	A
Extracto de ajo y cebolla	4.07	AB
Fenixocarb 7.5% + Lufenuron	5.49	AB
Jabón potásico	8.83	BC
Piriproxifen	12.27	C
Testigo	50.25	D

Tal como se observó en la prueba de Tukey, los mejores tratamientos fueron aquellos donde se obtuvo entre 2.76 y 5.49 frutos dañados por árbol, siendo estos en orden ascendente: Dursban ® (Clorpirifos), extracto de ajo y cebolla y Lufox ® (Fenoxicarb 7.5% + lufenuron) mientras que el testigo obtuvo un total de aproximadamente 50 frutos con presencia de cochinilla. Por lo tanto si la plaga no se controla puede llegar a infestar todos los frutos.

A continuación se presenta una gráfica que muestra el comportamiento de la plaga durante las lecturas realizadas de las variables de respuesta:

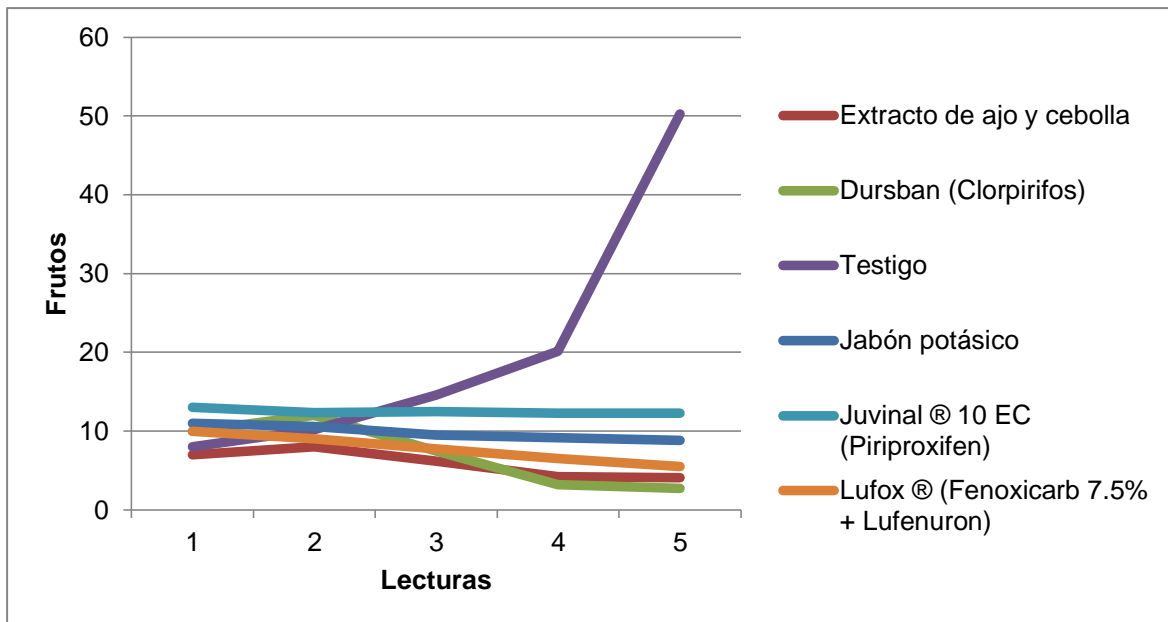


Figura 5. Dinámica de número de frutos infestados por árbol.

Se puede observar en el testigo que la tendencia de la plaga es constante a lo largo de todas las lecturas, sin embargo en la lectura 4 el promedio de frutos dañados es aproximadamente 20 y en la lectura 5 aumenta más del doble a 50 frutos dañados, lo que hace que la plaga sea controlada para evitar estos aumentos súbitos.

Respecto al clorpirifos y el extracto de ajo y cebolla, la tendencia a disminuir el número de frutos dañados comienza a partir de la lectura 3, por lo que se hace suponer que posiblemente esto se ve asociado a que aunado al efecto de los tratamientos en esa lectura hubo lluvias fuertes y eso hizo que se desprendiera la plaga del fruto (organismos muertos), dejando frutos libre de cochinillas.

Es importante mencionar que las plantaciones de rambután son controladas únicamente con productos químicos y algunos productores de forma empírica utilizan el extracto de ajo y cebolla para el control de cochinilla, sin embargo las concentraciones de dicho extracto es variable entre los productores por lo que no se tenía certeza desde el punto de vista científico de la eficacia del mismo y la forma de preparación. Pudiendo observarse que puede llegar a eliminar las cochinillas del fruto al igual que el Clorpirifos (Dursban®) y lufox® (Fenoxicarb 7.5% y Lufenuron®)

7.4 Porcentaje de incidencia de Cochinilla

Para poder determinar el porcentaje de incidencia de la plaga se contabilizó en número de frutos con presencia de cochinilla y posteriormente se determinó el porcentaje de los mismos que representa.

Para esto se tomó lectura de 92 frutos de cada árbol (6 árboles/unidad experimental) y se determinó el porcentaje de incidencia. Los datos obtenidos se observan en el anexo 11.

Se pudo observar que el porcentaje de incidencia más alto lo reporta el testigo, con el 54.62% del total de frutos producidos por lo que representa una pérdida de casi 1000 frutos (asumiendo que en promedio produce 2000 frutos cada árbol), mientras que con el uso de Clorpirifos (Dursban ®) esto disminuye hasta el 3.01% por lo que la efectividad de los productos para el control de la cochinilla es evidente, posteriormente el extracto de ajo y cebolla también adquiere porcentajes de incidencia similares al clorpirifos con 4.42% de control. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existió diferencia estadística significativa en los tratamientos evaluados, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable porcentaje de incidencia.

FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamiento		5	7754.24707	1550.849414	270.1396212	0.000**
Bloques		3	26.347168	8.782389333	1.529788325	0.247 ^{ns}
Error		15	86.11377	5.740918		
Total		23	7866.708008			

** Diferencia estadística significativa. ns= No hay diferencia significativa.

CV=15.81%

De acuerdo al cuadro anterior se puede establecer que si existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos, razón por la cual se puede inferir que si existió uno o más tratamientos que fueron mejores respecto al porcentaje de incidencia.

También se puede establecer que no existe diferencia estadística significativa entre repeticiones por lo tanto si se pudo bloquear la gradiente pendiente del suelo, por lo que la variación de los resultados entre tratamientos se debe al efecto de los tratamientos (y el error experimental asociado a la investigación).

El coeficiente de variación también es bueno ya que es 15.81%, por lo tanto los resultados entre repeticiones de cada tratamiento fueron similares, por lo que el experimento se manejó adecuadamente.

Para poder determinar que tratamiento fue mejor en cuanto al porcentaje de incidencia de la plaga, se realizó una prueba múltiple de medias utilizando el comparador de Tukey al 95% de confianza, los datos obtenidos se presentan a continuación:

Cuadro 11. Prueba de tukey de la variable porcentaje de incidencia.

Tratamiento	Media (% de incidencia)	Literal
Durban ®	3.01	A
Extracto de ajo y cebolla	4.42	AB
Lufox ®	5.96	AB
Jabón potásico	9.60	BC
Juvinal 10 EC ®	13.34	C
Testigo	54.62	D

Tal como sucedió en la variable anterior el uso de Dursban (Clorpirifos), Extracto de ajo y cebolla y Lufox ® (Fenoxicarb 7.5% + lufenuron) fueron los que produjeron menor porcentaje de incidencia con 3.01, 4.42 y 5.96% respectivamente.

Las moléculas anteriores fueron las que mejor controlaron la plaga por lo que se puede establecer que son los mejores tratamientos para el control de cochinilla. De los tres mejores tratamientos dos son químicos (clorpirifos y Fenoxicarb 7.5% + lufenuron), mientras que el extracto de cebolla es orgánico y es el que más expectativas levanta entre los productores de rambután pues muchos de ellos exportan principalmente a Europa y Estados Unidos los frutos y dada las exigencias fitosanitarias de dichos mercados el uso de químicos es restringido por lo que el

extracto de cebolla y ajo se convierte en una excelente alternativa para el control de cochinilla en frutos de rambután.

Es importante establecer que el control que se realiza de la plaga con el extracto de ajo y cebolla es repeler la plaga y no matarla por lo tanto debe implementarse complementado con un manejo técnico que involucre otras actividades tales como eliminación de plantas hospederas, control de hormigas para evitar el asocio con cochinilla y agudizar los daños, y sobre todo evitar su uso en etapa de floración pues al ser repelente puede dificultar la presencia de insectos polinizadores en la plantación.

Se monitoreó el porcentaje de incidencia de la plaga a lo largo de la investigación y se pudo observar que en el testigo el porcentaje de incidencia aumenta de la lectura 4 a la lectura 5 y esto está asociado a las lluvias que se incrementó en esta etapa, razón por la cual el porcentaje de incidencia se ve afectado.

Durante las primeras dos lecturas se observó que no hubo una disminución en la incidencia de la plaga en los tratamientos Dursban (clorpirifos) y extracto de ajo y cebolla, sino que aumentó la incidencia, sin embargo a partir de la segunda lectura le tendencia fue a disminuir dicha incidencia hasta llegar a 3.01 y 4.42% respectivamente.

De acuerdo a lo observado durante la investigación se vio que muchas de las cochinillas habían muerto durante la primera aplicación sin embargo estas aún estaban adheridas a los frutos por lo que se contabilizaron como presencia de las mismas debido a que si existen cochinillas en el fruto al momento de exportación aunque estas estén muertas son frutas descartables.

El Juvinal ® 10 EC (Pirifroxifen) no mostró los resultados que se esperaban, ya que estadísticamente fue inferior, posiblemente a la resistencia que pudo haber adquirido la plaga. El Jabón potásico tampoco mostró diferencia significativa y posiblemente se deba a que no mostró mejores resultados debido a que no se manejó el pH del agua y para que este tenga mejores resultados debe regularse el pH del agua utilizado como mezcla.

En la finca el orden de aplicación de los productos químicos va de acuerdo a la rotación de ingredientes activos evitando la resistencia de la plaga ya que en otras plantaciones de la zona se ha observado que los productos pierden su eficacia posiblemente por la resistencia que puede presentarse. El orden es Clorpirifos, Piriproxifen, Fenoxicarb + Lufenuron.

En época seca (Noviembre a Abril) las poblaciones de cochinilla disminuye al no haber frutos por lo que el jabón potásico podría utilizarse como primera alternativa ya que esto controlaría las bajas poblaciones presentes y se podría alternar con alguno de los productos químicos mencionados anteriormente para mejorar la eficacia si hay problemas de poblaciones altas.

Se puede utilizar Fenoxicarb + Lufenuron a partir del mes de abril y mayo ya que es el momento de inicio de floración y no es tóxico para polinizadores y el extracto de ajo y cebolla no es una opción ya que puede disminuir la presencia de los mismos por la acción repelente.

El extracto de ajo y cebolla puede utilizarse a partir del mes de Junio hasta agosto ya que es el momento de la cosecha y se podría intercalar con el jabón potásico para controlar poblaciones altas para evitar residualidad de productos químicos.

Luego en los meses de Septiembre y Octubre se puede utilizar utilizar Clorpirifos, Piriproxifen, Fenoxicarb + Lufenuron ya que aún es época lluviosa y todavía existe presencia de altas poblaciones de cochinilla, principalmente en las ramas de los árboles y algunos frutos que no fueron cosechados.

7.5 Relación beneficio/costo

Para poder determinar los costos y los ingresos se determinó sobre una hectárea (156 árboles/ha) para lo cual se procedió a elaborar un cuadro de costos totales de los rubros o actividades de una plantación adulta en etapa productiva. Estos fueron:

Cuadro 12. Costos de producción Q/ha de cada uno de los tratamientos evaluados para el control de cochinilla.

Actividad	Jabón potásico	Extracto ajo y cebolla	Dursban	Juvinal 10 EC	Lufox	Testigo
Fertilización	375	375	375	375	375	375
Control de malezas	750	750	750	750	750	750
Control de plagas	750	750	750	750	750	750
Fertilizantes	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Cosecha	750	750	750	750	750	750
podas	750	750	750	750	750	750
Mantenimiento	1050	1050	1050	1050	1050	1050
Herbicidas	1225	1225	1225	1225	1225	1225
Costo de producto (tratamientos)	735	170	395	1010	1190	0
TOTAL	9135	8570	8795	9410	9590	8400

Los costos de los productos aplicados por hectárea de cada tratamiento se desglosan en el anexo 7. Posteriormente de acuerdo al % de incidencia se determinó la cantidad de frutos aptos para exportación, asumiendo que son 156 árboles/ha y cada árbol produce en promedio 2000 frutos, por hectárea se obtiene 312000 frutos. Los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 13. Ingresos (Q) por hectárea de rambután.

Tratamiento	frutos/ha	Descarte (%)	Producción frutos/ha	Precio unitario	Total
Jabón potásico	312000	9.60	282040	0.15	42306.04
Ajo y cebolla	312000	4.42	298200	0.15	44730.06
Clorpirifos	312000	3.01	302624	0.15	45393.59
Piriproxifen	312000	13.34	270388	0.15	40558.17
Fenoxicarb + lufenuron	312000	5.96	293392	0.15	44008.86
Testigo	312000	54.62	141596	0.15	21239.46

Posteriormente se procedió a obtener las utilidades y la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos evaluados, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Utilidades y relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos/ha.

Tratamiento	Costos (Q)	Ingresos (Q)	Utilidad (Q)	R b/c
Jabón potásico	9135.00	42306.04	33171.04	3.63
Ajo y cebolla	8570.00	44730.06	36160.06	4.22
Clorpirifos	8795.00	45393.59	36598.59	4.16
Piriproxifen	9410.00	40558.17	31148.17	3.31
Fenoxicarb + lufenuron	9590.00	44008.86	34418.86	3.59
Testigo	8400.00	21239.46	12839.46	1.53

Tal como se puede observar el mejor tratamiento fue el que se le aplicó extracto de ajo y cebolla, pues es el que muestra una relación beneficio/costo de 4.22, mientras que el testigo obtiene una relación beneficio/costo únicamente de 1.53, lo anterior se debe a que en el testigo muchos frutos son descartados por daños ocasionados por cochinilla y por la presencia de las mismas en los frutos, mientras que el extracto de ajo y cebolla fue uno de los tratamientos que mejor controló la plaga y es más barato de aplicar por los costos bajos que representa la elaboración de dicho extracto comparado con las moléculas químicas.

8. CONCLUSIONES

- El clorpirifos y el extracto de ajo y cebolla fueron los que presentaron menor número de cochinillas presentes por fruto (0.06 y 0.09 cochinillas/fruto respectivamente).
- Respecto al porcentaje de eficacia los mejores tratamientos fue el Clorpirifos (96.91%) y el extracto de ajo con cebolla (96.41%).
- El tratamiento menor número de frutos infestados y menor porcentaje de incidencia fue clorpirifos.
- El mejor tratamiento respecto a relación beneficio/costo fue el extracto de ajo y cebolla

9. RECOMENDACIONES

- El programa fitosanitario recomendado sería: Clorpirifos, Fenoxicarb + lufenuron y Piriproxifen y luego el extracto de ajo y cebolla (evitando usarlo en época de floración) y jabón potásico. Se podrían utilizar 20 días antes de cosecha ya que es el tiempo en el cual por seguridad no se aplica productos químicos para evitar la residualidad de los mismos en el fruto.
- Se recomienda utilizar en conjunto con el plan fitosanitario para el control de Cochinilla en el cultivo de rambután debe aplicarse un plan de manejo integrado que involucre otras actividades como la eliminación de frutos con presencia de cochinilla, control de hormigas para evitar el asocio con la misma y agudizar el daño, eliminación de plantas hospederas entre otras ya que el extracto únicamente repele y no elimina la plaga.

10 BIBLIOGRAFÍA

Artiles, S. (2006). El rambután y su auge en la región centroamericana. Boletín rambután, Diciembre, vol.7, no. 3, p. 1-4

BEN-DOV Y., 1994. – A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta : Homoptera : Coccoidea : Pseudococcidae and Putoidae) with data on geographical distribution, host plants, biology and economic importance. Andover, UK: Intercept Limited, 686 p.

Calderon y Liu. (2000). Diagnóstico de la utilización de entomófagos y entomopatógenos para el control biológico de insectos por los agricultores en Cuba. *Fitosanidad*, 14(3), 159-169.

Cárdenas L, H.N. (2008). Evaluación de dos concentraciones de cuatro insecticidas orgánicos, para el control de cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes* Cockerell, Homóptera, Pseudococcidae), en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L., Myrtaceae), variedad tailandesa, Cuyuta, Masagua, Escuintla. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 104 pp.

Cardona, D. (1,990). Diseño Experimental. 1ra ed. URL. Guatemala. 239p.

Centro de Inteligencia Sobre Mercados Sostenibles. (2006). rambután. Dinámica comercial de rambután. Consultado el 13 de febrero de 2013. Disponible en: <http://portaldace.mineco.gob.gt/sites/default/files/unidades/oportunidades/Fichas%20T%C3%A9cnicas/Fichas%20T%C3%A9cnicas%20Productos%20de%20Inter%C3%A9s%20para%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea%202008/Ficha45%20-%20Rambut%C3%A1n.pdf>

Cristian, H., Toledo, G., Valdez, A., Aguilar, F. (2016). Extracción y cuantificación de compuestos fenólicos en cascara de rambután (*Nephelium lappaceum*) para

la implementación en la industria alimentaria como una infusión (bebida funcional). Consultado el 10 de Enero de 2013. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7775>

Cooperación Guatemalteca Alemana. (1991). Seminario sobre el manejo y uso de plaguicidas en actividades agrícolas. Guatemala. 32pp.

De La Cruz S, JR. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

Duran, M. (2004). Extracto de ajo y cebolla como repelente de insectos. Consultado el 20 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://ecomaria.com/blog/el-uso-del-ajo-como-repelente-de-plagas-insectos-y-como-control-de-enfermedades-criptogamicas/>

Federación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2003). Manual para El Cultivo Del rambután, Honduras: FHIA.

Gullan, P. y Martín, J. 2009. Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids, and scale insects). Encyclopedia of Insects. 2 ed. El sevier, San Diego pp. 957–967 (en línea). Consultado el 20/01/2010. Disponible en: http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/718546/description#description

Gutiérrez, A. (1988). Uso de extractos vegetales para el control de nematodos en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum miller*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p.6 -15.

Holdridge, L.R. (1959) Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. San José, Costa Rica. p. 217.

López, J. Arias, M. y Hernández L, (2010). Manual técnico para identificación y control de la cochinilla Harinosa del Hibisco. Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola Pecuaria INIFAP. México. 37 pp.

Lorenzo, J. Prendes, C, Lorenzo, C. (2001). Seguimiento de la dinámica poblacional de *Dysmicoccus grassii* (Leonardi) (Homoptera: Pseudococcidae) en *Musa acuminata* Colla, subgrupo cavendish cv. Pequeña enana.

Machín, A. (1994). *D. brevipes*: Charles Lloyd of Oxford, 1784–1829. By William J. Baker. Pp. xvi+ 245. Orono: University of Maine at Orono Press, 1981. \$20. *The Journal of Ecclesiastical History*, 33(03), 508-509.

Martínez, J. (2010). Estudio comparativo de factores que afectan la producción de grana de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa. Homóptera, Coccoidea; *Dactylopiidae*) en el cultivo del Nopal (*Opuntia ficus-indica* L. *Cactaceae*) en dos municipios: Zacapa, y Sanarate el Progreso. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad Rafael Landívar, Guatemala 118 pp.

Mau, R; y Jayma, L. 2007. *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell) (en línea). Consultado el 15/04/2009. Disponible en: www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/.../d_brevip.htm

Miranda, A. y Blanco H. (2012). Control de *Dysmicoccus brevipes* (Hemiptera: Pseudococcidae) en el fruto de piña, San Carlos, Costa Rica. Consultado el 21 de Noviembre de 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v37n01_103.pdf

Moran. S, (1994). Estado del monitoreo de la restauración ecológica en Colombia. In *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

- Palma-Jiménez, M., & Blanco-Meneses, M. (2015). Acondicionamiento de la cochinilla harinosa (Hemiptera: Pseudococcidae) por Microscopía Electrónica de Barrido. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 355-364.
- Peña, J. Sharp, J. y Wysoki, M. 2002. Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control CABI Publishing. Oxon, UK. 181p. (en línea). Consultado el 28/07/2009. Disponible en: <http://www.cabi.org/bk BookDisplay.asp?SubjectArea=&Subject=&PID=133>
Fuente original: Ito, K. 1938. Studies on the life history of the pineapple mealybug. *Journal of economic entomology* pp291-298.
- Perera, E., Moyano, F. J., Díaz, M., Perdomo-Morales, R., Montero-Alejo, V., Alonso, E., Carrillo, O. And Galich, G. (2008a). Polymorphism and partial characterization of digestive enzymes in the spiny lobster *Panulirus argus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 150B, 247-254.
- Pérez, S. Rodríguez, M. Hernández, E. Ramos, C. Rizza, R. (2008). Ensayo de eficacia de productos fitosanitarios en el control de la cochinilla algodonosa (*Dysmicoccus grassii leonardi*). Cultivo de la platanera. Instituto Canarias de Investigación Agrarias. 12 pp.
- Raaa, M. (2004). Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Manejo ecológico de plagas, control etológico. Perú, 62 pp.
- Ramírez, T.; Alix, C. y Rafie, A. (2005). Manual para el cultivo y propagación de rambután en Honduras. La Lima, Cortés (HO): Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, 57 p. ISBN 99926-36-01-7.
- Ramos A, A; Serna F, J. 2004. Coccoidea de Colombia, con énfasis en las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) (en línea). Consultado el 20/01/2010. Disponible en: redalyc.uaemex.mx/redalyc/.../ArtPdfRed.jsp.

- RAP-AL (2004). El manejo ecológico de plagas y enfermedades. *Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL)*. Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA). RD.
- Rodríguez, L.G. (2008). Inducción de la floración de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). Proyecto de graduación Ing. Agr. Universidad HEAR. Costa Rica, Facultad de ciencias agrícola 32 pp.
- Ruiz, M. (2007). Rambután. Guía práctica para la exportación a EEUU. Consultado el 10 de enero de 2013. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b3465e/b3465e.pdf>
- Sánchez, A. y Francia, M. (2009). Manual técnico para la identificación y control de la cochinilla rosada. Consultado el 10 de enero de 2013. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/PUBLICACIONES%20DEL%20INIFAP/PUBLICACIONES%20EN%20PDF/FOLLETOS%20TECNICOS/folleto%20tecnico%2015%20MANUAL%20TECNICO%20PARA%20LA%20IDENTIFICACION%20Y%20C.pdf>
- Saunders, J.L. Coto, D. y King, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica. Editorial CATIE. Pp 232-233.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). (1997). El rambután; alternativa para la producción frutícola. México: SAGAR.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria. (2006). Manual de procedimientos para la inspección fitosanitaria de predios seleccionados. Ministerio de Agricultura Servicio Nacional de sanidad Agraria, Dirección de sanidad vegetal. Subdirección de análisis de riesgo y vigilancia fitosanitaria. Lima, Perú. Consultado el 10 de Septiembre de 2013. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/FITOSANITARIA_PREDIOS/Manual_Procedimientos_Inspeccion_Fitosanitaria_Predios_Seleccionados.pdf

- Simmons, C., Tarano, J. y Pinto, J. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Editorial Instituto Agrícola Nacional. Guatemala. 1000 p.
- Tena, M.; Hdez, E.; Padilla, A.; y Fariñas, J. (2008). Estudio de la eficacia en el control de *D. grassii* de las distintas materias activas autorizadas por las Normas Técnicas Específicas de Producción Integrada para el plátano en Canarias. TFC.
- Tindall, D. (1994). Rambutan cultivation. Roma (IT): FAO, 163 p. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal; no. 121 ISBN 92-5-103325-0.
- Valenzuela D, C.R. (2010). Evaluación de tres tipos de injerto para la propagación (*Nephelium lappaceum* L. *Sapindácea*), Finca Piedra Parada, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr., Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad Rafael Landívar, Guatemala 64 pp.
- Valero, H. (2002). Plaguicidas naturales y bioplaguicidas. INIFAT, La Habana Cuba. Consultado el 10 de enero de 2016. Disponible en: <http://www.intranetfgp.com/SIAC/2001/17401/Productos/BIOPLAGUICIDAS.pdf>
- Vargas, A. (2003). Descripción morfológica y nutricional del cultivo de rambután (*Nephelium lappaceum*). Consultado el 10 de febrero de 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v14n02_201.pdf
- Vásquez, O. (2000). Manejo de cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*) en el cultivo de piña orgánica en la zona del lago de Yojoa, Honduras. Consultada el 20 de Noviembre de 2015. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2943/1/T1125.pdf>

11. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de actividades.

Actividad	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Delimitación de las unidades experimentales	X				
Preparación del producto	X	x	x	x	
Aplicación del producto	X	x	x	x	
Muestreo de los frutos	X	x	x	x	
Variables de respuesta					
Número promedio de insectos presentes	X	x	x	x	
Eficacia de los insecticidas				x	X
Número de frutos infestados	X	x	x	x	X
% de incidencia				x	X
Relación beneficio/costo					X

Anexo 2. Presencia de cochinilla en frutos de rambután.



Anexo 3. Identificación de los tratamientos.



Anexo 4. Aplicación de productos con bomba motorizada.



Anexo 5. Preparación de la mezcla de productos utilizados en la evaluación.



Anexo 6. Toma de datos de las variables de respuesta.



Anexo 7. Descripción de los costos (Q) por tratamiento utilizado por hectárea.

Tratamiento	Unidad	precio	Cantidad	Total
Jabón potásico	Litro	125	5	625
Ajo y cebolla	Litro	12	5	60
Clorpirifos	Litro	190	1.5	285
Piriproxifen	Litro	900	1	900
Fenoxicarb + lufenuron	Litro	1080	1	1080

Anexo 8. Número de insectos presentes/fruto de cada unidad experimental.

Tratamiento	REPETICIONES				Promedio
	I	II	III	IV	
Jabón potásico	0.27	0.24	0.31	0.43	0.31
Extracto ajo/cebolla	0.04	0.08	0.11	0.14	0.09
Dursban ®	0.03	0.05	0.09	0.09	0.06
Juvinal ® 10 EC	0.53	0.70	0.55	0.86	0.66
Lufox ®	0.22	0.24	0.27	0.50	0.31
Testigo	1.77	2.15	2.17	2.09	2.05

Anexo 9. Eficacia (%) de los productos utilizados por unidad experimental;

Tratamiento	REPETICIONES				Eficacia (Promedio)
	I	II	III	IV	
Jabón potásico	86.94	89.81	85.09	83.37	86.30
Extracto ajo/cebolla	97.97	97.35	96.35	94.13	96.45
Dursban ®	98.43	97.96	95.63	95.62	96.91
Juvinal ® 10 EC	70.68	66.75	74.16	77.66	72.31
Lufox ®	87.96	88.75	85.88	88.18	87.69
Testigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 10. Número de frutos infestados por Cochinilla en cultivo de rambután por árbol.

Tratamiento	REPETICIONES				Promedio
	I	II	III	IV	
Jabón potásico	8.82	7.42	9.40	9.70	8.83
Extracto ajo y cebolla	3.97	4.37	3.37	4.58	4.07
Dursban ®	1.80	2.78	2.81	3.66	2.76
Juvinal ® 10 EC	13.53	11.34	15.80	8.42	12.27
Lufox ®	5.39	6.20	6.19	4.16	5.49
Testigo	52.67	52.39	52.22	43.71	50.25

Anexo 11. Porcentaje de incidencia por unidad experimental.

Tratamiento	REPETICIONES				Promedio
	I	II	III	IV	
Jabón potásico	9.59	8.07	10.22	10.54	9.60
Extracto ajo y cebolla	4.31	4.74	3.66	4.97	4.42
Clorpirifos	1.96	3.02	3.06	3.98	3.01
Piriproxifen	14.70	12.33	17.17	9.15	13.34
Fenoxicarb 7.5% +					
Lufenuron	5.86	6.74	6.73	4.52	5.96
Testigo	57.25	56.94	56.76	47.51	54.62