

**Eco-toxicidad y consumo energético de la
producción de bioplaguicidas de *Jatropha
curcas***

Jonathan Daniel Ocampo García

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y AMBIENTE

Eco-toxicidad y consumo energético de la producción de bioplaguicidas de *Jatropha curcas*

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Jonathan Daniel Ocampo García

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Eco-toxicidad y consumo energético de la producción de bioplaguicidas de *Jatropha curcas*

Presentado por:

Jonathan Daniel Ocampo García

Aprobado:

Mily Cortés, Ph.D.
Asesora principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Carrera de Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

Erika Tenorio, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Ocampo, J. 2010. Eco-toxicidad y consumo energético de la producción de bioplaguicida de la torta de *Jatropha curcas*. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 41p.

En la presente investigación se realizó una evaluación eco-toxicológica de tres tipos de plaguicidas, dos a base de *Jatropha curcas* y un organofosforado. Además, se analizó el balance energético de las tres formulaciones tomando en cuenta todo su ciclo de vida. El contenido en solución del componente tóxico de la *J. curcas*, ésteres de forbol, fue fundamental para procesar distintas formulaciones a base de torta y aceite de *J. curcas*. Las preparaciones de estos sustratos fueron comparadas con una formulación de plaguicida convencional utilizando pruebas de mortalidad con *Pachyoris kluggi* y análisis de eco-toxicidad con *Daphnia magna*. Los resultados obtenidos para toxicidad con *D. magna* fueron para el extracto de torta de *J. curcas* en etanol y agua 0.27 EC50-24h, para la formulación de aceite de *J. curcas* y agua 0.015 EC50-24h, y para la mezcla organofosforado y agua 1.49 EC50-24h. No se pudo verificar el efecto real del extracto de torta en etanol en la mortalidad de *P. kluggi* ya que el medio de extracción resultaba tóxico en sí mismo para la chinche. La formulación de aceite de *J. curcas* y agua, y la dilución de plaguicida organofosforado tuvieron mortalidades promedio de 58% en cinco días y de 100% en el primer día, respectivamente. El consumo energético en el Ciclo de Vida arrojó para el bioplaguicida con torta 223 MJ/L y 27 CO₂ eq/año, para el bioplaguicida con aceite 161.43 MJ/L y 19.28 CO₂ eq/año, mientras que para el plaguicida organofosforado 364 MJ/L y 43.48 tCO₂eq/año. Esto da un consumo energético menor a favor de los derivados de *J. curcas*. De cualquier modo la toxicidad aún debe ser mejorada para poder considerar la producción de bioplaguicidas con esta planta.

Palabras clave: Análisis de Ciclo de Vida, bioplaguicida, Eco-toxicidad, ésteres de forbol, *Jatropha curcas*, *Pachycoris kluggi*.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES	24
7. LITERATURA CITADA.....	25
8. ANEXOS.....	27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Mortalidad en 3 mezclas con 2 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>) cada una	15
2. Mortalidad en 3 mezclas con 4 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>) cada	15
3. Mortalidad en 3 mezclas con 2 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>) cada una.	16
4. Balance energético y emisiones de CO ₂	21
5. Comparación de impactos en procesos para plaguicida con torta de <i>J. curcas</i> y el insecticida	22
Figura	Página
1. Mapa de Honduras resaltando el Departamento de Yoro, donde se ubica el proyecto Verde.....	6
2. Precipitación mensual en Yoro en un año	7
3. Instar ninfa y adulto en <i>Pachycoris klugii</i>	9
4. Vitrina de ambiente controlado para alimentación y cuidado de <i>P. klugii</i>	10
5. Resultados de eco-toxicidad para formulaciones relevantes	17
6. Flujo proceso producción aceite de <i>Jatropha curcas</i> para ACV básico.....	18
7. Flujo proceso producción bioplaguicida con torta de <i>J. curcas</i> para ACV	20
8. Flujo proceso producción bioplaguicida con aceite de <i>J. curcas</i> para ACV.....	21
Anexo	Página
1. Pruebas mortalidad con mezclas para 2 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>)	27
2. Pruebas mortalidad con mezclas para 4 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>)	28
3. Pruebas mortalidad con mezclas para 6 chinches (<i>Pachycoris klugii</i>)	29
4. Resultados eco-toxicidad con <i>Daphnia magna</i>	30
5. Ficha técnica insecticida organofosforado Dimetoato 40EC.....	33
6. Elaboración bioplaguicida con aceite proporcionado por proyecto Gota Verde (Flores 2010).....	34

7. Mezclado Dimetoato 40EC con equipo de protección personal.....	38
8. Macerado de torta con mortero de laboratorio.	38
9. Pesado torta macerada	39
10. Proceso extracción tóxica con etanol 95%	39
11. Filtro a vacío	40
12. Atomización con formulaciones en medio experimental	40
13. Vasos para insectos preparados con suelo y malla	41

1. INTRODUCCIÓN

Según datos de la CEPAL (Ruíz 2007) la producción de biodiesel se ha visto en incremento debido a la alza de precios de los combustibles fósiles, por lo que nuevas alternativas generalmente a base de cultivos oleaginosos han tomado cierto posicionamiento en el mercado. Mientras que a su vez en términos macro las energías renovables, debido a su alta demanda en algunos países desarrollados y a su baja demanda en países en vías de desarrollo, representan un 2% de la producción mundial con un 18% de inversión internacional. Todo esto gracias al esfuerzo de inversiones en ciencia y tecnología, incentivos fiscales, y mejoramiento de políticas que se han venido dando hace poco más de treinta años.

Jatropha curcas conocido por los agricultores rurales en general como piñón o piñoncillo a nivel centroamericano es uno de los cultivos más prometedores para enfrentar la realidad de un futuro carente de combustibles fósiles y lograr la sostenibilidad ambiental. Es un cultivo originario de Latinoamérica llevado para explotación e investigación al continente africano y la India. Se han descubierto las muy variadas propiedades que tiene este cultivo en especial su eficiencia energética en la producción de biodiesel.

Debido a la alta polémica existente por la disyuntiva entre la seguridad alimentaria y la producción de energía se ve la necesidad de crear herramientas de análisis que nos ayuden a determinar, entender y cuantificar el nivel de impacto causado. Según Reinhardt (2010) un ejemplo de estas herramientas son las Evaluaciones de Impacto Ambiental y los Análisis de Ciclo de Vida, que nos sirven a su vez para realizar comparaciones entre productos según beneficios y perjuicios para así tomar decisiones. La producción de biodiesel a base de *Jatropha curcas* no se encuentra involucrada en la disyuntiva existente entre la seguridad alimentaria y producción energética, así como otros cultivos si se ven vinculados en este problema. Según Oblitas (2010) la *J. curcas* al verse fuera de esta tendencia y poseer altos rendimientos de producción es ideal para los pequeños agricultores, los cuales pueden generar a su vez cultivos alimenticios simultáneamente para su subsistencia. Por lo tanto, *J. curcas* no solo es un arbusto utilizado como barrera viva, como se ha usado tradicionalmente, sino que puede cultivarse para la generación de biodiesel y sub-productos que benefician al agricultor en sus propias plantaciones o como fuente de ingresos.

Como resultado del proceso de extracción y procesamiento del aceite proveniente de la semilla oleaginosa que contiene el piñón quedan residuos los cuales en algunos casos son utilizados como abono o simplemente se desechan. A este residuo se le llama torta y se compone de cáscara extruida, componentes fibrosos y cierto porcentaje de aceite. El aceite (tanto el extraído como el que queda en la torta) contiene varias toxinas, siendo la más importantes los ésteres de forbol. En África se ha utilizado este excelente residuo de la

producción del valioso aceite para diferentes propósitos, varios de estos aprovechan el contenido tóxico de la *Jatropha curcas*. Cuando se ha usado como barreras vivas en plantaciones de diferentes cultivos se han observado fuertes reducciones en el impacto de algunas plagas. Esto ha llevado a muchos campesinos a buscar formas de aprovechar sus propiedades de repelencia contra ciertos insectos invasivos.

En la presente investigación se trabajó con Gota Verde proyecto líder en la siembra y aprovechamiento de *Jatropha curcas* en Honduras. El estudio buscó evaluar el potencial eco-tóxico de la *J. curcas* dando uso no sólo al aceite sino también a la torta o “cake” de la planta para lograr su máximo aprovechamiento. Para este efecto se consideró desarrollar un bio-plaguicida extrayendo los ésteres de forbol de la torta.

1.1 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La hipótesis de este estudio fue la siguiente: Es posible obtener bioplaguicida de *Jatropha curcas* que tenga un consumo energético menor que los plaguicidas actuales a lo largo de todo su ciclo de vida.

Se definió como objetivo general evaluar el potencial eco-tóxico de un bioplaguicida de *J. curcas* usando como sustratos tanto el aceite como la torta, y definir su consumo energético y consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a lo largo de todo su Ciclo de Vida en comparación a un plaguicida convencional. Los objetivos específicos son:

- Desarrollar el bioplaguicida de torta de *Jatropha curcas*
- Comparar diferencias en consumo de energía y producción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) entre los bio-plaguicidas de aceite y torta y uno convencional a lo largo de todo su ciclo de vida.
- Evaluar la eco-toxicidad de los ésteres de forbol en la *J. curcas* para conocer el potencial como bioplaguicida.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CULTIVO DE PIÑÓN (*JATROPHA CURCAS*)

A través de los años el piñón ha sido utilizado por los pobladores para medios no productivos de gran escala y rara vez se extrae el aceite para su uso como combustible. “No obstante, la planta podría tener un importante potencial para la iluminación y uso culinario en esta región, ya que pocos hogares tienen acceso a la electricidad (5%) y la gran mayoría dependen de la madera como fuente de energía (86%)” (Puente 2009). Además, esta planta podría ser fuente generadora de empleos y aportaría en la integración y capacitación de los campesinos para la producción de cultivos tradicionales en combinación con *J. curcas*.

En la región centroamericana el piñón o tempate es un cultivo que tradicionalmente se ha utilizado como barreras viva, cercas u otros usos no alimentarios. Se ha dicho a través de mucha literatura no valedera que la *J. curcas* (Piñón) es un cultivo resistente a condiciones altas de sequía y aridez de los suelos, sin embargo, esto no es algo que se pueda afirmar debido a experiencias que se conocen a nivel centroamericano. Inclusive es de resaltar una serie de sugerencias propuestas por Moers (2010) para el cultivo del Piñón con prácticas de manejo como preparación del suelo, distanciamiento entre surcos, irrigación y requerimientos nutricionales. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal se consideran ideales las siguientes condiciones para el cultivo de *J. curcas*:

“El piñón tiene condiciones agro-climáticas en donde es preferible suelos arcillosos, profundos y de buen drenaje para aireación. Se adapta a altas temperaturas y a rangos que van desde 6.0 a 7.0 de pH, y se dice que es capaz de soportar periodos largos de tiempo sin lluvia a una altitud entre los 7-500msnm. Además, la reproducción es por semilla, partes vegetativas, por hibridación o micro propagación” (MAG y CENTA 2008).

2.2 PRODUCCIÓN ACEITE Y ENERGÍA

Por lo mencionado por Manis (2007) se sabe que el aceite de la semilla de *J. curcas* es de alta calidad y se puede utilizar directamente como combustible los motores con RPM constantes (generadores de electricidad, bombas de agua, entre otros), lámparas, cocinas o en motores diesel adaptados. Además, el aceite se puede procesar a biodiesel por medio de un proceso de transesterificación. Todo esto ofrece a los campesinos una posible fuente de ingresos extra (Puente 2009).

Para producir aceite y energía por medio de cultivos energéticos como la *J. curcas* siempre se incurrirá en aspectos negativos y positivos en comparación con los combustibles fósiles. Sin embargo, si se centraliza la producción de estos cultivos para fines energéticos y a su vez se generan subproductos que soporten económicamente el mercado del producto principal, entonces, se optimizará la producción en toda la cadena y a su vez se regulara el nivel de impactos (Reinhardt 2010), creando al final un producto energético viable y competitivo respecto a los combustibles fósiles.

Según Reinhardt (2010) la *J. curcas* es un cultivo de alto potencial que puede cambiar la forma del uso de la tierra, reducir costos de insumos e inversión para los agricultores en zonas rurales y a su vez proporcionar sostenibilidad. Mientras que para un nivel productivo alto en plantaciones de gran escala se ve reducido el potencial y aumentado el costo porque la cantidad de cuidados aumenta, a pequeña escala la *J. curcas* resulta una interesante alternativa para el desarrollo sostenible. A pesar de sus bondades la producción no es económicamente rentable lo que lleva a buscar mejoras en la eficiencia productiva y de procesamiento para obtener un producto final competitivo

2.3 TOXICIDAD DE LA *J. CURCAS*

Por su efecto tóxico debido a los ésteres de forbol, la torta o “seed cake” de la *J. curcas* puede ser usada como plagui-fertilizante ya que además de incorporar nutrientes al suelo es capaz de actuar como pesticida ante organismos dañinos. También es posible utilizar la torta como alimento animal cuando se trata de una variedad no toxica, ya que contiene entre un 60-63% de proteína, <1% de grasa, 9% de fibra neutral, y un valor energético de 18 MJ/kg. Cuando se trata de una variedad tóxica es necesario encontrar métodos para detoxificarla si es que se usará como alimento, o buscar otras salidas comerciales a la misma como los plagui-fertilizantes (Makkar 2010).

Según Wink (1997) se han reportado diversos casos de intoxicación con semilla de *J. curcas* tanto en humanos como animales presentando diversas sintomatologías. Esto debido a diversos componentes tóxicos existentes en la semilla como ser las saponinas, curcinas y los ésteres de forbol. Por su presencia y estabilidad a pesar del tratamiento normal de la semilla, se ha determinado que lo ésteres de forbol son los causantes de irritación cutánea, tumores y otros síntomas característicos de estos componentes.

Por cada grano de *J. curcas* se puede encontrar entre 43-59% de aceite donde los ésteres de forbol se encuentran entre 1-2%. Estos son los responsables de activar la Quinasa C (PKC) encontrada en los organismos celulares, causando posibles sintomatologías (Wink 1997). Por lo tanto es necesario encontrar la forma de aislar los ésteres de forbol para así detoxificar la torta o el mismo aceite del piñón y así poderlo usar tanto en función alimentaria humana como animal y en el sector medicinal.

De acuerdo con Grimm y Führer (1998) el componente tóxico de *J. curcas* impide que muchos insectos se alimenten de esta planta, mientras que en el caso del chinche *Pachycoris kluggi* (Heteroptera: Scutelleridae) es todo lo contrario. Esto debido a que es

capaz de fijar los ésteres de forbol para beneficio de su pigmentación natural, y a su vez se ha determinado que en todo su ciclo de vida es dependiente del cultivo de *J. curcas*.

Para Grimm y Somarriba (1998) los cinco estadios larvarios de la *Pachycoris kluggi* son muy gregarios hasta justo antes de la muda final. Las etapas adultas se alimentan del fruto pero en carencia de este son capaces de alimentarse de flores y hojas. Por lo tanto esta alimentación demuestra la resistencia a la toxicidad del piñón y a su vez se logra resaltar lo perjudicial que es esta plaga porque conlleva a la disminución de frutos y semillas.

De acuerdo a lo planteado por Grimm y Maes (1997); Grimm y Somarriba (1998) “El ova de *P. kluggi* es cilíndrico con una copa redondeada y un opérculo circular. Un embrague se compone de un promedio de 66 huevos que se juntan en grupos de aproximadamente en forma hexagonal. El primer estadio tiene una cabeza y el tórax negro y rojo abdomen negro con dos manchas, transversal alargada. Patas y antenas son de color negro. La segunda y tercera instares son de color verde oscuro a negro, y el cuarto y quinto instares son de color verde brillante metálico a negro. Los adultos son 14.3 a 19.1 mm de largo, y la anchura máxima en el pronoto es 8.2 a 11.8 mm” (Citado por Wink 2000).

2.4 PROYECTO GOTA VERDE.

El proyecto Gota Verde nació como idea en el año 2005 y fue presentado en el 2006 por parte de la Organización Social de Comercio (STRO, por sus siglas en holandés) a otras entidades interesadas. STRO buscaba incentivar el desarrollo local por medio de la sostenibilidad concretando así el proyecto en el 2007 mediante la unión de organizaciones hondureñas y europeas como FUNDER e HIVOS respectivamente (Moers 2010). Organizaciones nacionales como FUNDER se interesaron en la consolidación del proyecto debido a la búsqueda de opciones para el sector agrícola en zonas deprimidas.

Gota Verde ha enfocado desde un principio sus esfuerzos en la generación de combustibles sustituyentes de la energía fósil cada vez más costosa. El proyecto buscó una zona agrícola de gran amplitud territorial dentro del país y con las características socioeconómicas adecuadas para realizar una experiencia de promoción de bio-diesel. Según Moers (2010) se pensó en varias zonas posibles para gestionar el proyecto pero el departamento de Yoro fue el que cumplió con los requisitos buscados, formando parte del proyecto 8 de de sus 11 municipalidades.

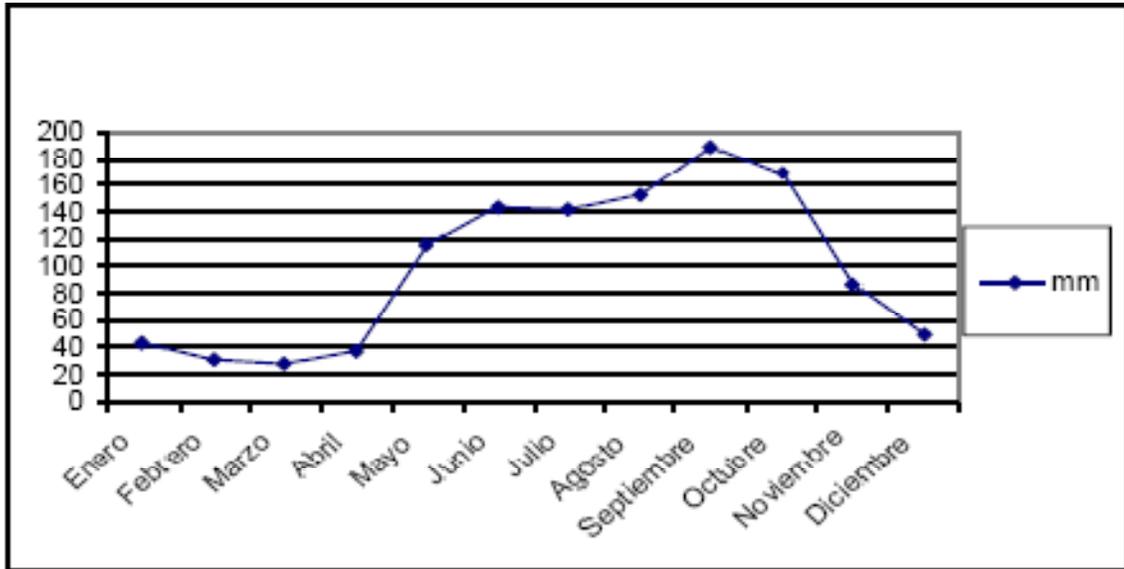
En la siguiente figura ilustrativa se observa el tamaño y ubicación del Departamento de Yoro en Honduras:



Figura 1. Mapa de Honduras resaltando el Departamento donde se ubica el proyecto Gota Verde

La extensión territorial del departamento de Yoro es de 7,939 km² posee aproximadamente 350,000 habitantes con un crecimiento poblacional del 2.5%. Su temperatura promedio es de 25°C y un promedio de lluvias de cerca de los 1200mm al año. Por tanto, debido a sus condiciones climatológicas y a la altitud de aproximadamente 660msnm se vuelve un territorio apto para el cultivo del piñón (*Jatropha curcas*). (Moers 2010)

En la siguiente figura se logra apreciar las precipitaciones del departamento a lo largo del año, es importante hacer notar que la zona sur del departamento es más seca y sus precipitaciones son más bajas:



Source: Servicio Meteorológico Nacional de Honduras

Figura 2. Precipitación mensual en Yoro en el año 2009

Anteriormente se aprecia la variación de las precipitaciones en la zona de Yoro durante el periodo de un año, en donde se destaca el mes de octubre con una mayor precipitación anual que los demás meses. Estos son factores importantes de tomar en consideración para el sector agrícola a la hora de tomar decisiones de inversión. En el caso del cultivo de *J. curcas* es necesario tomar en cuenta estas condiciones para optimizar los rendimientos de producción que se ven influenciados por las variantes climáticas (Moers 2010).

2.5 BIOPLAGUICIDAS

En el siglo pasado antes de la segunda guerra mundial ya eran conocidos los bioplaguicidas elaborados a base de extractos de plantas con contenido de piretrinas, nicotina y rotenon. Este tipo de plaguicidas naturales perdieron su auge según el aumento de la producción de plaguicidas químicos sintéticos. Debido al efecto fulminante de los plaguicidas sintéticos y sus bajos precios (Berger 1994). Además, de acuerdo con Georgiouh (1986) se tenían aproximadamente 450 especies de plagas que generaron resistencia a plaguicidas órgano-sintéticos, y para el año 1988 los países en vías de desarrollo tenían un consumo de 600 mil toneladas de pesticidas órgano-sintéticos (citado por Berger 1994).

En comparación con los plaguicidas sintéticos, los bioplaguicidas en general como en el caso del Neem son una vía útil para reducir impactos económicos y en la salud humana. Con los bioplaguicidas se logran controlar plagas de manera eficiente con bajo nivel residual y sin causar inmunidad por parte de los insectos dañinos. Además, es importante señalar que debido a un más controlado nivel toxicológico, los bioplaguicidas pueden ser considerados como específicos y no dañaran otros insectos beneficios. En cuanto a la aplicación de los bioplaguicidas es importante conocer e identificar correctamente todos los insectos presentes en una plantación debido a que no todos son perjudiciales para el cultivo, sino que por el contrario muchos trabajan como controladores biológicos contra el insecto dañino (Osuna 2005).

Los pesticidas naturales no son de gran interés para la agroindustria debido a que su producción en masa no siempre es estandarizada. Las diferentes pruebas de mezclas que se realizan varían en su proporción toxicológica por lo cual se necesitan muchos exámenes de toxicología para determinar sus elementos y la formulación adecuada que se le puede dar, lo que hace que esta industria no siempre sea rentable (Berger 1994). En términos de rentabilidad es importante conocer el proceso productivo sabiendo que “un bioplaguicida puede ser extraído de tres maneras, la primera mediante la pulverización, molienda o inclusive las partes enteras de semillas, raíces u hojas las cuales posteriormente se dejan en reposo o movimiento en una solución acuosa y posteriormente se obtiene el extracto mediante filtración. La segunda, extractos purificados como Rotenon o Margosan-O y por último como ingredientes activos para la generación de químicos a nivel industrial” (Berger 1994).

Boateng y Kusi (2008) realizaron experimentos con aceite de *J. curcas* para el control del escarabajo de la semilla *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) y, su Parasitoide, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera) en reservorios de granos de Caupí. Obtuvieron resultados positivos con un alto nivel de toxicidad por parte del aceite que logró controlar a la plaga con función de repelencia y a la vez de plaguicida, especialmente en ambos adultos (*C. maculatus* y *D. basalis*). Adebowale y Adedire (2006) refuerzan lo anterior ya que usaron un proceso experimental parecido donde utilizaban distintas dosificaciones de aceite de *J. curcas* (entre 0-2% con intervalos de 0.5%) y encontraron efectos anti-ovoposición por parte de la plaga. Encontrando además, que los componentes responsables del efecto tóxico del Piñón eran esteroides y alcoholes terpénicos.

3. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Se elaboraron mezclas según las diferentes formulaciones propuestas por Flores (2010) y por Saetae, *et.al.* (2009) para ser evaluadas mediante experimentación con el Chinche Punto Rojo (*Pachycoris klugii*) y a su vez con el análisis de Eco-Toxicidad *Daphnia magna*. Se requirieron diversos materiales de laboratorio para la elaboración de las mezclas, y algunos de simplicidades caseras pero diseñadas minuciosamente para fines de experimentación con el insecto plaga. A continuación se detallan la serie de pasos en el proceso de producción del bioplague, mezclas comparativas y experimentación.

3.1 RECOLECCIÓN DE CHINCHE PUNTO ROJO

Se procedió a realizar una visita de campo durante una semana a las plantaciones infestadas con el Chinche *P. klugii* en la cabecera del Municipio de Yoro. Se recolectó y seleccionó a la Chinche *P. klugii* según dos tipos de instar los cuales se eligieron con base en lo que plantea Cervantes (2002). Para fines del estudio se seleccionó el quinto instar de ninfa y el adulto con manchas según patrón básico. Esto para que a nivel experimental se redujera el error y tener un mismo patrón comparativo en caso de resultados variables en la aplicación de las formulaciones.

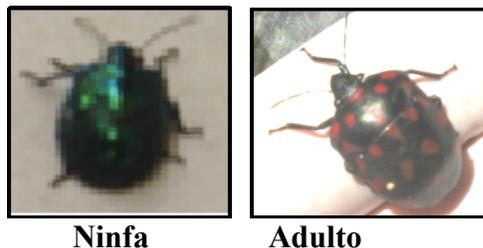


Figura 3. Instar ninfa y adulto *Pachycoris klugii*

Ya identificado y familiarizado con la especie y los instares seleccionados para la experimentación, se llevaron muestras de estos insectos a Zamorano, para así compararlos con las plagas existentes de la misma especie en las plantaciones de Piñón de La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Allí se recolectaron alrededor de 500 insectos en todos los estadios para así observar más detalladamente el comportamiento de plaga que tiene el insecto, su reproducción y crecimiento en un ambiente controlado. El ambiente en que se colocaron se componía de una caja de madera con tela porosa de sesenta centímetros de largo por treinta de ancho y con cuarenta centímetros de alto, con un vidrio en la parte superior como vitrina para observación y puertilla al costado para manipulación. En este espacio se alimentaba a los insectos con follaje y frutos del Piñón, además se rociaba con agua cada cierto tiempo el follaje y los insectos según la temperatura del día para así preservar a los insectos en un ambiente apto.

Los materiales que se utilizaron para este proceso fueron:

- Guantes de látex para recolección del insecto
- Bolsa de papel para sándwich para recolección del insecto (se recomienda por porosidad)
- Lupa para mejor identificación de características fenotípicas y determinar instar.
- Caja tipo vitrina como ambiente controlado para insectos.



Figura 4. Vitrina de ambiente controlado para alimentación y cuidado de *Pachycoris klugii*

- Follaje y frutos de *Jatropha curcas* como refugio contra el sol y alimento dentro de vitrina
- Rociador de agua para aplicaciones

3.2 ELABORACIÓN DE LAS DIFERENTES MEZCLAS SEGÚN FORMULACIONES

De acuerdo a lo planteado por Flores (2010) la generación del bioplaguicida a base de *Jatropha curcas* es una formulación realizada según la metodología propuesta por el Ing. Ricardo Viegas de Syngenta, Brasil. Esta es una formulación efectiva para el control de plagas en el país mencionado según experiencias del aprovechamiento del componente tóxico en el aceite del piñón. De acuerdo con esta aseveración en el presente estudio se hicieron pruebas comparando un plaguicida convencional (Dimetoato 40EC) con la mezcla de aceite según la formulación de Viegas. Además, se agregaron pruebas con extracto de la torta que debían tener la misma concentración de esteres de forbol que el aceite. Las pruebas consistieron en comparar diferencias toxicológicas y la eficiencia en mortalidad, específicamente en la plaga Chiche punto rojo (*Pachycoris klugii*).

3.2.1 Mezcla insecticida organofosforado (Dimetoato 40 EC)

La preparación fue con base al panfleto de instrucciones de este producto (Ver Anexo 5). En el mismo se recomienda que para aplicar en campo debe usarse 190 a 560 litros de agua por hectárea con una dosis de 0.9 L/ ha del producto, por lo tanto se calculó con base en esto que si en 375 litros de agua (promedio entre 190 L a 560 L recomendado por panfleto) se necesitan 0.9 litros de producto, entonces, en un litro de agua se necesitan 2.4 ml de producto. La cantidad deseada de mezcla era de cuatro litros por lo que se utilizó en total 2.4 ml del producto para producir un litro de mezcla que sería utilizada para pruebas de mortalidad en chinche, y 7.2 ml del producto para producir tres litros de mezcla para análisis de Eco-toxicidad. Se utilizó equipo de protección personal debido al contenido tóxico del insecticida para así poder realizar la mezcla con el uso de un beaker y una probeta para mayor exactitud. Se homogenizó la muestra a 440 RPM durante tres minutos hasta alcanzar la cantidad de mezcla deseada (cuatro litros). Se envasó toda la sustancia procesada en botellas esterilizadas de un litro cada una, tres de estas se enviaron al Centro de estudio Control y Contaminantes (CESCCO), en Tegucigalpa, donde por medio de pruebas con *Daphnia magna* se obtuvo resultados de eco-toxicidad del componente. El otro litro se utilizó para pruebas de mortalidad con la Chinche *Pachycoris klugii*. La preservación de las mezclas fue a temperatura ambiente de aproximadamente treinta grados centígrados.

3.2.2 Mezcla de aceite, agua y emulsificante

Se utilizó el mismo emulsificante recomendado por Gota Verde, Citrol GMS, para establecer un nivel comparativo con el bipoaguicida producido en Zamorano a nivel experimental para el control de la Chinche Punto Rojo. Tomando como base la formulación del Ing. Miguel Flores (ver Anexo 6) se preparó un litro de esta mezcla debido a limitaciones con el producto emulsificante, en una cantidad de 0.2625 litros de agua, 0.175 de aceite, y 35 gramos de Citrol GMS. Se mezcló en varios bloques en un beaker de 600 ml con agitador magnético a 400 RPM durante tres minutos hasta obtener el litro deseado. Todo esto a temperatura ambiente. El litro preparado no fue enviado a CESCCO para realizar pruebas de eco toxicidad, ya que dado que el emulsificante es grado alimentario se asume que con los resultados de la mezcla aceite-agua se puede conocer su toxicidad. Además también por motivos de disponibilidad del emulsificante solo se decidió utilizar esta mezcla en las pruebas con la Chinche *Pachycoris klugii*.

Cabe recalcar que esta formulación se hizo en menor cantidad por no contar con suficiente emulsificante. Emulsificante que fue proporcionado por Gota Verde, a quienes también se les terminó el producto. Debido a la carencia de replicas éstos resultados se usaron sólo para observar si había picos de mortalidad que sobresalieran al incluir este elemento.

3.2.3 Mezcla de aceite de *J. curcas* con agua

Para esta formulación se tomó como base la metodología recomendada al proyecto Gota Verde por parte del Ing. Ricardo Viegas (Syngenta-Brasil). Para obtener los cuatro litros de mezcla deseados se procedió a realizar varias tandas utilizando un beaker de 600 ml con un agitador magnético a 400 RPM. A una proporción de 0.66 litros de aceite en un litro de agua, se mezcló en tandas de 300 ml de agua con 200 ml de aceite hasta llegar a los cuatro litros deseados. Estos bloques se hicieron en un tiempo cronometrado de tres minutos cada una y poco a poco se depositó la mezcla en botellas esterilizadas de un litro. Al igual que con la mezcla anterior se utilizó un litro para la experimentación con la Chinche Punto Rojo y los otros tres litros fueron enviados a los laboratorios de CESCO para realizar el respectivo análisis de toxicidad con *Daphnia magna*. Se recomendó a los analizadores de dicho laboratorio mezclar cada botella antes de analizar la mezcla debido a la insolubilidad del aceite con el agua y a la necesidad de obtener homogeneidad en la mezcla. La conservación de las mezclas se realizó a temperatura ambiente.

3.2.4 Mezcla de alcohol 95 grados

Según Saetae *et.al* 2009, es posible la extracción de ésteres de forbol, componente tóxico, de la torta de *Jatropha curcas* mediante el uso de alcohol al 95%. Un proceso de mezcla con este alcohol y luego una filtración a presión con bomba de vacío es la manera recomendada para obtener el extracto donde supone se encontrará un porcentaje significativo de ésteres de forbol (entre 0.21-0.47 mg ésteres/g torta). Tomando en cuenta el dato teórico de ésteres extraídos, se procedió a mezclar 846 ml de extracto de torta en etanol de 95% con 154 ml de agua para así obtener un litro de mezcla con el mismo contenido de ésteres de forbol que la mezcla de aceite y agua. Las extracciones se realizaron sobre 10 g de torta triturada en mortero. Los 10 g fueron extraídos cuatro veces en 30 mL de etanol cada vez, poniéndolos en contacto por tres minutos a 400 RPM. Después de haber pasado 120 ml de etanol por la torta se procedió a utilizar la bomba de vacío para que la extracción fuera completa. En total se procesaron 50 g de torta por cada 4 L necesarios para todas las pruebas. Los residuos sólidos se desecharon, ya que el objetivo de este estudio se enfoca en la generación del bioplaguicida y no en el aprovechamiento total del residuo sólido.

3.3 PROCESO EXPERIMENTAL

Se utilizaron vasos plásticos desechables de dieciséis onzas para cada tratamiento, con un diámetro de ocho centímetros en la boca y seis centímetros en la base. Luego se midió desde la base una altura perpendicular al diámetro de cinco centímetros. Se llenó cada uno de los vasos con suelo estéril utilizado para sustrato y este se mezcló con cada una de las formulaciones (106 ml de mezcla) usando un atomizador para asemejar la aplicación usual en el campo. Cada uno de los grupos fue identificado según la formulación, la repetición y el número de insectos. El número de insectos por vaso era de dos, tres y seis para cada formulación con tres repeticiones de cada uno de estos.

Como grupos control (blancos) se prepararon sets grupos o bloques de vasos sólo con suelo; con agua y suelo, y con alcohol de 95 grados, agua y suelo. Del primero y segundo sólo se prepararon tres vasos con dos, cuatro y seis insectos, por contener elementos de posible toxicidad (etanol) del tercero se prepararon nueve vasos con la misma cantidad de insectos y repeticiones. A la altura de cinco cm en el vaso se obtuvo un peso 22.22 gramos de suelo esterilizado. Se identificaron los vasos según la cantidad de insectos, la repetición y el tratamiento. Las formulaciones de Aceite+Agua, Aceite+Agua+Emulsificante, Insecticida, y Extracto tóxico de la torta, las cuales fueron aplicadas como se menciona al principio de este apartado. Para cada mezcla se hicieron tres repeticiones y tres cantidades de insectos: dos, cuatro, y seis según lo definido por Flores (2010).

3.4 PRUEBAS DE MORTALIDAD CON TRATAMIENTOS TÓXICOS SOBRE CHINCHE PUNTO ROJO

Se colocaron los insectos según la metodología propuesta por Flores, 2010, donde se probó la mortalidad de estos en grupos de dos insectos por vaso, cuatro insectos por vaso, y seis insectos por vaso. Cada uno de los grupos de insectos anteriores con tres repeticiones para cada tratamiento. Los insectos se observaron durante cinco días anotando el número de muertos por día. Cada uno de los vasos había sido marcado previamente para su identificación según su formulación, el número de insectos y la repetición. La boca del vaso se cerró para evitar la pérdida de los insectos con una malla elástica de orificios anchos pero menores al tamaño de las chinches.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para lograr una evaluación ambiental que valore y defina posibilidades de replicar un bioplaguicida con torta de *Jatropha curcas* (Piñón) se tiene la necesidad de producirlo. Conociendo todo su flujo de producción es posible realizar una comparación eficaz con relación al Dimetoato 40EC (insecticida organofosforado), y así obtener aspectos negativos y positivos en su análisis de Ciclo de Vida (ACV). A su vez con la producción del bioplaguicida es posible realizar pruebas de mortalidad con Chinche Punto Rojo (*Pachycoris klugii*) y por el método de *Daphnia magna* comprobando su eficiencia tóxica.

4.1 PRUEBAS MORTALIDAD CHINCHE PUNTO ROJO

Para la obtención de los resultados se tomó como base que cuatro kilogramos de semilla se produce un litro de aceite que representa un 25% de su peso, por lo tanto el 75% restante es la torta (tres kilogramos). Se asume que en términos de masa por semilla se puede encontrar hasta un 40% de aceite, en este caso según los factores en la producción del departamento de Yoro se tiene semillas con aproximadamente un 35% de aceite. Por consiguiente se supone que en la torta se cuenta con un 10% de aceite aprovechable para la extracción de ésteres de forbol y así generar un bioplaguicida.

Se realizaron distintas pruebas de mortalidad con mezclas de aceite, extracto de torta e insecticida convencional. Además, se realizaron blancos con sólo agua, alcohol y agua, y sólo suelo. Los grupos de control ayudan a determinar el efecto de los medios en los resultados. En el grupo de control de alcohol y agua todos los insectos murieron el primer día. Esto demuestra que el medio en sí mismo es tóxico para las chinches por lo que no se puede definir el poder de los ésteres de forbol extraídos. Esto permite definir además que en pruebas futuras el alcohol debe eliminarse del extracto. En los controles con agua y sólo suelo todos los insectos sobrevivieron los cinco días del experimento.

Las siguientes tablas demuestran los resultados de mortalidad de *P. kluggi* bajo las diferentes formulaciones y sus réplicas durante un periodo de cinco días de exposición: Tratamiento Dimetoato 40EC+Agua (*Insecticida*), tratamiento Alcohol 95%+Torta de *J. curcas*+Agua (*Extracto*), tratamiento *Aceite de J. curcas*+Agua, y por último el tratamiento sin replicas de *Aceite de J. curcas*+Agua+Emulsificante (*Emulsificante*).

Cuadro 1. Mortalidad en 3 mezclas con 2 chinches (*P. kluggi*) cada una.

Días	Porcentaje Mortalidad		
	Extracto Torta	Insecticida	Aceite+Agua
1	100%	83%	N/A
2	N/A	17%	N/A
3	N/A	N/A	N/A
4	N/A	N/A	33%
5	N/A	N/A	33%
TOTAL	100%	100%	67%

Nota: N/A = No hay datos

En la tabla anterior se destacan resultados de completa mortalidad (dos de dos chinches) en el primer día con el Insecticida 1B y 1C, Extracto 1A, 1B y 1C. Lo que demuestra que el potencial tóxico necesario para controlar la plaga fue el suficiente en el Extracto con torta. La formulación de Aceite+Agua alcanzó el máximo de mortalidad hasta el quinto día solo en el grupo 1A, demostrando potencial tóxico insuficiente. (Ver anexo1)

En la siguiente tabla se puede apreciar la mortalidad en un total de cuatro chinches:

Cuadro 2. Mortalidad en 3 mezclas con 4 chinches (*P. kluggi*) cada una.

Días	Porcentaje Mortalidad			
	Extracto Torta	Insecticida	Aceite+Agua	Emulsificante
1	100%	100%	N/A	N/A
2	N/A	N/A	N/A	33%
3	N/A	N/A	8%	N/A
4	N/A	N/A	42%	33%
5	N/A	N/A	8%	33%
TOTAL	100%	100%	58%	100%

Nota: N/A = No hay datos

Anteriormente se observa como en el primer día murieron cuatro de cuatro insectos (mortalidad máxima) en las mezclas de Insecticida 2A, 2B, 2C, y a su vez en el Extracto

2A, 2B, y 2C. Esto indica que sin importar el aumento poblacional de insectos en la zona de aplicación experimental se sigue teniendo un amplio poder tóxico por parte del etanol y el Dimetoato 40 EC (lo cual se espera por ser ya un plaguicida elaborado químicamente). Es de destacar además que tanto en la mezcla de Aceite+Agua (2A y 2B) como en el Emulsificante 2A hay muerte constante, desde el primer día, de un insecto hasta el día cinco. (Ver anexo 2)

Un último conjunto de grupos con seis insectos se presenta a continuación.

Cuadro 3. Mortalidad en 3 mezclas con 6 chinches (*P. klugii*) cada una.

Dias	Porcentaje Mortalidad			
	Extracto Torta	Insecticida	Aceite+Agua	Emulsificante
1	100%	100%	N/A	N/A
2	N/A	N/A	N/A	N/A
3	N/A	N/A	22%	17%
4	N/A	N/A	6%	33%
5	N/A	N/A	N/A	17%
TOTAL	100%	100%	50%	67%

Nota: N/A = No hay datos

Al igual que en los experimentos con dos y cuatro chinches en el medio de exposición tenemos que las tres mezclas de insecticida siguen siendo mortales para todos los insectos desde las primeras 24 horas al igual que las tres mezclas del extracto de torta de *J. curcas* con etanol. De ello se puede deducir que para la *Pachycoris klugii* el etanol es tan tóxico como el insecticida. La mezcla Aceite + Agua muestra resultados similares a los de los cuadros anteriores con cierta mortalidad ya sea por actividad toxicológica en el organismo del chinche o por obstrucción respiratoria por su componente lípido (Ver anexo 3).

Las pruebas con la Chinche *P. klugii* fueron determinantes para así poder llegar a un veredicto acerca si es factible o no replicar un bioplaguicida a base de componentes de *J. curcas* para esta plaga en específico. Se observó que las mezclas con aceite obtienen resultados positivos con un rango de acción más lento que las otras formulaciones, por lo que se puede deducir una cierta efectividad en el componente tóxico presente, aunque no lo suficiente. Con esto se puede llegar a tomar decisiones acerca de la producción de este bioplaguicida con aceite pero para ser probado con otro tipo de plaga que no sea resistente parcial o totalmente como la *Pachycoris kluggi*, adulta, o en otros estadios de la chinche. El alcohol es una variable influyente que si bien resulta un buen medio de extracción es tóxico en sí mismo por lo que debe evaporarse antes de usar el extracto. Esto último no se realizó en la presente investigación por motivos de tiempo y presupuesto.

4.2 RESULTADOS ECO-TOXICIDAD *DAPHNIA MAGNA*

A continuación se presentan los resultados de la Eco-toxicidad de cada una de las formulaciones mediante el método de *Daphnia magna*. Ya que la *Daphnia magna* sí muestra diferentes sensibilidades al etanol con agua y al etanol con extracto de torta, estos resultados pueden usarse para llegar a conclusiones más precisas en cuanto al impacto ambiental y la efectividad del producto en su función. En la siguiente figura se detallan los resultados de las mezclas que se consideraron más importantes de analizar, por motivos presupuestarios.

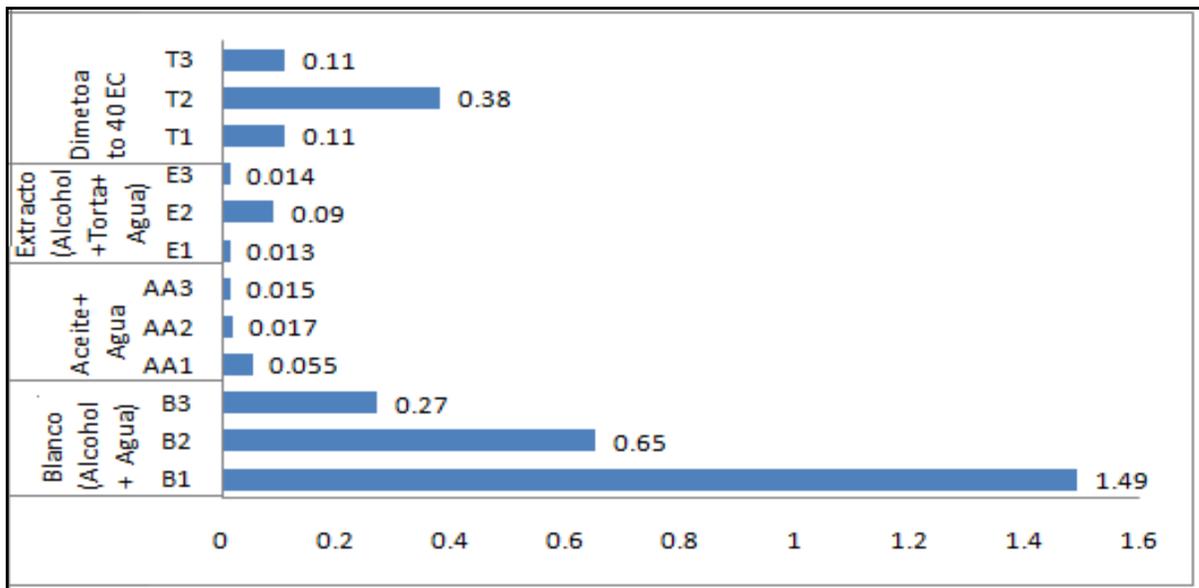


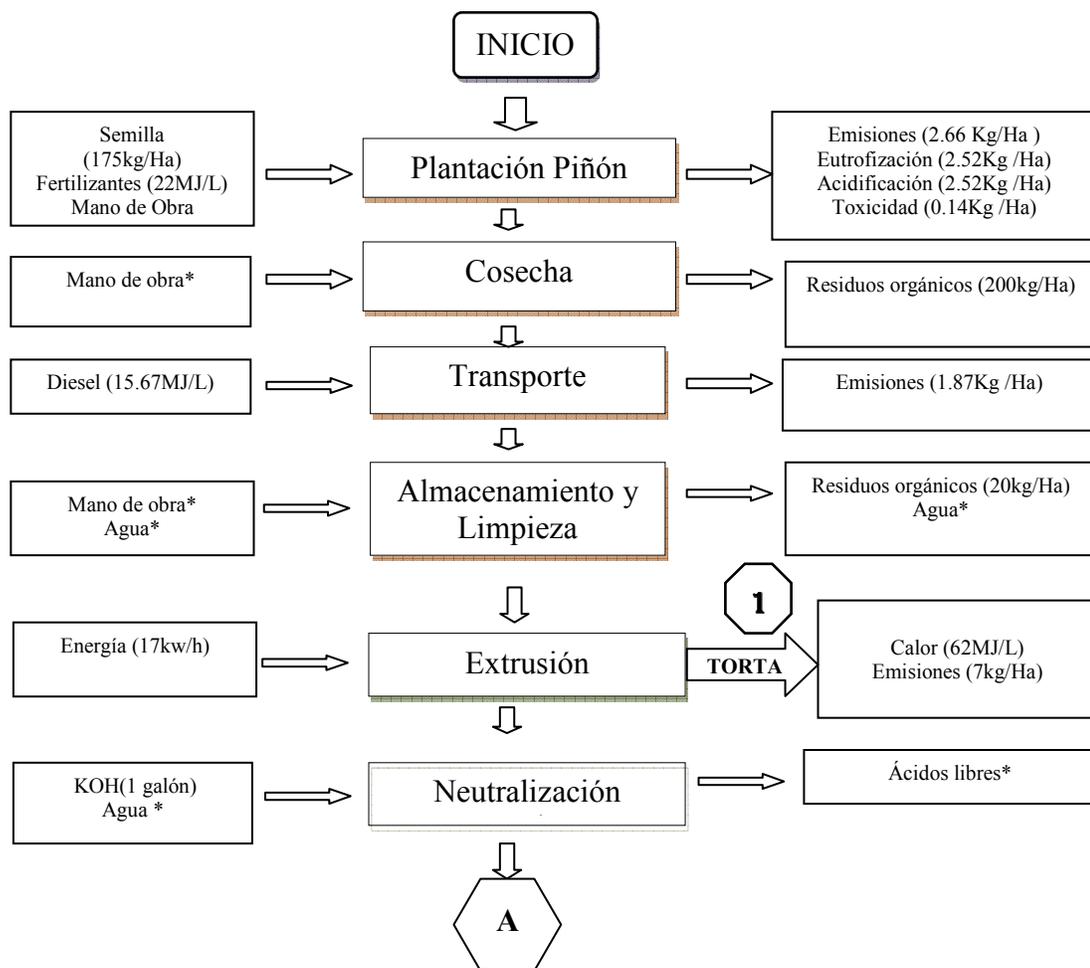
Figura5. Resultados de Eco-Toxicidad para formulaciones relevantes.

*EC50-24h: Concentración Efectiva en el 50% de organismos en 24 horas

En la figura anterior se puede comparar el porcentaje de mortalidad en el 50% de los organismos durante las primeras 24 horas según las distintas formulaciones. El análisis da como resultado la concentración de la formulación que mata al 50% de las *Daphnias* expuestas en el medio correspondiente. Se observa que el Dimetoato 40EC no es el que predomina con la mayor tasa de mortalidad sino la mezcla de aceite de *J. curcas* + agua que está seguido con poca diferencia por la formulación Extracto (Alcohol+Torta+Agua), lo que indica una alta efectividad como insecticida orgánico un posible menor efecto residual. Es importante resaltar que hay una diferencia significativa entre la tasa de mortalidad del Blanco (Alcohol +Agua) y Extracto (Alcohol+Torta+Agua), lo que denota que el alcohol influye en la mortalidad pero no es el único agente tóxico en el extracto de torta, algo que no podía distinguirse con la chinche.

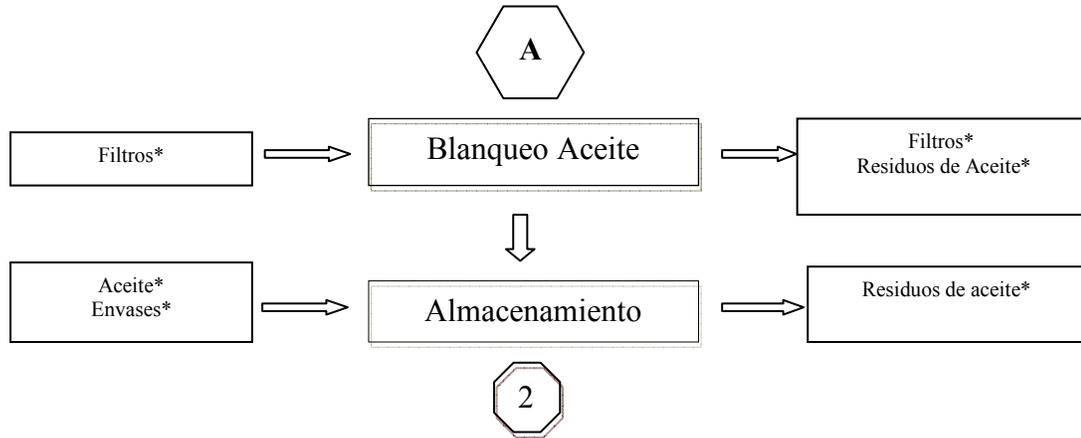
4.3 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

A continuación se presenta un análisis muy básico de ciclo de vida realizado con base en los datos de la mejor plantación productiva suscrita en el proyecto Gota Verde ubicada en el Negrito, Yoro, con aproximadamente 300 hectáreas. Esta plantación produce aproximadamente 1,440 libras por hectárea, de variedad India-salvadoreña de *J. curcas* y dos ciclos de lluvias, dos controles de malezas, siembra y fertilización al año. Por lo tanto por sus buenas características de manejo y productividad, y la información disponible, se escogió este como el escenario adecuado para elaborar el análisis de ciclo de vida. A continuación se observan los flujos de proceso con sus entradas y salidas para un año de producción:



*Cantidad No significativa o No proporcionada por Gota Verde

Figura 6. Flujograma proceso producción aceite de *J. curcas* para ACV



*Cantidad No significativa o No proporcionada por Gota Verde

Figura 6 (continuado). Flujograma proceso producción aceite de *J. curcas* para ACV

En la figura anterior se puede apreciar el diagrama de flujo de proceso para la producción de aceite a base de *J. curcas* con el que mediante procesos industriales posteriormente es trans-esterificado para la producción de biodiesel. Sin embargo, este proceso no será estudiado en la presente investigación ya que desde aquí se parte para una posible producción de bioplaguicida a base de Torta (señalado con #1) y bioplaguicida a base de aceite (señalado con #2). Se pueden detallar las salidas y entradas cuantificadas formando el análisis de ciclo de vida de esta cadena.

Posteriormente se observaran dos figuras conjuntas a la anterior que por fines de entendimiento se separaron para denotar la separación de procesos y a su vez los cambios en el balance energético dependiendo del proceso que se realice. A continuación el flujo de proceso del análisis básico de ciclo de vida para la producción del bioplaguicida con torta de *J. curcas*, partiendo desde el momento que se obtiene la torta después de la extrusión (ver figura 6, señalado con #1).

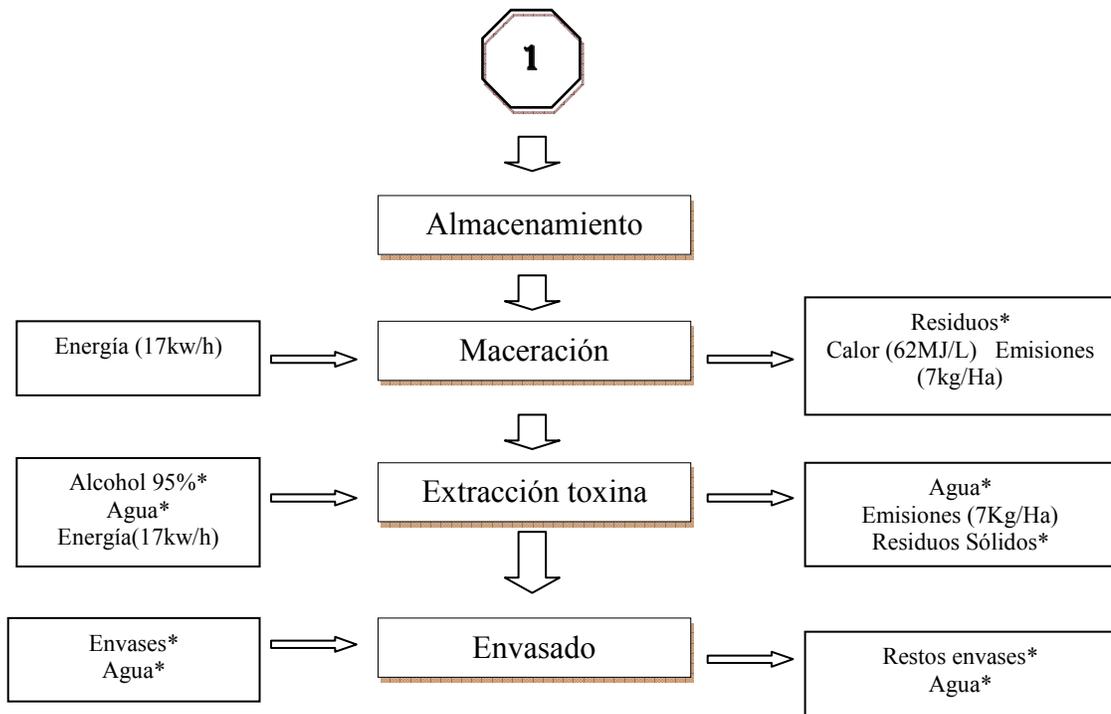
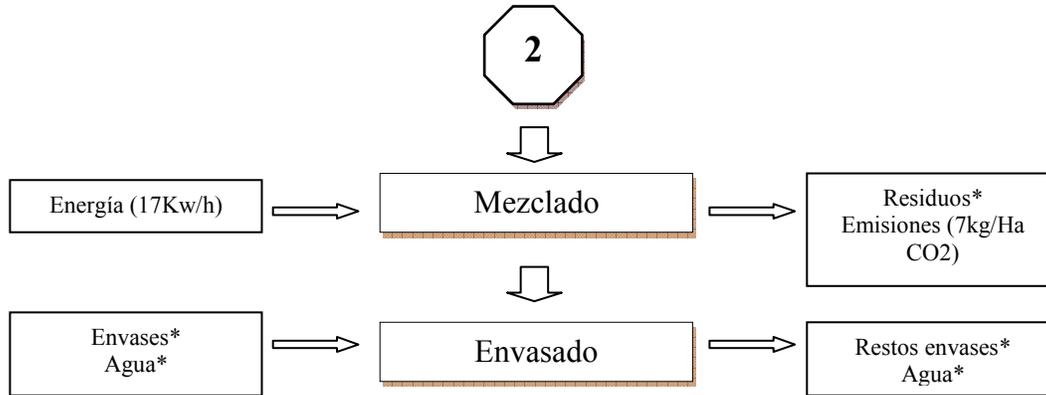


Figura 7. Flujograma proceso producción bioplaguicida con torta de *J. curcas* para ACV

En la figura anterior se observa el pequeño flujo de proceso que se tiene que realizar para obtener el producto final deseado, después de un tronco común de producción. Por lo tanto se puede afirmar que se estaría dando uso a material normalmente desechado y generando un subproducto. Se resalta la utilización eléctrica en la producción de este producto por lo que las emisiones de gas aumentan y se necesita casi el doble de energía eléctrica para producir este bioplaguicida que para producir el de a base de aceite. Esto se puede apreciar en la siguiente figura.



*Cantidad No significativa o No proporcionada por Gota Verde

Figura 8. Flujograma proceso producción bioplaguicida con aceite de *J. curcas* para ACV

Es claramente visible como para el proceso anterior se necesita menos energía eléctrica que para la producción del bioplaguicida a base de torta de piñón. Sin embargo, es importante señalar que puede ser mejor concentrarse en la producción de biodiesel a partir de aceite y dar valor agregado a la torta usándola para el bioplaguicida.

En la siguiente tabla se logra apreciar el consumo energético y las emisiones de CO₂eq efectuado con base en las salidas y entradas del análisis básico de ciclo de vida. Se toma en cuenta entradas como energía y productos como fertilizantes, y como salidas se consideran impactos como eutrofización, acidificación y emisiones de CO₂. Cabe resaltar que según Reinhardt (2007) la producción de emisiones de CO₂ es mayormente producida por productos agrícolas sintéticos como fertilizantes.

Cuadro 4. Balance energético y Emisiones de CO₂

	Bioplaguicida		Insecticida
	Aceite	Torta	Organofosforado
MJ/L	161.43	223.15	364.00
TnCO ₂ /año	19.28	26.65	43.48

La formulación que posee mejores rendimientos es el producido a base de aceite ya que este no requiere gran utilización de electricidad. No obstante si se compara cualquiera de los dos bioplaguicidas se logra ver un gran ahorro energético y se evita significativamente las emisiones de CO₂ con respecto al insecticida organofosforado que debido a provenir de un recurso fósil requiere procesos más complejos y demandantes energéticamente. En la siguiente tabla se puede apreciar una comparación de los impactos generados en los distintos procesos de producción de la torta de *J. curcas* versus el insecticida, ambos con base en su análisis de ciclo de vida:

Cuadro 5. Comparación de impactos en procesos para plaguicida con torta de *J. curcas* y el insecticida.

Proceso // Impacto	Extracción Materiales		Fabricación Producto		Distribución		Utilización	
	Bio-plaguicida	Insecticida	Bio-plaguicida	Insecticida	Bio-plaguicida	Insecticida	Bio-plaguicida	Insecticida
Alteración del hábitat	X	X		X		X		X
Consumo de Agua	X							
Eutrofización	X		X	X				
Acidificación	X	X						
Desechos sólidos				X		X		
TOTAL	4	2	1	3	0	2	0	1

Al hacer la sumatoria se puede destacar que el bioplaguicida (torta+agua+etanol) acumula cinco puntos de impactos altamente relevantes en los diferentes procesos versus ocho puntos acumulados por el insecticida organosfosforado. Esto denota una menor cantidad de impactos por parte del bioplaguicida. Es importante resaltar que según Reinhardt (2007) la menor cantidad de impactos siempre se ve reflejada en el proceso de distribución, así como se denota en la tabla anterior.

5. CONCLUSIONES

- La producción de bioplaguicida con aceite demanda 161 MJ/L y emite 19 tCO₂ por año, mientras que para producir bioplaguicida con torta se consume 223 MJ/L y se generan 26 tCO₂.
- En comparación con el insecticida convencional el ahorro energético para el bioplaguicida con aceite es de 203 MJ/L y evita 24 tCO₂ por año.
- En el caso del ciclo de vida para producir bioplaguicida con torta se ahorra 141 MJ/L de energía y evita 17 tCO₂ por año.
- Ambos bioplaguicidas son beneficiosos en comparación con el consumo del insecticida organofosforado que produce 364 MJ/L y 43 tCO₂/año.
- Al desarrollar bioplaguicidas a base de Torta y Aceite de *J. curca* se obtienen niveles similares de toxicidad.
- La generación de bio-plaguicidas posee menor cantidad de impactos negativos que la de un plaguicida organofosforado sintético. Los impactos para ambos pueden variar debido a los procesos de elaboración.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios posteriores de análisis de ciclo de vida para profundizar en los factores que influyen en el balance energético y en la producción de emisiones de CO₂. Se recomienda trabajar en el mejoramiento de las bases de datos de energía, inventarios de producción y flujos de procesamiento del Proyecto Gota Verde.
- Mejorar el proceso de extracción de los ésteres de forbol con la utilización de un Extractor Soxhlet.
- Hacer pruebas de mortalidad en estadios más susceptibles como pupa y larva en *Pachycoris klugii* ya que se demostró que posiblemente los estadios de ninfa y adulto son más resistentes al bioplaguicida, mientras que en estadios menores este podría actuar con mayor eficiencia.
- Encontrar un emulsificante adecuado que estabilice homogéneamente el aceite y el agua, además que no afecte los niveles de toxicidad. Esto con base en la metodología propuesta por Viegas (2010).

7. LITERATURA CITADA

Adebowale, K; Adedire, C. 2006. Chemical composition and insecticidal properties of the underutilized *Jatropha curcas* seed oil. Department of Chemistry, University of Ibadan, Ibadan, Nigeria, Department of Storage Technology, Federal University of Technology, Akure, Nigeria.

Berger, A. 1994. Using natural pesticides: current and future perspectives. A report for the plant protection improvement programme in Botswana, Zambia and Tanzania. Junio. Disponible en: 2010.<http://www.blackherbals.com/usingnaturalpesticides.htm>

Cervantes, L. 2002. Description, Biology, And Maternal Care of *Pachycoris Klugii* (Heteroptera: Scutelleridae). Florida Entomologist.

Fundación Hondureña De Investigación Agrícola (FHIA). 2007. Informe técnico 2006 Programa de Diversificación. La Lima, Cortés, Honduras, C.A.

Kusi, F; Boateng, B. 2008. Toxicity of *Jatropha* Seed Oil to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its Parasitoid, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). Department of Crop Science, College of Agriculture and Consumer Sciences, P.O. Box LG44, University of Ghana, Legon, Accra, Ghana.

Makkar, H. s.f. Comparative evaluation of toxic and non-toxic *Jatropha* genotypes. University of Hohenheim, D-70593 Stuttgart, Alemania, Consultado en 2010. Disponible en: http://ec.europa.eu/research/agriculture/pdf/events/4jatropha_en.pdf

Moers, P. 2010 Discovering new oil fields: Small-scale local biofuel production and use in rural Honduras, Results and lessons from the Gota Verde project in Honduras. Proyecto Gota Verde, Yoro, Honduras (2007-2009).

Oblitas, S. 2010. Estudio sobre la influencia de las condiciones socio económicos de los distintos productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco del Proyecto Gota Verde, Yoro, Honduras. Gota Verde, Yoro, Honduras.

Orlando, Mario. 2008. Guía técnica del cultivo de tempate *Jatropha curcas* L Cultivo del Tempate. *Jatropha curcas*. Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA, Septiembre.

Osuna, E. 2005. Uso del Neem para la elaboración Artesanal de Bioplaguicidas, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Agropecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos, SAGARPA.

Puente, D. 2009. Biotechnologizing Jatropha for local sustainable development. Editorial Springer.

Reinhardt, G. 2007. Screening Life Cycle Assessment of Jatropha Biodiesel. Institute for Energy and Environmental Research, Heidelberg.

Reinhardt, G. 2010. How to ensure Jatropha oil being sustainable. International Conference on Bio-fuels Zamorano, Honduras. agosto.

Ruiz, A. 2007. La seguridad energética de América Latina y el Caribe en el contexto mundial. División de Recursos Naturales e Infraestructura, Naciones Unidas CEPAL, Santiago de Chile.

Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos (CIEMAT). s.f. Análisis De Ciclo De Vida Comparativo Del Biodiesel y Del Diesel: Energía y cambio climático. Consultado en 2010.

Wink .M, *et.al.* 1997. Phorbol Esters of *J. curcas*. Biological Activities and Potential Applications. Institut fur Pharmazeutische Biologie der Universitat Heidelberg, Germany, 1997.

Wink .M, *et.al.* 2000. Sequestration of phorbol esters by the aposematically coloured bug *Pachycoris klugii* (Heteroptera: Scutelleridae) feeding on *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). Universitat Heidelberg, Institut fur Pharmazeutische Biologie, INF 364, D-69120 Heidelberg, Germany, Proyecto Biomasa, Managua, Nicaragua.

8. ANEXOS

Anexo 1. Pruebas de Mortalidad con mezclas para 2 Chinchas (*P. klugii*)

Día	Chinchas Muertas	
	1/2	2/2
1	Insecticida 1A	Insecticida 1B
	-----	Insecticida 1C
		Extracto 1 A
		Extracto 1 B
		Extracto 1 C
2	-----	Insecticida 1A
3	-----	-----
4	Aceite+Agua (1A)	-----
	Aceite+Agua (1C)	-----
5	Aceite+Agua (1B)	-----
	-----	Aceite+Agua (1A)

Anexo 2. Pruebas de Mortalidad con mezclas para 4 Chinchas (*P. klugii*)

Día	Chinchas Muertas			
	1/4	2/4	3/4	4/4
1	-----	-----	-----	Insecticida 2A
				Insecticida 2B
				Insecticida 2C
				Extracto 2A
				Extracto 2B
				Extracto 2C
2	Emulsificante 2A	-----	-----	-----
3	Aceite + Agua (2A)	-----	-----	-----
4	-----	Emulsificante 2A	-----	-----
		Aceite + Agua (2A)		
		Aceite + Agua (2B)		
		Aceite + Agua (2C)		
5	-----	-----	Emulsificante 2A	-----
	-----	-----	Aceite + Agua (2B)	-----

Anexo 3. Pruebas de Mortalidad con mezclas para 6 Chinchas (*P. klugii*)

Día	Chinchas Muertas					
	1/6	2/6	3/6	4/6	5/6	6/6
1	-----	-----	-----	-----	-----	Insecticida 3A
						Insecticida 3B
						Insecticida 3C
						Extracto 3A
						Extracto 3B
						Extracto 3C
2						
3	Emulsificante 3A	Aceite + Agua (3B)	-----	-----	-----	-----
	Aceite + Agua (3A)	-----				
	Aceite + Agua (3C)	-----				
4	-----	Aceite + Agua (3A)	Emulsificante 3A	-----	-----	-----
	-----	Aceite + Agua (3C)			-----	-----
5	-----	-----	Aceite + Agua (3A)	Emulsificante 3A	-----	-----
	-----	-----	Aceite + Agua (3C)	-----	-----	-----

Anexo 4. Resultados Eco-Toxicidad con *Daphnia magna*

Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954
 Página Web: www.cescocn.gob.hn E-mail: cescco@cablecolor.hn



LABORATORIO DE ECOTOXICOLOGIA
Informe de Análisis

Informe No. 427 **Fecha:** 23/08/10 **Orden de Pago:** 092 **Fecha:** 29/07/10
Recibo No. 5495230 **Fecha:** 29/07/10 **Valor:** 8,250.00

1. Nombre del solicitante: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano		2. Dirección del Solicitante: El Zamorano	
3. Nombre de la muestra: Agua compuesta por el laboratorio/interesado		4. Procedencia: B1, B2, B3* (respectivamente)	
5. Fecha y hora de recolección: 22/07/10		6. Se preservó la muestra en condiciones de refrigeración: Si No X	
7. Punto de recolecciones: Laboratorio El Zamorano		8. Responsable de la recolección: Jonathan Ocampo	
9. Resultado del análisis: La muestra presentó resultados positivos para toxicidad aguda (24 h) en el organismo de ensayo (<i>Daphnia magna</i>).			
No. de Muestra	Fecha Ingreso	EC ₅₀ -24 h %	Intervalo de confianza 95%
253	23/07/10	1,49	1,04-2,19%
254	23/07/10	0,65	0,43-0,92%
255	23/07/10	0,27	0,22-0,32%
10. Valor referencia de sensibilidad: 1,21 mg/L (K ₂ Cr ₂ O ₇)			
11. Abreviaciones: EC ₅₀ : Concentración efectiva en el 50% de los organismos. K ₂ Cr ₂ O ₇ : Solución de referencia de Dicromato de Potasio. mg/L: Concentración en miligramos por litro. 24 h: Tiempo de prueba en horas%. Concentración en Porcentaje.			
12. Observaciones: Las muestras analizadas presenta toxicidad para el organismo de prueba <i>Daphnia magna</i> . Protocolo empleado: AFNOR 90-301.			

Lic. Mery Barahona
 Jefe Laboratorio Ecotoxicología
 CC: cescco@cablecolor.hn

DR. VICTOR MANUEL MELENDEZ
 Director CESCO



"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación del laboratorio"

Edificio Principal: Despacho de Recursos Naturales y Ambiente 100 mts. al Sur del Estadio Nacional
 Tels.: 232-2011, 239-4298, Fax: 232-6250, Apdo. Postal 1369,4710.
 Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.



Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO
 Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.
 Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954
 Página Web: www.cesco.gob.hn E-mail: cesco@cablecolor.hn



LABORATORIO DE ECOTOXICOLOGIA
Informe de Análisis

Informe No. 426 **Fecha:** 23/08/10 **Orden de Pago:** 092 **Fecha:** 29/07/10
Recibo No. 5495230 **Fecha:** 29/07/10 **Valor:** 8,250.00

1. Nombre del solicitante: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano		2. Dirección del Solicitante: El Zamorano	
3. Nombre de la muestra: Agua compuesta por el laboratorio/interesado		4. Procedencia: AA1, AA2, AA3* (respectivamente)	
5. Fecha y hora de recolección: 22/07/10		6. Se preservó la muestra en condiciones de refrigeración: SI No X	
7. Punto de recolecciones: Laboratorio El Zamorano		8. Responsable de la recolección: Jonathan Ocampo	
9. Resultado del análisis: La muestra presentó resultados positivos para toxicidad aguda (24 h) en el organismo de ensayo (Daphnia magna).			
No. de Muestra	Fecha Ingreso	EC ₅₀ -24 h %	Intervalo de confianza 95%
250	23/07/10	0,055	0,046-0,066%
251	23/07/10	0,017	0,01-0,028%
252	23/07/10	0,015	0,0084-0,0124%
10. Valor referencia de sensibilidad: 1,29 mg/L (K ₂ Cr ₂ O ₇)			
11. Abreviaciones: EC ₅₀ : Concentración efectiva en el 50% de los organismos. K ₂ Cr ₂ O ₇ : Solución de referencia de Dicromato de Potasio. mg/L: Concentración en miligramos por litro. 24 h: Tiempo de prueba en horas%; Concentración en Porcentaje.			
12. Observaciones: Las muestras analizadas presenta toxicidad para el organismo de prueba Daphnia magna. Protocolo empleado: AFNOR 90-301.			

Lic. Melsy Barahona
 Jefe Laboratorio Ecotoxicología

CC: Archivo

DR. VICTOR MANUEL MOSEN
 Director CESCO



"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación del laboratorio"

Edificio Principal: Despacho de Recursos Naturales y Ambiente 100 mts. al Sur del Estadio Nacional
 Tels.: 232-2011, 239-4298, Fax: 232-6250, Apdo. Postal 1389,4710.
 Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.



República
de Honduras

Centro de Estudios y Control de Contaminantes, CESCO

Barrio Morazán, frente a la Central de Bomberos, Tegucigalpa, M.D.C.

Tel: (504) 231-1006 ó 239-0194 Fax: 239-0954

Página Web: www.cesco.gob.hn E-mail: cesco@cablecolor.hn



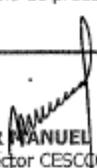
Pag. SECRETARÍA DE RECURSOS
NATURALES Y AMBIENTE

LABORATORIO DE ECOTOXICOLOGIA
Informe de Análisis

Informe No. 427 Fecha: 23/08/10 Orden de Pago: 092 Fecha: 29/07/10
Recibo No. 5495230 Fecha: 29/07/10 Valor: 8,250.00

1. Nombre del solicitante: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano		2. Dirección del Solicitante: El Zamorano	
3. Nombre de la muestra: Agua compuesta por el laboratorio/interesado		4. Procedencia: E1,E2,E3*, T1,T2,T3* (respectivamente)	
5. Fecha y hora de recolección: 22/07/10		6. Se preservó la muestra en condiciones de refrigeración: Si No X	
7. Punto de recolecciones: Laboratorio El Zamorano		8. Responsable de la recolección: Jonathan Ocampo	
9. Resultado del análisis: La muestra presentó resultados positivos para toxicidad aguda (24 h) en el organismo de ensayo (<i>Daphnia magna</i>).			
No. de Muestra	Fecha Ingreso	EC ₅₀ -24 h %	Intervalo de confianza 95%
256	23/07/10	0,013	0,0066-0,022%
257	23/07/10	0,09	0,07-0,10%
258	23/07/10	0,014	0,0078-0,022%
259	23/07/10	0,11	0,092-0,13%
260	23/07/10	0,38	0,31-0,45%
261	23/07/10	0,11	0,096-0,14%
10. Valor referencia de sensibilidad: 1,29 mg/L (K ₂ Cr ₂ O ₇)			
11. Abreviaciones: EC ₅₀ : Concentración efectiva en el 50% de los organismos. K ₂ Cr ₂ O ₇ : Solución de referencia de Dicromato de Potasio. mg/L: Concentración en miligramos por litro. 24 h: Tiempo de prueba en horas%; Concentración en Porcentaje.			
12. Observaciones: Las muestras analizadas presenta toxicidad para el organismo de prueba <i>Daphnia magna</i> . Protocolo empleado: AFNOR 90-301.			


E.C. Morsy Barahona
Jefe Laboratorio Ecotoxicología


DR. VICTOR MANUEL M...
Director CESCO



"No se permite reproducir parcial o totalmente el certificado de resultados sin aprobación del..."

Edificio Principal: Despacho de Recursos Naturales y Ambiente 100 mts. al Sur del Estadio Nacional
Tels.: 232-2011, 239-4298, Fax: 232-6250, Apdo. Postal 1389,4710.
Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.

Anexo 5. Ficha técnica insecticida organofosforado DIMETOATO 40EC

CONSULTE AL PROFESIONAL EN CIENCIAS AGRICOLAS

DIMETOATO 40 EC

INSECTICIDA - ORGANOFOSFORADO
DIMETOATO



DAÑINO
ANTIDOTO: SULFATO DE ATROPINA

COMERCIO: 11050 (grs)
Substancia: Dimetilo metilato

ESTE PRODUCTO PUEDE SER MORTAL SI SE INGERE Y/O SE INHALA. PUEDE CAUSAR DAÑOS A LOS OJOS Y A LA PIEL POR EXPOSICIÓN

"NO ALMACENAR EN CASAS DE HABITACION"
"MANTENGASE ALEJADO DE LOS NIÑOS, PERSONAS MENTALMENTE INCAPACES, ANIMALES DOMESTICOS, ALIMENTOS Y MEDICAMENTOS"

USO AGROPECUARIO
MODO DE ACCIÓN: DIMETOATO 40 EC, es un insecticida sistémico sistémico, de contacto y acción sistémica.

EQUIPO DE APLICACIÓN
DIMETOATO 40 EC, puede ser aplicado con cualquier equipo terrestre o aéreo. Antes de utilizar el equipo de aplicación revise que esté en buen estado de funcionamiento. Calibre con agua el equipo de aplicación, para verificar que está aplicando la dosis correcta. Después de la aplicación lavar el equipo de protección y el equipo de aplicación.

TABLA DE REPARACIONES Y NOTAS:
Al preparar la mezcla, lleve el tanque a tierra con agua y limpie todas las partes de DIMETOATO 40 EC que se va utilizar y mantenerlo permanentemente conectado al agua a utilizar. Si utiliza DIMETOATO 40 EC mezclado con otros pesticidas, haga pruebas con anterioridad a largo plazo al tanque de aplicación. Para reducir la cantidad (cantidad de agua) que se utiliza en el tanque, puede utilizar un equipo mezclador o equipo de mezcla de 20 m. Debe usarse el equipo de protección recomendado. Lave de todo momento, mientras prepara, durante de todo, desmontaje y aplicación.

RECOMENDACIONES DE USO
Recomendado para el control de plagas en los siguientes cultivos, para Guatemala, El Salvador, Honduras y El Salvador.

CULTIVO	PLAGA	DOSE
ALGODÓN <i>Gossypium hirsutum</i>	Pulgón del Algodón <i>Aphis gossypii</i> , Chinche Ligero <i>Brevicoryes brassicae</i> , Pulga verde <i>Trialeurodes vaporariorum</i> , Chinche manchado <i>Delicollae sp.</i> , Hormiga Negra <i>Formica</i>	0.6-1.2 L/ha 0.4-0.8 L/ha
	Chinche <i>Delicollae</i> sp., San Juan <i>Solenopsis invicta</i>	0.5-1.2 L/ha 0.4-0.8 L/ha
APRIZO <i>Cassia siamea</i>	Chinche <i>Delicollae</i> sp., San Juan <i>Solenopsis invicta</i>	0.5-1.2 L/ha 0.4-0.8 L/ha
CAPI <i>Coffea arabica</i>	Mixtura de las hembras <i>Leucosticte coffeella</i> , Chinche negro <i>Psylliopyga nigrum</i> , Pulgón <i>Aphis</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> sp.	0.2 L/ha 0.8 L/ha
CHIRICHÍ <i>Chrysomela</i>	Pulgón <i>Trialeurodes</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp.	0.2 L/ha 0.8 L/ha
MAÍZ <i>Zea mays</i>	Pulgón <i>Trialeurodes</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp.	0.8-1.2 L/ha 0.5-0.8 L/ha
CAPI <i>Coffea arabica</i>	Triplé <i>Trialeurodes</i> spp.	0.8-1.2 L/ha 0.4-0.8 L/ha
MULCÓN <i>Cassia mimosoides</i>	Triplé <i>Trialeurodes</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp., Chinche <i>Delicollae</i> spp.	0.8-1.2 L/ha 0.4-0.8 L/ha

Para las aplicaciones, ordenar caudales de 100 a 300 litros de agua por hectárea (100 a 300 litros por hectárea).

INTERVALO DE APLICACIÓN
Las aplicaciones deben suspenderse 7 a 15 días, según la presencia de la plaga.

INTERVALO ENTRE LA ÚLTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA
Las aplicaciones deben suspenderse de 15 a 20 días antes de la cosecha.

INTERVALO DE REINGRESO AL ÁREA TRATADA
Esperar 24 horas después de la aplicación, para reingresar al área tratada.

FITOTOXICIDAD
No es fitotóxico si se usa correctamente y a las dosis recomendadas.

COMPARIBILIDAD
Es compatible con la mayoría de los pesticidas de uso común, excepto los de fuerte acción sistémica o ácida.

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:
ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:
El producto debe ser almacenado y transportado en su envase original, bien sellado y claramente etiquetado. No almacenar ni transportar este producto con niños o con productos alimenticios de consumo animal (carne, leche, etc.) y de consumo humano. Mantenerlo alejado de cualquier especie y social. Sigue los diagramas.

NO ALMACENAR ESTE PRODUCTO EN CASAS DE HABITACION
MANTENGASE ALEJADO DE ALUMNOS DE LOS AÑOS.

NO COMER, FUMAR O BEBER DURANTE EL MANEJO Y APLICACIÓN DE ESTE PRODUCTO

BAÑARSE DESPUÉS DE TRABAJAR Y LARGARSE ROPA LIMPIA

SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN:
Los síntomas típicos que se presentan son: dolor de cabeza, náuseas y vómitos. El embotamiento de los sentidos, debilidad, incoordinación, etc. es el primer síntoma de intoxicación. Otros síntomas evidentes son: hipersecreción (transpiración, salivación y lagrimeo) y apatía en el paciente. Presencia un embotamiento grave puede causar incontinencia, convulsiones y depresión respiratoria, la cual pone en peligro la vida.

PRIMACIOS AUXILIOS:
POR INGESTIÓN: No provocar el vómito. Déquele atención médica para proceder con un lavado gástrico.
POR INHALACIÓN: Lleve a la persona afectada a un lugar ventilado, manténgala en reposo y respire libremente. Respire aire fresco.
POR CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuague los ojos con abundante agua limpia durante 15 minutos. Si la irritación persiste, lleve al paciente a un médico.
POR CONTACTO CON LA PIEL: Quite la ropa contaminada y lave las partes afectadas con agua. Si el paciente presenta síntomas de envenenamiento: déle un baño completo, lavele la cabeza con abundante agua y jabón. Haga que se lave cuidadosamente las uñas y los pliegues de la piel. Respire aire fresco.

MUNDA DE A BEBER () INDICHA EL VÓMITO A PERSONAS EN ESTADO DE INCONSCENCIA.

ANTIDOTO Y TRATAMIENTO MÉDICO:
Atención de que los días antes estén investigados. Si la respiración se encuentra deprimida administrar oxígeno con ayuda mecánica. No administrar la oxigenación antes de administrar atropina. Administre sulfato de atropina por ingestión intravenosa o intramuscular, dependiendo de la gravedad del envenenamiento, hasta lograr una decoloración azul. Administre pralidoxima (DIPAM), disponible de los laboratorios, en caso de envenenamiento grave. Si el paciente fue ingerido, evitar el vómito y proceder con un lavado gástrico por intubación, cuando que el paciente gesticule no sea oportuno. Después del lavado, administrar carbón activado en suspensión acuosa, según el doctor que lo indique por el mayor tiempo 72 horas, monitoree la ventilación pulmonar y la circulación cardíaca. No espere el oculto de nuevo a producción ineficiente de los síntomas.

CENTROS NACIONALES DE INTOXICACION:
INTOXICACION

PAÍS	TELÉFONO
Guatemala	1-801-00000
El Salvador	228-0407
Honduras	228-0761
Honduras	268-0314
El Salvador	240-0000
Honduras	884-3378

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE:

TOXICO PARA EL GANADO

TOXICO PARA PECES Y CRUSTÁCEOS, NO CONTAMINE RÍOS, LAGOS Y ESTANQUES CON ESTE PRODUCTO O CON ENVASES O RESIDUOS VACÍOS.

TOXICO PARA ABEJAS.

No contaminar con residuos de la mezcla ni con el agua que se utilizó para lavar el equipo de aplicación, ningún canal de riego, pozos, charcos, arroyos, lagos, ríos o estancos. PROTEJA LAS FUENTES DE AGUA.

MANEJO DE ENVASES, EMPAQUES, DESECHOS Y RESIDUOS:
Los envases vacíos del producto deben etiquetarse: lavar y agregar el agua del enjuague a la mezcla. No permitir que los envases sean utilizados para otros propósitos. Destruir el envase y empaque por lo menos a 40 cm de profundidad, en un lugar designado para desechos de agroquímicos, según los formatos de agua y bases de legislación. En caso de derrames efluir una solución de agua al área contaminada, luego absorber con aserrín u otro material absorbente, luego el aserrín y depositarlo en un recipiente para luego ser incinerado al área de desechos.

EL USO DE LOS ENVASES O EMPAQUES EN FORMA DIFERENTE PARA LO QUE FUERON DESEÑADOS, PONE EN PELIGRO LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE.

FORMULADOR:
DRESEL CHEMICAL CO.
P.O. BOX 10327, Managua, Tel: (505) 2227-3227, Subida Unión,
Tel: (505) 224-4370 Fax: (505) 224-4888

DISTRIBUIDOR POR:
TIKAL AGROSOLUTIONS
Guatemala C.A.
P.O. BOX 2320 P.O. Box: (502) 2320-1901

PAÍS	NÚMERO DE REGISTRO	FECHA DE REGISTRO
GUATEMALA	711-30	08-08-90
EL SALVADOR	711-139-11	03-11-91
EL SALVADOR	812-074-9004-11	20-10-91

Anexo 6. Elaboración bioplaguicida con aceite de proyecto Gota Verde (Flores 2010)

ELABORACION DE BIO-PLAGUICIDA A BASE DE ACEITE DE JATROPHA Y MEDIR SU EFECTIVIDAD DE INSECTICIDA EN EL CONTROL DE LAS PLAGAS QUE ATACAN EL CULTIVO DE PIÑON Y OTROS EN YORO

1. INTRODUCCION

1.1 LAS PLANTAS COMO FUENTE DE INSECTICIDAS

Los insecticidas de origen vegetal están considerados dentro de la primera generación de plaguicidas, ya que su uso como tal se remonta a siglos antes de la era cristiana (Jacobson y Crosby, 1971).

De las casi 700,000 especies de plantas que hay en el mundo (la mayoría en los trópicos), solamente algunas se conocen y se ha investigado con fines de aprovechamiento, según investigaciones más de 2000 especies en el mundo tienen propiedades plaguicidas (Munich, 1988).

Solamente pocas de estas especies han sido aprovechadas hasta el momento para el control de plagas y enfermedades.

El uso de extractos vegetales para el control de insectos no es nuevo. Su aplicación se registra desde antes de la segunda guerra mundial, la cual fue descontinuado por el surgimiento del DDT y compuestos organoclorados, los cuales a pesar de ser baratos son muy tóxicos y persistentes en el ambiente.

La utilización de extractos vegetales para el control de plagas tiene la ventaja de no provocar contaminación debido a que estas sustancias se degradan rápidamente en el medio (Fersth, 1978).

Existen muchas plantas cuyos extractos poseen propiedades insecticidas; sin embargo, desde el punto de vista comercial, sólo algunas se han aprovechado como la *Ryania*, *Lenchocarpus*, *Chrisantemum* y *Nicotiana tabacum* (Lagunes y Rodríguez, 1990).

En este sentido, se estudia como una alternativa el uso de extractos vegetales que contienen una gran diversidad de metabólicos como la curcina en el caso de la *Jatropha c.* que pueden actuar como insecticidas, debido a que los insectos se han ido adaptando y resisten cada vez más a los efectos de los insecticidas químicos a concentraciones cada vez mayores. Pero recientemente los insecticidas han sido objeto de innumerables críticas, principalmente por sus efectos adversos (Ramírez, 1984) como:

1. El envenenamiento directo de los humanos y el peligro que representan los residuos de productos químicos que quedan en los alimentos.
2. El riesgo de contaminación general del medio ambiente.
3. El desarrollo de resistencia a los plaguicidas en insectos.

A continuación se describen alguna que no ha sido estudiada para este fin, la cual es:

La *Jatropha c.* Con la extracción del aceite de sus semillas el cual ha sido usado para cicatrizar heridas, purgas en humanos y combustibles, pero nada en aspersiones para controlar insectos.

Por lo general, ninguna de las especies vegetales insecticidas tienen la actividad fulminante de los insecticidas químicos. Es por esto que la población de insectos no disminuye rápidamente con el uso de insecticidas extraídos de plantas.

Entre los efectos que causan los insecticidas naturales se encuentran los siguientes:

- a) Repelencia en larvas y adultos
- b) Suspensión de la alimentación
- c) Bloqueo de la muda en larvas
- d) Bloqueo del desarrollo
- e) Causa esterilidad en las hembras
- f) Suspensión de la ovoposición.

Como se observa, la gran mayoría de los efectos de los insecticidas vegetales son fisiológicos, por lo que el insecto tiene que adquirirlos a través de su alimentación (Solórzano, 1993).

2. OBJETIVO GENERAL

Elaborar un bio-insecticida y su valorización en los campos sembrados de Piñón y otros cultivo con presencia de la plaga Chinche punto rojo (*Pachycoris* sp) que cumpla y determinar los compuestos presentes en el y su efecto biológico o actividad biológica sobre los insectos.

De qué forma destruye a los insectos el bio-plaguicida elaborado con aceite de Piñón lo estudiaremos posteriormente, es otra parte de este estudio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de BYSA- CEVER, localizado en el municipio de Yoro, Honduras. La existencia y la identificación de las colonias de los insectos en la fase experimental se realizaron en las fincas o parcelas establecidas por el Proyecto Gota Verde.

3.1 EL Bioplaguicida.

La producción del bioplaguicida se realizó en las instalaciones de BYSA, según metodología de Ing. Ricardo A. Viegas de Sinngenta-Brasil y estandarizada por Ing. Miguel Flores.

El bioplaguicida consiste en el diseñado para reconstituirse en una emulsión resultante de la mezcla de una base autoemulsificable + agua + aceite.

Contiene una mezcla de aceite de Piñón (37%), un agente emulgente: Citrol GMS (7.5%), este comúnmente empleado en la industria de alimentos + Agua (55.5%)

Para garantizar la estabilidad de la emulsión, la base autoemulsificable y el agua se combinan en relación 1:750 (soluto/solvente) respectivamente, independiente de la concentración del emulsificante.

Materiales para la Elaboración del Bio-plaguicida a base de *Jatropha* c.(Piñón)

Producto	Efecto que Cumple	Cantidad
Aceite de Piñón	Realiza el efecto insecticida	1 Lts.
Agua limpia	Medio	1.5 Lts.
Citrol GMS	Emulsificante	200 gr.

3.2. Modo de uso del Bioplaguicida.

Aplicar 2.5 ml de la mezcla o Bioplaguicida en 100 ml de agua, para el control de insectos.

3.3. ENSAYO.

En Campo

Para la evaluación de la susceptibilidad se usaron la técnicas estandarizada mencionada anteriormente y su aplicación por medio de aspersión, para la chinche punto rojo ya sea adultas, huevos y observarlas durante tres días.

La selección de las fincas o parcelas para los estudios se hizo sobre la base de la importancia en cuanto al avance de la plaga en la localidad.

El equipo de investigación C.G.V.-FUNDER, supervisó los trabajos en la aplicación del producto (aspersión) y la metodología de evaluación de la susceptibilidad en el campo.

En Laboratorio

La técnica de evaluación de la susceptibilidad de las chinches punto rojo (*Pachycoris* sp), al bioplaguicida se realizo en el laboratorio de la siguiente manera: a las chinches, a estos adultos se les ubicara por parejas de 2, 4 y 6 insectos y luego se colocaran en cajas de petri de 10 ml, selladas que incluyen papel-toalla humedecidos o impregnados con el bioplaguicida. Igualmente se estableció el testigo sin el bioplaguicida. Se les observa varias horas al día y durante tres días.

Colonias de insectos.

Una colonia de *Pachycoris* sp, se identifico, se selecciono por el método simple. Observación en las plantas estas se observaron y obtuvieron las diferentes fases del insecto

Los insectos, o chinches punto rojo adultos para este caso provenían de las colonias identificadas para luego ser establecidas en el laboratorio a través de su selección y para ello se seleccionaron individuos: activos, sanos y de la misma edad para garantizar la homogeneidad del material biológico.

4. LOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA SUSCEPTIBILIDAD A LOS BIO-PLAGUICIDA EN LA CHINCHE PUNTO ROJO, DEL GENERO PACHYCORIS SP.

NOMBRE DE FINCA Y LOCALIDAD:					
BIO-PLAGICIDA	FECHA DE EVALUACION	TOTAL DE INSECTOS EXPUESTOS	EFFECTO A LA HORA	% MORTALIDAD A LAS 24 HORAS	RESULTADOS

4.2. COMO MEDIR EL PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE LOS INSECTOS

Se identificó el número de individuos muertos en los tratamientos cada 24 horas. Durante tres días. Para la evaluación de la mortalidad de las larvas se utilizó la formula:

$$MC = (Y - X / 100 - X) 100$$

Donde MC es mortalidad corregida
Y es % de mortalidad del tratamiento y
X es % de mortalidad del testigo.

Anexo7. Mezclado Dimetoato 40EC con equipo de protección personal



Anexo8. Macerado torta con mortero de laboratorio



Anexo 9. Pesado torta macerada



Anexo 10. Proceso extracción tóxica con etanol 95%



Anexo 11. Filtro a vacío.



Anexo 12. Atomización con formulaciones en medio experimental.



Anexo 13. Vasos para insectos preparados con suelo, malla e insectos en prueba.

