

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA– LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**



Efecto de tres insecticidas, un químico (piretroide), un botánico (extracto de neem) y un biológico (VPN), sobre la sobrevivencia de larvas del depredador *Chrysoperla externa*, en condiciones de laboratorio. Enero – abril, 2011.

Presentado por:

Br. Pablo Xavier Urbina Murillo

Tutora:

MSc. Carmen Marina Rizo Zeledón

Trabajo presentado como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agroecología Tropical.

León, Nicaragua, 2013

AGRADECIMIENTO

- **A Dios Padre Todo Poderoso:** por darme la vida y estar siempre a mi lado en todos los momentos de mi vida, por darme la sabiduría, la paciencia y el entendimiento necesario para finalizar mis estudios profesionales y realizar mi tesis de graduación

- A mis Padres: **Sr. Pablo Urbina Cerros y Sra. Rosa Elvira Murillo Valdivia**, por traerme al mundo, por ser mis primeros maestros y ser apoyos incondicionales siempre y en todo momento durante mi educación.

- A mi tutora **MSc. Carmen Marina Rizo Zeledón**, por su tiempo y su paciencia durante mi preparación profesional y durante la realización de mi tesis de graduación.

DEDICATORIA

- Dedicada a mi bella esposa **Gloria Jessenia Pérez Chavarría**, por ser la compañera y amiga que Dios me dio, por creer siempre en mi y ser mi apoyo incondicional y por ser pilar fundamental en estos últimos años de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
RESUMEN.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	4
III. HIPÓTESIS.....	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1 Generalidades.....	6
4.2 Productos químicos.....	6
4.2.1 Piretroides.....	6
4.2.1.1 Cipermetrina.....	7
4.2.1.2 Modo de Acción.....	7
4.3 Productos de origen natural.....	8
4.3.1 Insecticida Botánico neem.....	8
4.3.1.1 Modo de Acción.....	9
4.3.1.2 Productos Disponibles a base de neem	10
4.4 Productos biológicos.....	11
4.4.1 Virus Entomopatógenos.....	11
4.4.1.2 Modo de Acción.....	12
4.4.1.3 Propiedades biológicas de VPN.....	12
4.5 Enemigos Naturales.....	13
4.5.1 <i>Chrysoperla externa</i>	13
4.6. Efecto de los plaguicidas en las cadenas tróficas.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
5.1 Ubicación del estudio	17
5.2 Descripción del estudio	17
5.2.1 Organismos vivos.....	17
5.2.2 Productos probados	17

5.2.3 Diseño del Experimento	17
5.2.3.1 Bioensayos.....	17
5.3 Evaluación del efecto de neem en la oviposición.....	20
5.4 Variables evaluadas	20
5.5 Análisis de datos	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
6.1 Efecto de los insecticidas químico, botánico y biológico en la sobrevivencia de larvas de <i>Chrysoperla externa</i>	21
6.2 Efecto de los tratamientos en el desarrollo de la larva hasta la Pupación.....	26
6.3 Efecto de los tratamientos con neem en la emergencia de adultos.....	27
6.4 Efecto en la oviposición de una población de <i>C. externa</i> sobreviviente a la exposición de neem.....	29
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	36
IX. ANEXOS.....	40

RESUMEN

Los agricultores utilizan insecticidas contra las plagas, generando problemas de contaminación. Existen estudios sobre el efecto de los insecticidas sobre los organismos plagas, pero es poca la información sobre el efecto en el ambiente, el hombre y los enemigos naturales presentes en los cultivos. El depredador, león de áfidos (*Chrysoperla externa*), es el crisópido más usado en manejo integrado de plagas, por ello se realizó este estudio para determinar el efecto de tres insecticidas: químico, botánico y biológico, sobre la sobrevivencia y desarrollo de poblaciones de un depredador generalista, *C. externa*, en condiciones de laboratorio; cuantificar el efecto de diferentes tratamientos en la sobrevivencia de las larvas de *C. externa* y estimar la concentración letal media (CL₅₀) de cada producto; evaluar el efecto en la oviposición de *C. externa* en una población sobreviviente a la exposición de neem. Este estudio se realizó en el Laboratorio de de Virus del Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológicos. Para cada uno de los bioensayos se realizaron 5 dosis y un testigo con agua, se usaron 20 larvas L₁ por dosis, con tres repeticiones, para un total de 60 larvas por dosis y 360 larvas por bioensayo. Para realizar el bioensayo a partir de cipermetrina 2.5 EC se preparó una dilución madre con una concentración de 20,000 partes por millón (ppm), y a partir de ésta se hicieron diluciones seriadas, las cuales fueron 10000, 5000, 2500, 1250, 625 ppm y un testigo absoluto donde solo se usó agua destilada, en el segundo bioensayo se usaron la concentraciones 200, 100, 50, 25 y 5 ppm.; para evaluar el VPN crudo se usaron 20244, 10123.5, 5062.7, 2530.8 y 1265.4 CIP/μl y para el virus formulado se usaron 10000, 5000, 2500, 1250 y 625CIP/μl, un testigo con agua y otro de caolín con agua; para el neem formulado y artesanal se usaron, 2, 4, 6 y 8 cc y agua como testigo. Los resultados indican que la cipermetrina en todas las dosis probadas produjo un 100% de mortalidad, ocurriendo ésta en la dosis altas de 0 a 12 horas y en las dosis bajas de 12 a 48 horas. El virus tanto crudo como formulado no ocasionó ningún efecto de mortalidad en ninguna de las dosis probadas. El neem artesanal causó una mortalidad de 21.33% en la dosis baja y de 45% en la dosis alta, para el formulado fue de 23.33% en la dosis baja y de 45% en la dosis alta, lo que indica que la mortalidad se incrementa a medida que se aumenta la concentración del producto. La emergencia de adultos disminuye entre 14% en la dosis baja y 19% en la dosis alta, con el neem artesanal y con el neem formulado fue 10.2% en la dosis baja y 16.3% en la alta. Las hembras de *Chrysopa* que emergieron de larvas sobrevivientes a la exposición de neem artesanal y formulado no fueron esterilizadas, aunque la postura disminuyó a medida que aumentó la dosis. Según los resultados la cipermetrina es nociva para larvas L₁ de *C. externa*, el virus de la poliedrosis nuclear es inofensivo para larvas L₁ de *C. externa* y el neem aumenta la toxicidad sobre las larvas a medida que se aumenta la concentración del producto, obteniendo un CL₅₀ de 8.109 cc/l para neem formulado y 8.012 cc/l para neem artesanal, además el neem tiene un efecto sobre la oviposición de las hembras y esta disminuye a medida que aumenta la concentraciones del producto.

Palabras Clave: enemigos naturales, toxicidad, sobrevivencia, oviposición.

I. INTRODUCCIÓN

Los insecticidas se encuentran entre las tecnologías agrícolas que están más asociadas con el daño ambiental y causan la muerte de las plagas de insectos y como consecuencia puede que tengan un impacto letal o subletal en organismos que no son el objeto de control (por ejemplo, recicladores de nutrientes del suelo, polinizadores de plantas y depredadores de plagas) y reducir o contaminar productos alimenticios para los niveles tróficos superiores. A pesar de que somos cada vez más conscientes de los peligros de su uso, el área tratada con insecticidas en los países desarrollados ha permanecido inmóvil durante la última década (Devine, G. *et al.* 2008).

Las ventas mundiales de agroquímicos van a aumentar alrededor de un 3% al año hasta el 2050. Se calcula que América latina registrará un incremento promedio de 33% en la manufactura de productos químicos entre el 2012 y 2020 (UNEP 2012). En el ámbito mundial los agroquímicos constituyen el 12% de las exportaciones manufactureras, donde el valor de producción de estos supera 1.3 billones de dólares por año y sus volúmenes alcanzan las 400 millones de toneladas por año. La utilización de estos productos en la agricultura representa de un 30 - 35 % de los costos de producción (Martínez, B. 2008).

Por otro lado, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), los casos de intoxicación aguda por plaguicidas son una de las causas más importantes de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. En Nicaragua se reporta que los plaguicidas son la tercera causa de mortalidad (Roa, G. 2000), además, se señala que los países en desarrollo son particularmente vulnerables, pues en ellos coincide una escasa regulación de esos productos, la falta de sistemas de vigilancia, un menor cumplimiento de las normas y un acceso insuficiente a los sistemas de información (Thundiyil, J. *et al.* 2008).

En Nicaragua la principal actividad económica es la agricultura, que según el plan nacional de producción del Ministerio Agropecuario y Forestal, para el ciclo agrícola 2010 – 2011 superó las 1,194,420 hectáreas a nivel nacional, siendo los principales rubros: maíz (381,373.4 Ha), frijol (292,682.8 Ha), café (114,551.9 Ha), arroz (89,668.6 Ha), caña de azúcar (54,845 Ha), sorgo (40,705.8 Ha) y maní (32,814.2 Ha), entre otros. Se estima que en nuestro país los volúmenes de importaciones anuales de productos

químicos para el control de plaga sobre pasa las 6 mil toneladas (MAGFOR 2011). Además, se señala que el 95% de los agricultores usan plaguicidas y tan solo un 5% usa otros métodos alternativos para el control de plagas (Navas, L. 2002).

En la agricultura se utilizan para el manejo de plagas principalmente agroquímicos, los cuales controlan una amplia gama de plagas y enfermedades. Estas plagas que atacan los cultivos, en algunos casos, pueden llegar a producir la pérdida total de las cosechas. Existe una percepción general que el concepto de “manejo integrado de plagas” ha sido o será exitoso en reducir el uso de plaguicidas (Devine, G. *et al.* 2008). Por lo que el desarrollo de ofertas tecnológicas y metodologías de manejo alternativo de plagas amigables con el ambiente, es de vital importancia.

En ese sentido como alternativas a esta problemática generada por los insecticidas químicos, se empezaron a desarrollar de igual forma, una gran cantidad de insecticidas biológicos y botánicos, tales como el neem, *Azadirachta indica*, el Virus de la Poliedrosis Nuclear, hongos como *Beauveria bassiana* y bacterias como *Bacillus thuringiensis*, entre otros. Estos productos desarrollados como alternativas, son específicos y no causan daño en el ambiente. Sin embargo, es necesario determinar el efecto de los mismos y los aditivos usados en su formulación sobre la fauna benéfica.

En el caso del extracto de neem, *A. indica*, desde el punto de vista insecticida la azadiractina es el compuesto más activo y es uno de los pocos insecticidas botánicos con amplio espectro de actividad (Viñuela, E; *et al.* 1998). Estos insecticidas naturales se elaboran en Nicaragua, tanto de manera artesanal como a una escala semindustrial agregando aditivos que podrían aumentar la toxicidad para la fauna benéfica. Por otro lado, el VPN, cuyo ingrediente activo es el Virus de la Poliedrosis Nuclear, es muy específico y no afecta a la fauna benéfica, en cambio la Cipermetrina a pesar de ser un insecticida piretroide, etiqueta verde, ocasiona efectos negativos en la fauna benéfica.

Existen en la actualidad muchos estudios sobre el efecto que tienen los productos utilizados en el control de plagas sobre los organismos a los cuales están dirigidos, pero es muy poca la información en Nicaragua, sobre el efecto que estos tienen sobre el medio ambiente, el hombre y todos los demás organismos, que de forma natural comparten el

agroecosistema del cultivo con las plagas y enfermedades, principalmente los organismos benéficos que intervienen en el control natural de las plagas y enfermedades.

Uno de los organismos de control natural más conocido es el llamado Crisopa o león de áfidos (*Chrysoperla externa*). “Es el crisópido más utilizado en estudios de control biológico debido a su potencial para el uso en programas de manejo integrado de plagas, por ser un depredador generalista, por su elevada capacidad de adaptación y amplia distribución en distintos ecosistemas”(Giffoni, J. *et al.*2007).

Con la realización de este estudio se pretende determinar el efecto que la utilización de insecticidas sintéticos, biológicos, botánicos y los aditivos tienen sobre este organismo benéfico de gran importancia en el control biológico de plagas.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de tres insecticidas: químico, botánico y biológico, sobre la sobrevivencia de poblaciones de un depredador generalista, *Chrysoperla externa*, en condiciones de laboratorio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de diferentes insecticidas en la mortalidad, sobrevivencia y desarrollo de larvas de *Chrysoperla externa*.
- Estimar la concentración letal media (CL₅₀) de cada producto en larvas L₁ de *Chrysoperla externa*.
- Evaluar el efecto en la producción de huevos de *Chrysoperla externa* en una población sobreviviente a la exposición de neem.

III. HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis de investigación

Los productos químicos causan daño tanto en las plagas como en los demás organismos presentes en el agroecosistema, mientras que, los productos de origen natural como los biológicos y los botánicos, por ser específicos, no causan daño más que a los organismos a los cuales esta dirigida su aplicación.

3.2 Hipótesis estadísticas

Ho: Los productos cipermetrina, Virus de la Poliedrosis Nuclear y neem (*Azadirachta indica*) en sus distintas concentraciones causan el mismo efecto sobre la mortalidad *Chrysoperla externa*.

Ha: Los productos cipermetrina, Virus de la Poliedrosis Nuclear y neem (*Azadirachta indica*) en sus distintas concentraciones causan diferentes efectos sobre *Chrysoperla externa*.

Ho: Las distintas concentraciones de neem aplicadas a *Chrysoperla externa* tienen el mismo efecto sobre la oviposición de las hembras sobrevivientes.

Ha: Las distintas concentraciones de neem aplicadas a *Chrysoperla externa* tienen diferentes efectos dependiendo de las concentraciones sobre la oviposición de las hembras sobrevivientes.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Generalidades

El Control de plagas, es la represión de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas, biológicas, botánicas u organismos vivos. Los compuestos químicos que se utilizan en la protección de los cultivos reciben el nombre genérico de *plaguicidas*. Estos compuestos, según su efectividad particular contra insectos, ácaros, ratas, o nematodos, reciben los nombres específicos de *insecticidas*, *acaricidas*, *raticidas* y *nematicidas*, respectivamente. También se incluye a los *herbicidas* y *fungicidas* utilizados para combatir las malezas y las enfermedades fungosas, respectivamente. Estos plaguicidas pueden ser sintéticos, bilógicos o botánicos, en dependencia de su origen y pueden ser clasificados en función de algunas de sus características principales como toxicidad, estructura químicas y sus usos y aplicaciones (Ramírez, J. y Lacasaña, M. 2001).

4.2 Productos químicos

Los insecticidas sintéticos, de acuerdo a su estructura química pueden agruparse en grandes familias, las cuales a su vez pueden llegar a subdividirse basados en otras características. Los grupos o familias de la mayoría de los plaguicidas son los Bpirilos, Carbamatos, Clorados, Clorofenoxiacéticos, Fosforados, Triazinas, Piretroides y naturales y otros como feromonas, esterilizantes químicos, atrayentes, repelentes y hormonas juveniles, para combatir insectos principalmente (García, J. 1997).

4.2.1 Piretroides

Son compuestos de acción insecticida relacionados estructuralmente con aquellos extraídos de las flores de *Pyrethrum* (por ej. piretrinas y cinerinas). Las preparaciones comerciales son más estables, efectivas y solubles que los compuestos de origen natural. Entre los productos más conocidos se encuentran la aletrina, la permetrina, la cipermetrina y la deltametrina (García, J. 1997). En 1998, los piretroides constituían el 40% de las ventas de insecticidas para tratar el algodón a nivel mundial (cipermetrina 8%) y la cipermetrina es uno de los insecticidas más importantes para los cereales y los vegetales del Reino Unido.

4.2.1.1 Cipermetrina

Es un producto sintético cuya estructura está basada en el piretro, un insecticida natural que está contenido en las flores de crisantemo (*Chrysanthemum cinerariifolium*), pero tiene una actividad biológica más alta y es más estable que su modelo natural y actúa como un insecticida, no sistémico, no volátil que actúa por contacto e ingestión, de amplio espectro, con acción sobre una variada gama de insectos voladores y rastreros, un excelente efecto de derribo/volteo (Knock Down), efecto de repelencia y buen efecto residual sobre una amplia variedad de superficies.

Ofrece un control efectivo de insectos y baja toxicidad para los mamíferos. Tiene muy buena efectividad en Lepidópteros, Coleóptero y Hemípteros en los cultivos. La cipermetrina también es utilizada para controlar las moscas y demás insectos en los hábitats de los animales domésticos y plagas que afectan la salud pública como mosquitos y cucarachas.

Su fórmula química es $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$ (1RS)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato de (RS)-ciano-3-fenoxibencilo (IUPAC) y su nombre químico es (RS) alfa-ciano-3-fenoxibencil (1RS, 3RS; 1RS, 3RS)-3(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato.

4.2.1.2 Modo de Acción

La Cipermetrina es un piretroide del tipo II, actúa sobre los canales de sodio (Na+) dependientes de voltaje ubicados en los axones de las neuronas en la membrana nerviosa provocando una intensa actividad repetitiva (bloqueo de la transmisión del influjo nervioso) y en consecuencia la muerte. Tiene acción de contacto e ingestión; también inhibe la alimentación.

La toxicidad oral aguda es de 200-800 mg/kg en ratas. Leve irritación en la dermis, moderada irritación en los ojos. La cipermetrina es un leve irritante ocular y sensibilizante de la dermis. No es mutágeno, teratógeno o carcinógeno y no se acumula en tejidos grasos. Es altamente tóxico para abejas y extremadamente tóxico para peces.

Tiene amplitud de usos en el algodón, los cereales, los vegetales y las frutas, para el almacenaje de la comida, y en la cría de los animales (ENVIRONMENTAL RESEARCH FOUNDATION 1995). Los piretroides sintéticos controlan un amplio rango de insectos en una variedad de cultivos. Desgraciadamente, es de amplio espectro y puede afectar de manera adversa a elementos benéficos que no están dentro de su objetivo, alterando en forma particular los programas del manejo integrado de plagas (MIP).

4.3 Productos de origen natural

Los más utilizados son de origen botánico y en menor escala los biológicos y se les ha empleado principalmente en el control de plagas insectiles. Entre los más conocidos se encuentran la nicotina (*Nicotiana tabacum* y *Nicotina rustica*), la piretrina (*Chrysanthemum cinerariifolium*), la azadirachtina (*Azadirachta indica*), la rotenona (*Derris elliptica* o tuba, *Lonchocarpus nicou*, *Lonchocarpus utilis*, *Lonchocarpus chrysophyllus*, *Tephrosia* y *Milletia*), entre otros. Por lo general son sustancias fácilmente degradables bajo condiciones ambientales y por lo tanto poco persistentes (García, J. 1997).

Los insecticidas botánicos fueron muy populares entre los años 30 y 40, pero fueron desplazados por los insecticidas sintéticos producidos en países industrializados en los años 50 y 60. Sin embargo, se ha incrementado el interés por usar productos botánicos para el manejo de plagas, debido al impacto negativo de los productos sintéticos en el ambiente, la salud humana y por las estrictas regulaciones gubernamentales e internacionales y la creciente demanda de productos alimenticios sanos.

Las plantas con propiedades bioplaguicidas no contaminan el medioambiente, no son tóxicas al hombre ni animales domésticos, pero si pueden ser irritantes, son fáciles de aplicar, no son persistentes, pueden ser selectivos y no dañan los enemigos naturales, no provocan resistencia y son compatibles con otro método de control (Marín 1999).

4.3.1 Insecticida botánico neem

Por poseer el más amplio espectro de acción contra plagas y enfermedades de los cultivos, uno de los productos de origen natural más usados es el aceite o extracto de neem (*Azadirachta indica*), obtenido de las semillas u hojas del árbol del mismo nombre (Ramos S. s.f.).

4.3.1.1 Modo de Acción

El extracto de neem contienen varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides, actualmente se conoce de la existencia de unos 100, siendo el más activo la azadiractina.

La azadiractina es el principal agente de la planta a la hora de combatir los insectos y sus efectos son diversos entre los que se describen: repelente, inhibidor del desarrollo de huevos y larvas, esterilización de adultos y su efecto anti alimentario. De todos estos efectos, se puede decir que actualmente el poder repelente es probablemente el efecto más débil. La actividad anti alimentaria (aunque interesante y valiosa en gran extremo) presenta corta vida y es variable. La más importante cualidad del neem, es el bloqueo en el proceso de metamorfosis de la larvas, también se demostró es eficaz contra el escarabajo de judía mejicano (*Epilachna viriavestis*) y contra el escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*), donde se observó que casi todas las hembras pararon de poner huevos. Algunas hembras habían sido completamente esterilizadas y el efecto era irreversible (Ramos S. s.f.).

Acción repelente, fagodisuasiva o insecticida. Incluye las sustancias que actúan como repelente, fagodisuasivas (anti-alimentaria) o insecticidas. Conduciendo a la muerte del insecto por vía de intoxicación. Algunas sustancias o compuestos de las plantas actúan en varias formas a la vez. Por ejemplo, los extractos con base de neem actúan como insecticidas y a la vez como repelente y ligeramente como fagodisuasivos

Acción por contacto o por ingestión. Las sustancias que actúan por contacto impactan en el sistema nervioso, que es accesible para esta sustancia en toda la superficie del insecto y por la vía respiratoria, conduciendo rápidamente a la muerte ejemplo la nicotina, rotenona, pyrethrina. Estos también inhiben la respiración celular produciendo síntomas como parálisis y muerte. Las sustancias repelentes como la del ajo actúan por contacto, pero por contacto en quimiorreceptores del insecto y no por contacto con la cutícula y nervio.

Acción sobre órganos y moléculas blanco. Estos actúan sobre distintos órganos, grupos de células, glándulas o hasta determinadas moléculas donde interfiere la sustancia. La

Azadiractina actúa en el sistema hormonal, esto es, en las glándulas anexas al cerebro del insecto, también llamada corpora cardíaca y corpora alata, donde se produce la neurohormona PTTH que regula la biosíntesis de las hormonas de metamorfosis y gonadotropie: ecdysona, la hormona juvenil.

Azadiractina inhibe la biosíntesis del PTTH y como consecuencia, no hay biosíntesis de las dos hormonas, donde interfiere el proceso normal de la muda e inhibe la maduración de los huevos. En los primeros estados larvales de los insectos afectados se prologaron por tres semanas en el mismo estadio larval hasta morir, mientras que los estadios L₄ y L₅ llegaron hasta su estado de pupa presentando deformaciones en las alas y otras deficiencias. En los adultos que ingieren gran cantidad de azadiractina presentan una fecundidad reducida.

Se sabe también que el aminoácido no-proteico, el dihidroxy phenylalanin (L-Dopa) interfiere con el aminoácido proteico tyrosin: el insecto lo incorpora por equivocación en la síntesis de su proteína, las cuales resultan inservible y los insectos se mueren por falta de buenas proteínas, esencialmente las que necesitan para formar la cutícula o exoesqueleto de quitina.

4.3.1.2 Productos disponibles a base de neem

Extracto acuoso de semillas molida. Para elaborar este insecticida se trituran las semillas de neem con un molino ya sea manual o eléctrico. Hasta formar una harina lo más fina posible para lograr una mejor mezcla. La mezcla de las semillas de neem molidas con el agua debe hacerse varias horas antes de la aplicación, preferiblemente de 10 a 12 horas, para un mejor desprendimiento de la sustancia. Generalmente se recomienda de 25 a 50 gramos de semillas molidas por litro.

Aceite crudo. Este se obtiene prensando las semillas de neem descascaradas, ya que estas contienen el 40% de aceite de su masa total. Existen métodos de extracción caseros, prensas eléctricas, solventes orgánicas.

Aceite formulado. Existen en el mercado formulaciones concentradas que contienen el 50% del aceite de neem, emulsificadores orgánicos y agua. Para su aplicación se mezcla

con agua a una proporción de 5cc (0.25% de aceite) o 10cc (0.5% aceite) por litro de agua.

Torta de Neem. Este es el residuo de la obtención de aceite de neem a través del prensado y contiene los principios activos en forma más concentrada. La dosis recomendada es de 15gr por litro. Esta es útil para incorporarlas al suelo del semillero para el control de plagas utilizando de 1-2 libras por tarea como repelente.

4.4 Productos biológicos

La utilización de productos biológicos en la agricultura para el control de plaga comprende un amplio rango de organismos, entre los que destacan los hongos y virus entomopatógenos, organismos parasitoides y depredadores que en algunas etapas de su desarrollo se alimentan de otros organismos, casi siempre plagas.

4.4.1 Virus Entomopatógenos

Los virus entomopatógenos son microorganismos específicos que producen enfermedades infecciosas y que se multiplican en los tejidos de los insectos hasta, eventualmente, ocasionar su muerte. Son parásitos intracelulares obligados, pues no pueden reproducirse fuera de la célula huésped, ya que necesitan un organismo vivo para su multiplicación y diseminación (Lobo de Souza y Lecuona. 1996).

Debido a este problema que presentan los virus entomopatógenos se ha desarrollado un método de producción donde se adicionan ciertas sustancias que estabilizan el producto y maximizan su vida útil, la sustancia utilizada en el caso del VPN es caolín ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$). Es silicato de aluminio hidratado formado por la descomposición de feldespato y otros silicatos por la acción del agua y del dióxido de carbono. Es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas y de aprestos para almidonar. También es utilizada en ciertos medicamentos y como agente adsorbente. (WIKIPEDIA s.f.)

Los virus entomopatógenos utilizados para el control de plagas pertenecen a la familia Baculoviridae. Esta familia es la más estudiada hasta el momento, por reunir excelentes características, seguridad para la salud humana y por su especificidad para invertebrados (Rizo, C. y Narváez, C. 2001).

4.4.1.2 Modo de acción

Se puede generalizar el ciclo biológico de los virus tomando como modelo a los baculovirus con cuerpo de inclusión por ser los más estudiados hasta el presente. Los virus penetran al hospedero *per os* con la ingestión de alimentos contaminados con los poliedros, siendo el estado larval el que presenta mayor predisposición.

El estomodeo y proctodeo, los cuales están histológicamente alineados a la cutícula, forman una óptima barrera para la infección. Por lo tanto, el sitio principal para la unión y entrada de las partículas virales, son las células epiteliales del intestino medio. En el intestino de los lepidópteros, el proceso de disolución de las partículas es controlado por la acción del jugo digestivo altamente alcalino (pH 9.5 a 11.5) y posiblemente por la actividad de las proteasas alcalina, asociada a los cuerpos de inclusión derivados de larvas infectadas. Las partículas virales liberadas producen la infección primaria. Se fusionan a la membrana plasmática de la región apical de las microvellocidades del intestino medio y los nucleocápsides desnudos penetran al citoplasma de las células. El genoma es liberado en el núcleo y comienza la replicación del virus. Durante el proceso de infección dos formas de virus son producidos: Virus No Incluso y Virus Incluso, los primeros son responsables de la infección secundaria en el hemocelo y los virus incluso aparecen después en el ciclo de infección como viriones envueltos y embebidos dentro de un cuerpo de inclusión. Esta forma es importante en la transmisión horizontal del virus (Lobo de Souza y Lecuona 1996).

4.4.1.3 Propiedades biológicas del VPN

Especificidad. La especificidad de los microorganismos es un tema muy estudiado y no se pueden generalizar los resultados, sin embargo, se puede decir que en los baculovirus la especificidad varía según la cepa considerada. Según Evans (1986), citado por Lobo de Souza y Lecuona 1996, los virus con cuerpo de inclusión tienden a ser más hospedante específico que los que no presentan dicho cuerpo. Dentro de los baculovirus los virus de la granulosis son considerados más específicos y el virus no inclusivo de *Oryctes* es también relativamente restricto a su hospedante. Los VPN son menos específicos, pero varían desde aquellos que infectan un único hospedante, hasta los que infectan pocas especies del mismo género como el VPN de *Heliothis*, VPN de *Autographa californica* tiene un amplio rango de huéspedes, aproximadamente 34 especies de Lepidópteros.

Transmisión y Dispersión de los VPN. La diseminación de los virus de una generación a otra puede producirse de varias maneras, transovarial (dentro del óvulo) que no es muy frecuente y la transovum que es la más frecuente, o sea la contaminación de la superficie de los huevos, siendo una vía de infección para las larvas que eclosionan de ellos.

Del mismo modo, adultos contaminados, parasitoides, depredadores, viento lluvia, e irrigación son otros factores de diseminación. Entre los agentes diseminantes del virus ciertos enemigos naturales deben ser considerados, entre los parasitoides del orden Hymenoptera, los géneros *Apanteles* y *Chelonus* son capaces de inocular partículas en el momento que parasitan a sus hospedantes (Lobo de Souza y Lecuona 1996).

4.5 Enemigos Naturales

Los depredadores, parasitoides y patógenos actúan como agentes de control natural que, cuando se tratan adecuadamente, determinan la regulación de poblaciones de herbívoros en un agroecosistema particular. Esta regulación se denomina *control biológico de plagas*. Los depredadores que se encuentran más comúnmente y atacan especies de plagas en los cultivos son de las familias: Anthocoridae, Pentatomidae, Reduviidae, Carabidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Chrysopidae, Cecidomyidae, Syrphidae y Formicidae.

4.5.1 *Chrysoperla externa*

El León de áfidos, *Chrysoperla externa*, es un depredador generalista, ampliamente distribuido. Pertenece a la familia Chrysopidae, del orden Neuroptera. Esta familia de insectos es una de las más grandes del orden de los neurópteros, con cerca de 2000 especies descritas que demuestran adaptabilidad a diferentes ambientes, lo que ha permitido una amplia distribución geográfica (Giffoni, J. *et al.* 2007).

Son insectos generalmente verdes, con ojos dorados. Antenas muy delgadas, con alas del mismo tamaño donde las alas anteriores son angostas en la base y con venas verdes. Los huevos son ovipositados sobre las hojas de las plantas, sostenidos por un pedúnculo. Cuando están recién ovipositados son verdes pero después de unos días se tornan grisáceos. (Cano, E. 2001).

Las larvas son de tipo campodeiforme (término usado para describir la forma del cuerpo de las larvas de insectos que han desarrollado bien las patas, antenas y un cuerpo aplanado), son muy móviles y activas, con piezas bucales de tipo masticador, con modificaciones para perforar y chupar. Producen enzimas digestivas que inyectan a sus presas y después las succionan; las mandíbulas son normalmente muy largas y en forma de tenaza, algunas poseen unos cercos laterales y dorsales en el metatórax, los cuales los usan para cargar escombros vegetales, piedrecillas y los exoesqueletos de sus víctimas. En su último estadio larvario construyen cápsulas esféricas de seda, secretada por los tubos de Malpighi modificados.

Las larvas son depredadores muy voraces, oófagos y larvífagos, que se alimentan de cuerpos blandos de insectos y arácnidos, lo mismo que de huevos y larvas de lepidópteros como *Spodoptera sp*, *Tuta absoluta* y *Heliothis zea*, *Heliothis virescens*. Predomina en plantaciones de tomate, maíz, papa, algodón, palma y cítricos. (Iannacone, J. y Lamas, G. 2002). Los neurópteros adultos son de cuerpo verde a pardo pálido, tienen una cabeza hipognata (dirigida hacia abajo) con piezas bucales masticadoras, que pueden estar muy reducidas y ojos dorados o amarillos cobrizos, las antenas son largas y filiformes, y están formadas por muchos artejos o segmentos. Poseen grandes ojos compuestos. Esta familia es cosmopolita, sus miembros habitan especialmente en zonas de gran vegetación y agrícolas.

4.6 Efecto de los plaguicidas en las cadenas tróficas

Los productos químicos, botánicos y/o biológicos usados en el control de plagas tienen un grave efecto sobre las poblaciones de organismos benéficos y controladores biológicos. En algunos casos, cuando se usan productos químicos, el daño es directo ya que mata a los individuos expuestos y en otros afecta indirectamente por que aunque no cause daño al organismo en sí, disminuye las poblaciones de insectos de los que él se alimenta.

Aunque los pesticidas han sido diseñados para ofrecer una alta especificidad de acción, su uso genera innumerables efectos indeseados como la generación de organismos resistentes, la persistencia ambiental de residuos tóxicos y la contaminación de recursos hídricos con degradación de la flora y fauna. Al aparecer resistencia en la especie a combatir se requiere el incremento de las cantidades necesarias de pesticida o la

sustitución por agentes más tóxicos para lograr controles efectivos. Los insecticidas químicos, poseen la capacidad de fijarse en el tejido adiposo de animales y en sustancias de reserva de especies vegetales, esta acumulación desde los herbívoros hasta los carnívoros de 2do y 3er orden pueden llegar a concentraciones peligrosas que pueden producir daño fisiológico, además, estos productos son persistentes en el suelo, esa permanencia favorece su incorporación a las cadenas tróficas y su biomagnificación, la cual consiste en la acumulación gradual y ascendente de residuos de plaguicidas a lo largo de la cadena alimentaria.

La aplicación sistemática de plaguicidas altera los equilibrios existentes en dichas cadenas causando la desaparición o disminución de los enemigos naturales de distintas plagas, de descomponedores de materia orgánica, de incorporadores de nitrógeno y de otras especies vitales para el ambiente como por ejemplo los polinizadores. Además de destruir recursos genéticos y farmacológicos conocidos y otros aún no develados.

El empobrecimiento de la biodiversidad puede conducir a la proliferación de las especies antagónicas de aquellas extinguidas, provocando nuevos desequilibrios ecológicos y nuevas plagas.

El uso de plaguicidas de reconocida peligrosidad, así como el mal uso de estos productos en general, viene dejando secuelas negativas, muchas veces de carácter irreversible, tanto en el ser humano mismo, como en el ambiente. Entre estos puede citarse la intoxicación y destrucción del medio a corto, mediano y largo plazo arrastrando, entre otros, problemas de contaminación en agua, leche materna, suelos y sedimentos, fauna salvaje, atmósfera, alimentos de origen animal y vegetal; la destrucción de hábitats silvestre, así como efectos tóxicos sobre animales domésticos; la contaminación de aguas superficiales y subterráneas; la biomagnificación o bioconcentración, la reducción de los sistemas de producción a causa de la acumulación de sustancias tóxicas; los cambios en la velocidad de descomposición de la materia orgánica en el suelo, del crecimiento microbial, de la biomasa del suelo y en la biodiversidad del mismo, así como en los ciclos de nutrimentos en el suelo como nitrógeno y el proceso de nodulación; alteraciones en las proporciones entre elementos en el suelo que pueden afectar la disponibilidad de estos para las plantas; y finalmente la destrucción catalítica de la capa de ozono.

Con respecto al desarrollo de tolerancia o resistencia a los plaguicidas por varios mecanismos, se reportan la resistencia de aproximadamente 800 especies de insectos a principios de los años 90, en el caso particular de Nicaragua, el picudo del algodón, desarrolló una resistencia 45 veces más a ciertos plaguicidas.

El aumento cuantitativo de la plaga o promoción de otras (resurgimiento de plagas secundarias) como consecuencia de la transformación de especies desconocidas o de poca importancia económica a plagas de primer orden, o al aumentar la susceptibilidad de las plantas al ataque de estas, a raíz de la disminución significativa de las poblaciones de organismos benéficos o enemigos naturales, la de organismos competidores, o ambas, como consecuencia de los efectos colaterales negativos de algunos plaguicidas - a corto y largo plazo- sobre su reproducción, desarrollo o normas de comportamiento.

Otras causas ligadas a la disminución de las poblaciones de enemigos naturales, son la ruptura de la sincronización entre la plaga y sus enemigos naturales; la ruptura de las cadenas alimentarias; los efectos tóxicos de los plaguicidas sobre entomopatógenos, por ejemplo los piretroides sintéticos pueden refrenar la acción controladora de hongos entomopatógenos sobre especies de la familia Tetranychidae; mayor nivel de exposición de los enemigos naturales (García, J. 1997).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del estudio

Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Producción de Virus de la Poliedrosis Nuclear del Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológicos (CIRCB) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-LEON), ubicada de la entrada a La Ceiba 1.5 Km. al oeste, en el periodo comprendido de enero a marzo del 2011.

5.2. Descripción del estudio

5.2.1 Organismos vivos

En este estudio se usó la especie depredadora generalista *Chrysoperla externa* proveniente del Laboratorio de producción de depredadores del CIRCB de la UNAN-León. Se utilizaron larvas del primer instar que fueron alimentadas con huevos de *Sitotroga cerealella* (ver imágenes 1 y 2) durante el tiempo que duró el ensayo, las cuales fueron puestas en jaulas en forma de cilindro fabricadas de envases plásticos de gaseosas y selladas por arriba y por abajo con platos petri y aseguradas con papel parafilm, con dos orificios laterales sellados con malla de mosquitero para facilitar la ventilación dentro de la jaula. En cada jaula se colocaron 10 larvas y se usaron 2 jaulas en cada repetición de cada tratamiento (Ver Anexos imagen 3).

5.2.2. Productos probados

Para este estudio se utilizaron tres productos usados en el control de plagas: 1) insecticida químico cipermetrina; 2) insecticida microbial, Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) crudo y formulado en polvo con caolín; 3) insecticida botánico, neem, artesanal y formulado en aceite.

5.2.3 Diseño del experimento

5.2.3.1 Bioensayos

Bioensayo con cipermetrina. Para cada uno de los bioensayos se usaron 20 larvas por dosis, con tres repeticiones, para un total de 60 larvas por dosis y 360 larvas por bioensayo.

Para montar el bioensayo con cipermetrina se preparó a partir de cipermetrina 2.5 EC, una dilución madre con una concentración de 20,000 partes por millón (ppm), y a partir de ésta se hicieron diluciones seriadas, las cuales fueron 10000, 5000, 2500, 1250, 625 ppm y un testigo absoluto donde solo se usó agua destilada. Los viales conteniendo las diluciones se forraron con papel aluminio para evitar la degradación del producto por radiación y luminosidad (Ver anexos imagen 4).

El segundo bioensayo se realizó con dosis más bajas, al observar la alta e inmediata mortalidad de los tratamientos con cipermetrina. Las dosis se prepararon a partir de la dilución de 625 ppm para obtener diluciones con concentraciones de 200, 100, 50, 25 y 5 ppm.

El bioensayo inició con el testigo, donde se asperjó con un atomizador manual con agua destilada sobre cada jaula (Ver anexos imagen 5), seguidamente se procedió a asperjar de la dosis más baja a la más alta. La aspersión se realizó directa sobre la parte inferior (donde se encontraban las larvas y su alimento) y en la parte superior de cada jaula, asperjando un volumen total por jaula de aproximadamente 0.54 ml.

Dentro de cada jaula, previo a la aspersión, se colocó una cantidad suficiente de huevos de *Sitotroga cerealella*, para que las larvas se alimentaran *ad libitum*, de modo que no hubiera canibalismo y afectara los resultados. (Ver anexo imagen 6). Las tapas de las jaulas fueron aseguradas con papel parafilm para evitar que las larvas escaparan.

Bioensayo con VPN crudo. Se utilizaron 21 larvas equivalentes (LE), las cuales fueron semi-purificadas, para ello se maceraron las larvas con agua destilada, luego se filtraron y el líquido fue puesto en la centrifuga durante un minuto a 3000 revoluciones por minuto (rpm), luego se desechó el sedimento y poniendo el líquido nuevamente en la centrifuga durante 10 minutos a 6000 rpm, después de la cual se desecho el líquido y se guardo el sedimento conteniendo el virus resuspendido en 1.5 ml de agua destilada, en viales de 1.5 ml y fueron puestos en refrigeración.

Haciendo uso de la cámara de Neubauer y un microscopio (Ver anexos imagen 7) se procedió a hacer el conteo de Cuerpos de Inclusión Poliedral (CIP), para determinar la concentración de la solución madre. Las concentraciones usadas fueron 20244, 10123.5,

5062.7, 2530.8 y 1265.4 CIP/ μ l y un testigo con agua destilada. Luego se procedió a realizar el montaje de la misma manera descrita anteriormente con cipermetrina.

Bioensayo con VPN formulado. Se utilizaron 60 LE, las cuales fueron maceradas y coladas. El líquido obtenido se combinó en partes iguales (1:1) con caolín y se mezcló hasta obtener una pasta con la consistencia de una masa de consistencia blanda, la cual fue extendida en una fina capa sobre un trozo de plástico negro puesto sobre una bandeja y se dejó secar por 48 horas (Ver anexos imagen 8). Cuando la masa estuvo seca se procedió a separarla del plástico y molerla para obtener un polvo muy fino, el cual fue puesto en una bolsa plástica y luego en refrigeración. Para hacer las diluciones se procedió a hidratar el polvo y hacer el conteo con la cámara de Neubauer y un microscopio común (Ver anexos imagen 7). Las concentraciones fueron 10000, 5000, 2500, 1250, 625 CIP/ μ l y un testigo con agua destilada. También se utilizó un testigo relativo, el cual consistió en la aplicación de una suspensión de agua con caolín para comprobar si este por sí solo causaba algún efecto sobre las larvas.

Luego se procedió a realizar el montaje del bioensayo de la misma manera que con cipermetrina y VPN crudo.

Bioensayo con neem formulado. Se utilizó aceite de neem puro 100% emulsionable, producido por la UNAN-León a partir de semillas de neem. Se prepararon las diluciones en viales de vidrio de 30 ml usando agua destilada. Las cantidades de producto utilizado en cada dosis fueron estimadas en base a la dosis de campo recomendada, ya que el producto comercial no señala la concentración del o los ingredientes activos (azadirachtina). Para el bioensayo se prepararon cuatro diluciones que contenían 2, 4, 6 y 8 cc de aceite de neem/litro y un testigo con agua destilada. Luego se procedió a montar el bioensayo igual que los anteriores con la diferencia de que se usaron cinco tratamientos y tres repeticiones.

Bioensayo con neem artesanal. Se usó una libra de semillas de neem procedentes de árboles del Campus Agropecuario, las cuales fueron molidas en una máquina de mano y luego se tamizó para obtener un líquido concentrado y puro, el cual se dejó reposar en un envase forrado con papel aluminio durante dos días para luego hacer las diluciones de la misma forma que con el neem comercial y se usaron 2, 4, 6 y 8 cc por litro.

El procedimiento del bioensayo fue igual que los anteriores, usaron cinco tratamientos y tres repeticiones, de igual forma que con el neem formulado.

5.3. Evaluación del efecto del neem en la oviposición

Para evaluar el efecto del neem en la oviposición, se colocaron los adultos que emergieron de larvas sobrevivientes a la exposición de cada una de las dosis en los bioensayos con aceite de neem y neem artesanal en jaulas cilíndricas de cartulina con capacidad de 1200 cm³ y se registró la oviposición diaria hasta que murió el último adulto (Ver anexo Imagen 7).

5.4 Variables evaluadas

Los datos se empezaron a tomar inmediatamente después de la exposición al producto y se monitorearon todos los días hasta que emergieron todos los adultos.

Las variables tomadas fueron: número de larvas muertas, número de larvas que sobrevivieron, tiempo letal en días. Para determinar el efecto del insecticida botánico neem en la oviposición se registró el número de huevos puesto por hembra por tratamiento.

5.5 Análisis de los datos

Se usó una hoja de cálculo de EXCEL para la base de datos. Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS V.15. Para analizar los datos de oviposición se realizó un análisis de regresión para saber si la oviposición está determinada por la variable dependiente dosis del producto insecticida usado.

Para determinar la DL₅₀ de los diferentes tratamientos insecticidas en las larvas de *Chrysoperla externa*, se realizó un análisis probit.

Por último, se realizó un análisis de varianza entre las dosis más bajas de cada uno de los tratamientos, de igual forma se realizó con las dosis más altas para determinar si hay o no diferencias significativas entre los tratamientos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Efecto de los insecticidas químico, botánico y biológico en la sobrevivencia de larvas de *Chrysoperla externa*

La Tabla 1 muestra los resultados de la mortalidad producida por la cipermetrina aplicada en las larvas L₁ de *Chrysoperla externa*. La mortalidad ocasionada fue de 100%, tanto en la dosis más baja de 5ppm, como en la dosis de 10000 ppm probadas en este estudio. Sin embargo, otros investigadores como Viñuela, E. *et al*, 1996 estudiaron el efecto en campo de una piretrina natural y encontraron que causa una reducción de larvas de *Chrysoperla carnea* de un 25%. Además, señalan que esto es debido al bajo poder residual de la misma; por otro lado, los mismos autores indican que en condiciones de laboratorio produjo una elevada mortalidad, lo que coincide con los resultados de este estudio. Estas diferencias de la mortalidad en laboratorio y campo se explican debido a que las larvas en condiciones de laboratorio están confinadas a una superficie tratada, mientras que en campo tienen la posibilidad de desplazarse a zonas no tratadas.

Tabla 1. Porcentaje de mortalidad de 0 a 48 horas en larvas L₁ de *C. externa* aplicadas con diferentes dosis de cipermetrina. Laboratorio de Control Biológico.2011.

Dosis (ppm)	Mortalidad (%)		
	0-12 h	12-24 h	24-48 h
Control	0	0	0
5	0	3.33	96.66
25	0	11.66	88.33
50	0	26.66	73.33
100	0	23.33	76.66
200	0	61.66	38.33
625	100		
1250	100		
2500	100		
5000	100		
10000	100		

Un dato importante de resaltar es que al utilizar dosis de cipermetrina de 200 ppm o menos, la mortalidad no es inmediata, sino que se da entre las 12 - 48 horas después de la aplicación. Entre las 12 a 24 horas se observó que el porcentaje de mortalidad aumenta en la medida que incrementa la dosis, entre 3.33 a 61.66% en las dosis de 5, 25 50, 100 y 200 ppm y que entre las 24 a 48 horas se incrementó la mortalidad en las larvas sobrevivientes, causando finalmente, en todas las dosis el 100% de mortalidad; mientras

que, cuando se aplica en altas concentraciones, ocasiona una mortalidad de 100% en las primeras doce horas después de aplicado los tratamientos, como se muestra en la Tabla 1.

La mortalidad ocasionada demuestra que este producto a pesar de ser un piretroide sintético, clase II moderadamente peligroso, ocasiona un efecto nocivo sobre las muestras evaluadas del depredador generalista. Esto podría ser a consecuencia de que al asperjar este producto se deposita tanto sobre su cuerpo como sobre los insectos de quién se alimenta, en este estudio sobre los huevos de *Sitotroga cerealella*, magnificándose su efecto tóxico.

Por el contrario, los productos biológicos en su mayoría son específicos y en el caso del VPN en sus distintas concentraciones y formulaciones, tanto en la formulación cruda que contiene virus más agua, como el virus formulado que contiene agua más caolín, no ocasionaron la muerte de ninguna larva, como se muestra en la Tabla 2, aun cuando se aplica en concentraciones superiores a 20 mil cuerpos de inclusión poliedral por microlitro de agua, lo que demuestra la inocuidad del producto en *Chrysoperla externa* y confirma su especificidad.

Tabla 2. Porcentaje de mortalidad de larvas de *C. externa* aplicadas con diferentes dosis de Virus Crudo y Virus Formulado. Laboratorio de Control Biológico.2011.

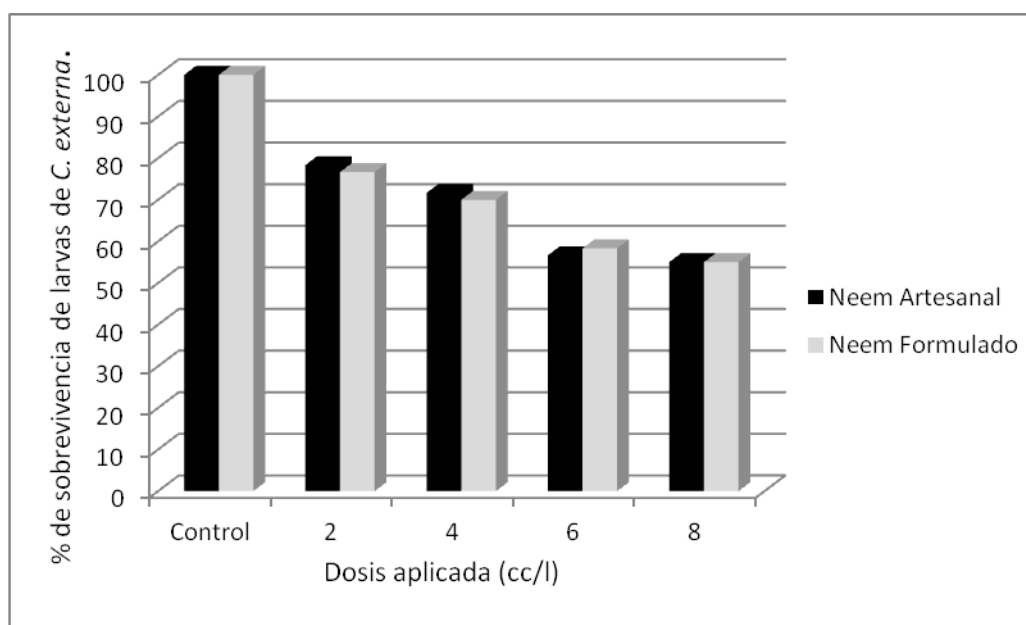
VPN Crudo		VPN Formulado	
Dosis	% Mortalidad	Dosis	% Mortalidad
Control	0	Control	0
1265.4	0	Caolín +agua	0
2530.85	0	625	0
5062.7	0	1250	0
10123.5	0	2500	0
20244	0	5000	0
		10000	0

Según Díaz *et al.*, 2002 señalan que el caolín ocasiona efectos nocivos por su poder abrasivo y deja secuelas en el sistema digestivo de las larvas de *Trichoplusia ni*; sin embargo, en este estudio no se presentó mortalidad en el tratamiento de caolín con agua en las larvas, lo que indica que no afecta negativamente a las larvas de *C. externa*.

En un tercer grupo, entre los productos probados, están los insecticidas de origen botánico, como es el caso del extracto de neem que en comparación con cipermetrina y

VPN sus efectos sobre las larvas estuvieron determinados por la concentración usada como se muestra en la Gráfica 1.

Los efectos de los tratamientos con neem formulado y neem artesanal, al exponer larvas de primer instar de *C. externa* a distintas dosis, demostraron que el porcentaje de sobrevivencia disminuye a medida que se aumenta la concentración del producto (Gráfica 1).



Gráfica 1. Porcentaje acumulado de sobrevivencia de las larvas de *Chrysoperla externa* sometida a diferentes dosis de neem artesanal y neem formulado. Laboratorio de Control Biológico, 2011.

Al realizar el análisis probit, que nos permite determinar la efectividad del neem para ocasionar la muerte en las larvas de *Chrysoperla externa* y determinar cuál concentración es la que mata el 50% de la población de estos depredadores, se obtuvo una CL_{50} de 8.109 cc/l para neem formulado y 8.012 cc/l para neem artesanal (Tabla 3, Anexo 3), con valores de X_2 de 7.35 y 8.09, respectivamente lo que revela un buen ajuste de los datos; y una pendiente con un valor de 1.76 y 1.66, lo que nos indica que a una variación de la dosis varía muy poco la mortalidad, demostrando una baja toxicidad del producto en larvas de *Chrysoperla externa*. Este valor de la CL_{50} nos sugiere que, como la dosis usada en el campo es más baja, el efecto tóxico en las larvas de *Chrysoperla* en los cultivos sería menor.

Tabla 3. Valores de CL₅₀ en larvas de *C. externa* expuesta a neem artesanal y formulado en el Laboratorio de Control Biológico. 2011.

Tratamiento	CL ₅₀	Límites fiduciales		X ²	p
		Superior	Inferior		
Neem artesanal	8.109	-	-	8.09	1.762
Neem formulado	8.012	-	-	7.35	1.663

Al comparar los efectos del neem artesanal y neem formulado en su dosis más baja presenta una diferencia mínima siendo la mortalidad producida por el neem artesanal tan solo 1.67% mayor que el neem formulado, estos productos presentaron un efecto similar en su dosis más alta provocando una mortalidad del 45% cada uno, como se muestra en la Tabla 4. Esto coincide con Iannacone y Lamas (2002) que expresan que en las larvas de primer instar, las concentraciones de 40 mg i.a./l de azadiractina provocaron, por efecto del contacto residual, una mortalidad de 50%, estadísticamente diferentes al testigo absoluto.

Por otro lado, Vogt *et al.* 1998, señalan que el extracto de neem causa una mortalidad muy temprana y directa en el estadio L₁ y ésta aumenta después de los seis días hasta un 100%, contrario a lo encontrado en este estudio, donde la mortalidad ocurre en las larvas L₁ durante las primeras 48 horas después de aplicado el neem artesanal y neem formulado, pero los individuos que sobreviven las primeras 48 horas completan el ciclo larval (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentajes de mortalidad en intervalos de 24 horas posteriores las exposición y porcentaje de sobrevivencia a diferentes dosis de neem artesanal y neem formulado, en larvas de *C. externa*. Laboratorio de Control Biológico, 2011.

Neem artesanal					Neem formulado				
Dosis cc/l	Mortalidad en el intervalo de 0-48 horas (%)				Dosis cc/l	Mortalidad en el intervalo de 0-48 horas (%)			
	0 a 24 Horas	24 a 48 Horas	Mort. Total	% Sobrev.		0 a 24 Horas	24 a 48 Horas	Mort. Total	% Sobrev.
control	0	0	0	100.00	control	0	0	0	100.00
2	8.33	13.33	21.66	78.33	2	8.33	15.00	23.33	76.66
4	13.33	15.00	28.33	71.66	4	16.66	13.33	30.00	70.00
6	28.33	15.00	43.33	56.66	6	25.00	16.66	42.00	58.00
8	31.66	13.33	45.00	55.00	8	30.00	15.00	45.00	55.00

De acuerdo a lo expresado por Iannacone y Lamas 2002, “la azadiractina, a las dosis recomendadas para el control de plagas, pueden ser utilizadas en programas MIP que incluyen el uso de *C. externa*,” pero señalan que es importante seguir algunas

recomendaciones. “Estos productos no deben utilizarse en concentraciones más altas que las recomendadas (4ml/l, ver anexo 6), para evitar efectos negativos en este depredador”.

Esto coincide con los resultados de esta investigación, pues como demuestra la Gráfica 1 y Tabla 4, la mortalidad aumenta cuando se aumenta la concentración del producto. Sin embargo, en condiciones de laboratorio, la dosis de 4cc/l, que se usa en aplicaciones de campo, produjo una mortalidad de 13.33% a las 24 horas y de 15% a las 48 horas o sea una mortalidad total de 28.33% en larvas de *C. externa* aplicadas con el tratamiento neem artesanal y de 16.66% a las 24 horas y 13.33% a las 48 horas con una mortalidad total de 29.99% con el neem formulado.

La Tabla 4 muestra que si se utiliza una dosis más baja (2 cc/l) la mortalidad disminuye en un 7.33% con el neem artesanal y de 6.66% con el neem formulado, pero si se aumenta la concentración a 8 cc/l, la mortalidad aumenta en un 16.66% con el neem artesanal y 15% con el neem formulado.

Para comparar los efectos de los todos los tratamientos, virus crudo y formulado, neem artesanal y formulado con cipermetrina en las larvas, fue necesario realizar una transformación raíz cuadrada de arcoseno de los valores de mortalidad, con el fin de estandarizarlos. El anova con los datos transformados, en las dosis alta de cada uno de los tratamientos, muestra que hay diferencias estadísticas significativas ($F= 5735$, $gl= 14$ y $sig= 0.00$, $p= 0.05$). De igual manera en la dosis baja ($F=2201.78$, $gl=14$, $sig= 0.00$, $p= 0.05$), como se muestra en el Anexo 1, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa de que todos los tratamientos causan diferentes efectos en la población de larvas de *C. externa*. Al realizar la prueba de separación de medias, Duncan los agrupa en tres categorías como se muestra en la Tabla 5, donde se muestra que el efecto del virus en ambas formulaciones son estadísticamente iguales, de igual manera el neem artesanal y el formulado comparten igualdad estadística siendo diferentes a los otros tratamientos.

Tabla 5. Prueba de separación de medias de los porcentajes de mortalidad transformadas.

Tratamiento	Dosis baja		Dosis alta	
	Medias	Sub conjunto *	Medias	Sub conjuntos *
Virus crudo	0	b	0	b
Virus formulado	0	b	0	b
Neem artesanal	1.473	c	1.816	c
Neem formulado	1.506	c	1.82	c
Cipermetrina	2.2	a	2.2	a

* Letras iguales indican igualdad estadística. Duncan al 5%.

6.2. Efecto de los tratamientos en el desarrollo de la larva hasta la pupación

El tiempo que demora el desarrollo desde larvas hasta adulto, en los individuos de *Chrysoperla externa* sobrevivientes a la exposición con neem artesanal, neem formulado, virus crudo y virus formulado, fue similar con 11 días en el estadio larval y de 8.5 días en el estadio de pupa, no habiendo diferencia con respecto al testigo ya que como se muestra en la Tabla 6, el tiempo que duran los diferentes estadios de desarrollo de *C. externa* es el mismo independientemente del producto usado y de las dosis.

Este resultado es similar al demostrado por Núñez 1988, donde en condiciones de humedad y temperatura controlados (25°C y 78% HR) el estadio de larva duró 12 ± 0.5 días y el estadio de pupa 8 ± 0.9 días, pero difiere a los resultados de Giffoni *et al.* 2007, quién probó diferentes tipos de dieta y su efecto en la duración del ciclo de vida de *Chrysoperla externa*, en condiciones de laboratorio con una temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$ y $60 \pm 5\%$ de HR, encontrando que la duración del estadio larvario varía según el tipo de dieta entre 7.7 días hasta 20.3 días. En este estudio la duración del ciclo de vida de las larvas sometidas a los diferentes tratamientos fue similar, ya que la dieta con la que se alimentaron fue la misma en todos los tratamientos. Cabe señalar además, que las condiciones de temperatura en el laboratorio fue de $28 \pm 3^\circ\text{C}$, diferente a la temperatura de los estudios señalados anteriormente. Por otro lado, el metabolismo de los insectos (ectotermos) está determinado por la temperatura, por lo que la duración del ciclo de vida puede ser mayor o menor según sean las temperaturas más bajas o altas, por efecto de la acumulación de temperatura o grados-días, por ello las diferencias en la duración del ciclo a lo reportado por Núñez 1988 y Giffoni *et al.* 2007, con respecto a este estudio.

Tabla 6. Duración del desarrollo desde larva hasta adulto de individuos de *C. externa* sobrevivientes a la exposición con diferentes dosis de distintos productos usados en el control de insectos plaga. Laboratorio de Control Biológico 2011.

Tratamiento	Dosis (cc/l)	Tiempo en días		Tratamiento	Dosis	Tiempo en días		
		Larva	Pupa			Larva	Pupa	
Cipermetrina	Control	11	8.5	VPN crudo	Control	11	8.5	
	Neem Artesanal	Control	11		8.5	1265.4	11	8.5
		2	11		8.5	2530.85	11	8.5
		4	11		8.5	5061.7	11	8.5
		6	11		8.5	10125.5	11	8.5
		8	11		8.5	20244	11	8.5
Neem Formulado	Control	11	8.5	VPN Formulado	Control	11	8.5	
	2	11	8.5		Caolín	11	8.5	
	4	11	8.5		625	11	8.5	
	6	11	8.5		1250	11	8.5	
	8	11	8.5		2500	11	8.5	
					5000	11	8.5	
			10000	11	8.5			

6.3. Efecto de los tratamientos con neem en la emergencia de adultos

En la Tabla 7 se muestran el efecto de las diferentes dosis del neem artesanal como del formulado, en las larvas que sobreviven y empupan. Fue evidente que el número de pupas y la emergencia de adultos disminuyen en la medida que la dosis aumenta en ambos tratamientos. Al realizar el análisis estadístico del número de pupas mostraron en el tratamiento neem artesanal una diferencia estadística significativas ($p=0.5$, $F=50.54$, $gl=14$, $sig=0.000$) y para los adultos de igual manera ($p=0.5$, $F=25.95$, $sig=0.000$) por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad entre los tratamientos y se demuestra que todas las dosis causan un efecto diferente en la emergencia de las pupas y adultos. De igual manera en el tratamiento neem formulado el número de pupas emergidas ($p=0.5$, $F=25.15$, $gl=14$, $sig=0.000$) mostraron diferencias estadísticas significativas y en adultos emergidos también ($p=0.5$, $F=17.42$, $gl=14$, $sig=0.000$) indicando que las dosis aplicadas causan un efecto diferente tanto en los adultos como en las pupas.

Tabla 7. Porcentaje total de adultos emergidos de pupas procedentes de larvas sobrevivientes a la exposición con diferentes dosis de neem artesanal y neem formulado. Laboratorio de control Biológico 2011.

Neem Artesanal				Neem Formulado			
Dosis cc/litros	N° Pupas	N° Adultos	% Emergencia de adultos	Dosis cc/litros	N° Pupas	N° Adultos	% Emergencia de adultos
Control	60a	57a	95	Control	60a	57a	95
2	47a	38a	80,9	2	46a	39ab	84,8
4	43b	34b	79,06	4	43b	36b	83,8
6	34b	26b	76,5	6	35b	29b	82,9
8	33c	25c	75,8	8	33c	26c	78,7

*Letras iguales indican igualdad estadística. Duncan al 5%.

Como se observa en la Tabla 7 se dio una reducción del porcentaje de emergencia de los adultos, de 19 y 18% en la dosis de 2cc/l hasta de un 32 y 31% en la dosis de 8 cc/l en ambos tratamientos. Estos valores indican que a consecuencia de las aplicaciones de neem la población del depredador *Chrysoperla externa* disminuirá en la siguiente generación y por tanto, disminuirá también la regulación de las plagas de las que se alimenta en los cultivos, lo que implica un aumento de la población de las plagas. Estos valores de reducción de los adultos coincide con lo señalado por Medina *et al.* 2002, que expresa que en el caso de azadirachtina se produjo una reducción de 44.1% en la emergencia de adultos con respecto al testigo para la concentración máxima que probaron.

Al hacer la comparación entre las medias de los tratamientos se observa que en todos los casos el tratamiento testigo y la dosis más baja comparten igualdad estadística, pero estos a la vez son diferentes a las dosis de 4 y 6 cc/l que son también iguales y forman un segundo grupo, pero diferente a la dosis más alta que está en un tercer grupo.

Cabe resaltar que en algunos casos las larvas no pudieron tejer completamente el capullo (ver Imagen 9) y a pesar de producir seda, esta era tejida de forma errónea y como lo expresa Medina *et al.* 2002, cuando se produce la muda a pupa, las pupas sin capullo suelen morir, y esto fue lo que sucedió en algunas larvas tratadas con neem.

6.4. Efecto en la oviposición de una población de *C. externa* sobreviviente a la exposición de neem

Al comparar la oviposición de las hembras sobrevivientes en el testigo con respecto a la de las hembras en los tratamientos tanto de neem artesanal como formulado en sus diferentes dosis, se observa una disminución de la misma (Tabla 8).

La postura disminuye en promedio 89 huevos por hembra en la dosis de 2 cc/l y 95 huevos /hembra en la dosis más alta de 8 cc/l en el tratamiento neem artesanal y 70 huevos por hembra en la dosis de 2 cc/l y 195 huevos /hembra en la dosis más alta de 8 cc/l para neem formulado; esta disminución se explica, según Ramos s.f., al efecto de la azadirachtina, que altera el equilibrio hormonal y de esta manera afecta la oviposición.

Estos efectos están asociados principalmente a la acción del neem como inhibidor del sistema endocrino y por tanto, afecta las hormonas que activan el proceso de oviposición (Ramos s.f).

Ramos s.f, en su investigación señala además, que casi todas las hembras del escarabajo de judía mejicano (*Epilachna viriavestis*) y del escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*) tratados con azadirachtina, dejaron de poner huevos y que algunas hembras habían sido completamente estériles.

De igual manera, Aguilera *et al.* (2009) señala que al aplicar diferentes dosis de azadirachtina a brotes de frambueso con los que se alimentaba adultos de *Aegorhinus superciliosus*, la postura disminuyó significativamente con respecto al testigo, lo cual confirma lo demostrado en esta investigación. También Contreras 2011, demuestra un efecto directo del neem al ser aplicados sobre larvas de *Galleria mellonella*, y muestra en sus resultados que, al evaluar el promedio de huevos de las cinco parejas de adultos de cada tratamiento, se observó una diferencia significativa entre el testigo que alcanzó un promedio de 1126.4 huevos y los tratamientos con 15 ppm de azadirachtina con 604.4 huevos.

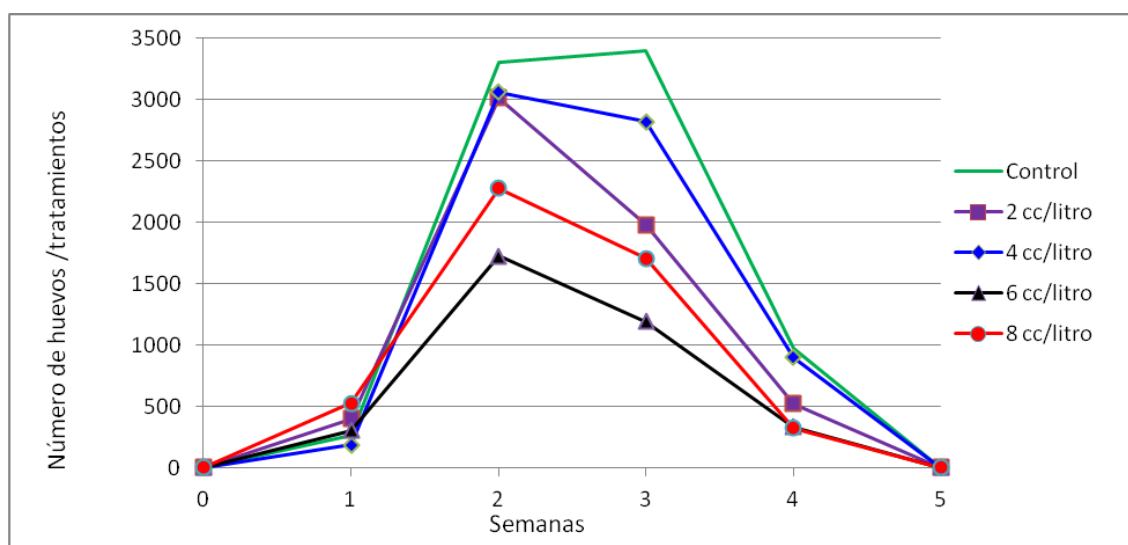
Tabla 8. Promedio de huevos puestos por día, en hembras de *C. externa* sobrevivientes a la exposición a diferentes dosis de neem. Laboratorio de Control Biológico 2011.

Tratamiento	Dosis (cc/l)	N° Hembras	Total Postura	Huevos/Hembra	Huevos/Hembra/Día
Neem Crudo	Control	19	7938	417,79	18.99
	2	18	5914	328,55	14.93
	4	21	6958	331,33	15.06
	6	11	3551	322,82	14.67
	8	15	4830	322,00	14.64
Neem Formulado	Control	23	9628	418,61	19.03
	2	14	4875	348,21	15.83
	4	12	3300	275,00	12.50
	6	15	4165	277,67	12.62
	8	11	2460	223,64	10.17

De acuerdo con el análisis de regresión lineal, existe una alta relación entre la variable dependiente postura/hembra y la variable independiente dosis de neem formulado ($R=0.961$) o sea que a un incremento en la dosis disminuyen las posturas de las hembras sobrevivientes. Por otro lado, el efecto dependiente en esta variable es alto con un 92% ($R^2=0.923$). De igual manera se manifiesta el efecto en el tratamiento neem artesanal donde el grado de asociación entre las variables es de $R=0.769$ y la variabilidad esta influenciada en un 59% ($R^2=0.592$) (ver anexo 4)

Por otro lado, la curva de oviposición de las hembras emergidas de larvas sobrevivientes a la exposición con neem artesanal y neem formulado muestran el comportamiento típico de una curva de oviposición, donde al principio la postura es baja y luego alcanza un pico máximo para luego descender hasta llegar a cero.

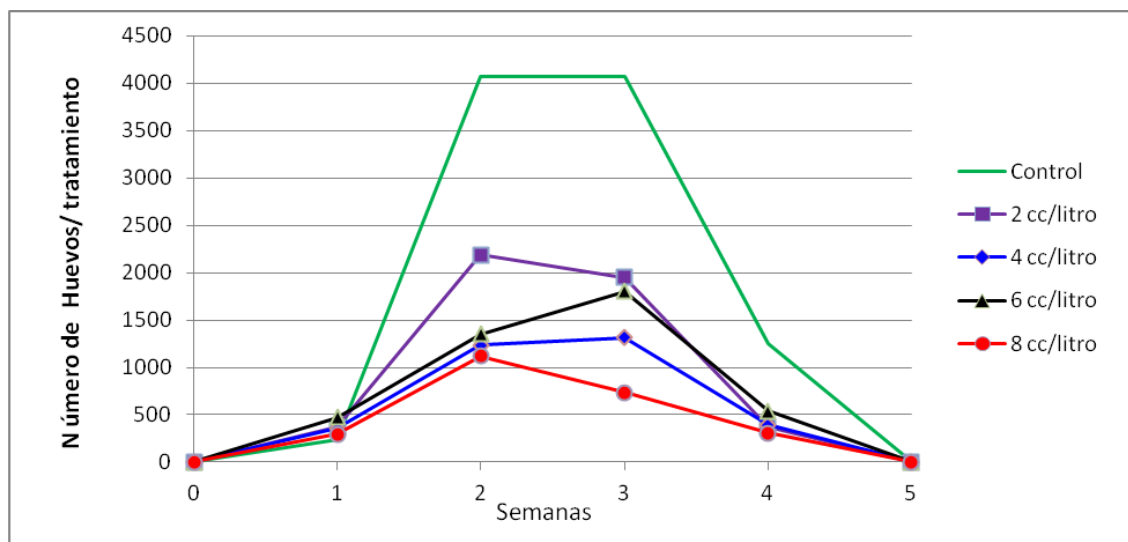
Como lo muestra la Gráfica 2, para neem artesanal, las hembras del testigo alcanza su pico máximo entre la segunda y la tercera semana, mientras que, todas las dosis restantes muestran su pico máximo la semana dos y en las semanas siguientes muestran descenso hasta llegar a cero en la semana cinco. A pesar de que todas las dosis de neem artesanal tienen un efecto en la disminución de la postura, este aparentemente no está determinado por la concentración pues como se observa en la gráfica, la dosis que muestra los niveles más altos de postura después del testigo, es la dosis de 4 cc/l que es la recomendada para el campo, mientras que la dosis de 2 cc/l esta por debajo de esta, lo mismo ocurre con las dosis de 6 y 8 cc/l, donde 6 cc/l obtiene los valores por debajo de la dosis con 8 cc/l.



Gráfica 2. Curva de oviposición de hembras procedentes de larvas tratadas con diferentes dosis de Neem Artesanal.

A diferencia del resultado con neem artesanal, donde todas las dosis alcanzan su pico máximo de postura en la semana dos como se observa en la Gráfica 2, los resultados con neem formulado muestran que solo las dosis de 2 y 8 cc/l alcanzan su pico máximo de postura en la segunda semana, mientras que las dosis de 4 y 6 cc/l alcanza su pico máximo hasta la semana tres como se muestra en la Gráfica 3.

La Gráfica 2 también expresa que la oviposición de las hembras del tratamiento testigo siempre es mayor y muestra diferencias de 248 y 578 huevos en la segunda y tercera semana respectivamente, con respecto a la dosis de 4 cc/l donde la oviposición de las hembras fue similar a las del testigo. A diferencia de esto, en la Gráfica 3 que corresponde a neem formulado el testigo muestra diferencias muy elevadas de 1879 huevos la segunda semana y 2125 huevos la semana 3, esto con respecto a la dosis de 2 cc/l que muestra los valores más cercanos a la oviposición de *Chrysoperla* en el testigo como se observa en la gráfica.



Gráfica 3. Curva de oviposición de hembras procedentes de larvas tratadas con diferentes dosis de neem formulado.

Se observa también que la dosis recomendada de 4 cc/l muestra valores por debajo de los resultados con 6 cc/l. La dosis de 8 cc/l presenta los valores más bajos para el tratamiento con neem formulado.

Todo esto difiere con lo demostrado por Riba y Martí (1996) que muestran en sus resultados que al aplicar azadiractina en el quinto estadio ninfal de *Nezara viridula*, solo la dosis más alta de 20 ng/insecto provoca una disminución del número de huevos/puesta del orden de 33 huevos /insecto, frente a valores del orden de 125 huevos/ insecto para los controles.

De igual manera, Aguilera *et al.* 2009 encontró el mismo efecto en la oviposición, donde al aumentar la dosis de 0.5 a 5 cc/l de neem disminuye la oviposición con respecto al testigo, en un insecto de la Familia Curculionidae, *Aegorhinus superciliosus*. Pero también el mismo autor observó una variación en la respuesta de la oviposición de las hembras en las diferentes dosis aplicadas, tal como se muestra en este estudio en las Gráficas 2 y 3. Lo cual puede ser posible por diferencias individuales en la acumulación de la azadiractina dentro del insecto (variabilidad genética de los individuos de la población).

La duración de la oviposición para hembras que emergieron de larvas sobrevivientes a la exposición con neem artesanal y formulado fue de 23 días, este resultado es muy

diferente a lo encontrado por Núñez (1988), que estudio el ciclo de vida de *C. externa* y encontró que en verano la oviposición duro 36 ± 3.7 días y en invierno 42 ± 3.9 días. Por otro lado, Canard y Semeria 1984 señalan que el período de oviposición está determinado principalmente por las condiciones climáticas. Esto nos indica que no hay un afecto por la aplicación de neem de ambos tratamientos en la oviposición, como se observó en este estudio.

VII. CONCLUSIONES

- El insecticida cipermetrina, independientemente de la concentración que se aplique, es tóxico, produciendo una mortalidad de 100% en las larvas de *Chrysoperla externa*.

- El virus de la poliedrosis nuclear es totalmente inofensivo para larvas de *Chrysoperla externa*, independientemente de las concentraciones en que se aplique, por lo tanto es uno de los productos biológicos más seguros de usar, pues no representa ningún peligro para el hombre ni para la fauna benéfica en el agroecosistema.

- El extracto botánico de neem demostró aumentar la toxicidad sobre las larvas a medida que se aumenta la concentración del producto, obteniendo un CL₅₀ de 8.109 cc/l para neem formulado y 8.012 cc/l para neem artesanal.

- Las hembras emergidas de las larvas que sobrevivieron a la exposición con neem mostraron disminución en el número de huevos con respecto al testigo. Las diferencias aumentaron a medida que aumenta la concentración del producto.

VIII. RECOMENDACIONES

- Hacer pruebas de toxicidad de todos estos productos y con otros productos químicos comerciales de uso frecuente en la agricultura en distintos estadios del desarrollo de *C. externa*.

- Realizar investigaciones sobre la toxicidad y efecto de estos y otros productos químicos, botánicos y biológicos sobre otros organismos benéficos que se usen en control biológico de plagas.

- Hacer uso de extracto de neem en programas de manejo integrado de plagas respetando la dosis recomendada de 4 cc/l.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera *et al.* 2009. Efectividad de la azadirachtina en la inhibición de la embriogénesis de *Aegorhinus superciliosus*. (guérin) (coleóptera: Curculionidae). IDESIA (Chile) Vol. 27, N° 1; 47-55.
- ANTALIEN. Calidad para la agricultura. Ficha técnica Cipermetrina. (on line) Consultado el 13 de febrero del 2012. Disponible en: <http://www.antalien.net/productos/Ficha-Tecnica-Cipermetrina-25-EC.pdf>
- Canard, M. Seméria, Y. y New, T. R. 1984. Biology of Chrysopidae. Spencer, K. A. ed, Editorial Dr. W. Junk Publishers. Volumen 27. Serie entomológica. 294p.
- Cano, V. Enilda. 2001. Cría masiva de *Trichogramma pretiosum*, *Sitotroga cerealella* y *Chrysoperla externa*. In Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 60; 9 3 - 9 6.
- Caolinita. Composición y usos. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. (en línea) Consultado el Lunes 7 de marzo del 2011. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Caol%C3%ADn>
- Contreras N. Luisa. 2011. Utilización de un extracto alcohólico de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) para el control de *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae. Ingeniero Agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile.
- Devine, G., Eza D., Ogusuku E., Furlong M. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. (en línea). Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública.; 25(1): 74-100. Consultado en julio de 2012. Disponible en www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=s1726-4634200800011&script=sci_arttext.
- .Díaz, et al. 2002. Partículas de caolín: efecto sobre la mortalidad y desarrollo de *Trichoplusia ni* Hubner. Boletín de sanidad vegetal. Plagas 20; 177 – 183.
- ENVIROMENTAL RESEARCH FOUNDATION. Riesgos en el uso de la Cipermetrina. (en línea) Tomado de Pesticides News N: 30. Diciembre de 1995, London, pp.20-21. Consultado el Martes 8 de marzo del 2011. Disponible en http://www.rachel.org/files/document/Riesgos_en_el_Uso_de_la_Cipermetrina.htm.

- García G. *et al.* 2008. Efectos adversos de plaguicidas en *Trichogramma westwood* (hymenoptera: trichogrammatidae). Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 7: 177-186.
- García Gonzales, J. E. 1997. Introducción a los plaguicidas. 1. Ed. San José, C. R.: EUNED, 476 p.
- Giffoni, J. *et al.* 2007. Ciclo biológico de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con diferentes presas. (en línea). Bioagro (19)2: 109-113. disponible en bioagro@ucla.edu.ve. Consultado el marzo 2011.
- Iannacone, J. Lamas, G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 65; 92 – 101.
- Lobo de Souza y Lecuona. 1996. Virus Entomopatógenos. *In* Microorganismos Patógenos empleados en el control microbiano e insecto plagas. Lecuona Ed. Diseño gráfico Jorge E. Moreno. Argentina. 73-86 p
- Martínez B, Yader. 2008. Toxicidad del ácido piroleñoso aplicado a áfidos *Mysus persicae* en condiciones de laboratorio. Ingeniero Agroecólogo. León, Nicaragua. UNAN – LEON.
- Marín 1999. Manual de Agricultura Orgánica. León, Nicaragua. 84p
- Medina et al. 2002. Influencia de la ingestión de presa contaminada con tres modernos insecticidas en *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuróptera: Chrysopidae). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 28 (3); 375 – 384.
- Medina, S. Javier. Manejo de plagas con *Trichogramma pretiosum*, nim 20 (*Azadirachta indica*) y el caldo bordelés en los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y maíz (*Zea mays*) en la finca santa Martha. Ingeniero Agroecólogo. León, Nicaragua. UNAN – LEON.
- Ministerio Agropecuario y Forestal. PLAN NACIONAL DE PRODUCCION 2011-2012.
- Navas, L. 2002. Urgen parar uso de plaguicidas. El Nuevo Diario, Managua, Nic. dic.8.

- Núñez. E. 1988. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuróptera, Chrysopidae). Revista Peruana de Entomología 31. 76 - 82.
- Orden Neuróptera, Familia Chrysopidae. Características, hábitos, ciclo de vida e importancia, Biología y ecología. WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Consultado el 10 marzo 2011. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Chrysopidae> y <http://es.wikipedia.org/wiki/Neuroptera>.
- Ramírez, J. Lacasaña, M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Archivos Previos, Riesgos Labor 2001;4(2):67-75
- Ramos R. s/f. Aceite de neem, un insecticida ecológico para la agricultura. (on line) Consultado el martes 8 de marzo del 2011. Disponible en: <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/Neem/neem01.htm>.
- Roa, G. 2000. Plaguicidas: Tercer causa de muerte en Nicaragua. La Prensa, Managua Nic. Dic 3.
- Riba y J. Martí. 1996. Actividad biológica de la azadirachtina sobre *Nezara viridula* (L.). Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 22; 169 – 177.
- Riesgos en el uso de la Cipermetrina. Pesticides News. Consultado el 10 marzo 2011. Disponible en http://www.rachel.org/files/document/Riesgos_en_el_Uso_de_la_Cipermetrina.htm
- Rizo, C. Narváez, C. 2001. Uso y producción de Virus de la Poliedrosis Nuclear en Nicaragua. In Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. . Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 61; 90 - 96.
- Thundiyil, J. *et al.* 2011. Intoxicación aguda por plaguicidas: propuesta de instrumento de clasificación. Boletín de la Organización Mundial de la Salud, Volumen 86, 161-240.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Urgen medidas para reducir los riesgos cada vez mayores que plantean los productos químicos para la salud y el medio ambiente: Informe de la Organización de las Naciones Unidas. (en línea) consultado en agosto 2012. Disponible en www.unep.org/pdf/GCo_PressRelease-Spanish.pdf.

- Viñuela, E et al. 1998. Spinosad y azadirachtina: efectos de dos plaguicidas de origen natural en el chinche depredador *Podisus maculiventris* (Say) (Hemíptera: *Pentatomidae*) Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 24: 57-66.
- Vogt. Et al. 1998. Efectos secundarios de la azadirachtina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuróptera, *Chrysopidae*) Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 24: 67-78.

X. ANEXOS

Anexo 1



Imagen 1. Aplicación de huevos de *Sitotroga cerealella* en jaulas conteniendo larvas L₁ de *C. externa*, previo a la aplicación de los tratamientos.



Imagen 3. Diluciones seriadas de Cipermetrina en viales de 30 cc cubiertos con papel aluminio.



Imagen 2: Diseño de las jaulas donde se realizaron los ensayos.



Imagen 4. Aplicación de los tratamientos con un atomizador manual.



Imagen 5. Conteo de cuerpos de inclusión poliedral para hacer las diluciones en virus crudo y virus formulado.



Imagen 7. Diseño de jaulas para adultos de *C. externa*.



Imagen 6. Secado de la pasta resultado de combinar virus de la poliedrosis nuclear con caolín para preparar virus formulado.



Imagen 8. Larvas de *C. externa* tratadas con neem, que murieron al no poder tejer su capullo.

Anexo 2

Análisis de varianza de la mortalidad en causada por las dosis altas

Descriptivos

Mortalidad

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Neem artesanal	3	1.8200	.00000	.00000	1.8200	1.8200	1.82	1.82
Neem formulado	3	1.8167	.05508	.03180	1.6799	1.9535	1.76	1.87
Virus crudo	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Virus formulado	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Cipermetrina	3	2.2000	.00000	.00000	2.2000	2.2000	2.20	2.20
Total	15	1.1673	.99729	.25750	.6151	1.7196	.00	2.20

Prueba de homogeneidad de varianzas

Mortalidad

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4.797	4	10	.020

ANOVA

Mortalidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13.918	4	3.480	5735.451	.000
Intra-grupos	.006	10	.001		
Total	13.924	14			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Mortalidad

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	Neem artesanal	Neem formulado	.00333	.02011	1.000	-.0629	.0695
		Virus crudo	1.82000(*)	.02011	.000	1.7538	1.8862
		Virus formulado	1.82000(*)	.02011	.000	1.7538	1.8862
		Cipermet	-.38000(*)	.02011	.000	-.4462	-.3138

	Neem formulado	Neem artesanal	- .00333	.02011	1.000	-.0695	.0629
		Virus crudo	1.81667(*)	.02011	.000	1.7505	1.8829
		Virus formulado	1.81667(*)	.02011	.000	1.7505	1.8829
		Cipermetrina	-.38333(*)	.02011	.000	-.4495	-.3171
	Virus crudo	Neem artesanal	-1.82000(*)	.02011	.000	-1.8862	-1.7538
		Neem formulado	-1.81667(*)	.02011	.000	-1.8829	-1.7505
		Virus formulado	.00000	.02011	1.000	-.0662	.0662
		Cipermetrina	-2.20000(*)	.02011	.000	-2.2662	-2.1338
	Virus formulado	Neem artesanal	-1.82000(*)	.02011	.000	-1.8862	-1.7538
		Neem formulado	-1.81667(*)	.02011	.000	-1.8829	-1.7505
		Virus crudo	.00000	.02011	1.000	-.0662	.0662
		Cipermetrina	-2.20000(*)	.02011	.000	-2.2662	-2.1338
	Cipermetrina	Neem artesanal	.38000(*)	.02011	.000	.3138	.4462
		Neem formulado	.38333(*)	.02011	.000	.3171	.4495
		Virus crudo	2.20000(*)	.02011	.000	2.1338	2.2662
		Virus formulado	2.20000(*)	.02011	.000	2.1338	2.2662

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Mortalidad

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3	1	
HSD de Tukey(a)	Virus crudo	3	.0000		
	Virus formulado	3	.0000		
	Neem formulado	3		1.8167	
	Neem artesanal	3		1.8200	
	Cipermetrina	3			2.2000
Duncan(a)	Sig.		1.000	1.000	1.000
	Virus crudo	3	.0000		
	Virus formulado	3	.0000		
	Neem formulado	3		1.8167	
	Neem artesanal	3		1.8200	
Duncan(a)	Cipermetrina	3			2.2000
	Sig.		1.000	.872	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Análisis de varianza de la mortalidad en dosis baja

Descriptivos

Mortalidad

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Neem artesanal	3	1.4733	.05774	.03333	1.3299	1.6168	1.44	1.54
Neem formulado	3	1.5067	.05774	.03333	1.3632	1.6501	1.44	1.54
Virus crudo	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Virus formulado	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
Cipermetrina	3	2.2000	.00000	.00000	2.2000	2.2000	2.20	2.20
Total	15	1.0360	.91637	.23660	.5285	1.5435	.00	2.20

Prueba de homogeneidad de varianzas

Mortalidad

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
12.000	4	10	.001

ANOVA

Mortalidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	11.743	4	2.936	2201.780	.000
Intra-grupos	.013	10	.001		
Total	11.756	14			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Mortalidad

HSD de Tukey	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
	Neem artesanal	Neem formulado	-.03333	.02981	.794	-.1315	.0648
		Virus crudo	1.47333(*)	.02981	.000	1.3752	1.5715
		Virus formulado	1.47333(*)	.02981	.000	1.3752	1.5715
		Cipermetrina	-.72667(*)	.02981	.000	-.8248	-.6285
	Neem formulado	Neem artesanal	.03333	.02981	.794	-.0648	.1315
		Virus crudo	1.50667(*)	.02981	.000	1.4085	1.6048
		Virus formulado	1.50667(*)	.02981	.000	1.4085	1.6048
		Cipermetrina	-.69333(*)	.02981	.000	-.7915	-.5952
	Virus crudo	Neem artesanal	-1.47333(*)	.02981	.000	-1.5715	-1.3752
		Neem formulado	-1.50667(*)	.02981	.000	-1.6048	-1.4085
		Virus formulado	.00000	.02981	1.000	-.0981	.0981
		Cipermetrina	-2.20000(*)	.02981	.000	-2.2981	-2.1019

Virus formulado	Neem artesanal	-1.47333(*)	.02981	.000	-1.5715	-1.3752
	Neem formulado	-1.50667(*)	.02981	.000	-1.6048	-1.4085
	Virus crudo	.00000	.02981	1.000	-.0981	.0981
	Cipermetrina	-2.20000(*)	.02981	.000	-2.2981	-2.1019
Cipermetrin a	Neem artesanal	.72667(*)	.02981	.000	.6285	.8248
	Neem formulado	.69333(*)	.02981	.000	.5952	.7915
	Virus crudo	2.20000(*)	.02981	.000	2.1019	2.2981
	Virus formulado	2.20000(*)	.02981	.000	2.1019	2.2981

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Mortalidad

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05			
		2	3	1	
HSD de Tukey(a)	Virus crudo	3	.0000		
	Virus formulado	3	.0000		
	Neem artesanal	3		1.4733	
	Neem formulado	3		1.5067	
	Cipermetrina	3			2.2000
Duncan(a)	Sig.		1.000	.794	1.000
	Virus crudo	3	.0000		
	Virus formulado	3	.0000		
	Neem artesanal	3		1.4733	
	Neem formulado	3		1.5067	
Cipermetrina		3			2.2000
	Sig.		1.000	.290	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Anexo 3

Analisis probit para determinar DL50 para neen formulado.

Analisis Probit Neem formulado

Información sobre los datos

		Nº de casos
Válidos		5
Rechazados	Perdidos	0
	La transformación log no se puede realizar	0
	Número de respuestas > Número de sujetos	0
Grupo control		0

Información sobre la convergencia

	Número de iteraciones	Solución óptima encontrada
PROBIT	13	Sí

Estimaciones de los parámetros

Parámetro	Estimación	Error típico	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
PROBIT(a)	Dosis	1.762	.383	4.597	.000	1.011	2.513
	Intersección	-1.601	.413	-3.877	.000	-2.014	-1.188

a Modelo PROBIT: $PROBIT(p) = \text{Intersección} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo en base 10.000.)

Covarianzas y correlaciones de estimaciones de los parámetros

		Dosis	Respuesta natural
PROBIT	Dosis	.147	.636
	Respuesta natural	.023	.009

Covarianzas (abajo) y correlaciones (arriba).

Estimación de tasa de respuesta natural(a)

	Estimación	Error típico
PROBIT	.000	.095

a No se ha proporcionado el grupo control.

Contrastes de chi-cuadrado

		Chi-cuadrado	gl(a)	Sig.
PROBIT	Contraste de la bondad de ajuste de Pearson	8.097	2	.017(b)

a Los estadísticos basados en casos individuales difieren de los estadísticos basados en casos agregados.

b Como el nivel de significación es menor que .150, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

Residuos y frecuencias de casillas

Número	Dosis	Número de sujetos	Respuestas observadas	Respuestas esperadas	Residuos	Probabilidad
--------	-------	-------------------	-----------------------	----------------------	----------	--------------

PROBIT	1	.000	60	0	3.279	-3.279	.055
	2	.301	60	14	8.524	5.476	.142
	3	.602	60	18	17.661	.339	.294
	4	.778	60	25	24.531	.469	.409
	5	.903	60	27	29.751	-2.751	.496

Límites de confianza

Probabilidad	Límites de confianza al 95% para Dosis			Límites de confianza al 95% para log(Dosis)(a)		
	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT(b)	.010	.388	.	-0.412	.	.
	.020	.554	.	-.257	.	.
	.030	.694	.	-.159	.	.
	.040	.823	.	-.085	.	.
	.050	.945	.	-.025	.	.
	.060	1.063	.	.026	.	.
	.070	1.178	.	.071	.	.
	.080	1.293	.	.111	.	.
	.090	1.406	.	.148	.	.
	.100	1.519	.	.182	.	.
	.150	2.093	.	.321	.	.
	.200	2.699	.	.431	.	.
	.250	3.358	.	.526	.	.
	.300	4.086	.	.611	.	.
	.350	4.901	.	.690	.	.
	.400	5.823	.	.765	.	.
	.450	6.881	.	.838	.	.
	.500	8.109	.	.909	.	.
	.550	9.557	.	.980	.	.
	.600	11.293	.	1.053	.	.
	.650	13.419	.	1.128	.	.
	.700	16.093	.	1.207	.	.
	.750	19.581	.	1.292	.	.
	.800	24.362	.	1.387	.	.
	.850	31.426	.	1.497	.	.
	.900	43.294	.	1.636	.	.
	.910	46.777	.	1.670	.	.
	.920	50.879	.	1.707	.	.
	.930	55.806	.	1.747	.	.
	.940	61.875	.	1.792	.	.
	.950	69.606	.	1.843	.	.
	.960	79.932	.	1.903	.	.
	.970	94.749	.	1.977	.	.
	.980	118.781	.	2.075	.	.
	.990	169.622	.	2.229	.	.

a Base del logaritmo = 10.

b Se utiliza un factor de heterogeneidad.

Analisis probit para determinar DL50 para **neen artesanal**

Información sobre los datos

		Nº de casos
Válidos		5
Rechazados	Perdidos	0
	La transformación log no se puede realizar	0
	Número de respuestas > Número de sujetos	0
Grupo control		0

Información sobre la convergencia

	Número de iteraciones	Solución óptima encontrada
PROBIT	13	Sí

Estimaciones de los parámetros

Parámetro	Estimación	Error típico	Z	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PROBIT(a) Dosis	1.840	.398	4.620	.000	1.059	2.621
Intersección	-1.663	.421	-3.951	.000	-2.084	-1.242

a Modelo PROBIT: $PROBIT(p) = \text{Intersección} + BX$ (Las covariables X se transforman utilizando el logaritmo en base 10.000.)

Covarianzas y correlaciones de estimaciones de los parámetros

		Dosis	Respuesta natural
PROBIT	Dosis	.159	.653
	Respuesta natural	.024	.008

Covarianzas (abajo) y correlaciones (arriba).

Estimación de tasa de respuesta natural(a)

	Estimación	Error típico
PROBIT	.000	.091

a No se ha proporcionado el grupo control.

Contrastes de chi-cuadrado

		Chi-cuadrado	gl(a)	Sig.
PROBIT	Contraste de la bondad de ajuste de Pearson	7.353	2	.025(b)

a Los estadísticos basados en casos individuales difieren de los estadísticos basados en casos agregados.

b Como el nivel de significación es menor que .150, se utiliza un factor de heterogeneidad en el cálculo de los límites de confianza.

Residuos y frecuencias de casillas

Número	Dosis	Número de sujetos	Respuestas observadas	Respuestas esperadas	Residuos	Probabilidad
--------	-------	-------------------	-----------------------	----------------------	----------	--------------

PROBIT	1	.000	60	0	2.889	-2.889	.048
	2	.301	60	13	8.022	4.978	.134
	3	.602	60	17	17.364	-.364	.289
	4	.778	60	26	24.517	1.483	.409
	5	.903	60	27	29.971	-2.971	.500

Límites de confianza

Probabilidad	Límites de confianza al 95% para Dosis			Límites de confianza al 95% para log(Dosis)(a)		
	Estimación	Límite inferior	Límite superior	Estimación	Límite inferior	Límite superior
PROBIT(b)	.436	.	.	-.360	.	.
.010	.613	.	.	-.212	.	.
.020	.761	.	.	-.118	.	.
.030	.896	.	.	-.048	.	.
.040	1.023	.	.	.010	.	.
.050	1.145	.	.	.059	.	.
.060	1.264	.	.	.102	.	.
.070	1.381	.	.	.140	.	.
.080	1.497	.	.	.175	.	.
.090	1.612	.	.	.207	.	.
.100	2.190	.	.	.341	.	.
.150	2.795	.	.	.446	.	.
.200	3.445	.	.	.537	.	.
.250	4.157	.	.	.619	.	.
.300	4.947	.	.	.694	.	.
.350	5.835	.	.	.766	.	.
.400	6.846	.	.	.835	.	.
.450	8.012	.	.	.904	.	.
.500	9.376	.	.	.972	.	.
.550	11.001	.	.	1.041	.	.
.600	12.976	.	.	1.113	.	.
.650	15.443	.	.	1.189	.	.
.700	18.633	.	.	1.270	.	.
.750	22.967	.	.	1.361	.	.
.800	29.307	.	.	1.467	.	.
.850	39.827	.	.	1.600	.	.
.900	42.890	.	.	1.632	.	.
.910	46.484	.	.	1.667	.	.
.920	50.785	.	.	1.706	.	.
.930	56.060	.	.	1.749	.	.
.940	62.749	.	.	1.798	.	.
.950	71.634	.	.	1.855	.	.
.960	84.299	.	.	1.926	.	.
.970	104.668	.	.	2.020	.	.
.980	147.215	.	.	2.168	.	.
.990	

a Base del logaritmo = 10.

b Se utiliza un factor de heterogeneidad.

Anexo 4

Análisis de Regresión de Neem formulado, Dosis-posturas

REGRESSION

```

/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS CI R ANOVA
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT posturahembra
/METHOD=ENTER Dosis
/RESIDUALS DURBIN HIST(ZRESID) NORM(ZRESID) .
    
```

Variables introducidas/eliminadas (b)

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Dosis(a)	.	Introducir

a Todas las variables solicitadas introducidas

b Variable dependiente: posturahembra

Resumen del modelo (b)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.961(a)	.923	.897	24.29535	2.128

a Variables predictoras: (Constante), Dosis

b Variable dependiente: posturahembra

ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	21204.183	1	21204.183	35.923	.009(a)
	Residual	1770.792	3	590.264		
	Total	22974.975	4			

a Variables predictoras: (Constante), Dosis

b Variable dependiente: posturahembra

Coefficientes(a)

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.				B	Error típ.
1	(Constante)	446.770	25.481		17.533	.000	365.678	527.862
	Dosis	-46.048	7.683	-.961	-5.994	.009	-70.498	-21.598

a Variable dependiente: posturahembra

Estadísticos sobre los residuos(a)

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	216.5300	400.7220	308.6260	72.80828	5
Residuo bruto	-33.62600	17.88800	.00000	21.04039	5
Valor pronosticado tip.	-1.265	1.265	.000	1.000	5
Residuo tip.	-1.384	.736	.000	.866	5

a Variable dependiente: posturahembra

Histograma

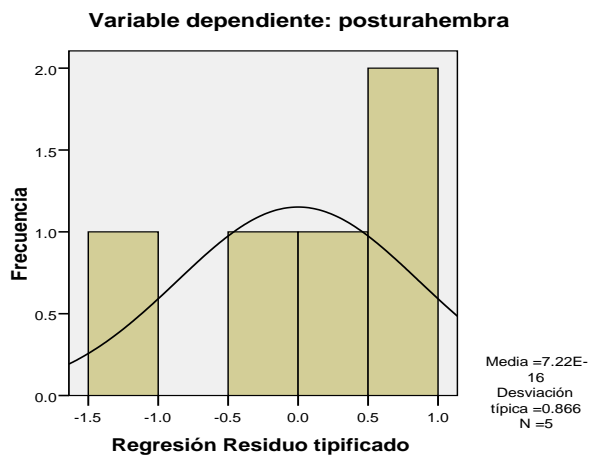
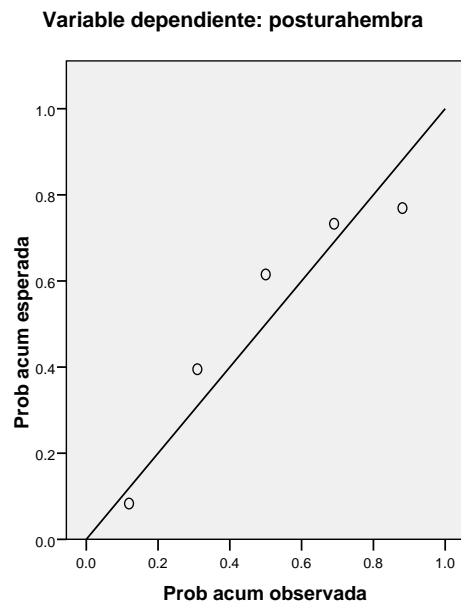


Gráfico P-P normal de regresión Residuo tipificado



Regresión lineal Neem artesanal, Dosis posturas

```
REGRESSION  
/MISSING LISTWISE  
/STATISTICS COEFF OUTS CI R ANOVA  
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)  
/NOORIGIN  
/DEPENDENT posturahembra
```

/METHOD=ENTER Dosis
 /RESIDUALS DURBIN HIST(ZRESID) NORM(ZRESID) .

Variables introducidas/eliminadas(b)

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Dosis(a)	.	Introducir

a Todas las variables solicitadas introducidas

b Variable dependiente: posturahembra

Resumen del modelo(b)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	.769(a)	.592	.456	30.21257	1.988

a Variables predictoras: (Constante), Dosis

b Variable dependiente: posturahembra

ANOVA(b)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3974.840	1	3974.840	4.355	.128(a)
	Residual	2738.397	3	912.799		
	Total	6713.237	4			

a Variables predictoras: (Constante), Dosis

b Variable dependiente: posturahembra

Coefficientes(a)

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confianza para B al 95%	
		B	Error típ.	Beta	Límite inferior	Límite superior	B	Error típ.
1	(Constante)	404.721	31.687		12.772	.001	303.878	505.564
	Dosis	-19.937	9.554	-.769	-2.087	.128	-50.342	10.468

a Variable dependiente: posturahembra

Estadísticos sobre los residuos(a)

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típ.	N
Valor pronosticado	305.0360	384.7840	344.9100	31.52316	5
Residuo bruto	-34.23700	33.00600	.00000	26.16485	5
Valor pronosticado típ.	-1.265	1.265	.000	1.000	5
Residuo típ.	-1.133	1.092	.000	.866	5

a Variable dependiente: posturahembra

Histograma

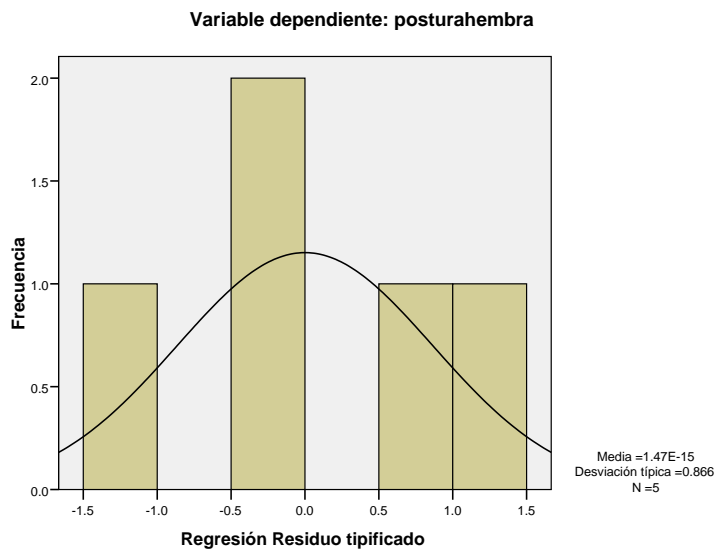
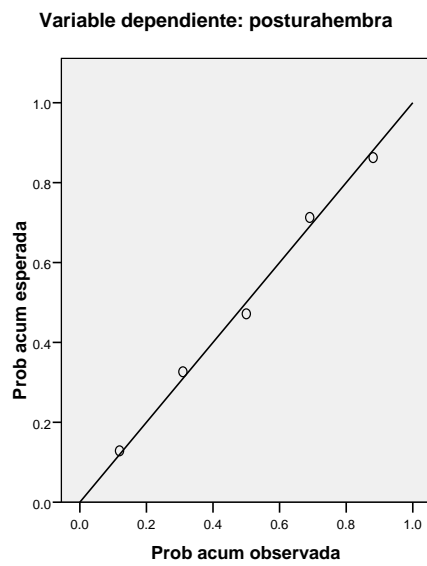


Gráfico P-P normal de regresión Residuo tipificado



Anexo 5

Análisis de varianza de una vía para el tratamiento neem artesanal

ANOVA de un factor

Descriptivos

pupas

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
	Límite inferior	Límite superior		Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Control	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00
2	3	15.6667	.57735	.33333	14.2324	17.1009	15.00	16.00
4	3	14.3333	1.15470	.66667	11.4649	17.2018	13.00	15.00
6	3	11.3333	1.52753	.88192	7.5388	15.1279	10.00	13.00
8	3	11.0000	.00000	.00000	11.0000	11.0000	11.00	11.00
Total	15	14.4667	3.48193	.89903	12.5384	16.3949	10.00	20.00

Prueba de homogeneidad de varianzas

pupas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5.778	4	10	.011

ANOVA

pupas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	161.733	4	40.433	50.542	.000
Intra-grupos	8.000	10	.800		
Total	169.733	14			

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

pupas

Duncan

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
8	3	11.0000		
6	3	11.3333		
4	3		14.3333	
2	3		15.6667	
Control	3			20.0000
Sig.		.658	.098	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Neem artesanal

ONEWAY

adultos BY tratamientos
 /STATISTICS DESCRIPTIVES HOMOGENEITY
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC = DUNCAN ALPHA(.05).

ANOVA de un factor

Descriptivos

adultos

	N	Media		Desviación típica		Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo		Máximo	
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Control	3		19.0000	.00000	.00000	19.0000	19.0000	19.00	19.00		
2	3		12.6667	2.51661	1.45297	6.4151	18.9183	10.00	15.00		
4	3		12.6667	.57735	.33333	11.2324	14.1009	12.00	13.00		
6	3		9.0000	1.00000	.57735	6.5159	11.4841	8.00	10.00		
8	3		8.6667	1.52753	.88192	4.8721	12.4612	7.00	10.00		
Total	15		12.4000	4.03201	1.04106	10.1671	14.6329	7.00	19.00		

Prueba de homogeneidad de varianzas

adultos

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2.818	4	10	.084

ANOVA

adultos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	207.600	4	51.900	25.950	.000
Intra-grupos	20.000	10	2.000		
Total	227.600	14			

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

adultos

Duncan

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
8	3	8.6667		

6	3	9.0000		
2	3		12.6667	
4	3		12.6667	
Control	3			19.0000
Sig.		.779	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

ANOVA de un factor adultos con neem formulado

Descriptivos

adultos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	3	19.0000	1.00000	.57735	16.5159	21.4841	18.00	20.00
2	3	13.3333	1.15470	.66667	10.4649	16.2018	12.00	14.00
4	3	12.0000	2.00000	1.15470	7.0317	16.9683	10.00	14.00
6	3	10.3333	2.08167	1.20185	5.1622	15.5045	8.00	12.00
8	3	8.0000	2.00000	1.15470	3.0317	12.9683	6.00	10.00
Total	15	12.5333	4.08598	1.05500	10.2706	14.7961	6.00	20.00

Prueba de homogeneidad de varianzas

adultos

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.519	4	10	.724

ANOVA

adultos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	204.400	4	51.100	17.420	.000
Intra-grupos	29.333	10	2.933		
Total	233.733	14			

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

adultos

Duncan

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
8	3	8.0000		
6	3	10.3333	10.3333	

4	3		12.0000	
2	3		13.3333	
Control	3			19.0000
Sig.		.126	.067	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

ANOVA de un factor, pupa

Descriptivos

pupas

	N	Media		Desviación típica		Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior		
Control	3	20.0000	.00000	.00000	20.0000	20.0000	20.00	20.00	
2	3	15.3333	.57735	.33333	13.8991	16.7676	15.00	16.00	
4	3	14.0000	1.00000	.57735	11.5159	16.4841	13.00	15.00	
6	3	11.6667	2.30940	1.33333	5.9298	17.4035	9.00	13.00	
8	3	11.0000	1.00000	.57735	8.5159	13.4841	10.00	12.00	
Total	15	14.4000	3.48056	.89868	12.4725	16.3275	9.00	20.00	

Prueba de homogeneidad de varianzas

pupas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
4.971	4	10	.018

ANOVA

pupas

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	154.267	4	38.567	25.152	.000
Intra-grupos	15.333	10	1.533		
Total	169.600	14			

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

pupas

Duncan

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	3	1
8	3	11.0000		
6	3	11.6667		
4	3		14.0000	
2	3		15.3333	
Control	3			20.0000
Sig.		.525	.217	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

ANEXO 6

Etiqueta comercial de neem formulado

Principio activo: Aceite de Nim 80%

Emulsificantes: 20%

Densidad: 0.928-0.938

Modo de Actuar: Repelencia, afección de respiración y desarrollo, reducción de fecundidad.

Concentraciones a usar: 4cc/litro de agua (80cc/20 litros)

5-10 cc/litro de agua con alta incidencia de mosca blanca.

¡OJO! En semilleros solo 2cc/litro de agua.

¡AGITAR EL ENVASE ANTES DE USAR!

UNAN-AZA
ACEITE NEEMPURO
EMULSIONABLE 100%
INSECTICIDA ORGANICO



UNAN-León

Teléfono: (505) 311-2614 – Ext. 265
Fax: (505) 311-4012

Producto Centroamericano
Hecho en Nicaragua

Aplicación: Fumigar en gotas muy finas mojando totalmente la planta.

Almacenaje: En lugar fresco, seco y oscuro.
¡Mantener alejado de niños!

Vencimiento: Este Producto mantiene su eficacia hasta:

Envase reutilizable solo para este mismo producto.

LIGERAMENTE TOXICO POR LOS INGREDIENTES EMULSIFICANTES

Calculo de la dosis de Cipermetrina

Cipermetrina 25% i.a.= 250,000 ppm

Preparación de solución madre

Volumen de la solución madre a preparar: 100ml

$$V1 = \frac{V2C2}{C1} = 100\text{ml} * 20,000\text{ppm} / 250,000\text{ppm} = 8 \text{ ml de ingrediente activo}$$

4ml de cipermetrina + 96 ml de agua

Soluciones seriadas

No dosis	Volumen total	Concentración	Vol de soluc. madre	Vol de agua
Solución madre	100 ml	20000	8ml de cipermetrina	92 ml
1	100 ml	10000	50	50
2	100 ml	5000	50	50
3	100 ml	2500	50	50
4	100 ml	1250	50	50
5	100 ml	625	50	50