

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN – LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA



Toxicidad del ácido piroleñoso aplicado a áfidos (*Myzus persicae*) en condiciones de laboratorio, en el campus agropecuario de UNAN – León, del periodo de mayo a octubre del 2006.

Presentado por

Br. YADER ANTONIO MARTINEZ BARRERA.

**PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN AGROECOLOGIA
TROPICAL.**

Tutor (es)

Ing. MIGUEL JERÓNIMO BARCENAS.

Ing. JORGE LUÍS ROSTRAN.

Asesor.

M. Sc. ROLANDO MARTÍNEZ.

enero, 2008

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por haberme dado la vida y las facultades con que llegue al final de mi carrera y así poder culminar exitosamente este trabajo.

A todos mis compañeros que tomamos el camino de la luz y del saber para ser alguien en la vida y estar consientes con los problemas de la sociedad.

A todos mis maestros que estuvieron ahí presente en estos años guiándome y que su esfuerzo y empeño pudo verse reflejado en mí.

A mi tutor **Ing. Miguel Jerónimo Barcenás** e **Ing. Jorge Luís Rostrán** especialmente a mi Asesor **M. Sc. Rolando Martínez Guadamuz** quienes con su paciencia y orientación hicieron posible la culminación de este trabajo, igualmente a mi maestra **M. Sc. Carmen Marina Rizo**.

A Msc. Wilber Salazar, por haberme permitido el uso de las instalaciones del laboratorio de fitopatología y por el apoyo brindado.

Al proyecto CNRA (Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura), por haberme permitido la utilización de los equipos e instalaciones.

Yader **M**artínez **B**arrera

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso; por darme la vida y la alegría que siempre me ha caracterizado.

A MI ADORADA MADRE: SANTOS del SOCORRO BARRERA LARA, que todo su amor y sacrificio derramado, hoy puedo verse reflejado en mí. **Gracias por la vida.**

A MIS QUERIDOS HERMANOS: HENRY MANUEL MARTINEZ BARRERA, MARCIAL, CRISTINA ISABEL, JUANA YESSSENIA, JOSE SANTOS TORREZ BARRERA, BISMARCK RODRIGUEZ BARRERA, que han estado ahí siempre proporcionándome el apoyo moral necesario para que nunca desistiese y así poder culminar esta etapa de mi vida. **¡Muchachos infinitas gracias!**

A toda mi familia, a mi abuela, a mis Tías, a mis Tíos y a todos mis Primos que me dieron la mano y siempre los encontré cuando mas los necesite, Dándome los consejos para que fuese lo que soy. **Gracias.**

A MIS TIERNAS HIJAS: OSIRIS ANTONIA MARTINEZ y MARILYN MERCEDES MARTINEZ por darme alegría y fuerzas para continuar superándome como persona, profesional y como padre día a día. **A MI ESPOSA, ADELAYDA TRUJILLOS MENDOZA**, que es fuente de apoyo y superación, en mi existencia y el andar de la vida.

A todos ustedes que estuvieron ahí dándome su hombro, comprensión y amor para que no desistiera en los momentos más difíciles de mi etapa como estudiante y como persona, enseñándome valores, actitudes y aptitudes positivas para mi formación y ser una persona más conciente día a día con los problemas de la sociedad. **¡Gracias a ustedes!**

RESUMEN

Acido piroleñoso es la condensación del humo producto de la combustión de materia orgánica, que contiene agua y ácido acético. Los objetivos de la investigación son; determinar el efecto del ácido piroleñoso para disminuir las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*), en condiciones de laboratorio para uso potencial como insecticida botánico. Evaluar el efecto de tres concentraciones de ácido piroleñoso en el manejo de colonias de áfidos a través de bioensayos. Determinar el efecto ocasionado por el ácido piroleñoso en tres concentraciones, usando dos técnicas de bioensayo en poblaciones de áfidos. Estimar CL_{50} del ácido piroleñoso en poblaciones de áfidos. Consistiendo la técnica de aspersión en aplicar concentraciones de 3cc (T2), 8cc (T3) y 15cc (T4) de ácido piroleñoso/litro de agua a hojas de pepino pobladas con colonias de áfidos y la técnica de Absorción consiste en tomar plantas de chiltoma pobladas con áfidos, para luego introducir las raíces en recipientes con volumen de 100cc con concentraciones de 3cc, 8cc y 15cc de ácido piroleñoso/litro de agua. La toma de datos se realizaron entre 5 y 1440 minutos. Para estimar concentración letal de ácido piroleñoso se utilizaron las respuestas obtenidas en los bioensayos para ser analizadas a través del método estadístico probit. El método de aspersión demuestra que el T4 presenta máxima mortalidad con 46 individuos correspondiente a 24.0% entre una y cinco horas después de aplicado la concentración. Seguido del T3 con mortalidad de 27 individuos correspondiente al 14.5% entre tres y ocho horas después de aplicada la concentración, el T2 con mortalidad de 16 individuos correspondiente a 9.5% entre doce y veinticuatro horas después de aplicarse la concentración y el T1 con mortalidad de 4 individuos correspondiente al 2.2%. Siendo el T3 el indicado para regular áfidos aunque mata en mayor tiempo no presenta complicaciones en la quema de las hojas de pepino, comparado con el T4 que existe mayor mortalidad, donde se presentaron quemadura de las hojas al poco tiempo de haberse sometido a la concentración. La concentración letal de ácido piroleñoso se realizó utilizando los resultados y porcentajes de mortalidad obtenido en el método de aspersión donde el evaluador estadístico fue probita. En conclusión Todas las concentraciones de ácido piroleñoso utilizadas en los bioensayos tienen algún efecto. Todas las concentraciones de ácido piroleñoso evaluadas en los bioensayos, técnica de aspersión, causan efecto de mortalidad sobre colonias de áfidos. El ácido piroleñoso tiene efecto fitotóxico en las plantas de chiltoma cuando es usado de forma sistémico en el bioensayo método absorción. La técnica de aspersión es donde se observaron los mejores resultados para evaluar la eficacia del ácido piroleñoso sometido a diferentes tiempos y concentraciones. Por lo que se recomienda Realizar investigaciones que incluyan un rango de concentraciones más amplio.

INDICE

Portada		
Agradecimiento		i
Dedicatoria		ii
Resumen		iii
Índice general		iv
I. Introducción		1
II. Objetivos		3
III. Hipótesis		4
IV. Marco teórico		5
4.1 Acido piroleñoso		5
4.1.1 Generalidades del acido piroleñoso		5
4.1.2 Refinación del Ácido Piroleñoso		5
4.1.3 Rendimiento de Ácido Piroleñoso		6
4.1.4 Ventajas del acido piroleñoso		7
4.2 Generalidades del chiltomo (<i>Capsicum annuum L.</i>)		7
4.3 Generalidades del pepino (<i>Cucumis sativus</i>)		8
4.4 Generalidades de los áfidos		9
4.4.1 Ciclo de vida de los áfidos		9
4.4.2 Ciclo específico ciclo holocíclico y monoecia		10
4.4.3 Ciclo emigrante ciclo holocíclico y heteroecia		11
4.4.4 huésped vegetales		12
4.4.5 Daños causados por áfidos		12
4.4.6 Reducción de la fotosíntesis		12
4.4.7 Vectores de virus fitopatógenos		13
4.4.8 Especies de áfidos más importantes		13
4.4.8.1 <i>Myzus persicae</i>		13
4.4.8.2 <i>Aphis gossypii</i>		14
4.4.8.3 <i>Aphis fabae</i>		14

4.5	Generalidades de toxicología	15
4.6	DL 50	15
4.7	CL 50	15
V.	Metodología	16
5.1	Establecimiento del Ensayo	16
5.1.1	Preparación de las concentraciones	16
5.1.2	Método de Aspersión	17
5.1.3	Método de Absorción	18
5.2	Variables a medir	18
5.3	Estimación de la concentración letal 50 (CL 50)	18
VI.	Resultados y discusión	19
VII.	Conclusiones	23
VIII.	Recomendaciones	24
IX	Bibliografía	25
X	Anexos	27
	Foto 1 – 2	28
	Foto 3 – 4	29
	Foto 5 – 6	30
	Foto 7 – 8	31
	Foto 9 – 10	32
	Glosario	33

I. INTRODUCCION

A nivel mundial los productos agroquímicos constituyen el 12 % de las exportaciones de manufacturas, donde el valor de la producción de estos productos supera 1,3 billones de dólares anuales y su volumen asciende a más de 400 millones de toneladas por año. La mayoría de los productos químicos son de uso industrial, tradicionalmente el grueso de la producción de agroquímicos se centra en tres regiones, esto es entre el 75 – 80%; las regiones son Europa occidental, América del Norte y Japón, pero en los últimos años se ha modificado esta distribución geográfica en favor de regiones de rápido crecimiento y de ingresos medianos, como Asia y América Latina **(Álvarez, E; et al. 1993).**

En Nicaragua la mayor actividad es la agricultura, obteniendo un área total de siembra de 592,142. Ha, divididas entre Maíz, Frijol, Sorgo y Hortalizas, donde los productos químicos sintéticos utilizados representan el 30 – 35% de los costos de producción dependiendo del tipo de manejo que se realice al cultivo. **(INTA, 2002).**

La utilización de estos productos en la agricultura ha causado en primer lugar el deterioro de los suelos, en segundo lugar hacen que los insectos desarrollen mecanismos de resistencia, y en tercer lugar producen casos de intoxicación por productos químicos, que no solo son tóxicos para las plagas que combaten, sino también para el ser humano, por lo que globalmente las Intoxicaciones Agudas (IA) por plaguicidas órgano fosforados suponen cerca del 30%, siendo los responsables de casi el 80 % de las intoxicaciones que requieren atención médica y del 75 % de las muertes **(Martín, R; et al. 1991).**

Desde tiempos remotos se han utilizado productos de origen natural para combatir las plagas en los cultivos, utilizando como repelente: Chile, Ajo y Neem, pero esto no ha sido suficiente para que grandes productores dejen de utilizar productos químicos sintéticos **(FAO, 2003).**

El ácido piroleñoso como producto alterno hace que surjan interrogantes infinitas para el uso y manejo adecuado en la agricultura. El producto se obtiene de la combustión de materia orgánica y se compone principalmente de agua y ácido acético, este ácido es el que se destila para la recuperación de los diferentes productos químicos y en los que predominan el metanol con el ácido acético que procesados se derivan: alcohol metílico, alcohol de madera o carbinol, gases volátiles, combustibles, alquitrán vegetal, residuo sólido y carbón de madera, además de hidrocarburos alifáticos, fenoles, cetonas, quininas, éteres, siendo estos sumamente nocivos y corrosivos, que deben ser tratados correctamente para obtener los subproductos para la venta **(George, H; et al. 2000)**.

Con la realización de este estudio pretendemos evaluar una alternativa para disminuir la utilización de productos químicos sintéticos en la producción de hortalizas por productos de origen natural, que permita sembrar con economía y confiabilidad sin deteriorar el medio ambiente.

II OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERAL

- Determinar el efecto del ácido piroleñoso en las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*), en condiciones de laboratorio para uso potencial como insecticida botánico.

OBJETIVO ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de tres concentraciones de ácido piroleñoso para el manejo de colonias de áfidos (*Myzus persicae*) a través de bioensayos.
- Determinar el efecto del ácido piroleñoso ocasionado por tres concentración, usando dos técnicas de bioensayo en poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*).
- Estimar la concentración letal 50 (CL₅₀) del ácido piroleñoso en poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*)

III. HIPÓTESIS

Ho: Las concentraciones evaluadas de ácido piroleñoso causan el mismo efecto en las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*).

Ha: Las concentraciones evaluadas de ácido piroleñoso causan diferentes efecto en las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*).

Ho: Los métodos de aplicación del ácido piroleñoso tienen el mismo efecto sobre las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*).

Ha: Los métodos de aplicación del ácido piroleñoso inciden en el efecto sobre las poblaciones de áfidos (*Myzus persicae*).

IV MARCO TEORICO

4.1 Ácido piroleñoso

Ácido piroleñoso es el nombre del condensado en bruto que es extraído a través de la combustión realizada a la materia orgánica, compuesto principalmente de agua y ácido acético. Es un líquido que debe ser tratado correctamente para obtener los subproductos para la venta o eliminado por quema con la ayuda de otros combustibles.

4.1.1 Generalidades del ácido piroleñoso

Los componentes fuera del agua son alquitranes de madera, tanto productos solubles en agua como insolubles, como: ácido acético, metanol, acetona y otros complejos químicos en menores cantidades. Si se deja en reposo el ácido piroleñoso, se separa en dos capas consistentes en el alquitrán insoluble en el agua y la capa acuosa que contiene los otros productos químicos. La recuperación del alquitrán insoluble en agua a menudo llamado alquitrán de madera, es sencilla, por una simple decantación de la fase acuosa, este alquitrán de madera tiene empleos como antiséptico veterinario, como preservador de la madera, las calidades al alcance del precio y propiedades físicas hacen que sea un pobre sustituto del alquitrán derivado de la industria del petróleo y del carbón mineral, sin embargo tiene mercados limitados, como producto químico industrial especial.

(Rodríguez, M; et al. 1990)

4.1.2 Refinación del ácido piroleñoso

El ácido piroleñoso, tiene que ser evaporado para separarlo de los alquitranes solubles como metanol y ácido acético, para poder obtener los subproductos para la venta. El metanol crudo puede venderse como solvente. El ácido acético es en la actualidad el solvente extraído de la fase líquida, para este proceso se tiene que usar un solvente, generalmente éter, este solvente no se

mezcla con el agua y hace posible la separación del ácido acético de la fase acuosa, dejando en esta fase solamente trazas de ácido acético. El solvente se vuelve a reciclar para extraer más ácido acético de una nueva alimentación. Se produce una pequeña pérdida de solvente que se repone cuando resulte necesario. **(Rodríguez, M; et al. 1990)**

4.1.3 Rendimiento del ácido piroleñoso

La economía de la recuperación de los subproductos depende del rendimiento de los componentes más valiosos. El rendimiento varía mucho con la clase de madera destilada. Madera con un elevado contenido de pentosano, como el Haya europea (*Fagus spp*) da un alto rendimiento de destilaciones de madera. **(Rodríguez, M; et al. 1990)**

No solamente la clase de madera, sino también el tipo de planta de elaboración, su eficiencia de condensación, refinación de los subproductos y otros, todos ellos influyen sobre los rendimientos. Es de suma importancia, antes de hacer inversiones para la recuperación de subproductos tener una cierta seguridad sobre que clase de rendimientos pueden esperarse, por ejemplo, una planta en Europa puede ser económica si trabaja con Hayas y vecina a buenos mercados para el ácido acético puro, pero una planta que trabaja con eucalipto o con mezcla de latifoliadas tropicales, lejos de los mercados para sus productos y que obtenga sólo la mitad del rendimiento de ácido, puede ser bastante antieconómica. Por lo tanto se necesitarán pruebas en escala real para determinar qué rendimiento serán probables con la madera que realmente será carbonizada. **(Rodríguez, M; et al. 1990)**

4.1.4 Ventajas del ácido piroleñoso

De los subproductos derivados del ácido piroleñoso tenemos: **el metanol**, que se emplea para desnaturalizar el alcohol etílico por sus altos contenidos de acetona y que a su ingestión produce trastornos en el sistema nervioso

afectando la vista, pudiendo provocar ceguera total y hasta la muerte en el ser humano. Otro subproducto es **el etanol** utilizado en farmacias como desinfectante y para la preparación de diferentes soluciones como: tintura de yodo, yodoformo, alcohol alcanforado y cloroformo, además en la industria se aplica para preparar barnices, explosivos, seda artificial y como extractivo de numerosas sustancias por su capacidad de disolvente en frío o en caliente y como tercer derivado de importancia se destaca **el propanol** que se le prefiere por razones económicas ya que se usa para preparar acetona y tiene aplicación como solvente de lacas, resinas y gomas. **(Rodríguez, M; et al. 1990)**

Debido a la cantidad de productos y subproductos volátiles que se derivan del ácido piroleñoso y a las muchas características que posee como materia prima surge la necesidad de realizar un estudio para determinar si el ácido piroleñoso es indicado para controlar insectos plagas en los cultivos.

4.2 Generalidades del Chiltoma (*Capsicum annuum* L.)

El Chiltoma (*Capsicum annuum* L.) es una planta herbácea anual, de porte variable entre los 0.5 metros en variedades determinadas y más de dos metros en variedades indeterminadas, variando el ciclo vegetativo entre los 65 a 110 días, posee sistema radicular pivotante alcanzando una profundidad de 90 a 120 cm. dependiendo del tipo de suelo y de la textura, el tallo es de crecimiento limitado y erecto, las hojas son simples, alternas y pequeñas de bordes lisos color verde oscuro, las flores son actinomorfas, hermafroditas apareciendo solitarias en cada nudo del tallo con inserción en las axilas de las hojas con polinización autogama, el fruto es una baya hueca con dos a cuatro lóbulos los cuales forman cavidades interiores con divisiones visibles, su tamaño y color es variable pudiendo pesar de pocos gramos hasta más de 500 gramos, las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 mm. **(INTA, 2002)**

Por poseer importancia como condimento, fruto fresco y para la exportación, al igual que muchos cultivos presenta varias especies de plagas (insectos,

enfermedades) que afectan su rendimiento encareciendo los costos de producción, entre ellas el áfido (*Myzus persicae*) que produce daños en todas las especies y variedades del país. **(INTA, 2002)**

La fase mas sensible de la planta a los daños de áfido es entre los 15 a 30 días después de ser transplantado a campo definitivo donde la planta esta en su proceso de anclaje en el suelo. **(INTA, 2002)**

El aumento del área cultivada con distintas especies hortícola, en los años 2000 – 2005, a nivel nacional permitió el establecimiento de insectos con distintos grados de relación con las hortalizas, puede considerarse que las plagas de las hortalizas suman un número elevado causando daños de importancia económica.

Los daños por afidos en el Chiltomo (*Capsicum annuum L.*) pueden provocar pérdidas por el orden del 80% en los rendimientos por necrosis de los puntos de crecimiento ocasionando aborto floral, bloqueo, deformación en los frutos, esto ocurre en plantaciones entre los meses de noviembre, diciembre y enero. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.3 Generalidades del pepino (*Cucumis sativus*)

El pepino es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, de tallos blandos, rastreros, vellosos, fruto pulposo y cilíndrico, es amarillo cuando está maduro y antes verde por la parte exterior, interiormente es blanco y con multitud de semillas ovaladas, chatas y pequeñas.

4.4 Generalidades de los Afidos

Los áfidos o pulgones constituyen un grupo muy extenso de insectos, perteneciendo al orden Hemíptero, suborden Homóptera y forman la superfamilia Aphidoidea, habiéndose detectado unas 3.500 especies de las

cuales 500 son plagas, de todas ellas hay algunas que sólo afectan a un solo cultivo (monófagas) y otras que lo hacen a diversos cultivos (polífagas).

Los áfidos generalmente son insectos de cuerpo blando de tamaño pequeño y aspecto globoso. Las ninfas tienen el tórax y abdomen unidos, los adultos tienen el tórax y el abdomen perfectamente separados, el color puede variar de blanco a negro pasando por amarillo, verde y pardo dependiendo de la etapa que se encuentre; son insectos chupadores y están provistos de un largo pico articulado que introducen en el vegetal por donde absorben los jugos de la planta, segregando un líquido azucarado y pegajoso por el ano denominado melaza que impregna la superficie de la planta impidiendo el normal desarrollo de ésta. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.1 Ciclos de vida de los áfidos

Los áfidos presentan un ciclo de vida complicado debido a las diferentes etapas por las que pasan y a las formas que adoptan, tan diferentes entre sí que algunos inducen a considerarlos como especies distintas **(Almaguel, R; et al. 1987)**

Según la planta hospedante, pueden distinguirse distintos tipos:

- Monoecias: especies que solo viven sobre una planta hospedante.
- Heteroecias: alternan las plantas hospedantes (pasan el invierno en un tipo de planta y en primavera cambian a plantas herbáceas, generalmente cultivadas).

Según la forma de reproducción, pueden ser:

- Pulgones vivíparos: Aquellos que dan nacimiento a crías vivas.
- Pulgones Ovíparos: Aquellos pulgones que ponen huevos.

Aquellos que pasan el invierno como huevos producidos por hembras sexuales, son referidos como que tienen un ciclo de vida holocíclico. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.2 Ciclo específico - ciclo holocíclico y monoecia.

Las plagas específicas viven sobre un mismo vegetal y sobre él se produce una generación alternante de reproducción sexuada y asexuada, respectivamente, para describir el ciclo comenzaremos por la reproducción sexuada que se produce siempre en otoño. Los Afidos sexuados aparecen desde septiembre a noviembre, los machos en general van provistos de alas y las hembras son ápteras (sin alas) no siempre, los órganos bucales son muy pequeños y atrofiados por lo que no se alimentan en toda su vida. La hembra de esta generación sexuada deposita un solo huevo denominado huevo de invierno, este huevo permanece sin evolucionar hasta la primavera, entonces da origen a una hembra denominada hembra fundadora, de la que se deriva toda la generación de individuos. La hembra fundadora es siempre áptera y se reproduce por partenogénesis, frecuentemente es vivípara pero en algunos casos también puede ser ovípara y de ella se derivan otras muchas hembras ápteras que solo se diferencian de la hembra fundadora en que son algo más pequeñas y de menor fecundidad que las primeras hembras ápteras que se derivan por partenogénesis, otras iguales y todas juntas constituyen la plaga de insectos que invade las plantas, el número de generaciones anuales puede ser grandísimo de aquí su rápida propagación, de estas hembras ápteras aparecen otras hembras aladas también partenogénicas, capaces de invadir otros cultivos de la misma especie vegetal; de estas hembras aladas, en los nuevos cultivos invadidos, se derivan otras ápteras idénticas a las primitivas. A esta forma de aladas se las denomina virginóparas, al llegar el otoño se producen otras hembras aladas denominadas sexúparas; éstas por partenogénesis depositan huevos, ya machos o hembras y de éstos nacen los individuos sexuados que depositan el huevo de invierno en la misma planta, cerrando el ciclo biológico. Existen por tanto, dos formas aladas: las virginóparas, que trasladan la plaga a lugares lejanos, y otra, las sexúparas, que aparecen sólo

en otoño y dan lugar a la generación sexuada de las que deriva el huevo de invierno. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.3 Ciclo emigrante. Ciclo holocíclico y heteroecia.

El huevo de invierno es depositado sobre una determinada especie vegetal denominada huésped primario, sobre este habitan la hembra fundadora y las distintas generaciones de hembras ápteras partenogénicas. La diferencia con el ciclo anterior comienza en las hembras aladas virginóparas, llamadas en este caso emigrantes por trasladarse a otras especies vegetales diferentes de la anterior denominadas huéspedes secundarios, donde dan lugar a otras hembras ápteras partenogénicas, diferentes de las que se desarrollan sobre el huésped primario, a estas hembras se las denomina exiliadas y dan lugar a otra plaga aparentemente distinta de la primera, generalmente al llegar el otoño aparecen entre las hembras ápteras exiliadas otras aladas sexúparas que regresan al huésped primario en el llamado vuelo de retorno, dando lugar a la generación sexuada que procede del huevo de invierno. La emigración puede ser absoluta o facultativa. En el primer caso toda la colonia del huésped primario le abandona y se traslada al huésped secundario, mientras en la emigración facultativa sólo una parte acude al huésped secundario, continuando el resto sobre el huésped primario como en las especies no emigrantes. Aún puede ocurrir que las generaciones exiliadas continúen reproduciéndose indefinidamente sobre el huésped secundario por vía adámica, sin retorno al huésped primario. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.4 Huéspedes vegetales.

Son insectos muy polífagos, destacándose por interés económico los siguientes cultivos o grupos de ellos: melocotonero, tabaco, remolacha, frutales, hortalizas y ornamentales. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

- Afidos monófagos o específicos. Viven en una especie de plantas.

- Afidos olífagos. Viven en unas pocas especies de plantas estrechamente relacionadas.
- Afidos polífagos o emigrantes. Viven en muchas plantas que pertenecen a familias diferentes. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.5 Daños causados por áfidos.

Se debe a que el insecto se alimenta del floema de la planta, donde las ninfas y los adultos extraen nutrientes y alteran el balance de las sustancias de crecimiento de la planta. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento enrollándose las hojas y si el ataque es muy severo puede secar la planta en poco tiempo. La detención del desarrollo o la pérdida de hojas se traducen en una reducción de la producción final. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.6 Reducción de la fotosíntesis.

La savia es pobre en proteínas y rica en azúcares, por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad de savia para conseguir suficientes proteínas. Así, los áfidos excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el envés de las hojas y cayendo al haz de la hoja de abajo, este exceso de melaza favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium spp.*), lo que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y un descenso de la producción. Cuando este hongo mancha los frutos, deprecia su valor comercial. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.7 Vectores de virus fitopatógenos.

Los áfidos pueden transmitir hasta 117 tipos de virus fitopatógenos, estos individuos son el grupo de insectos más eficaz en cuanto a la transmisión de virosis, normalmente es realizada por las formas aladas y es en los cultivos hortícolas que causa mayor daño como en cucurbitáceas. **(Almaguel, R; et al. 1987)**

4.4.8 Especies de áfidos más importantes.

4.4.8.1 *Myzus persicae*.

Tiene un tamaño de 1.2 a 2.3 mm. y es de color verde amarillento, el aparato bucal presenta sifones verdes, largos y dilatados, se caracteriza por la forma en W de los tubérculos frontales, suelen aparecer hembras aisladas con muy pocos descendientes que tienden a dispersarse, es un insecto muy polífago que produce importantes daños directos e indirectos sobre los cultivos, destacando tomate, pepino, patata, tabaco y muchos otros cultivos vegetales. *Myzus persicae* quizás sea el áfido más importante ya que tiene un rango muy amplio de especies hospederas secundarias incluyendo algunos cultivos, siendo una especie cosmopolita en climas templados apareciendo en América del Norte y Europa, capaz de transmitir más de 100 tipos de virus, aunque rara vez aparece en grandes cantidades para causar daño debido a su actividad alimenticia. Durante su ciclo se producen cambios de hospedadores, debido a que necesitan dos hospedadores para completar su ciclo (dioico) tienen a un gran número de plantas herbáceas como hospedadores primarios y secundarios, el invierno lo pasa en estado de huevo, realizándose las puestas en las yemas de las plantas hospederas generalmente hortalizas. A partir de febrero se produce la eclosión de los huevos, apareciendo las hembras fundadoras. **(Mirasol, E; et al. 1998)**

En los brotes de la planta pasan entre dos y tres generaciones, en la última de estas generaciones todos los insectos son alados emigrando a otros cultivos, no quedando pulgones en el hospedador primario en el mes de junio, durante los meses de verano pasan varias generaciones en los hospedadores secundarios y en el mes de septiembre realizan el vuelo de retorno hembras y machos alados, realizando las posturas en brotes tiernos, axilas de yemas, presentándose en hortalizas especialmente en solanáceas. **(Mirasol, E; et al. 1998)**

4.4.8.2 *Aphis gossypii*.

Actualmente es la especie más habitual en el algodón incluyendo otros cultivos de la misma familia (Malvaceae). También es conocido como el pulgón del algodón o el pulgón del melón, son individuos de pequeño tamaño, 0.9 – 1.8 mm, su coloración es muy variable, entre el amarillo, verde oscuro e incluso negro mate, dándose una amplia gama a menudo presente en la misma colonia, tienen las antenas relativamente cortas y los ojos rojos. **(García, R; et al. 1998)**

4.4.8.3 *Aphis fabae*.

Es un insecto muy polífago y ocasiona importantes daños en gran número de cultivos, destacando espinaca y remolacha, los adultos son de color negro mate o verde oliva, miden 1.5 a 3 mm. y tiene las antenas cortas. Los de etapa inmadura son verdes al principio para ir oscureciendo, son dioicos, pudiendo estar las colonias sobre el hospedero primario durante todo el año; procedente del huevo de invierno aparecen una o dos generaciones fundadoras en el hospedero primario, la emigración de estos insectos se produce con unas condiciones óptimas de 26º C. y 60 % de humedad relativa, en mayo vuelven al hospedero primario, apareciendo los adultos sexuales y poniendo el huevo de invierno. **(Aparicio, V; et al. 1998)**

4.5 Generalidades de toxicología:

Todos los productos químicos pueden llegar a ser venenosos, perjudiciales e incluso mortales. Sin embargo, es posible utilizarlos con seguridad donde su efecto depende de la dosis y la exposición.

En toxicología, se denomina DL50 (abreviatura de "Dosis Letal 50) a la dosis de una sustancia que resulta mortal para la mitad de un conjunto de animales de prueba. Los valores de la DL50 son usados con frecuencia como un indicador general de la toxicidad aguda de una sustancia. Generalmente se expresa en mg de sustancia toxica por kg de peso del animal.

Las principales rutas a través de las cuales los tóxicos pueden introducirse en el organismo son: Inhalación, Absorción o penetración cutánea, Ingestión o vía oral.

4.5 DL 50:

Se refiere a la dosis de una sustancia tóxica que mata al 50% de una población, utilizada en laboratorio y viene expresada en miligramos por kilogramo de peso corporal del animal examinado. **(IPCS 2002).**

4.6 CL 50:

Indica la concentración en aire de la sustancia que resulta letal para el 50% de los organismos sometidos a prueba en laboratorio y viene expresada en mililitros por kilogramo de peso corporal del animal examinado, expuesto al compuesto por inhalación durante un periodo especificado. **(IPCS 2002).**

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El Trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Fitopatología del Campus Agropecuario, de la UNAN – LEON, ubicado a 1.5 Km. carretera a La Ceiba, en el Departamento de León, Municipio León.

5.1 Establecimiento del Bioensayo

Para la obtención del material biológico se realizaron colectas de colonias de áfidos, entre las seis y ocho de la mañana, (ver foto 5 y 6) en el cultivo de pepino sembrado en el Campus Agropecuario. Las colonias fueron trasladadas al laboratorio para infestar las plantas de chiltoma y las hojas de pepino que fueron utilizadas para los bioensayos.

Las hojas de pepino usadas en el bioensayo fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 0,5 % por 1 min. y se colocaron en platos petri previamente desinfectados con alcohol al 3%. Para evitar la deshidratación de las hojas se colocó un algodón impregnado de agua en el pecíolo. (Ver foto 8) Posteriormente, con un pincel se colocaron sobre las hojas de pepino las colonias de áfidos colectadas, las que fueron utilizadas para los bioensayos. Con la ayuda del estereoscopio se realizó el conteo de los áfidos. Se registró el número de individuos de cada colonia usada en los bioensayos.

5.1.1 Preparación de las concentraciones de ácido piroleñoso

Se obtuvo un litro de ácido piroleñoso, procedente de la combustión de la cascarilla de arroz, el cual fue utilizado para la preparación de tres concentraciones, los cuales son: 1) 3cc de ácido piroleñoso en 1000 cc de agua; 2) 8cc de ácido piroleñoso en 1000 cc de agua; y 3) 15cc de ácido piroleñoso en 1000cc de agua.

5.1.2 Bioensayo con la técnica de aspersión

El bioensayo consistió de tres tratamientos y un testigo (agua), con cuatro repeticiones. Se utilizaron cuatro colonias de áfidos por repetición, para un total de 16 colonias por bioensayo. Cada colonia tenía un promedio de 70 individuos. Para la aspersión de cada tratamiento se usaron pulverizadores manuales con capacidad de 0.75 lts. (Ver foto 7). Cada concentración se asperjó a una distancia de 20 centímetros por encima del plato petri y se depositó un volumen de 2 cc en cada plato petri.

5.1.3 Bioensayo con la técnica de absorción

Se utilizaron las mismas concentraciones que en el bioensayo descrito anteriormente, o sea cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Cada repetición consistió de una plántula de chiltoma a la cual se le había colocado, con la ayuda de un pincel, una colonia de áfidos. En este bioensayo se utilizaron 16 plántulas de chiltoma (*Capsicum annuum* L.) de 25 días, cuatro plántulas por tratamiento.

Se usaron vasos de vidrio de 100 cc, los cuales se desinfectaron con alcohol al 3%. A cada vaso se le adicionó 100 cc de cada solución, se tapó con una tela de algodón y se amarró con un hule. Luego se hizo un orificio en la parte central para introducir la plántula de chiltoma. (Ver foto 9)

Para observar el efecto de cada tratamiento en las colonias de áfidos se usó una lupa de 3x.

5.2 Variables a medir

Para evaluar el efecto de cada tratamiento se observaron las colonias de áfidos después de 5, 10, 15, 20, 30, 60 minutos, 3, 5, 8 y 24 horas. Se consideró muerto el áfido cuando se observó inmóvil en el plato petri, observándose con coloración negra mate y deshidratado. Se estimó el porcentaje de mortalidad en base al número de individuos muertos y el porcentaje de mortalidad se corrigió mediante la siguiente fórmula de Abbott:

$$Mn = \frac{r - c}{100 - c}$$

R: es el porcentaje de mortalidad por tratamiento; C: es el testigo; 100: es una constante.

5.3 Estimación de CL50

La concentración letal 50 (CL 50) de ácido piroleñoso se obtuvo, mediante el análisis estadístico PROBIT, a través del programa SPSS.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos al evaluar la eficacia del ácido piroleñoso aplicado a colonias de áfidos (*Myzus persicae*) en hojas de pepino (*Cucumis sativus L*) a través del bioensayo con la técnica de aspersión. Se observó que en el tratamiento testigo (T1), la mortalidad fue de 4 individuos que corresponde a un 2.43%, en 24 horas, en el tratamiento de 3 cc de ácido piroleñoso por litro de agua (T2), la mortalidad fue de 16 individuos correspondiente a un 9.5%, esto ocurrió entre 12 a 24 horas. En el tratamiento de 8 cc de ácido piroleñoso por litro de agua (T3) la mortalidad fue de 27 individuos correspondiente a un 14.4%, la cual ocurrió entre 3 a 8 horas, y en el tratamiento de 15 cc de ácido piroleñoso por litro de agua (T4) la mortalidad fue de 46 individuos correspondiente a un 24% lo cual ocurrió entre 1 a 5 horas.

Incrementándose la mortalidad de la dosis más alta (15 cc de ácido piroleñoso por litro de agua) en un 39.58% de mortalidad, con respecto a la dosis media (8cc de ácido piroleñoso por litro de agua) y 60.41% con respecto a la concentración mas baja (3cc de ácido piroleñoso por litro de agua). La dosis media (8cc de ácido piroleñoso por litro de agua), se incrementa en un 65.51% con respecto a la dosis más baja (3cc de ácido piroleñoso por litro de agua). La dosis más baja (3cc de ácido piroleñoso por litro de agua) se incrementa en un 76.84% con respecto al testigo. Lo que refleja que a mayor concentración, mayor mortalidad.

Tabla 1. Mortalidad de áfidos (*Myzus persicae*) con tres concentraciones de ácido piroleñoso través de bioensayos en plantas de pepino (*Cucumis sativus L.*).

TRATAMIENTO (concentraciones)	TIEMPO DE OBSERVACION (HORAS)	POBLACION	Nº DE INDIVIDUOS MUERTOS	% DE MORTALIDAD	% DE MORTALIDAD CORREGIDA
T1: Testigo (agua)	24	182 AFIDOS	4	2.2 %	2.2 %
T2: 3 cc / Lt de agua	12 a 24	168 AFIDOS	16	9.5 %	9.42 %
T3: 8 cc / Lt de agua	3 a 8	186 AFIDOS	27	14.5 %	14.38 %
T4: 15 cc / Lt de agua	1 a 5	192 AFIDOS	46	24.0 %	23.78 %

Por otro lado también se observó que a mayor concentración la acción del ácido piroleñoso es más rápida, mostrando una diferencia de 11 a 19 horas en la concentración de 15cc en menor rango de tiempo.

La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos al evaluar la eficacia del ácido piroleñoso aplicado a áfidos (*Myzus persicae*) en plantas de chiltoma (*Capsicum annuum* L.) a través del bioensayo usando el método de absorción, en condiciones de laboratorio. Observándose que las plantas no toleraron ninguna de las concentraciones a que fueron sometidas, ocasionándole la muerte en un rango de tiempo entre 1 y 24 horas (Ver foto 1, 2, 3, 4) estos resultados fueron comparados con los resultados del testigo que solo contenía agua, donde no se observó mortalidad de los insectos ni de la planta. (Ver foto 10). Lo que reflejó que el ácido piroleñoso es fitotóxico a las plantas, esta toxicidad se debe al complejo de componentes químicos propios del ácido piroleñoso, como ácido acético, metanol, etanol y propanol. (MAGFOR, 2001)

Tabla 2. Mortalidad de áfidos (*Myzus persicae*) con tres concentraciones de ácido piroleñoso a través de bioensayos en plantas de chiltoma (*Capsicum annuum* L.).

TRATAMIENTO (concentraciones)	TIEMPO DE OBSERVACION	POBLACION	NUMERO DE INDIVIDUOS MUERTOS
T1: Testigo (agua)	5 minutos a 24 horas	174	0
T2: 3 cc / Lt de agua	5 minutos a 24 horas	196	0
T3: 8 cc / Lt de agua	5 minutos a 12 horas	185	0
T4: 15 cc / Lt de agua	5 minutos a 5 horas	178	0

La Tabla 3 presenta la respuesta a las dosis crecientes del ácido piroleñoso, aplicado a áfidos en los bioensayos con la técnica de aspersión. Se observa que el valor de la CL10 fue de 3.54cc. Lo que indica que se requieren de 3.54cc para matar el 10% de la población en estudio, de igual manera el valor de la CL50 fue de 29.12cc. Y la CL90 de 54.70cc. Sin embargo, se nota que los límites fiduciales se aumentan y el valor de la pendiente es negativo lo que

significa que se necesitan concentraciones más altas para alcanzar concentración letal 50 (CL50) para alcanzar resultados más confiables. Por otro lado se logro determinar la ventana biológica del ácido piroleñoso. Con respecto a X^2 (χ^2) es el que mide si existe diferencia significativa entre las diferentes concentraciones en función de los % de mortalidad. Por lo tanto no hay diferencia significativa; ya que se necesitan 29.12 cc de acido piroleñoso por litro de agua para matar el 50% de la población en estudio.

Tabla 3. Respuestas a la concentración de ácido piroleñoso, aplicado a colonias de áfidos (**Myzus persicae**) en condiciones de laboratorio, Campus Agropecuario UNAN – León.

Probabilidad	Concentraciones	Limites (efectividad)		Pendiente	X^2
		Inferior	Superior		
CL10	3.54cc	- 4.26	6. 59	- 9.93708	.000
CL50	29.12cc	22.17	50.61		
CL90	54.70cc	39.14	104.11		

En la grafica 1 se presenta la mortalidad de áfidos provocada por el ácido piroleñoso, observándose que a medida que la concentración aumenta la tendencia de la mortalidad se acerca a números reales positivos. Es decir que se necesitan concentraciones más altas para llegar a obtener concentración letal 50 (CL50)

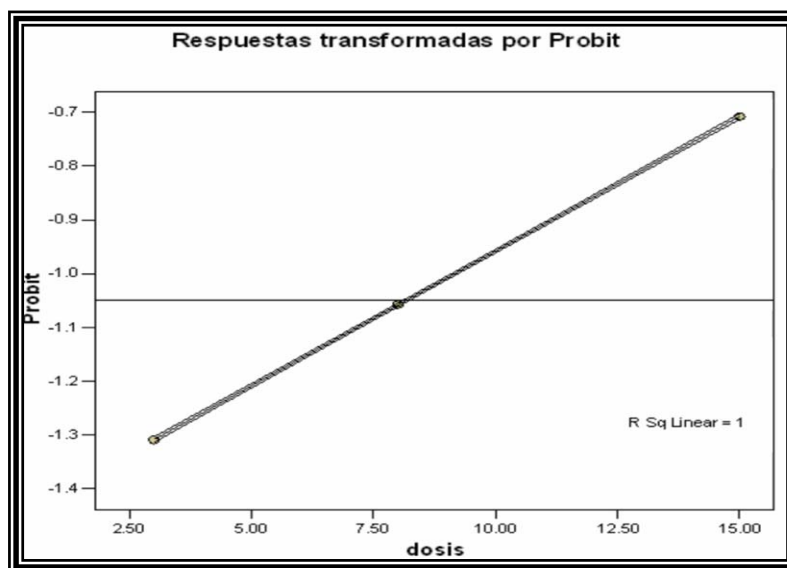


Grafico 1. Respuesta de la concentración de ácido piroleñoso, aplicado a colonias de áfidos (**Myzus persicae**) en condiciones de laboratorio, Campus Agropecuario UNAN – León.

VII. CONCLUSIONES

Después de haber analizado la toxicidad de cada una de las concentraciones de ácido piroleñoso sobre las colonias de áfidos (*Myzus persicae*), tomando en cuenta el efecto del ácido piroleñoso expresado en la mortalidad sobre los áfidos, el valor de CL 10, CL50 y CL90 con sus límites y el valor de la pendiente de la mortalidad podemos concluir que:

1. Se determinó la ventana biológica de ácido piroleñoso.
2. Todas las concentraciones de ácido piroleñoso evaluadas en los bioensayos, causan efecto de mortalidad sobre colonias de áfidos.
3. El método de aspersión es el más eficaz para evaluar al ácido piroleñoso utilizando diferentes concentraciones.
4. Al aumentar la concentración, el tiempo en el que se manifiesta el efecto es menor.
5. El ácido piroleñoso tiene efecto fitotóxico en las plantas de chiltoma cuando es usado de forma sistémica en el bioensayo método absorción.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones que incluyan un rango de concentraciones más amplio.
2. Evaluar el efecto del ácido piroleñoso en poblaciones de enemigos naturales (depredadores y parasitoides).

IX BIBLIOGRAFIA.

- ❖ Álvarez E.; Santa M.; Marzana I.; Exposición a plaguicidas órgano fosforados en trabajadores de invernaderos del País Vasco. Med. Clin. (Barc) 1993; 101: 681-683.
- ❖ Almaguel R.; Lérída R.; Pérez S.; Ermita F.; Señalización de afidos (aphis sp) en hortalizas. Protección de Plantas 10 (6). 1987.
- ❖ Aparicio, V.; Belda J.; Casado, E; García, M.; Gómez, V.; Lastres,J.; Mirasol, E.;Roldan, E.; Sáez, E.; Sánchez, A. & Torres, M., 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería: control racional. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla: 356 pp.
- ❖ George, H. O. Forest Products Reseach / Baecheler, M. State College of Forestry, Syracuse Univ. / Kirk & Othmer. 2000. Enciclopedia de Tecnología Química / Lawson D.I.- The Structural Engeneer / Stamm A.J. - Chemical Procesing of Word Winters, R.K.- Reappraisal of the Forest Situation, U:S Dept, Agr. Forest Service Rept.
- ❖ FAO, 2003. Resistencia a los Antiparasitarios: Estado Actual con Enfasis en América Latina. División de Salud y Producción Animal. FAO, Roma. 65 pp.
- ❖ García R.; Gómez, V.; & Torres, M., 1998. Plagas en cultivos hortícolas de la Provincia de Almería: Control Nacional.
- ❖ IPCS (Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas), Chemical Safety, Fundamentals of Applied Toxicology, Módulo de formación núm. 1, Ginebra, 2002.
- ❖ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, 2002, 45, 52, 56, plagas y enfermedades en hortalizas, MIP.

- ❖ Ministerio de agricultura, ganadería y forestal, MAGFOR 2001, Pág. 12, obtención del ácido piroleñoso y sus derivados
- ❖ Mirasol, E.; Belda J. E.; Casado, E; García, M.; Gómez, V.; Lastres, J.; Sáez, E.; Sánchez, A. & Torres, M., 1998. Plagas y Enfermedades en cultivos hortícolas de la Provincia de Almería: Control Nacional.
- ❖ Martín, R.; Galindo C. Protocolo de actuación en intoxicaciones por insecticidas órgano fosforada; Ilustre Colegio Oficial de Médicos de Almería. protocolos de actuación en asistencia primaria. 1991; 97-109. Almería: imprenta Úbeda,
- ❖ Rodríguez, M.; Gómez, V.; Sáez, E.; & Lastres, J., 1990. plagas y enfermedades del tomate. Lucha integrada en cultivos hortícola bajo plástico en Almería. vida rural nº 118. 51-55.

ANEXOS

IMAGEN NO. 1



Planta de chiltoma después de 24 horas de sumergida en concentración de 3 cc AP/Ltr de agua en el método de absorción.

IMAGEN NO. 2



Planta de chiltoma (*Capsicum annuum* L.) Después de 12 horas sumergidas en concentración de 3 cc AP/Lt de agua en el método de absorción.

IMAGEN NO. 3



Planta de chiltoma después de 3 horas de sumergida en concentración de 15 de ácido pirolleñoso por litro de agua.

IMAGEN NO. 4



Planta de chiltoma después de 5 horas de sumergida en concentración de 15 de ácido pirolleñoso por litro de agua.

GLOSARIO

Virginóparas: son hembras aladas que transmiten a lugares lejanos.

Sexúparas: que aparecen sólo en otoño y dan lugar a la generación sexuada

Huevo de invierno: Este huevo permanece sin evolucionar hasta la primavera; entonces da origen a una hembra denominada hembra fundadora.

Hembra fundadora: es la que nace del huevo de invierno en primavera y es la que dará origen a nuevos individuos.

Ápteros: insectos sin alas.

Pulgonos vivíparos: Aquellos que dan nacimiento a crías vivas.

Pulgones Ovíparos: Aquellos pulgones que ponen huevos.

Monoecias: especies que solo viven sobre una planta hospedante.

Heteroecias: alternan las plantas hospedantes (pasan el invierno en un tipo de planta y en primavera cambian a plantas herbáceas, generalmente cultivadas).

Huésped primario: es cuando el huevo de invierno es deposita sobre una determinada especie vegetal.

Huéspedes secundarios: es cuando las hembras aladas se trasladan a otra especie vegetal diferente.

Emigración absoluta: es donde toda la colonia del huésped primario lo abandona y se traslada al secundario.

Pulgones monófagos o específicos: Viven en una especie de plantas.

Pulgones olífagos: Viven en unas pocas especies de plantas estrechamente relacionadas.

Pulgones polífagos o emigrantes: Viven en muchas plantas que pertenecen a familias diferentes.