

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA

División de Carreras Agronómicas



Determinación de líneas de respuesta (tiempo-mortalidad) de la cucaracha alemana *Blattella germanica* L. a los insecticidas Cipermetrina e Imidacloprid

POR

SAULO GUILLÉN RODRÍGUEZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

PRESIDENTE:


M. Sc. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA

VOCAL:


M.C. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

VOCAL:

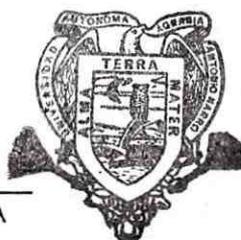

ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL SUPLENTE:


ING. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ

CORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS:


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

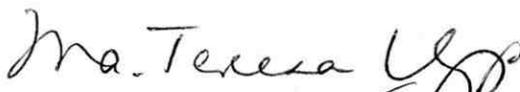
Determinación de líneas de respuesta (tiempo-mortalidad) de la
cucaracha alemana *Blattella germanica* L. a los insecticidas
Cipermetrina e Imidacloprid

POR

SAULO GUILLÉN RODRÍGUEZ

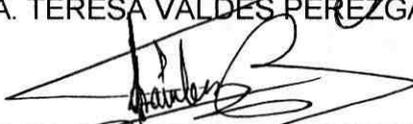
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA

ASESOR PRINCIPAL:



M.Sc. MA. TERESA VALDES PEREZGASGA

ASESOR:



MC. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

ASESOR:



ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER. Por haber abierto sus puertas durante estos años de formación.

A MIS PADRES Y HERMANOS. Ya que su ayuda fue pieza fundamental en mi formación como profesionalista.

A MI ASESORA. Ma. Teresa Valdés Perezgasga, ya que con su apoyo, dedicación, consejos no hubiese sido posible el terminar este proyecto.

A MIS MAESTROS. M.Sc. Ma Teresa Valdés, Ing. Berta Alicia Cisneros, M.C. Francisco Javier Sánchez, Ing. José Alonso Escobedo, Ing. Javier López, Dr. Florencio Jiménez, Dr Vicente Hernández Ya que con su paciencia y transmitieron sus conocimientos y experiencias dentro y fuera del aula.

A AGROQUÍMICOS VERSA. Por proporcionar el material técnico para la realización del presente proyecto.

DEDICATORIAS

A DIOS.- Por darme la fuerza en todo momento por que se que nunca estuve solo, se que el siempre estuvo aquí para aclarar mis dudas y guiara mis pasos por el camino correcto.

A MIS PADRES.- Sr. Constantino Guillén Ávila y Sra. Clara Rodríguez Díaz, ya que ustedes han sido el mejor ejemplo que yo puedo seguir ya que con su apoyo y amor incondicional , que siempre creyeron en mi, ya que fueron pieza clave para que yo terminara mi carrera.

A MIS HERMANOS.- Por su apoyo incondicional, sus consejos y regaños que en su momento me dieron, por todo el apoyo que me brindaron y me siguen brindando.

A MI GRAN AMIGA.- C.P. Leticia Galindo por sus consejos y paciencia en estos últimos momentos tan difíciles para mi.

A MI GRAN AMIGO.- ING. Héctor Alejandro Ramírez por su valiosa amistad incondicional, por sus consejos, confianza, por haber permitido que yo entrara en su familia.

RESUMEN

El combate de la cucaracha alemana *Blattella germanica* (L) generalmente involucra el uso de insecticidas; sin embargo, el uso desmedido de estas sustancias ha ocasionado que ésta se constituya en la plaga urbana que presenta resistencia a casi todos los plaguicidas que se usan para su control.

Se llevaron a cabo bioensayos con la técnica de residuo en botella Wheaton de los insecticidas Cipermetrina e Imidacloprid (grado técnico) para obtener las líneas de respuesta (tiempo-mortalidad) utilizando ninfas jóvenes de la cucaracha alemana. Los datos obtenidos en los bioensayos fueron analizados por el método de Análisis Probit utilizando el programa PC PROBIT.

Para el producto Cipermetrina (Concentración 5,550 $\mu\text{g}/\text{botella}$) el TL_{50} (61.40 min) resultó ser un valor de casi la mitad al de la concentración más baja (1,110 $\mu\text{g}/\text{botella}$) con un TL_{50} (114.12 min). A diferencia de lo anterior para el producto Imidacloprid en la concentración más alta (14,920 $\mu\text{g}/\text{botella}$) su TL_{50} (70.72 min) resultó igual a la de la concentración más baja (2,984 $\mu\text{g}/\text{botella}$) en donde el TL_{50} fue de 74.70 min.

RESUMEN	Pág. iii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Hipótesis	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Características generales de la cucaracha alemana <i>Blattella germanica</i> L	3
2.2. Ubicación Taxonómica	3
2.3. Ciclo de Vida	4
2.3.1. Huevo	4
2.3.2. Ninfa	5
2.3.3. Adulto	5
2.4. Hábitos de la cucaracha alemana	6
2.5. Impacto y daño de la cucaracha alemana	6
2.6. MEDIDAS DE CONTROL	7
2.6.1. Control de la cucaracha alemana	7
2.6.2. Manejo integrado de plaga	7
2.6.3. Técnicas no insecticidas	8
2.6.4. Prevención y limpieza	8
2.6.5. Inspección	10
2.6.6. Trampeo	10
2.6.7. Aplicación de Insecticidas	11
2.6.7.1. Aplicación de Cebos	11
2.6.7.2. Tratamientos persistente	12
2.6.7.3. Tratamiento de baja persistencia	13
2.6.7.4. Polvos	13
2.6.7.5. Aspersiones	13
2.7. RESISTENCIA DE LA CUCARACHA ALEMANA	14
2.7.1. Factores que afectan el desarrollo de la resistencia	14
2.7.1.1. Factores genéticos	15
2.7.1.2. Factores biológicos	15
2.7.1.3. Factores operacionales	15
2.7.2. Resistencia de la cucaracha alemana	15
2.7.3. Resistencia cruzada	16
2.7.4. Resistencia múltiple	17
2.7.5. Mecanismos de resistencia a insecticidas en <i>Blattella germanica</i> L	17
2.7.6. Detección de la resistencia	19
2.7.7. Bioensayos para detectar resistencia	21

3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Ubicación del trabajo	22
3.2. Origen del material biológico y cría	22
3.3. Descripción de plaguicidas utilizados y sus concentraciones	23
3.4. Bioensayo	24
3.5. Análisis estadístico	25
4. RESULTADOS	26
5. DISCUSIÓN	28
6. CONCLUSIONES	29
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Productos utilizados en los bioensayos con ninfas de cucaracha alemana.	23
Cuadro 2. Concentraciones, TL ₅₀ , TL ₉₉ y Ecuación de regresión, Cipermetrina	26
Cuadro 3. Concentraciones, TL ₅₀ , TL ₉₉ y Ecuación de regresión Imidacloprid	27
Figura 1. Líneas de respuesta tiempo mortalidad, Cipermetrina.	26
Figura 2. Líneas de respuesta tiempo mortalidad, Imidacloprid	27

1. INTRODUCCIÓN

Basados en la evidencia fósil, las cucarachas constituyen uno de los grupos de insectos más antiguos. Esto indica que han tenido gran éxito en adaptarse a cambios en su ambiente, una de las principales razones de esto es que son omnívoras. Existen aproximadamente 3,500 especies de cucarachas, de estas siete son las especies de cucarachas que comúnmente se encuentran en edificios y zonas urbanas (Jarrat, 2003).

La cucaracha alemana *Blattella germanica* (L) es la plaga más común que se puede encontrar en casas habitación, restaurantes, hoteles y otras construcciones y por lo tanto la de mayor importancia económica (Cochran, 2001). La actitud de las personas hacia las cucarachas varía con el nivel de educación en los diferentes países, ya que se pueden ignorar en algunos, mientras que en otros su control puede estar supervisado por leyes. Su hábitat natural original es al aire libre, sin embargo el ser humano ha creado ambientes favorables para su establecimiento y reproducción (Cruz, 1997)

Debido a que las cucarachas puede ser vectoras de patógenos, su presencia afecta la salud humana y la calidad de vida al infestar lugares de trabajo, así como al consumir nuestros alimentos. Por lo tanto su control es de primordial importancia, ya que nos ayuda a proyectar una actitud de sanidad con beneficios para nuestra salud (Ríos, 1999).

El combate de la cucaracha alemana generalmente involucra el uso de insecticidas, sin embargo las medidas sanitarias son primordiales en la disminución de la densidad poblacional de esta plaga (Cruz, 1997). Los plaguicidas desempeñan un papel fundamental en la reducción de poblaciones

de plagas urbanas. El control químico es un método efectivo, rápido y relativamente simple, pero debe ser utilizado correctamente para evitar intoxicaciones, contaminación ambiental y surgimiento de resistencia en los insectos tratados, (Ríos, 1999).

Objetivos

- Comparar la toxicidad de dos insecticidas. Cipermetrina (Piretroide) e Imidacloprid (Cloronicotinilo) contra ninfas de la cucaracha alemana ***Blattella germanica*** L.
- Obtener las líneas de respuesta de los dos insecticidas bajo estudio.

Hipótesis

Existe un diferencial en toxicidad entre los insecticidas Cipermetrina e Imidacloprid.

La cucaracha alemana de la Comarca Lagunera es menos susceptible a los insecticidas bajo estudio que la de las otras regiones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Características generales y ciclo de vida de la cucaracha alemana.

La cucaracha alemana *Blattella germanica* (L.), pertenece al orden Blattaria, de la familia Blattellidae (Borror *et al.*, 1989). Esta especie se caracteriza por ser de tamaño pequeño con una longitud de 10 a 15 mm. Son de color café claro, con dos franjas de color negro que corren por detrás de la cabeza en el pronotum, antenas largas, patas largas y espinosas, la hembra carga la ooteca hasta que faltan 3 días para que eclosionen los huevos (Jarrat, 2003). El macho es de cuerpo delgado, con los segmentos terminales del abdomen visibles, la abertura de las glándulas odoríferas se ubican en los terguitos abdominales VII y VIII. El cuerpo de las hembras es más robusto, el abdomen está cubierto totalmente por las tegminas y no presentan glándulas odoríferas notorias sobre los terguitos abdominales VII y VIII. (Cruz, 1997).

2.2. La ubicación taxonómica de la Cucaracha Alemana *Blattella germanica* (L.), según (Borror *et al.*, 1989).

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Subphylum: Atelocerata

Clase: Hexápoda

Orden: Blattaria

Familia: Blattellidae

Genero: *Blattella*

Especie: *B. germanica*

2.3. Ciclo de Vida

La cucaracha alemana *B. germanica* (L.), presenta tres estados vitales: Huevo, Ninfa y Adulto (Koehler y Brascome, 2003). Se considera que esta especie tiene un potencial reproductivo más alto que las otras especies de cucarachas. Los huevos son producidos en ootecas, que son cubiertas en forma de bolsa, provistas de una división media longitudinal, que permite que los huevos estén arreglados en dos hileras. La ooteca es alargada y la hembra la carga de seis a 16 días, hasta unos cuantos días antes de la eclosión de las ninfas (Valles, 1996).

La cópula se lleva a cabo de cinco a ocho días después de la muda final, y aunque la hembra puede aparearse más de una vez, una inseminación es suficiente para fertilizar todos los huevos que produce. La ooteca se empieza a formar de dos a cuatro días después de la cópula. La ooteca es de color blanco tornándose rosa y posteriormente a un color café castaño conforme se madurando (Bennet *et al.*, 1988).

Desde la eclosión hasta el estado adulto transcurren aproximadamente seis semanas, pero este tiempo puede prolongarse hasta 130 días cuando las condiciones de temperatura, alimento y agua son desfavorables (Cruz, 1997).

2.3.1. Huevo

Los huevos son cargados por la hembra en un estuche llamado ooteca, hasta un poco antes de su eclosión. La ooteca puede observarse saliendo de la parte posterior (cámara genital) de la hembra. En ocasiones los huevos eclosionan cuando la hembra aun carga la ooteca. Una ooteca típica contiene de 30 a 40 huevos. Esta es una cápsula pequeña de color café con forma de

bolsa, mide cerca de 8 mm de largo, 3 mm de altura y 2 mm de ancho (Valles, 1996).

2.3.2. Ninfa

El estado ninfal comienza cuando los huevos eclosionan y termina cuando emerge el adulto. Las ninfas son de color café oscuro a negro, con dos bandas paralelas oscuras que corren a lo largo del pronotum. Las ninfas no tienen alas (Koehler y Branscome, 2003). El número de mudas para alcanzar el estado adulto varía, aunque se ha consignado que el número más frecuente es de seis. A temperatura ambiente favorables las ninfas completan su desarrollo en cerca de 60 días. Todos los instar buscan activamente alimento y agua (Valles, 1996).

2.3.3. Adulto

El adulto mide de 10 a 15 mm de longitud; es de color café a café dorado con dos bandas paralelas distintivas que corren a lo largo del pronotum. Los sexos pueden distinguirse por los segmentos abdominales característicos del macho que presenta cuerpo delgado, abdomen posterior puntiagudo, segmento terminal del abdomen visible, no cubierto por las tegmina (alas exteriores de consistencia coriácea. En la hembra el abdomen posterior es redondeado, y el abdomen se encuentra cubierto por la tegmina (Valles, 1996).

2.4. Hábitos de la cucaracha alemana

La cucaracha alemana *Blatella germanica* (L.), es cosmopolita y está estrechamente asociada con los humanos (Arlian, 2002). Esta especie es la más comúnmente encontrada en casas, restaurantes, hoteles, comercios y hospitales. Esta plaga requiere para desarrollo y reproducción temperaturas de 21 a 31 °C. Como ambientes húmedos. (Cruz, 1997).

De acuerdo a sus hábitos alimenticios la cucaracha alemana se encuentra, establece e incrementa tanto en la cocina como en baños. En infestaciones altas se pueden encontrar en las recámaras durante el día (Jarrat, 2003). Comúnmente se encuentran en grupos, detrás de cuadros, reloj, alrededor de gabinetes, debajo y detrás de refrigeradores y estufas, guardarropas o despensas, ranuras y grietas de las paredes y muebles. La cucaracha alemana la podemos encontrar en lugares sin perturbación y donde la luz no pueda penetrar con facilidad. (PPCP, 2004)

2.5. Daño e impacto de la cucaracha alemana

Debido a que la cucaracha alemana es considerada una plaga cosmopolita se encuentra en todo el mundo y en todos los lugares. Esta especie de cucaracha adultera alimentos o productos alimenticios con sus heces o secreciones defensivas. Esta en ocasiones alberga y transporta organismos patogénicos que pueden causar respuestas alérgicas severas y en infestaciones grandes, pueden llegar a morder a los humanos o alimentarse de residuos de comida sobre la cara de las personas dormidas (Valles, 1996).

Los daños ocasionados por la cucaracha alemana son: contaminación de alimentos y agua, así como causantes de enfermedades como rinitis y asma (Shaheen, 2003). Además están asociadas con bacterias que son transmitidas al humano como: *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Klebsiella aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella* spp. La transmisión del patógeno ocurre mecánicamente al momento que el humano ingiere de alimento contaminado (Barson, 1979).

Las pérdidas económicas ocasionadas por esta especie al contaminar el alimento y transmitir enfermedades al humano, justifican los grandes gastos que se destinan para su combate (Bennet, 1988)

2.6. Medidas de control

2.6.1. Control de la cucaracha alemana

Debido a que esta cucaracha es una plaga estética, el umbral de acción para ésta depende de la tolerancia de los inquilinos. La mayoría de las personas asocian a las infestaciones de esta plaga con condiciones de no higiene y tratan de erradicarla sólo con la limpieza (Lyon, 2000).

2.6.2. Manejo integrado de plagas

Se considera que el manejo integrado de plagas es la mejor alternativa para el control de las cucarachas. Este método consiste en agrupar todas las técnicas necesarias para obtener un control de las cucarachas, debiendo considerar los siguientes aspectos: la correcta identificación de la especie presente, uso de técnicas no insecticidas disponibles, además de los productos insecticidas que se encuentran en el mercado (Jarrat, 2003).

2.6.3. Técnicas no insecticidas

Para ejercer un control efectivo y duradero de cucarachas es de vital importancia considerar técnicas no insecticidas como la limpieza, trampeo, la inspección y exclusión. Estas prácticas por si solas no garantizan el control, pero su implementación incrementa la efectividad de los insecticidas, en caso de ser necesarios. Para poder tener un control aceptable de cucarachas es necesario conocer la biología de la plaga basada en la correcta identificación de la especie (Jarrat, 2003).

Los peores problemas con cucaracha alemana se presentan en lugares donde el alimento y el agua están disponibles en cantidades ilimitadas. Cualquier acción encaminada a eliminar estos elementos del ambiente urbano ayudará al control de cucarachas (Jarrat, 2003).

Las técnicas insecticidas incluye el uso de barreras adhesivas, formulaciones de teflón en aerosol preferentemente aplicados sobre superficies verticales, el uso del calor o frío extremo. Actualmente se encuentran en el mercado dispositivos eléctricos o mecánicos para el control de la cucaracha, estos involucran ondas electromagnéticas, ultrasónicas y mecánicas (Cruz, 1997).

2.6.4. Prevención y limpieza

Para que el control de cucaracha sea exitoso se requieren implementar medidas preventivas y de limpieza, con el uso de aspiradoras elimina mudas y heces fecales que causan alergias. También las heces fecales contienen una sustancia (feromona de agregación) que atrae a otras cucarachas al lugar en donde fue liberada. Al eliminarla lavando con agua caliente y jabonosa

disminuiremos la cantidad de feromona de agregación disponible para atraer otras cucarachas al área infestada (Koehler y Branscome, 2003).

La prevención y la limpieza se pueden dividirse en cuatro categorías; exclusión y eliminación de alimento, agua y refugio. Siguiendo las recomendaciones de las tres categorías se eliminarán los factores más importantes que afectan el establecimiento de las cucarachas (Koehler y Branscome, 2003).

Para llevar a cabo la exclusión se recomienda inspeccionar las mercancías que ingresan al hogar en bolsas, aparatos eléctricos y empaques de papel o cartón eliminándolas cuando se detecte la presencia de cucarachas y ootecas en este tipo de material. También se recomienda sellar grietas y hendiduras de la construcción, así como mantener cerradas puertas y ventanas (Koehler y Branscome, 2003).

El agua es el factor más importante en la supervivencia de las cucarachas, se recomienda reparar fugas de agua en la cocina y baños, no dejar agua estancada en el fregadero, no sobregar las plantas de interiores, con el fin de eliminar las posibles fuentes de agua disponibles para el establecimiento de esta plaga (Koehler y Branscome, 2003).

Las cucarachas no necesitan grandes cantidades de alimento cuando tienen agua. De cualquier manera es necesario eliminar toda la basura y desechos de comida, limpiar frecuentemente tostadores, hornos de microondas, estufas, refrigeradores, guardar los alimentos en recipientes dentro del refrigerador, barrer frecuentemente y limpiar mobiliario donde se come (Koehler y Branscome, 2003).

Es importante dar seguimiento para evaluar la efectividad del tratamiento realizado con los mismos procedimientos utilizados durante el monitoreo, con el propósito de vigilar y evitar el resurgimiento de la plaga (Cruz, 1997).

2.6.7. Aplicación de insecticidas

Con el advenimiento del DDT, hace casi 60 años, se pensó que el control de *B. germanica* estaba resuelto. Sin embargo esta especie desarrolló resistencia a este y a muchos otros insecticidas (Cruz, 1997). Poco después se introdujeron de los primeros derivados fotoestables de permetrina a principios de la década de los 70's, los piretroides sintéticos se han utilizado exclusivamente para el control de un sin número de plagas. Sin embargo el uso intensivo de estos insecticidas en los últimos 20 años ha conducido al desarrollo de resistencia en muchas poblaciones de plagas (Dong, 2001). Uno de los factores que interviene en el desarrollo de resistencia es el uso desmedido de insecticidas (Cruz, 1997).

Una vez que se determina la necesidad de aplicar medidas de control en contra de la cucarachas, se puede contar con varias opciones de tratamientos químicos como son, aspersiones, polvos y cebos (Jarrat, 2003). Se recomienda aplicar los insecticidas en los sitios de resguardo de las cucarachas, así como las rutas de escape conocidas (Lyon, 2000).

2.6.7.1. Aplicación de Cebos

Ciertos sectores de la población donde se incluye a las escuelas, hospitales así como oficinas podrán preferir el uso de cebos que las aspersiones. Los insecticidas formulados como cebos contienen un ingrediente

activo y un segundo ingrediente que es un componente alimenticio (Jarrat, 2003). Los cebos son empacados en contenedores fáciles de usar que se colocan en sitios de gran actividad de las cucarachas. Las ventajas que ofrecen los cebos son: menor toxicidad a las personas, además de ofrecer un control efectivo. Las desventajas de los cebos son su alto costo, además de resultar poco efectivos cuando se usan en altas infestaciones (Lyon, 2000).

Para obtener un mejor resultado con la aplicación de cebos en gel, se recomienda distribuir la misma cantidad de cebo en varias porciones pequeñas en vez de una grande. Con esta fragmentación del cebo, se incrementa el número de cucarachas que tienen acceso a éste. la fragmentación produce un incremento en mortalidad de las cucarachas en densidades altas de población. En situaciones con densidades de población baja (42 individuos/m²) la dosis recomendada, es una sola gota de 30 µg/m². En densidades de población alta (208 individuos/m²), la misma dosis sería más eficiente si se aplicaran en varias gotas de 3 µg. cada una (Durier, 2003).

2.6.7.2. Tratamientos persistentes

Los insecticidas están formulados para proporcionar control por un período de varias semanas. Éstos proporciona un mejor control cuando se aplica bajo refrigeradores y estufas, atrás de cuadros y en gavetas. Se recomienda sacar platos, ollas y alimentos de la cocina antes de la aplicación, acomodándolos después de que el producto se ha secado. Los productos utilizados son: bifentrina, permetrina, cipermetrina entre otros (Jarrat, 2003).

La aplicación de insecticidas persistentes forman una capa ó una película delgada sobre la superficie en donde los insectos se agregan ó se espera que caminen. De esta manera, cuando los insectos tienen contacto con el residuo en un plazo posterior a la aplicación, se presentará el efecto del insecticida (Bennett *et al.*, 1988).

2.6.7.3. Tratamientos de baja persistencia

Los insecticidas de esta categoría, presentan una efectividad que dura desde unas cuantas horas, hasta varios días. Se encuentran empacados en latas de aerosol. Los aerosoles son fáciles de usar, sin embargo, no deberán usarse como productos para matar y tirar, estos deberán usarse de igual manera que los persistentes. En este grupo se incluyen a: aletrina, piretrina + butóxido de piperonilo, resmetrina y fenotrina.

2.6.7.4. Polvos

Estos compuestos son de uso más difícil aunque proporcionan un control más duradero. El ácido bórico es el único producto disponible dentro de esta categoría (Zurek, 2003). Los polvos como el bendiocarb, ácido bórico, piretrinas o aerogel de sílice, pueden aplicarse con una espolvoreadora hacia lugares difíciles de alcanzar por la aspersion (Lyon, 2000).

2.6.7.5. Aspersiones

Los productos asperjables, ya sean a base de aceite o emulsiones en agua son dirigidos a grietas o hendiduras estructurales localizadas. Los productos incluyen a propoxur, acefato, clorpirifós, diazinón, permetrina y

resmetrina (Lyon, 2000). Las aspersiones van dirigidas a paredes y techos, para alcanzar a rociar los lugares de escondite. Se recomienda tratar cajones y puertas (Solis, 2002).

2.7. Resistencia de la Cucaracha alemana

2.7.1. Factores que afectan el desarrollo de la resistencia

La rapidez con que los insectos desarrollan resistencia a uno o varios insecticidas depende de muchos factores, entre los más importantes encuentran la naturaleza de la especie biológica y las técnicas utilizadas en el control químico. Con respecto a la naturaleza de la especie se pueden resaltar el potencial genético de la población de insectos, el número de generaciones por año y el tiempo que tarda el ciclo biológico. Los insectos de ciclo corto desarrollan resistencia más rápidamente. El estado de desarrollo al que se dirige el control, la migración y capacidad de refugio de la especie biológica también influyen sobre el desarrollo de resistencia. La resistencia a insecticidas, se desarrolla más rápidamente cuando varios estados de desarrollo son controlados (Cruz, 1997).

Además de estos factores, también influyen otros que predisponen la resistencia, entre los cuales se encuentra el agente selectivo, antecedentes de exposiciones anteriores al tóxico así como el número de generaciones en el cual se ha presentado la selección. Cada uno de estos factores juega un papel muy importante al estar interrelacionados. (Cruz, 1997).

2.7.1.1. Factores genéticos.

Entre estos se encuentran el número y frecuencia de alelos de resistencia y grado de dominancia y expresividad de los alelos resistentes. Los genes que confieren resistencia existen en el genoma de la población como un carácter preadaptativo y la capacidad de desarrollo de resistencia depende de la variabilidad genética de la especie (Tairiol, 2004).

2.7.1.2. Factores biológicos.

Entre estos se pueden mencionar; duración del ciclo de vida, progenie por generación, monogamia, poligamia, hábitos alimenticios, movilidad y refugio entre otros.

2.7.1.3. Factores operacionales.

En relación al insecticida: Naturaleza química, relación con otros insecticidas usados, tipo de formulación.

Relacionados con el manejo: dosis de aplicación, umbral de decisión, alternancia de aplicación, mantenimiento de refugios.

2.7.2. Resistencia de la Cucaracha Alemana

En años recientes el manejo de resistencia a insecticidas se ha extendido al ecosistema urbano específicamente hacia esta especie (Robinson, 2000). Los reportes sobre resistencia a insecticidas de la cucaracha alemana consiste principalmente en estudios de laboratorio en donde varios insecticidas fueron probados en poblaciones bajo condiciones controladas (Cochran, 1994).

El control químico con insecticidas neurotóxicos está actualmente limitado por el desarrollo de resistencia, la cual ha sido demostrada en un amplio rango de insecticidas incluyendo organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. Esto lleva a la disminución de la efectividad del producto que falla en el control de la plaga en campo. La aparición de resistencia en una población se debe al resultado de la interacción plaga-insecticida en un ambiente determinado (Tairiol, 2004).

La cucaracha alemana *B. germanica* (L.), es la plaga que presenta resistencia a casi todos los plaguicidas que se utilizan para su control (Ottesen *et al.*, 2000). Este proceso evolutivo natural ha sido acelerado por una intensa presión de selección creada por el uso de insecticidas. La resistencia es una disminución de la mortalidad observada en una población sometida a una presión de selección constante (Cruz, 1997).

Los métodos para prevenir la resistencia en esta especie incluyen el uso de mezclas y alternancia de diferentes clases de plaguicidas en el programa de control (Robinson, 2000).

El desarrollo de la resistencia puede ser rápido, lento o no presentarse bajo ciertas circunstancias y está directamente relacionado con la presión de selección aplicada a una población de una especie dada (Cruz, 1997).

2.7.3. Resistencia cruzada

Este fenómeno consiste en que todos los insecticidas semejantes o estrechamente afines tienen la misma forma de acción por lo que el mecanismo de defensa del insecto resistente, confiere resistencia a otros insecticidas que posean el mismo modo de acción (Sánchez, 2004). Se ha

demostrado que la cucaracha alemana, ha desarrollado resistencia cruzada a nuevos insecticidas. (USDA. ARS, 2002).

2.7.4. Resistencia múltiple

La resistencia múltiple ocurre cuando el insecto tiene varios mecanismos de defensa, con los cuales hace frente a diferentes tipos de insecticidas. (Sánchez, 2004)

2.7.5. Mecanismos de resistencia a insecticidas en *Blattella germanica*.

La resistencia esta dada por la posibilidad de que los insectos metabolicen insecticidas organosintéticos, debido a la presencia de un sistema bioquímico efectivo de defensa, que es causa de un proceso de inducción, donde la presencia de un tóxico estimula la actividad de un sistema de desintoxicación. (Cruz, 1997)

La cucaracha alemana es uno de los insectos plaga que mayor grado de resistencia ha desarrollado hasta la fecha. Este proceso evolutivo natural ha sido acelerado por una intensa presión de selección creada por el uso de insecticidas para su control. Por esta razón, es recomendable no incrementar la dosis de aplicación (Lyon, 2003).

Las ninfas de cucarachas son difíciles de matar con piretroides. Se considera que se requiere 100 veces más material para matar ninfas resistentes de 4 semanas de edad que el necesario para matar a otras ninfas más jóvenes susceptibles al insecticida. Comparativamente, se necesita 30 veces más material para matar machos y 20 veces más para matar hembras.

De esta manera, se considera que las ninfas de edad mediana a tardía son extremadamente resistentes a los piretroides, mientras que los adultos y las ninfas de los primeros instares sucumbirán más rápidamente a los tratamientos con piretroides (Shaheen, 2003).

Al matar a todas las cucarachas susceptibles, se mantendrá una creciente proporción de individuos resistentes en la población. Como resultado, los insecticidas que en cierto momento controlaban una población altamente susceptible no son efectivos contra la población resistente y la mayoría de sus descendientes (Cruz, 1997).

La resistencia a piretrinas naturales en la cucaracha alemana es conocida desde hace varios años (Keller *et al.*, 1956). En años más recientes se ha consignado la resistencia de esta plaga a aletrina y varios de los piretroides nuevos (Cochran, 1989).

La toxicidad de los insecticidas piretroides se ve afectada significativamente por la temperatura, pero el efecto depende de también de otros factores, entre los que se incluyen la especie del insecto a tratar, el piretroide utilizado y el rango de temperatura evaluado (Cruz, 1997).

En las cucarachas, la temperatura influye sobre la toxicidad y el modo de acción de los piretroides, por lo que se distinguen dos modos de acción: el de piretroides tipo I (similar al DDT) que causa descargas repetitivas en los axones y su toxicidad está correlacionada negativamente con la temperatura. Por otra parte, los piretroides tipo II (altamente modificados), similares a la cipermetrina y a la deltametrina bloquean el potencial de acción de los axones, y su toxicidad está correlacionada positivamente con la temperatura (Cruz, 1997).

2.7.6. Detección de resistencia

La resistencia se detecta por medio de pruebas toxicológicas que consisten en estudiar la mortalidad provocada por dosis crecientes de un tóxico. De este modo se puede caracterizar cada población por una curva que se puede comparar con la de una población susceptible de referencia (Sánchez, 2004).

Estas comparaciones permiten definir el grado de resistencia, el cual es un parámetro estadístico que expresa el factor por el que se tiene que multiplicar la dosis que induce una determinada mortalidad en los individuos sensibles para producir la misma mortalidad en los resistentes (Sanchez, 2004).

$$\text{GRADO DE RESISTENCIA} = \frac{\text{DL}_{50} \text{ cepa resistente}}{\text{DL}_{50} \text{ cepa susceptible}}$$

Donde la DL 50 es la dosis de insecticida necesaria para eliminar el 50% de la población expuesta.

Ahora bien, considerando que el desarrollo de resistencia es una adaptación evolutiva de una población a un cambio ambiental y que esta característica adaptativa es permanente, es importante conocer el nivel de resistencia alcanzado por la población para elaborar estrategias de manejo. La falla de control en campo puede indicar que los insectos desarrollaron resistencia a determinado insecticida, pero en general esta falla se evidencia cuando la resistencia esta instalada en la población, por eso son necesarios métodos precisos. El método tradicional de medición de la resistencia es la

comparación de la curva dosis-mortalidad entre la población de campo y la población susceptible de referencia (Taiariol, 2001).

Estas curvas dosis-mortalidad permiten calcular un parámetro estadístico para estimar el grado de resistencia que expresa el factor por el que se tiene que multiplicar la dosis que induce una determinada mortalidad en los individuos sensibles para producir la misma mortalidad en los resistentes (Taiariol, 2001).

Existen varios parámetros para determinar la susceptibilidad de una población:

DL_{50} (dosis letal media), indica la dosis del compuesto que provoca la muerte en la mitad de los individuos tratados. Es un método exacto ya que la cantidad de insecticida aplicado por insecto es conocida y permanece constante durante el bioensayo. Por otro lado es un método laborioso y no es la vía de exposición que se presenta en el campo (Taiariol, 2001).

CL_{50} (concentración letal media), en este caso los insectos se exponen a una serie de concentraciones del insecticida durante un tiempo determinado. Este método puede simular las vías de exposición en campo pero la desventaja radica en que la cantidad de insecticida aplicado a cada insecto es desconocida (Lodoni, 2001).

TL_{50} (tiempo letal medio), en este caso se mide el tiempo necesario para producir mortalidad en el 50% de los individuos expuestos a una concentración fija de insecticida, o sea que se usa el tiempo como variable. La ventaja de este método es que los insectos son expuestos principalmente mediante contacto, como ocurre usualmente en campo y la principal desventaja es que la cantidad de insecticida absorbido es desconocida (Taiariol, 2001).

2.7.7. Bioensayos para detectar resistencia.

Recientemente existe una gran preocupación por el desarrollo de resistencia a insecticidas en artrópodos importantes en salud pública. Esta preocupación se ha incrementado por el hecho de que para el combate de vectores existen solo pocas clases de insecticidas disponibles como herramientas de trabajo. La pérdida de cualquiera de estas herramientas por la razón que fuese podría impactar de manera importante sobre la posibilidad de mantener las poblaciones de plagas insectiles bajo un nivel controlado (Hubert, 1980).

Brogdon y McAlister 1998, proporcionan un método científico para tratar botellas de vidrio de 250 ml. marca Wheaton con insecticida y usarlas como cámaras de prueba para detectar resistencia en poblaciones de plagas el método para tratar las botellas, obtener datos de líneas de respuesta y la aplicación de esta técnica en insectos de campo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del trabajo

Los bioensayos se realizaron en el Laboratorio de Toxicología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna.

3.2. Origen del Material Biológico y Cría

Las colectas fueron hechas en el internado varonil de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna y en casas habitación localizadas en Av. San Buenaventura de la colonia Valle Verde en la Colonia Rincón la Merced de esta ciudad. Se colectaron cucarachas adultas y ninfas en frascos de vidrio con tapa de rosca. Las colectas fueron trasladadas al laboratorio par ser colocadas en recipientes de plástico rectangulares.

A estos recipientes se les colocó una cama de aserrín de madera de aproximadamente 1.5 cm. También se les colocó una capa de papel secante. A los organismos vivos se les proporcionó alimento que al principio fueron las croquetas para perro (cachorro), pero este alimento no fue de su agrado por lo que se les proporciono pan dulce, el cual si aceptaron. Además se les proporcionó agua en frascos de vidrio de 90 cc. Estos frascos se llenaban a su capacidad, colocando algodón para proporcionar una superficie sobre la cual se preparan para evitar que las cucarachas se quedaran atrapadas dentro del frasco.

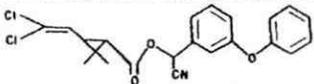
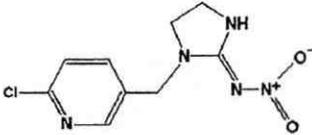
La alimentación y el agua eran cambiada cada diez días, ya que el alimento era contaminado por hongos. La capa de aserrín se cambiaba cada dos meses.

Al poco tiempo de la colecta, la población se multiplicó y fue probable iniciar con los bioensayos utilizando únicamente ninfas de 2^o ó 3^{er} instar sin importar el sexo.

3.3. Descripción de los plaguicidas utilizados y sus concentraciones

Los insecticidas evaluados en esta investigación fueron Cipermetrina e Imidacloprid.

Cuadro 1. Productos utilizados en los biosayos con ninfas de cucarachas

Producto	Pureza	Clasificación	Estructura Química
cipermetrina	89%	Piretroide	
Imidacloprid	96%	Cloronicotinilos	

El ingrediente activo grado técnico utilizado fue proporcionado por la empresa Versa S.A. de Torreón Coahuila.

3.4. Bioensayo

La metodología que se siguió en la preparación de las concentraciones, así como para la exposición de las ninfas a los tóxicos fue similar para cada uno de los productos químicos.

Para la preparación de las dosis, se utilizó una dosis inicial alta de la cual se obtuvieron las demás dosificaciones por dilución para su uso en los bioensayos. Se probaron las siguientes dosis; Cipermetrina: 5,550, 2,775, 2,220 y 1,110 $\mu\text{g/ml}$ y Imidacloprid: 14,920, 7,460, 2,984 y 1,492 $\mu\text{g/ml}$.

Se utilizaron frascos de vidrio de 250 ml. de la marca WHEATON. En cada frasco se colocó un mililitro de cada concentración, asegurándose de lograr una buena cobertura de todas las paredes internas del frasco.

Después de esto los frascos se colocaron en la campana de extracción de vapores durante 15 a 30 minutos para que el exceso de acetona se volatilice. Una vez conseguido esto, los frascos se cerraron, se forraron con papel aluminio para evitar la entrada de rayos luminosos. Este mismo proceso se realizó para cada una de las concentraciones a evaluar. En los frascos utilizados como testigo solo se colocó 1ml. de acetona y se manejaron de la misma manera.

Se colocaron 30 ninfas de (2^o a 3^{er} instar) en cada frasco, observando cada 15 minutos la cantidad de individuos muertos.

El criterio de mortalidad, para el presente trabajo fue el siguiente: se determina muerta a las cucarachas, cuando estas ya no pueden coordinar sus movimientos normalmente y presentaron síntomas de intoxicación, con la parte ventral colocada hacia arriba.

3.5. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos del bioensayo fueron analizados por el método de Análisis Probit, para lo cual se utilizó el programa PC PROBIT (Camacho, 1990) ingresando intervalos de tiempo, número de organismos tratados y mortalidad de los mismos para cada una de las concentraciones.

Este procedimiento estima, mediante el método de máxima verosimilitud (procedimiento interactivo de regresión compensada), los parámetros de la recta (tiempo – mortalidad), con su límite fiducial inferior (LFI) y su límite fiducial superior (LFS) al 95 % y una prueba de χ^2 como estimador de la bondad del ajuste del modelo lineal.

4. RESULTADOS

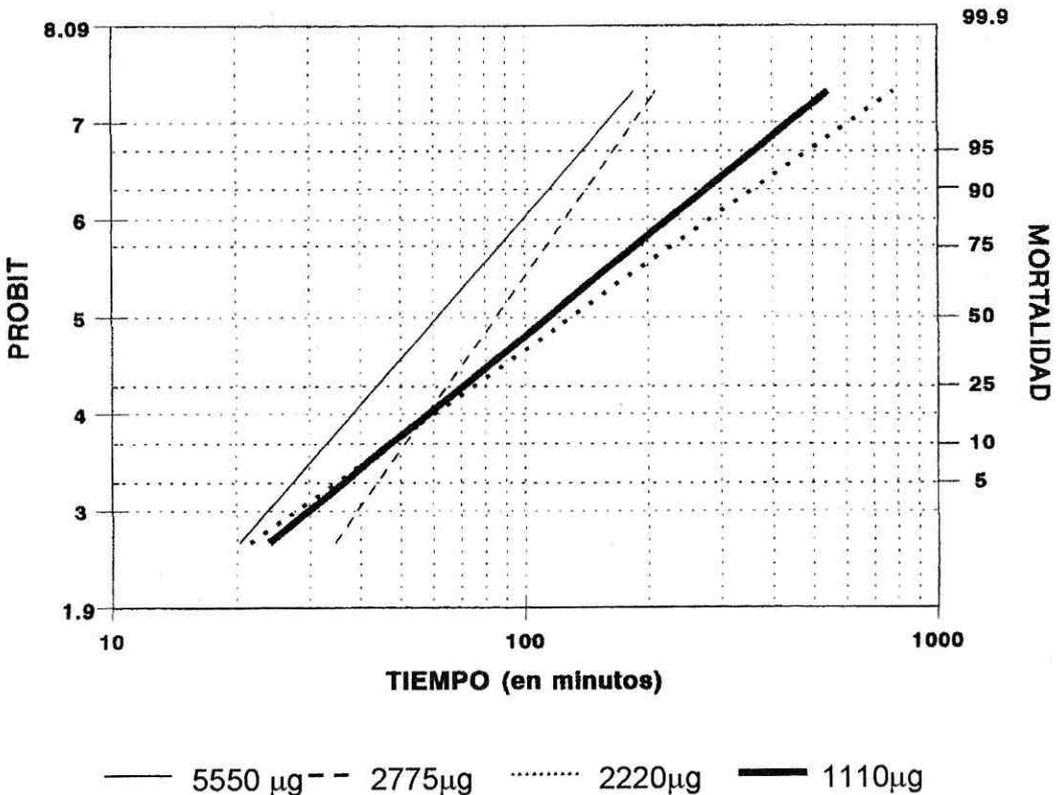
Cipermetrina

Los resultados obtenidos en los bioensayos con cipermetrina a concentraciones de 5,550, 2,775, 2,220 y 1,110 μg se presentan en el Cuadro 2. Las líneas de respuesta se muestran en la Figura 1.

Cuadro 2. Concentraciones, TL₅₀, TL₉₉ y Ecuación de Regresión, cipermetrina

Concentración	TL ₅₀	TL ₉₉	Ecuación de Regresión
5550 μg	61.403	185.384	$Y = -3.668 + 4.847 X$
2775 μg	85.111	209.549	$Y = -6.474 + 5.945 X$
2220 μg	129.933	782.650	$Y = -1.305 + 2.983 X$
1110 μg	114.120	545.118	$Y = -2.047 + 3.425 X$

Fig. 1. Líneas de respuesta tiempo-mortalidad, cipermetrina



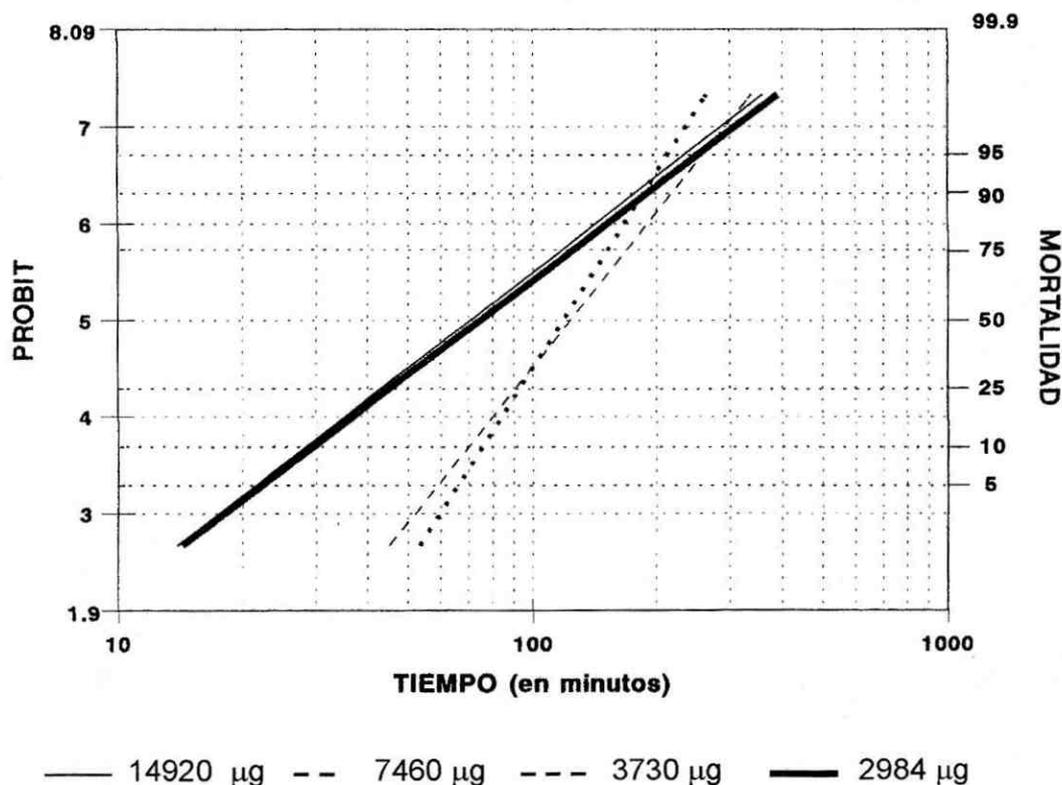
Imidacloprid

Los resultados obtenidos en los bioensayos con Imidacloprid a concentraciones de 1,4920, 7,460, 3,730 y 2,984 μg se presentan en el Cuadro 3. Las líneas de respuesta se muestran en la Figura 2.

Cuadro 3. Concentraciones, TL₅₀, TL₉₉ y Ecuación de Regresión, Imidacloprid

Concentración	TL ₅₀	TL ₉₉	Ecuación de Regresión
14920 μg	70.720	358.413	$Y = -1.104 + 3.300 X$
7460 μg	123.445	337.385	$Y = -6.142 + 5.327 X$
3730 μg	118.545	263.058	$Y = -8.937 + 6.720 X$
2984 μg	74.707	389.832	$Y = -1.073 + 3.242 X$

Fig. 2. Líneas de respuesta tiempo-mortalidad, Imidacloprid



5. DISCUSIÓN

Se comprobó la hipótesis planteada encontrando que para el producto cipermetrina, TL_{50} presenta un diferencial considerable entre la concentración mas alta (5,550 $\mu\text{g}/\text{botella}$) y la concentración mas baja (1,110 $\mu\text{g}/\text{botella}$) siendo este de 61.40 minutos y 114.12 minutos, respectivamente. Para el caso del tiempo letal 99, en la concentración mas alta se registró a los 185.38 minutos y a los 545.12 minutos en la concentración mas baja.

Para el caso en que se utilizó Imidacloprid, se obtuvieron resultados en donde la concentración más alta (14,920 $\mu\text{g}/\text{botella}$) presenta un TL_{50} (70.72 min.) estadísticamente igual al de la concentración mas baja (2,984 $\mu\text{g}/\text{botella}$) con un TL_{50} de 74.70 minutos.

Al obtener respuestas estadísticamente iguales, habiendo manejado un rango de concentraciones en el que se esperaban respuestas con un grado de diferenciación, nos plantea la conveniencia de trabajar con mas concentraciones de insecticidas que las utilizadas en el presente trabajo. Lo anteriormente planteado permitirá reducir al máximo la expresión de variabilidad de la resistencia de una población de campo como la que se evaluó en el presente estudio.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airlan, L. G. 2002. Arthropod allergens and human health. Annual Review Entomology p.p. 409-411
- Barson, G. 1979. Cockroach control, its importance. In: Pest Control 21:93-97.
- Bennet, G. W., J. M. Owens and R.M. Corrigan. 1998. Truman's scientific guide to pest control operations. A Purdue University communications project. Fourth edition p.p. 14-30; 127-146
- Borror, D. C.A, Triplehorn. N.F, Johnson, 1989. An Introduction to the Study Of insects. Sixth Edition, Saunders College Publishing. p. 232.
- Casida, J.E. 1970. Mixed-fuction oxidase involvement in the biochemistry of insecticide synergist. J. Agr. Food Chem. 18: 753-772.
- Cochran, D.G. 2001. Effects of synergists on pyrethroid resistance in German Cockroach. Resistant Pest Management Newsletter. [En línea]
http://whalanlab.msu.edu/rpmnews/vol.6_No.1/globe/rpm_g_Cochran.htm. [Fecha de consulta 5/13/2003]
- Cochran, D.G. 1994. How resistant are they? Pest management. 13(6): 14-16
- Cochran, D. G., 1995. Insecticide resistance. Chapter. 8. In: Understanding and controlling the German cockroach, edited by Rust, M. K., Owens, J. M. and Reiersen, D. A. 171-192. New York Oxford. Oxford University Press. 430 p.
- Cochran, D.G. 1989. Monitoring insecticide resistance in field_collected strains of the German Cockroach, *Blattella germanica* (L) (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 82:336-341.
- Cruz. Z., I.C. 1997. Residualidad de insecticidas aplicados a diferentes superficies, para el combate de la cucaracha *Blattella germanica* (L.) (Dyctioptera: Blattellidae). Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Edo. de México. pp.9-13; 17-25.
- Solis S., J.A. 2002. Diccionario de especialidades agroquímicas, fertilizantes, agroquímico, y productos organicos. 12ª edición. Ediciones PIM. pp 321,333.

- Dong, K. 2000. Mutations in para sodium channel protein of insects Associated With Knockdown Resistance (*Kdr*) to pyrethroids. Resistant Pest Management. Newsletter. [En línea] http://whalong.lab.msu.edu/rpmnews/vol.8_No.2/review/rpm_r_dong.htm [fecha de consulta 5/13/2003]
- Durier, V. and C. Jarrat, 2003. Improvement of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) population control by fragmented. distribution of gel Bits. J. Econ. Entomol. 96(4):1254-1258
- Fisher, T. 1990. Survey of pesticide use and efficacy for Cockroach control. Pest Mgt. 9(6):22
- Georghiou, G. P.1987. Insecticides and pest resistance: the consequences of abuse. In 36th Faculty Research Lecturer. University of California, Riverside, CA., pp. 1- 27
- Jarrat, J. H. 2003. House hold insects: Cockroaches. Mississippi State University Publ. 1904 [En línea] <http://msucares.com/pubs/publications/pub1904.htm> [fecha de consulta 1/13/2003]
- Hubert, J. J. 1980. Bioassay. Kendal/Hunt publishing. USA. P.P. 164
- Keller, J.C., P.H.Clarck and C.S. Lofgren. 1956. Suceptibility of insecticide resistant Cockroaches to pyrethrins. Pest. Control 24(11):14-15.
- Koehler, P.G. and F.M.O. Branscome, 2003. Cockroaches and their management. Univ. of Florida. Coop. Ext. Serv. ENY-214. [En línea] http://Cockroaches/and/their/management_archivos/BODY_IG082.htm [Fecha de consulta 1/15/2004]
- Ladonni, H. 2001. Evaluation of three methods for detecting Permethrin resistance in adult and nymphal *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) J. Econ. Entomol. 94(3): 694-697
- Liu, Z.S., M. Valles and K. Dong. 2000. Novel point mutations in the German cockroach para sodium channel gene are associated with knockdown resistant (*Kdr*) to pyrethroids insecticides. Insect. Biochem. Molec. Biol. 30: 991-997
- Lyon, W. F. 2003. German cockroach, Ohio state University extension factsheet, Kenny Road, Columbus, Ohio. Pub. HYG_2099-97. [En línea] <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2099.html> [fecha de consulta 5/13/2003]

- McAllister, J. and G. Brogdom, 1998. Simplification of adult mosquito bioassays through use of time-mortality determinations in glass bottles. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 14(2):159-164.
- Ottense, P.S., T.E. Horsberg and N.S. Johansen, 2000. Arthropod resistance to pesticides in Norway. ENMARIA. Resistance management [En línea] matters. <http://www.rothamsted.bbsrc.ac.uk/enmaria/database/norway/sevenma.htm> [fecha de consulta 5/13/2003]
- Profesional Pest Control Products, 2004. German Cockroach biology and extermination using baits, dust, and pesticides. [En línea] Pensacola, Florida. <http://german/cockroach/andextermination.com> [fecha de consulta 1/15/2004]
- Ríos, M. y, 1999. Combate de cucarachas en un hotel de cinco estrellas de Puerto Vallarta Jal., Tesis Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados; Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 55 p.
- Robinson, W.H. 2000. Resistance remediation in the German Cockroach. Urban Pest Control Research Center. [En línea] Virginia State University. <http://www.msstate.edu/entomology/v8n1/art11.html> [fecha de consulta 8/29/2003]
- Sánchez, J. L. 2004. Resistencia a insecticidas. [En línea] <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/insecticidas.asp> [Fecha de consulta 1/22/2004]
- Shaheen L. 2003. Roaches are what they eat [En línea] <http://ipminfo.cau.edu.cn/magzine/pestcontrolmag/www.pestcontrol.mag.com//00apr-fl.html> [Fecha de consulta 5/13/2003]
- Taiariol, D. R. 2001. Resistencia en cucaracha *Blattella germanica* (L.) [En Línea] <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml> [Fecha de consulta 1/22/2004]
- Taiariol, D. R. 2004. Resistencia en cucaracha *Blattella germanica* (L.) [En Línea] <http://plagasonline.com.ar/articulos/fr-ar-resistencia.htm> [Fecha de consulta 2/5/2004]
- USDA. ARS. 2002 Relationship between the para-homologous sodium channel point mutation (G2979c) and knockdown resistance in the german cockroach using multiplex Pcr to discern genotype. *J. of Insect Bioch. and Molecular Biology*.

- Valles, S. 1996. German cockroach, University of Florida Gainesville, Fla. Publication No. EENY-Z USDA-ARS [En línea] [http://german/cockroach/blattella/germanica/\(linnaeus\).htm](http://german/cockroach/blattella/germanica/(linnaeus).htm) [Fecha de consulta 1/15/2004]
- Wilkinson, C.F.1971. Insecticide synergist and their mode of action. In: A.S. Tahori (ed), Pesticide chemistry (vol.3): insecticide resistance, synergism, and enzyme induction. Gordon Breach, New York.
- Zurek L., J.C. Gore, S.M. Stringham, D.W. Watson, M.g. Waldvogel and C.Shal. 2003. Boric Acid Dust as a Component of an Integrated Cockroach Management Program in Confiden Swine Production. J. Econ. Entomol.96 (4): 1362-1366.