

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE TRES INSECTICIDAS
EN CEBO ENVENENADO PARA EL CONTROL DE CUCARACHA ALEMANA**
(Blattella germanica L.)

MODALIDAD DE TITULACIÓN TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA

MARÍA GUADALUPE ZEPEDA GUZMÁN

ZAPOPAN, JALISCO, DICIEMBRE DE 2007

TESIS/CUCBA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRÓNOMO
COMITE DE TITULACIÓN

DR. SALVADOR MENA MUNGUÍA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación TESIS E INFORMES, opción, TESIS, con el título:

“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE TRES INSECTICIDAS EN CEBO ENVENENADO PARA EL CONTROL DE CUCARACHA ALEMANA (*Blattella germanica*, L.)”

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

MARÍA GUADALUPE ZEPEDA GUZMÁN

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR. PEDRO POSOS PONCE
M.C. JAIME SANTILLAN SANTANA
M.C. BENITO MONROY REYES

DIRECTOR
ASESOR
ASESOR

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C. JAIME SANTILLÁN SANTANA
M.C. SALVADOR DE LA PAZ GUTIÉRREZ
DR. PEDRO POSOS PONCE

PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.



A T E N T A M E N T E COORDINACION DE LA CARRERA DE
"PIENSA Y TRABAJA" INGENIERO AGRÓNOMO

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 13 de diciembre de 2007.

M.C. SALVADOR GONZÁLEZ LUNA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

DRA. MARÍA LUISA GARCÍA SAHAGÚN
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

Dios:

por darme la vida en el tiempo y espacio correctos. Te bendigo señor por poner en mi camino las personas valiosas que conocí.

Mis Padres:

Socorro Guzmán Torres y Carlos Manuel Zepeda Peña, por sus esfuerzos para que pudiera alcanzar mis metas y estar siempre a mi lado forjándome con los valores que ahora tengo.

Mi Hermano:

Carlos Manuel Zepeda Guzmán, por ser un hombre ejemplar, y mostrarme los pasos que se han de seguir para conseguir lo que uno quiere.

Mi Segunda Madre:

Oliva Torres Cerda, por estar conmigo desde que nací, cumpliéndome caprichos y gustos, este triunfo también es tuyo.

Mi Director de tesis, profesor y amigo:

Dr. Pedro Posos Ponce, por el valioso tiempo invertido en mí y buscar siempre mi bien para que me pueda desarrollar en todos los aspectos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de corazón a:

Dios:

por los regalos que me otorgaste: la vida, mi familia y amigos; por este mundo que no deja de maravillarme.

Mi Mamá:

Socorro Guzmán Torres, por el gran amor que siempre me has manifestado y estar siempre pendiente de mí en todos los aspectos; gracias por apoyarme en todos mis proyectos y por tus consejos. Algún día me gustaría ser aunque sea un poquito como tú eres. Madre siente orgullosa ya que este triunfo también es tuyo.

Mi Papá:

Carlos Manuel Zepeda Peña, por trabajar siempre incansablemente para que no me faltara nada y llegar a donde yo quise. Sin tu ayuda no lo hubiera logrado. A ti y a mamá nunca terminaré de agradecerles, los amo.

Mi Hermano:

Carlos Manuel Zepeda Guzmán, por apoyarme siempre que lo necesité. Gracias brother.

Mi Tía Abuelita:

Oliva Torres Cerda, por las responsabilidades que por amor incondicional tomaste con mi mamá, mi hermano y conmigo; eres una mujer ejemplar. Te adoro.

Mi Director de tesis, profesor y amigo:

Dr. Pedro Posos Ponce, por sus enseñanzas no sólo académicas sino por aquellas que me han hecho crecer desde el momento en que lo conocí. Gracias por impulsarme en los proyectos que emprendí y concluí con éxito. Gracias Profe. por la confianza que siempre depositó en mí y por su muy valiosa amistad; por ubicarme cada vez que tambaleo. Lo admiro, respeto y quiero como no tiene idea.

Mis amigos:

Mariana Dolores Medina Lerena, por los momentos que vivimos juntas trabajando, descansando y estudiando; gracias por ser un ejemplo en luchar por las cosas que se quieren.

Ramón Turincio Tadeo, también por estar ahí cuando te necesite, en las buenas y en las malas, enseñándome a trabajar duro. A ambos gracias por hacerme cambiar la perspectiva de algunas cosas de la vida. Hermanos, hicimos un gran equipo, nunca los voy a olvidar.

M. C. Jaime Santillán Santana:

Por su gran apoyo, por transmitirnos con empeño sus enseñanzas. Por darse tiempo para escuchar mis problemas y darme consejos para solucionarlos. Gracias por incluirnos en sus trabajos que nos han permitido crecer tanto profesional como personalmente. Por su muy valiosa amistad, algo que es muy importante para que este mundo camine.

A todos los profesores que tomaron parte en mi formación:

Por el gran esfuerzo puesto para que hacernos poseedores de las armas necesarias para enfrentarnos a la vida. Gracias por darnos una visión en que nos hacemos solucionadores de los problemas de la sociedad a través de un ético ejercicio de nuestra hermosa profesión.

Señora Alma Parra de Posos:

Por su gran apoyo y consejos durante todo el tiempo que hemos convivido y ser un gran ejemplo en todos los aspectos.

Omar y Miranda Posos Parra:

Por su amistad y apoyo. El simple hecho de verlos sonreír le da otra visión a la vida.

M. C. Luis Javier Arellano Rodríguez:

Por que gracias a usted retomé el amor que se había apaciguado hacia mi carrera, si no fuera por su invitación a sus proyectos no hubiera cumplido mi meta. Gracias por su gran amistad, por estar siempre al pendiente de mi aprendizaje y por todo lo que me enseñó.

M. C. Gustavo Enciso Cabral:

Por su interés en mi aprendizaje, sus consejos; gracias por su amistad y la confianza que manifestó hacia mi.

Dr. Fernando Santacruz Ruvalcaba:

Por trabajar duro para transmitir sus conocimientos; gracias por el tiempo que dedicó a mi aprendizaje mientras estuve colaborando y aprendiendo en el laboratorio.

Dra. María Luisa García Sahún:

Por contribuir a mi formación profesional, por ser un gran ejemplo como persona y como profesionista. Gracias además por aceptar ser nuestra madrina de generación y por la simpatía que siempre mostró hacia mí.

M. C. Benito Monroy Reyes y M. C. Salvador de la Paz Gutiérrez:

Por sus valiosos aportes durante la revisión de mi tesis. Me permitieron aprender nuevas cosas. Gracias por ese tiempo invertido.

***Salvador Ríos Pérez, José Luis Atanacio Cárdenas, Javier Rizo de la Peña y
Alberto Velásquez Paredes:***

Por su gran amistad; por permitirme pasar ratos de alegría. Gracias también por sus consejos. Ustedes son parte del equipo.

ÍNDICE

	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	IV
RESUMEN.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 Objetivo general.....	4
1.1.2 Objetivos particulares.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Cucaracha.....	5
2.1.1 Taxonomía	5
2.1.2 Morfología.....	5
2.1.3 Biología.....	5
2.2 Cucaracha Alemana.....	7
2.2.1 Taxonomía.....	7
2.2.2 Morfología.....	7
2.2.3 Ciclo de vida.....	8
2.2.4 Hábitos.....	9
2.2.5 Daños.....	11
2.2.6 Dificultad en el control.....	12
2.2.7 Control.....	13
2.3 Control químico.....	15
2.3.1 Cebos envenenados.....	15
2.4 Ingredientes activos utilizados.....	20
2.4.1 Abamectina.....	20
2.4.2 Hidrametilona.....	22
2.5 Resistencia.....	23
2.5.1 Resistencia por comportamiento.....	27
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30

3.1 Lugar del establecimiento de estudio.....	30
3.2 Materiales.....	30
3.2.1 Materiales físicos.....	30
3.2.2 Materiales genéticos.....	31
3.2.2.1 Instar de la plaga.....	31
3.2.2.2 Número de aplicaciones.....	31
3.3 Métodos.....	31
3.3.1 Metodología experimental.....	31
3.3.1.1 Diseño experimental.....	31
3.3.1.1.1 Tratamientos del ensayo de Efectividad Biológica.....	32
3.3.1.1.2 Tratamientos del ensayo de Palatabilidad.....	32
3.3.1.2 Método estadístico empleado.....	33
3.3.1.3 Variables estudiadas.....	33
3.3.2 Desarrollo del experimento.....	34
3.3.2.1 Colecta	34
3.3.2.2 Identificación.....	35
3.3.2.3 Formación de la colonia.....	35
3.3.2.4 Ensayo de Efectividad Biológica.....	36
3.3.2.4.1 Unidades experimentales.....	36
3.3.2.5 Ensayo de Palatabilidad.....	36
3.3.2.5.1 Unidades experimentales.....	37
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Ensayo de Efectividad Biológica.....	38
4.2 Ensayo de Palatabilidad.....	43
5. CONCLUSIONES.....	53
5.1 Ensayo de Efectividad Biológica.....	53
5.2 Ensayo de Palatabilidad.....	54
6. LITERATURA CITADA.....	55

ÍNDICE DE CUADROS**PÁGINA**

Cuadro 1. Tratamientos, dosis máximas recomendadas en los envases de los productos y dosis por unidad experimental para el ensayo de Eficacia Biológica.....	32
Cuadro 2. Tratamientos y dosis utilizadas en el ensayo de Palatabilidad para el control de cucaracha Alemana.....	32
Cuadro 3. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% de significancia para control de cucaracha durante el período de la evaluación.....	38
Cuadro 4. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% para control de cucaracha durante el período de la evaluación.....	40
Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% en la Evaluación de la Palatabilidad de los cebos, para control de cucaracha, durante el período de la evaluación.....	45
Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad promedio de las 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos registrado durante la Evaluación de la Palatabilidad de los cebos en el período establecido.....	46
Cuadro 7. Efectividad (en porcentaje), y consumo promedio (en gramos), de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel).....	48
Cuadro 8. Efectividad (en porcentaje), y consumo (en gramos), promedio de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel).....	49
Cuadro 9. Efectividad (en porcentaje), y consumo (en gramos), promedio de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel).....	51

Gráfico 1. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% de significancia para control de cucaracha durante el período de la evaluación.....	39
Gráfico 2. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% de significancia para control de cucaracha durante el período de la evaluación.....	41
Gráfico 3. Representación del consumo de cebo de cada uno de los tratamientos durante el tiempo establecido.....	45
Gráfico 4. Porcentaje de mortalidad registrado durante la evaluación de cada uno de los tratamientos.....	46
Gráfico 5. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), durante el Ensayo de Palatabilidad durante 17 días.....	48
Gráfico 6. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), durante el Ensayo de Palatabilidad durante 17 días.....	50
Gráfico 7. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), durante el Ensayo de Palatabilidad...	51

RESUMEN

Este estudio se realizó con el propósito de evaluar la efectividad biológica de tres cucarachicidas, formulados en cebo envenenado en gel, actualmente disponibles en el mercado, con una cepa de cucarachas formada con individuos colectados en la zona metropolitana de Guadalajara. Se utilizaron dos formulaciones con el ingrediente activo abamectina: Exter gel, y Sangha gel (Fist gel); y una formulación, líder en el mercado, con el ingrediente activo hidrametilona: Maxforce gel. Al final de la evaluación la formulación con abamectina (Exter gel), mostró niveles de control muy bajos, con respecto a los otros dos geles. Debido a que los dos ingredientes activos, abamectina (en Sangha gel = Fist gel), e hidrametilona (en Maxforce gel), causaron una alta mortalidad, se deduce que la resistencia fisiológica en estos ingredientes aún no es causa de fallas. Debido a que diversos autores han registrado un tipo de resistencia denominada por comportamiento en la cual las cucarachas rechazan los ingredientes alimenticios utilizados en la formulación de los geles, y a la posibilidad de que Exter gel no haya cumplido con las características de atractividad y estimulación del apetito; se realizó un ensayo de palatabilidad con los mismos geles, el cual demostró que los tres cebos fueron consumidos, es decir, fueron palatables, por lo que los cebos si cumplen con sus características de atracción y palatabilidad; además se comprobó que no existe rechazo por comportamiento. Por lo anterior se deduce que las fallas se deben a la calidad de la formulación y al manejo dado al producto.

1. INTRODUCCIÓN

Entre todos los insectos, el más común es la cucaracha. Evidencias fósiles indican que existen en la tierra desde hace más de 300 millones de años (Jacobs, 2003; AES, 2007). Son consideradas como uno de los grupos de animales más exitosos (Jacobs, 2003), en el aspecto de adaptación, ya que han sido capaces de sobrevivir a muchos cambios del medio ambiente por millones de años; lamentablemente muchas de sus características biológicas que le han permitido sobrevivir y adaptarse, han ocasionado también que sea la especie más difícil de manejar desde el punto de vista de su control (AES, 2007). Ha sido el hombre con sus hábitos y costumbres quien ha propiciado que se conviertan en verdaderas plagas domésticas (Zayas, 1974). A este insecto se le considera entre las plagas más importantes de las casas y los establecimientos comerciales (Smith y Whitman, 2006). Aparte de su presencia que es considerada molesta y de producir secreciones olorosas desde varios puntos de su cuerpo que pueden afectar el sabor de los alimentos (AES, 2007), se sabe que es capaz de transmitir varios organismos patógenos de enfermedades comunes, así como de provocar reacciones alérgicas en muchas personas (Smith y Whitman, 2006). Los organismos patógenos más comunes incluyen bacterias de los géneros *Salmonella spp* (envenenamiento de alimentos); *Staphylococcus spp*, *Streptococcus spp*, *Coliform spp*, *Bacillus spp*, *Clostridium spp*, *Escherichia coli* (diarrea e infección del sistema urogenital); *Mycobacterium tuberculosis* (tuberculosis); *Pseudomonas aeruginosa* (varias infecciones) y *Shigella dysenteriae* (disentería, diarrea); la toxoplasmosis causada por protozoarios parásitos y el antígeno de la hepatitis B. (Smith y Whitman, 2006; AES, 2007). Estos microorganismos son transportados en las patas y cuerpo de las cucarachas, y son depositados en el alimento y utensilios que tocan. Los excrementos y las exhubias también contienen organismos alergénicos, a los cuales algunas personas han presentado respuestas alérgicas como sarpullidos en la piel, ojos llorosos y estornudos (AES, 2007).

Según AES (2007), de las aproximadamente 4.000 especies de cucarachas que habitan en el mundo sólo unas especies habitan las viviendas humanas; las más comunes como plagas urbanas son la Americana, Australiana, marrón, de bandas marrones, Alemana, Oriental, Pennsylvanica de los bosques y la cucaracha marrón ahumada; de esas plagas urbanas el 95% está representado por: *Periplaneta americana* (cucaracha Americana) y *Blattella germanica* (L.), (cucaracha Alemana). Más sin embargo, la más común y difundida en las zonas urbanas es la cucaracha Alemana *Blattella germanica* (L.), (Jacobs, 2003; Smith y Whitman, 2006; AES, 2007). Smith y Whitman (2006), mencionan que es una especie con amplia distribución, se le encuentra en todo el mundo; además de ser una plaga molesta, es una de las cucarachas que ha sido implicada en el brote de enfermedades, la transmisión de una variedad de organismos patógenos incluyendo por lo menos un protozoo parásito y reacciones alérgicas en muchas personas.

El elevado potencial reproductivo de *Blattella germanica* L. unido a la gran cantidad de plaguicidas utilizados contra esta, a los que ha desarrollado resistencia, son algunas de las características principales por lo que ha sido considerada como una de las plagas urbanas más importantes en el mundo (Díaz *et al.*, 2003).

Presenta varios tipos de 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 (Lyon, 2003).

Una alternativa para incorporar al Manejo Integrado de la cucaracha Alemana son los cebos en gel; estos han sido uno de los principales métodos para el control de la cucaracha Alemana en los Estados Unidos, en los últimos 5-8 años (Wang *et al.*, 2004), y más recientemente en México. Esto debido a que son altamente efectivos y además más seguros y menos dañinos al ambiente que otros tipos de insecticidas (Wang *et al.*, 2004). Cuando los ingredientes activos son incorporados en un cebo palatable, las cucarachas consumen dosis letales en una simple alimentación (Wang *et al.*, 2004).

Parte de la efectividad de los cebos en gel se debe a que la mayoría son formulados con ingredientes activos novedosos con modos de acción generalmente diferentes a los que han sido utilizados para el control de cucaracha Alemana. Más sin embargo en diferentes regiones del mundo, debido a su uso continuo por varios años, se ha comenzado a presentar un tipo de resistencia: denominada resistencia por comportamiento. Ésta se manifiesta por un comportamiento de rechazo a los cebos, causado por los ingredientes alimenticios en los cebos en gel, generalmente a los azúcares los cuales son incorporados en las formulaciones para estimular una respuesta alimenticia en las cucarachas. (Wang *et al.*, 2004, 2006). Ross (1998), menciona que la evolución de este tipo de resistencia probablemente sea igual o más importante que la resistencia fisiológica cuando los cebos tóxicos son usados en el control de cucaracha Alemana, *Blattella germanica* (L.).

Aparentemente en México no se tiene registro de ningún tipo de resistencia causado por los cebos en gel, debido a que estos son relativamente nuevos en el mercado. Este trabajo se realizó para evaluar la efectividad biológica de tres formulaciones en cebos en gel disponibles en México, particularmente en el mercado de la Zona Metropolitana de Guadalajara en el estado de Jalisco.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad biológica de tres insecticidas comerciales formulados en cebo envenenado en gel para el control de cucaracha Alemana (*Blattella germanica* L.), bajo condiciones de laboratorio.

1.1.2 Objetivos particulares

- a) Comparar la efectividad de dos ingredientes activos diferentes: abamectina e hidrametilona.
- b) Comparar la efectividad de dos formulaciones con el mismo ingrediente activo a la misma concentración.
- c) Evaluar la palatabilidad de tres insecticidas comerciales formulados en cebo envenenado para el control de cucaracha alemana *Blattella germanica* L.

1.2 Hipótesis

Al menos un tratamiento es efectivo para el control de cucaracha Alemana (*Blattella germanica* L.).

Las formulaciones con el mismo ingrediente activo, a la misma concentración, proporcionan una efectividad biológica similar.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cucaracha

2.1.1 Taxonomía

Según Smith y Whitman (2006), y Triplehorn y Johnson (2005):

CLASE: Insecta

ORDEN: Blattodea

SUBORDEN: Blattaria

SUPERFAMILIA: Blaberoidea

FAMILIAS: Blaberidae, Blattellidae y Blattidae

METAMORFOSIS: Simple

2.1.2 Morfología

Presenta un perfil ovalado, cuerpo generalmente aplanado, cabeza parcial o totalmente oculta debajo de un escudo pronotal; sus alas frontales tienen apariencia de piel con venas, aunque las venas pueden ser reducidas; tiene antenas largas y filiformes; son poseedoras de un cerco abdominal usualmente largo, sin apariencia de fórceps; tienen tarsos de 5 segmentos; poseen un aparato bucal masticador (Smith y Whitman, 2006).

2.1.3 Biología

La cucaracha tiene metamorfosis simple (hemimetábola), (Smith y Whitman, 2006). Las ninfas y los adultos por lo general son muy similares en apariencia, excepto por el tamaño y el agregado típico de alas en los adultos de la mayoría de las especies; Smith y Whitman (2006), mencionan que todas las cucarachas recién emergidas son blancas, pero toman de nuevo su coloración típica unas cuantas horas después conforme su cutícula se endurece. Estos autores mencionan que son insectos gregarios, así que en todas las etapas e instares se localizan juntas en sus sitios de refugio preferidos, excepto

que suelen presentar segregación por tamaño dependiendo del grosor de las grietas y rendijas. Destacan que las especies domésticas son nocturnas o activas durante la noche, pero se pueden encontrar durante el día si la infestación es muy grande y los refugios aceptables se encuentran llenos y rebozando su capacidad con cucarachas. Estos mismos autores en cuanto a la reproducción mencionan lo siguiente: las hembras producen ootecas o cápsulas de huevecillos que contienen en su interior a los huevos; cada ooteca contiene huevos acomodados en dos hileras paralelas opuestas una de la otra y puede tener desde 4 hasta 60, dependiendo de la especie; la ooteca por lo general es depositada o adherida a alguna superficie en un sitio protegido cercano a la fuente de alimentación un par de días después de su formación. Sin embargo, como mencionan estos autores, la cucaracha Alemana carga su ooteca hasta 24 a 48 horas antes de que los huevos eclosionen y emerjan las ninfas. Los miembros de la familia Blaberidae tienen la ooteca ligeramente saliente durante su formación, luego la retraen a un saco de crianza, la incuban y cuando los huevos están listos para eclosionar, de nuevo la exponen y la expulsan. Algunas especies retienen la ooteca, la incuban y dan a luz ninfas vivas.

Smith y Whitman (2006), reportan que la Partenogénesis o producción de huevos sin fertilización ocurre en la cucaracha Alemana; las cápsulas de huevos producidas de esta forma por lo general fallan en eclosionar o producen sólo unas cuantas ninfas. Destacan que el tiempo de desarrollo de huevo a adulto, está fuertemente influenciado por la temperatura y la humedad. Mencionan además que las áreas de refugio preferidas son aquellas en las que las altas temperaturas y la humedad relativamente alta acortan el tiempo de desarrollo. Documentan que la cucaracha pasa alrededor del 75% del tiempo en grietas de refugio en las que apenas cabe; los refugios de mayor preferencia son aquellos de tamaño estrecho, localizados cerca de las fuentes de alimento y agua, cálidos y con una humedad relativamente alta.

2.2 Cucaracha Alemana

2.2.1 Taxonomía

Clasificación según Smith y Whitman (2006), Cornwel (1968) y Triplehorn y Johnson (2005)

CLASE: Insecta

ORDEN: Blattodea

SUBORDEN: Blattaria

SUPERFAMILIA: Blaberoidea

FAMILIA: Blattellidae

GÈNERO: Blattella

ESPECIE: Blattella germanica

NOMBRE COMÚN: Cucaracha Alemana

NOMBRE CIENTÍFICO: *Blattella germanica* (Linnaeus)

METAMORFOSIS: Simple (hemimetábola)

2.2.2 Morfología

Los adultos miden según Smith y Whitman (2006), de 13 a 16 mm., y según WHO (1999), de 10 a 15mm. Son de color marrón claro a beige (Smith y Whitman, 2006), y es mejor identificada por su tamaño pequeño (Jacobs, 2003), y por dos rayas longitudinales oscuras, casi paralelas, ubicadas en el escudo pronotal (Smith y Whitman, 2006), es decir dos líneas oscuras que recorren la parte trasera de la cabeza hasta las alas (Jacobs, 2003). Tienen alas desarrolladas (Jacobs, 2003), más sin embargo, rara vez se deslizan o vuelan (Smith y Whitman, 2006). Las hembras son más oscuras que el macho y su abdomen es más ancho. Las ninfas son similares a las adultas excepto que son más pequeñas y carecen de alas (Jacobs, 2003; AES, 2007). El primer y segundo instar ninfal tienen un tórax color marrón oscuro a negro con márgenes laterales pálidos, meso y metatórax pálido blanco en el centro con una raya oscura continua cerca de cada margen; y el tórax y abdomen tienen una coloración marrón claro en el vientre (Smith y

Whitman, 2006). Los instares posteriores (del tercero en adelante), tienen 2 rayas longitudinales continuas y oscuras en el pronoto, con el abdomen oscuro y los segmentos abdominales por lo general con áreas centrales pálidas en el dorso (Smith y Whitman, 2006). La ooteca es marrón amarillenta generalmente en dos tonos, más pálida en el extremo adherido a la hembra; mide de 6 a 9 mm de largo, dos veces más larga que ancha; posee surcos subdivisionales extendidos a todo lo ancho; es ligeramente curva o arqueada; y puede contener cerca de 15 a 20 (rango de 9 a 25) huevos en cada lado (Smith y Whitman, 2006).

2.2.3 Ciclo de vida

El desarrollo de *B. germanica* es del tipo hemimetábolo o de metamorfosis incompleta, durante el cual se diferencian tres estados: huevo, ninfa y adulto (Ross y Mullins, 1995; Jacobs, 2003). La maduración sexual de ambos sexos es aproximadamente la misma y corresponde a los primeros 7-10 días de vida adulta (Taiariol, 2001). Las hembras son receptivas a los 5-6 días de la muda (Liang y Schal, 1993, WHO, 1999). Los machos copulan repetidamente y las hembras copulan usualmente una sola vez (Cochran, 1979). Previo a la cópula se realiza un cortejo que consiste en acercamiento entre las antenas de un macho y una hembra, el macho levanta sus alas, la hembra se alimenta de secreciones en glándulas dorsales del macho, estos empujan el abdomen de las hembras hacia abajo y engancha su genitalia copulando (Cornwel, 1968). La hembra fecundada desarrolla a los pocos días una ooteca.; las hembras no fecundadas pueden producir ootecas, pero éstas son estériles (Liang y Schal, 1993). La ooteca es de color marrón claro, en forma de cartera (Jacobs, 2003), mide entre 7 y 9 mm (Taiariol, 2001), y contiene dos filas de huevos (Jacobs, 2003). La cucaracha Alemana es la única especie en que la hembra lleva la ooteca consigo por largo tiempo (AES, 2007), ésta la carga hasta 1 ó 2 días antes de la eclosión y luego la deposita en un área protegida (Smith y Whitman, 2006), en donde las ninfas pueden encontrar amparo y alimento (AES, 2007). La ooteca recibe humedad de la hembra; si la humedad es elevada en el exterior puede prescindir de ella no ocurriendo la desecación y la cápsula puede sobrevivir por algunas horas o más después de una muerte prematura de la hembra (AES, 2007). Según Smith y Whitman (2006), en promedio, la

hembra producirá 5 ootecas (rango de 4 a 8), conteniendo 30 a 40 huevos cada una (rango 18 a 50); una nueva cápsula se empieza a formar un par de semanas después (AES, 2007). Smith y Whitman (2006), mencionan que el tiempo de desarrollo (huevo a adulto), varía de 54 a 215 días, promediando los 103 días y que bajo condiciones de laboratorio de 27° C y 40 % de humedad relativa por lo general sólo requiere de 50 a 60 días señalan que esto usualmente significa 3 a 4 generaciones por año, pero puede llegar a tener hasta 6. Según estos autores los adultos viven alrededor de 100 a 200 días (rango de 1 a 303). Así mismo, Jacobs (2003), y AES (2007), mencionan que cada cápsula contiene 48 huevos (usualmente de 30 a 48) y que las hembras producen generalmente de cuatro a ocho cápsulas durante su vida; Jacobs (2003), señala también que una cápsula es producida alrededor de cada 6 semanas y que toma 28 días para que se desarrollen y salgan de la cápsula; describe que el largo de la etapa del huevo varía de 14 a 35 días y que el largo de vida de una hembra adulta varía de 20 a 30 semanas y que usualmente pasan 28 días entre la formación de la cápsula y la eclosión. Las poblaciones establecidas o maduras de cucaracha Alemana típicamente están compuestas por lo menos de un 75% de ninfas (Smith y Whitman, 2006). Estas ninfas mudan de 5 a 7 veces durante un período de 40 a 60 días (Taiariol, 2001), dependiendo de condiciones ambientales o aditamentos como la pérdida de antenas o patas durante los primeros estados ninfales (AES, 2007). Las ninfas del primer estadio miden 2 a 3 mm y son muy sensibles a la deshidratación (Taiariol, 2001). Según AES (2007), completar los estados ninfales demora entre 40 y 125 días. Los adultos pueden vivir más de un año, pero pueden morir por diversas causas antes de este tiempo.

2.2.4 Hábitos

La cucaracha Alemana muestra preferencia por lugares cálidos (21° C) y húmedos (Smith y Whitman, 2006; Jacobs, 2003). Por lo general se le encuentra en las cocinas y en segundo lugar en los baños, pero las infestaciones frecuentemente se presentan también en los cuartos donde las personas consumen alimentos y bebidas (Smith y Whitman, 2006). Según Taiariol, (2001), la dispersión en las casas habitación se da de la siguiente manera: 75% en cocinas, 20% en baños y el 5% restante en otros

ambientes. Más sin embargo, cualquier grieta o rendija ubicada cerca de su fuente de alimento o agua es un refugio principal, en el que pasan cerca del 75% del tiempo (Smith y Whitman, 2006). La ninfa del primer instar requiere de una grieta de 1mm, mientras que el adulto necesita una grieta de 5 mm de ancho (Smith y Whitman, 2006). La cucaracha Alemana es relativamente activa para moverse entre estructuras (AES, 2007). Viajan entre lugares y son llevadas por bolsas, cartones, paquetes (AES, 2007); así como por electrodomésticos de segunda mano como refrigeradores, televisores, videocaseteras, hornos de microondas, etc. (Smith y Whitman, 2006). En AES (2007), se menciona que se deben vigilar los lugares de entrada de cucarachas; si las poblaciones satélites no son encontradas, podrá ocurrir la infestación escondiéndose en grietas durante el día. Aunque raras veces pasa, se les ha observado emigrando de un edificio a otro en noches cálidas (Smith y Whitman, 2006). Según AES (2007), investigaciones detalladas de campo indican que los adultos pueden moverse entre estructuras y cañerías conectadas entre departamentos. También menciona que más del 10% de adultos en moderadas o altas infestaciones pueden moverse durante una semana. Para evitar este movimiento se deben anular esas estructuras y conexiones de caños entre apartamentos y aplicar insecticidas (AES, 2007). Aunque no es lo más común, puede sobrevivir a la intemperie durante los meses cálidos (Smith y Whitman, 2006), alimentándose en los basureros (AES, 2007). Se alimenta casi de cualquier cosa con valor nutritivo, incluyendo todo tipo de alimento y otras cosas como jabón, pegamento y pasta dental (Smith y Whitman, 2006), aunque se ha notado que tienen una preferencia al almidón, dulces, grasas y productos de carne (Jacobs, 2003). En muchos lugares, la basura es su principal fuente de alimento (Jacobs, 2003). Este autor menciona que, como otras especies, las cucarachas Alemanas son más activas por las noches cuando van en busca de comida, agua y parejas, reporta que durante el día se esconden en grietas y lugares oscuros que proveen un ambiente cálido y húmedo; sus cuerpos, relativamente anchos y planos, les permiten moverse dentro y fuera de grietas y espacios estrechos con facilidad. Estas pueden ser vistas durante el día, particularmente si hay una población grande o si hay otras causas de tensión, como falta de comida o agua o si han aplicado pesticidas (Jacobs, 2003). Más sin embargo, Smith y Whitman (2006), mencionan que los periodos de actividad varían con la etapa de vida, edad y el estado fisiológico. Estos

autores comentan que por ejemplo, la hembra reproductiva es muy activa, mientras que la hembra preñada (con ooteca), es relativamente inactiva a partir del quinto día después de aparearse, saliendo sólo en busca de alimento y agua cuando le es necesario; los machos pasan la mayor parte del tiempo en el refugio, incluso durante la noche; todas las ninfas se vuelven casi inmóviles y permanecen en el refugio los últimos 3 días de cada instar mientras se preparan a mudar. Por lo tanto, mencionan estos autores, que alrededor de un tercio del tiempo las ninfas de cucaracha no se encontrarán ni estarán expuestas durante una inspección. Prefieren descansar en madera u otro material húmedo antes que en metal, excepto en casos donde sólo hay acero inoxidable y paredes como barcos e industrias modernas (AES, 2007). Si hay agua disponible, los adultos pueden vivir 30 días sin alimentarse (Smith y Whitman, 2006); según Willis *et al.* (1958) y Cornwel (1968), las hembras sobreviven hasta 45 días a la falta de alimento si tienen agua a disposición, pero las ninfas mueren a los 10 días (AES, 2007). Sin agua y alimento los adultos sobreviven 2 semanas (Smith y Whitman, 2006; Taiariol, 2001). Comienzan a estresarse a los 2 días; las estresadas comienzan a vagar por alimento aún durante el día (AES, 2007). Pueden encontrarse en habitaciones si no tienen alimento o fueron desalojadas por insecticidas (AES, 2007). En esas áreas pueden encontrar migajas dispersas, ropa sucia o algunos productos cosméticos (AES, 2007).

2.2.5 Daños

Los principales daños causados por la cucaracha alemana involucran la contaminación de alimentos, destrucción de instalaciones eléctricas, así como la transmisión de alérgenos responsables de ocasionar diversas enfermedades (Cruz *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2003). Según Jacobs (2003), las cucarachas Alemanas producen secreciones olorosas que pueden afectar el sabor de varias comidas; cuando las poblaciones de cucarachas son altas, estas secreciones resultan en un olor característico en la región que está infestada. Mencionan también que organismos infecciosos, como bacterias, protozoarios y virus, se han encontrado en los cuerpos de las cucarachas. Destaca: diferentes formas de gastroenteritis (disentería, diarrea, y otras enfermedades) aparenta ser las principales enfermedades transmitidas por las cucarachas alemanas.

Reporta que estos microorganismos son cargados en las patas y cuerpos de las cucarachas y son depositados en las comidas y utensilios cuando van en busca de alimento. El excremento y piel desechados por las cucarachas contienen patógenos de los cuales algunas personas han presentado reacciones alérgicas tales como sarpullido en la piel, irritación de ojos, congestión nasal, asma y estornudos (Jacobs, 2003).

2.2.6 Dificultad en el control de *Blattella germanica* L.

Como menciona, la cucaracha Alemana es la especie más comúnmente encontrada de las plagas urbanas, mencionada como la más persistente y difícil de controlar; Las razones para esto son complejas (AES, 2007):

- 1) Tiene mayor número de huevos por cápsula que cualquier otra especie que infesta estructuras (AES, 2007). Además de que las ootecas protegen a los huevos de la deshidratación y predación (Tairiol, 2001).
- 2) AES (2007), menciona que es la de más corto período de desarrollo desde la eclosión de los huevos hasta la madurez sexual. Por lo tanto, la población de la cucaracha Alemana se forma más rápidamente que la de otras especies. Menciona además que estos factores combinados producen lo que los entomólogos denominan “alto potencial reproductivo”.
- 3) AES (2007), menciona que las ninfas tienen más oportunidades de sobrevivir que otras especies porque la hembra lleva la cápsula de huevos durante todo el desarrollo del embrión y los huevos hasta la eclosión; por lo que se menciona que esto resulta en que las ninfas evitan muchos de los riesgos del medio ambiente que pueden ocurrir si los huevos permanecen aislados y desprotegidos y por ello más ninfas están en condiciones de eclosionar y es mayor el potencial reproductivo.
- 4) Según AES (2007), las ninfas de la cucaracha Alemana son más pequeñas que la mayoría de las otras especies, por lo que pueden esconderse en muchos lugares que son inaccesibles a individuos de otras especies; en cocinas comerciales pueden haber literalmente, miles de grietas en las que jóvenes cucarachas pueden permanecer

protegidas.

- 5) Además según AES (2007), están asociadas a feromonas de agrupamiento que incrementan el nivel de agregación o agrupamiento de los individuos en la población, por lo que estos factores biológicos combinados con sus buenos hábitos adaptativos y otros comportamientos, le da a la cucaracha Alemana ventajas para incrementar las oportunidades de supervivencia, y persistente mantenimiento de altas poblaciones. Menciona además que otros factores que contribuyen al éxito de la cucaracha Alemana son el alto potencial reproductivo de esta especie puede afectar significativamente su habilidad de desarrollar resistencia a insecticidas.
- 6) El hecho de que sea omnívora le permite aprovechar todas las fuentes alimenticias y utilizar pequeñas cantidades de alimento para mantener grandes poblaciones (Taiariol, 2001; Díaz *et al.*, 2000).
- 7) La actividad nocturna le permite protegerse de predadores (Taiariol, 2001).

2.2.7 Control

El control de la cucaracha es un proceso, es decir, se debe realizar toda una serie de acciones para proveer un mejor control (MIP). Se recomienda lo siguiente:

1. **Prevención.** Consiste en inspeccionar todos los artículos que entran, en busca de cucarachas y ootecas, para reducir las entradas (Smith y Whitman, 2006). Es difícil evitar la entrada de cucarachas. Típicamente, entran por medio de cajas, fundas de compra, maletas, etc., pero se pueden tomar pasos para prevenir serios problemas. Uno de los factores clave es la sanidad. En el caso de las casas habitación es importante limpiar la comida que se derrame, incluyendo las migajas que caen en el suelo; no dejar platos sucios por la noche; es recomendable almacenar artículos tales como cereales, galletas, dulces, harinas, azúcar y pan en envases sellados; es necesario también depositar la basura dentro de envases resistentes con tapas ajustables. Modificaciones estructurales tales como rellenar los boquetes de las

paredes por donde pasan las tuberías son necesarias para controlar el acceso de cucarachas Alemanas (Jacobs, 2003).

2. **Higienc.** Son aquellas prácticas que reducen la cantidad de refugio, alimento y agua disponible para estos insectos (Smith y Whitman, 2006).
3. **Inspección.** Se debe realizar una cuidadosa inspección utilizando algún agente expulsor y una lámpara de mano. Ésta actividad determina qué especies están involucradas y dónde están localizadas las poblaciones y, por lo tanto, dónde se requiere el tratamiento (Smith y Whitman, 2006). Para controlar a las cucarachas Alemanas es importante hacer una inspección minuciosa. El trapeo es a veces necesario para determinar el grado de infestación, ya que aun una inspección no siempre revela todos los albergues o áreas donde se alimentan las cucarachas (Jacobs, 2003). Se deben colocar trampas en puntos estratégicos dentro de un edificio; cuando sea posible se colocan contra la pared o en esquinas del suelo, sobre estantes o gavetas. La mayoría de las trampas comercialmente disponibles contienen carnadas para motivar la entrada de las cucarachas. Luego de una semana, con suficientes lugares con trampas (diez o más), habrá suficiente información para desarrollar un control efectivo (Jacobs, 2003).
4. **Aplicación de insecticida (Control Químico).** Este paso utiliza cebos residuales, reguladores de crecimiento, líquidos, aerosoles, insecticidas microencapsulados, y otros que generalmente se colocan dentro de grietas, aunque ocasionalmente sobre superficies o en huecos, así como la aplicación de polvos en los huecos donde se permita esta acción. Siempre hay que asegurarse de leer cuidadosamente y seguir las instrucciones en la etiqueta del plaguicida con relación a las áreas de alimento en cocinas comerciales, porque algunos plaguicidas sólo pueden aplicarse cuando la cocina no está en operación, mientras otros definitivamente no pueden ser utilizados en las áreas de alimentos de las cocinas comerciales (Smith y Whitman, 2006).
5. **Seguimiento o mantenimiento.** Ésta actividad se realiza para detectar cucarachas que no se hayan tratado o las que se acaban de introducir y tratar cualquier infestación activa que se encuentre (Smith y Whitman, 2006).

2.3 Control químico

Después de la segunda Guerra Mundial, el uso de compuestos inorgánicos (ácido bórico, fluoruro de sodio y arsénico) para el control de cucaracha disminuyó y el uso de insecticidas orgánicos (como organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroídes y avermectinas se incrementó), (Bennett y Spink, 1968; Nelson y Wood, 1982; Cochran, 1990b; Koehler y Patterson, 1991; Rust y Reiersen, 1991; Zhai y Robinson, 1991; Heal *et al.*, 1953; Ajjan y Robinson, 1996). Como resultado del uso extendido de esos compuestos orgánicos, la resistencia fisiológica en *Blattella germanica* se ha desarrollado en muchas poblaciones (Roslavtseva, 2007).

Por muchos años, la cucaracha Alemana fue controlada utilizando insecticidas en spray, pero esta práctica ha disminuido. Esto es, en gran parte una consecuencia del desarrollo de resistencia de las cucarachas Alemanas a los insecticidas. Además, por razones de seguridad, la Agencia de Protección al Ambiente (EPA), está regulando muchos insecticidas que se utilizan en formulaciones en spray (Badillo, 2007), lo que reduce la variedad en el mercado de dichos. El uso de cebos ha llegado a ser una alternativa a los sprays (Ballard y Gold, 1982), en programas de control de cucaracha en muchas regiones del mundo (Roslavtseva, 2007). Ahora la industria se ocupa en desarrollar estos nuevos métodos de control para cucarachas, principalmente cebos (Badillo, 2007).

2.3.1 Cebos envenenados

El desarrollo de formulaciones de cebos para el control de infestaciones de cucaracha Alemana, *Blattella germanica* (L.), no es un nuevo concepto, reportes de componentes inorgánicos incluidos fosfatos y ácido bórico datan de 1860's (Mallis, 1969). La eficacia de esas formulaciones "caseras" era altamente variable debido a que eran mezclas hechas a mano por controladores de plagas en pequeños lotes con una amplia variedad de alimentos (Rust *et al.* 1995). Más sin embargo, los cebos en gel han probado ser convenientes para utilizar y altamente efectivos (Appel 1992b, Ross, 1993b,

Appel y Benson 1995c, Kaakeh *et al.*, 1997b, Appel y Tanley, 2000). Son también más seguros y más amigables con el ambiente que los insecticidas en spray debido a su aplicación blanco (sólo hacia la especie que se quiere eliminar), (Wang *et al.*, 2004). Por ello, el uso de los cebos y geles insecticidas ha llegado a ser una alternativa a los sprays (Ballard y Gold, 1982), en los programas de control de cucaracha, (Roslavtseva, 2007; Badillo, 2007; Durier y Rivault, 2007), en parte pues, debido a la eficiencia de los cebos y su aparente seguridad (Badillo, 2007). Actualmente los cebos en gel son una muy popular herramienta para los controladores profesionales (Wang *et al.*, 2004), y es por esto que se ha incorporado ésta práctica dentro de los programas de manejo integrado de plagas (Ree *et al.*, 2006). En EE.UU. se han usado con éxito en los últimos 5 –8 años (Harbison *et al.*, 2003). Esta popularidad fue resultado de la disponibilidad de una variedad de productos en cebo altamente eficientes y económicos como Siege ,1992; Maxforce ,1997; Combat 1997; Avert, 1997; Maxforce FC, 1998; y Pre- Empt, 1999 (Wang *et al.*, 2004).

Es así como con el uso de esta nueva generación de geles tóxicos (cebos envenenados en gel), se logra menos contaminación ambiental y más fácil aplicación que otros productos insecticidas (Rust, 1986).

El subsecuente mejoramiento en las formulaciones es decisivo en el despliegue de una nueva era en el control de plagas que ofrece mayor eficacia, seguridad, reducida exposición a los insecticidas de individuos no blanco, larga actividad residual, menor olor y utilidad en áreas sensibles a insecticidas (Milio *et al.*, 1986; Koehler y Patterson 1989; Appel y Abd-Elghafar 1990; Appel 1990a, 1992a; Cochran 1990a; Ross 1993a; Appel y Benson 1995a; Koehler *et al.*, 1996; Kaakeh *et al.*, 1997a).

Cornwell (1976), define un cebo como una sustancia a la cual se le incorpora un insecticida en un alimento atractivo y palatable. Para ser eficientes, las formulaciones en gel deben ser palatables (estimuladoras de la alimentación) y atractivas (no rechazadas), fáciles de consumir y tóxicas en cantidades consumibles (Appel, 1990b).

La atractividad de un cebo tóxico debe ser evaluada a fin de estimar su eficiencia para el control de la cucaracha Alemana debido a que esta especie localiza el alimento esencialmente por la búsqueda fortuita (Meisch y Howell, 1967), y explotan el origen del primer alimento encontrado (Rivault y Cloarec, 1991), si fue de su agrado. De acuerdo con Dethier *et al.* (1960), un atrayente provoca a un insecto a dirigir sus respuestas directas locomotoras hacia el origen de la estimulación (Durier, 2007). Cuando la fuente de estimulación es rechazada, un comportamiento diferente se manifiesta; esto debe ser un acto consumatorio si la sustancia es percibida como un estimulador de la alimentación (Durier, 2007).

Un estimulante alimenticio es una sustancia la cual provoca la alimentación; la atracción y la estimulación de la alimentación provocan dos diferentes tipos de actividad pero puede ser provocada por la misma sustancia (Durier, 2007). Las diferencias en la estimulación de la alimentación pueden ser quizá explicadas por las diferencias en las texturas de los cebos (Durier, 2007). Appel y Benson (1995b), encontraron que la textura de los cebos fue un factor crítico en la toxicidad, presuntamente como una función de la estimulación de la alimentación (Durier, 2007).

Tsuji (1965a, 1966), trabajando en diferentes constituyentes de pan de arroz y en algunos carbohidratos, mostró que una sustancia atractiva puede no ser necesariamente un estimulante de la alimentación y que un estimulante de la alimentación puede no ser atractivo. Solo pocos de los compuestos que él encontró que son atractivos fueron también estimulantes del apetito (Durier, 2007). En cucarachas Alemanas, el efecto atractivo en extracto de pan de arroz fue debido a su fracción neutral, mientras que el efecto estimulante se atribuyó a las fracciones ácidas y neutras (Durier, 2007). Esto significa que algunos constituyentes del pan de arroz son estimulantes pero no son atractivos (Durier, 2007).

En un estudio realizado, Durier (2007), midió la atracción de cebos en gel tomando en cuenta la primera opción de alimento que las cucarachas Alemanas prefirieron; la estimulación del apetito o palatabilidad la midió por la duración de la alimentación en cada tipo de alimento; el primer alimento consumido fue considerado el más atractivo; la mayor duración de consumo fue observada en las fuentes de alimento más estimulantes o palatables.

Es así que cuando el ingrediente activo es incorporado en un cebo atractivo y palatable, las cucarachas consumen dosis letales en una sola alimentación. (Wang *et al.*, 2004).

El nivel de explotación de un recurso alimenticio depende entonces de sus propias características tanto como de la energía necesaria del insecto explorador (Durier, 2007). Un factor crítico importante es el cambio en los requerimientos alimenticios del explorador en relación a su edad o estado fisiológico y un segundo factor es la calidad (Durier, 2007). El ritmo de ingesta alimenticia se relaciona a los ciclos sexuales en las hembras, las hembras grávidas no se alimentan (Cochran, 1983), las ninfas, tienen que alimentarse al menos una vez durante cada instar y el pico de actividad es cerca de la mitad del instar (Kunkel, 1966; Dabouineau y Rivault, 1998; Valles *et al.*, 1996). La distancia del refugio puede también influenciar la frecuencia de actividad alimenticia en las cucarachas (Silverman, 1986).

Es por ello que la alimentación, el hurgar, y el comportamiento reproductivo de *B. germanica* han sido estudiados extensivamente en esfuerzo de mejorar el funcionamiento de los cebos (Rust *et al.*, 1995). Los cebos deben ser efectivos y eliminar las congregaciones de cucarachas ya que todos los estadios móviles de vida deben alimentarse antes de mudar y los adultos hembras deben comer para reproducirse (Kunkel, 1966; Schal *et al.*, 1997). De cualquier modo, ciertos estados de la cucaracha Alemana pueden escapar a los efectos del cebo (Buczowski *et al.*, 2001). Las hembras cargan la ooteca la mayor parte de su vida adulta y se alimentan sólo intermitentemente durante este tiempo (Cochran 1983, Hamilton y Schal 1988). Los estadios tempranos

hurgan poco y son menos prometedores para encontrar los cebos (Cloarec y Rivault 1991, Kopanic y Schal 1999). Las pequeñas ninfas y las hembras grávidas tienden a permanecer en el refugio (Sommer 1975, Cloarec y Rivault, 1991; De Mark *et al.*, 1993; Kopanic y Schal, 1999), y son más difíciles de alcanzar con insecticidas (Bret y Ross, 1985), además de que comprenden una gran proporción de la población (Sherron *et al.*, 1982; Ross *et al.*, 1984., Schal, 1988).

Es por lo anterior que se han desarrollado cebos capaces de provocar muerte secundaria (Buczowski *et al.*, 2001). Las cucarachas ingieren insecticidas en cebo, lo traslocan, y pueden provocar muertes en cucarachas no tratadas que tienen contacto con las cucarachas que ingirieron el insecticida con sus excreciones (Buczowski *et al.*, 2001). La traslocación activa de los cebos a la agregación de cucarachas debe figurar prominentemente en la eficacia de los cebos (Buczowski *et al.*, 2001). Las cucarachas rastreras pueden traslocar el cebo a otros miembros de la agregación cuando regresan por contacto con el cebo o ingestión de las heces fecales (coprofagia), otras excreciones, o por muerte (canibalismo y necrofagia), (Buczowski *et al.*, 2001). La coprofagia de los primeros instars parece ser un importante mecanismo de transmisión horizontal de un insecticida de lenta actividad (Silverman *et al.*, 1991, Kopanic y Schal 1997, 1999). Esa mortalidad secundaria se relaciona con la interacción entre el modo y la velocidad de acción del insecticida, su metabolismo en el canal alimentario, la calidad y palatabilidad de la formulación de los cebos, así como también la proximidad del cebo al refugio (Buczowski *et al.*, 2001). En un estudio realizado, Buczowski *et al.*, (2001), encontraron cómo la velocidad del ingrediente activo influye ya que comprobó que los ingredientes de lenta acción resultan en mayor acumulación de residuos (excreciones), y por lo tanto, en mayor muerte secundaria; y que los insecticidas con ingredientes activos de rápida acción fueron menos efectivos en provocar muerte secundaria, probablemente debida a la menor asociación íntima entre adultos muertos y ninfas (menos residuos de los adultos muertos en contacto con las ninfas). Se ha encontrado que hay ingredientes que a pesar de ser de lenta acción no muestran un efectivo control a través de mortalidad secundaria, tal es el caso del ingrediente activo abamectina. Buczowski *et al.*, (2001), encontraron en su estudio que no mostró niveles significativos de mortalidad secundaria

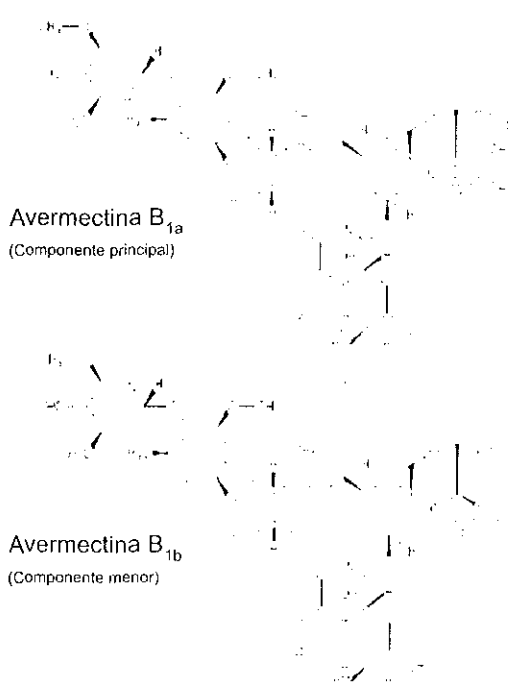
y reporta que no es sabido si este ingrediente activo es metabolizado en el tracto digestivo, no excretado, o excretado pero evitado por las cucarachas. Estos autores también reportaron que la formulación de los cebos es responsable, en gran parte, del nivel de mortalidad secundaria; esto debido a que probó formulaciones de cebos en gel y formulaciones de cebos secas (polvos y bloques), encontrando que las formulaciones en gel resultaron en mayor mortalidad secundaria que los polvos secos o las formulaciones en bloques; observaron como más residuos son dispersados en las agregaciones de cucarachas cuando las rastreras ingieren el gel que un polvo o un cebo sólido, ya que en su estudio las cucarachas que comieron el gel, tendieron a defecar más rápidamente y produjeron más heces que aquellas que ingirieron cebos secos, y concluyeron que las formulaciones en gel son mejores en provocar muerte secundaria debido a que son ingeridos eficientemente y excretadas por las rastreras y permanecer atractivas a las ninfas Buczkowski *et al.*, 2001.

2.4 Ingredientes activos utilizados

2.4.1 Abamectina

Las avermectinas son una nueva clase química: lactonas macrocíclicas (Taiariol, 2001), que han demostrados tener actividad nemática, acaricida e insecticida (Urta, 2007). Son una mezcla natural de compuestos producidos por un hongo actinomiceto edáfico, *Streptomyces avermitilis* (Urta, 2007). Abamectina es el nombre común asignado a una mezcla de avermectinas, conteniendo un 80 % de avermectina B1a y 20 % de B1b, homólogos que tienen la misma actividad biológica (Urta, 2007). Las avermectinas tienen su afectación en el sistema nervioso de los insectos (Taiariol, 2001), actúan estimulando la liberación presináptica de un neurotransmisor, el ácido gamma-amino butírico (GABA), (Syngenta, 2007), el cual regula los canales de los iones de cloro en la membrana neural (Cremllyn, 1991); por lo que inhibe la señal de la transmisión en las uniones neuromusculares (Syngenta, 2007; Urta, 2007), es decir se interrumpen los impulsos nerviosos entre la terminación nerviosa y la célula muscular . Los insectos quedan irreversiblemente paralizados y de esta manera mueren (Syngenta, 2007). Tiene actividad de contacto y estomacal, y su sistematicidad es local (Urta,

2007). En los insectos, actividades visibles como alimentación y ovipostura se detienen rápidamente después de la exposición (Urra, 2007). La muerte ocurre después de algunos días (Urra, 2007), por lo que es considerado un ingrediente de relativamente lenta acción, comparado con otros ingredientes. Al parecer no presenta resistencia cruzada con fipronil, ciclodienos y lindano (Stenersen, 2004). La abamectina no afecta el sistema colinérgico como muchos de los insecticidas (Syngenta, 2007). Sufre rápida fotodegradación y bioincorporación en el ambiente (Urra, 2007).

 <p>Avermectina B_{1a} (Componente principal)</p> <p>Avermectina B_{1b} (Componente menor)</p>	<p>Fórmula química: C₄₈, H₇₂, O₁₄ (Avermectina B1a) + C₄₇, H₇₀, O₁₄ (Avermectina B1b)</p>
<p>Tipo de insecticida: Insecticida y Acaricida</p>	<p>Peso molecular: 873.09</p>

Fuente: INE (2007)

2.4.2 Hidrametilona

Hidrametilona es un ingrediente activo perteneciente al grupo químico de las amidinohidrazonas (Tairiol, 2001). Actúa a nivel del sistema respiratorio celular interfiriendo, bloqueando la transferencia de electrones durante la respiración de la mitocondria, esto impide la producción de energía ocasionando un efecto letal lento e irreversible para el insecto.

Al igual que abamectina, hidrametilona es un ingrediente de relativamente de lenta acción, ya que se ha visto que las cucarachas que lo ingieren tardan 2 o 3 días en morir; más sin embargo se ha demostrado que presenta una ventaja cuando se utiliza en la formulación de cebo en gel; esta es que provoca una mortalidad secundaria a través de traslocación activa de los cebos a la agregación de cucarachas (Buczowski *et al.*, 2001), es decir, las cucarachas que salen en busca de alimento pueden traslocar el cebo a otros miembros de la agregación, tales como las hembras con ooteca y los estadios tempranos (poco prometedores para encontrar los cebos ya que hurgan poco (Cloarec y Rivault, 1991, Kopanic y Schal, 1999), quienes tienden a permanecer en el refugio (Sommer, 1975; Cloarec y Rivault, 1991; De Mark *et al.*, 1993; Kopanic y Schal, 1999), y por ello son difíciles de alcanzar con insecticidas, además de que comprenden una gran proporción de la población (Sherron *et al.*, 1982; Ross *et al.*, 1984; Schal, 1988).

La traslocación se lleva a cabo por contacto o ingestión de las heces, u otras excreciones o a través de la necrofagia y canibalismo (Buczowski *et al.*, 2001). Más sin embargo, se ha demostrado ampliamente que la efectiva traslocación de hidrametilona ocurre a través de coprofagia y no a través del contacto con heces contaminadas (Silverman *et al.*, 1991; Kopanic y Schal 1997, 1999).

Buczowski *et al.* (2001), en un ensayo en el que evaluaron la transferencia de insecticidas entre cucarachas, encontraron que hidrametilona es mayormente efectiva en la transferencia del insecticida a los otros miembros de la colonia, en comparación con otros tratamientos incluida abamectina, porque las cucarachas que se alimentaron de ese cebo tienen tiempo para regresar a sus refugios y defecar el insecticida. Mencionan que

la relativamente alta concentración de hidrametilona en el cebo utilizado (2.15%), y su aparente estabilidad en el tracto digestivo y en las heces probablemente contribuyen a la eficacia de hidrametilona, lo que permite a las cucarachas exploradoras hacer múltiples visitas al cebo y así, incrementar su traslocación al refugio promoviendo la muerte secundaria debido a que los desechos son depositados y los insectos mueren dentro y cerca del refugio; lo que no sucede con abamectina ya que reportan que, según sus resultados en donde no se obtuvieron buenos resultados en la transferencia de este ingrediente, no se sabe si la abamectina es metabolizada en el tracto digestivo, no excretada, o excretada pero evitada por las ninfas.

2.5 Resistencia

Datos históricos han mostrado que *B. germanica* tiene la capacidad de desarrollar resistencia a muchos insecticidas usados a gran escala (Cochran, 1995; Scharf y Bennett, 1995). Es así como durante los últimos 50 años la cucaracha Alemana ha desarrollado resistencia en cada clase de insecticidas utilizados para su control. Esto incluye a los ciclodienos, organofosforados, carbamatos, piretroídes, avermectinas y otros compuestos (Heal *et al.*, 1953; Bennet y Spink, 1968; Nelson y Wood, 1982; Cochran, 1990b; Koehler y Patterson, 1991; Rust y Reiersen, 1991; Zhai y Robinson, 1991; Ajjan y Robinson, 1996). El grado de susceptibilidad que caracteriza la resistencia es usualmente el resultado de una exclusiva y prolongada exposición a un insecticida. El desarrollo de la resistencia es variable, depende del insecticida y la población, y puede no ser aparente en poblaciones hasta que el control falla (Roslavtseva, 2007).

La mayoría de las investigaciones de resistencia han sido en resistencia fisiológica a varios ingredientes activos neurotóxicos (Wang *et al.*, 2004). Es así pues, como el control químico con insecticidas neurotóxicos está actualmente limitado por el desarrollo de resistencia, lo que se traduce en una disminución de la efectividad del producto que lleva a fallas de control en campo. La aparición de resistencia en una

población se debe al resultado de la interacción insecto plaga-insecticida en determinado ambiente (Tairiol, 2001).

Factores que influyen en la velocidad de desarrollo de resistencia (Tairiol, 2001):

- Factores genéticos
 - número y frecuencia de alelos R
 - dominancia y/o recesividad de alelos R
 - expresividad e interacción de alelos
- Factores biológicos
 - número de generaciones por año
 - movilidad/migración
 - monogamia/poligamia
 - capacidad de refugio
- Factores operacionales
 - insecticida
 - naturaleza química
 - relación entre insecticidas usados
 - residualidad/formulación
- Aplicación
 - umbral de aplicación
 - modo de aplicación
 - alternancia de productos

La resistencia puede ocurrir mediante mecanismos fisiológicos, bioquímicos y modificaciones de conducta de una población o especie (Georghiou, 1978, Brattsten *et al.*, 1986). En esta interacción se seleccionan individuos que por distintos mecanismos bioquímicos y fisiológicos son capaces de tolerar mayores dosis del compuesto. En algunos casos, más de un mecanismo puede estar presente en una población, situación

conocida como multi-resistencia (Scott, 1990). Surge como resultado de cada interacción insecto -insecticida, focos o cepas resistentes. Como esta capacidad está determinada genéticamente, es heredable a nuevas generaciones que seguirán sobreviviendo al tratamiento con insecticida mientras seguirá disminuyendo la proporción de individuos susceptibles en la población. De esta manera el insecticida actúa como una fuerza selectiva poderosa que concentra en la población individuos resistentes (Cochran, 1979). Cabe aclarar que no es el insecticida el que produce cambios genéticos que determinan resistencia, ya que los compuestos permitidos no son mutagénicos y de todos modos, si hubiera alguna acción mutagénica llevaría a todo tipo de mutantes y no aquellos que específicamente afectan la susceptibilidad a insecticida. 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.

Cipermetrina fue uno de los primeros piretroídes en ser ampliamente usado para el control de *B. germanica* por los profesionales del control de plagas, siendo también uno de los primeros piretroídes que desarrollo fallas de control causada por resistencia en poblaciones de campo (Robinson y Zhai, 1990).

En las cucarachas el rol de la acetilcolinesterasa en la resistencia a organofosforados y carbamatos es todavía incierto, sin embargo la poca información disponible sugiere que es de poca importancia (Siegfried y Scott, 1991), otros mecanismos son:

- Barreras de penetración, es un mecanismo de resistencia a compuestos lipofílicos en general por lo que afecta a la mayoría de los grupos de insecticidas, donde hay un decaimiento en la penetración cuticular (Siegfried y Scott, 1991).
- Detoxificación metabólica en piretroídes, organofosforados y carbamatos (citocromo P-450-monooxigenasa dependiente (Siegfried y Scott, 1991; Scharf *et al.*, 1996, 1997), y enzimas hidrolíticas (Bull *et al.*, 1993).
- La insensibilidad nerviosa a insecticidas ciclodienos, este mecanismo provee resistencia cruzada a todos los ciclodienos (Matsumura y Ghiasuddin, 1983).

- Resistencia a piretroídes y a DDT conocida como kdr (knock-down resistance), insensibilidad, actuando sobre canales de sodio (Tairiol, 2001).

Se ha reportado resistencia a insecticidas en *B. germanica* en donde se han determinado mecanismos de resistencia como penetración reducida, sitios blancos alterados, mecanismos de detoxificación y recientemente, la resistencia por conducta en Clorpirifos (Silverman y Bieman, 1993a). Otro sitio blanco son los canales de cloruro asociados a receptores de GABA. donde actúa entre otros insecticidas los fenilpirazoles (Fipronil), toxicidad posible de antagonizar con algún sinergista, como Butóxido de Piperonilo (Valles *et al.*, 1997).

La resistencia fisiológica predomina sobre la resistencia por conducta en poblaciones seleccionadas por medios convencionales. sin embargo alteraciones de la conducta que afecten la respuesta hacia insecticidas pueden acompañar, el desarrollo de resistencia fisiológica (Ross, 1992, 1993; Ross y Cochran, 1993). Por ejemplo, la resistencia por conducta en una falla de control con hidrametilona, cebo que contiene glucosa, resultando en una aversión a la glucosa en campo (Silverman y Bieman, 1993a) y laboratorio (Silverman y Ross, 1994a).

Es escasa la información disponible concerniente a la estabilidad de la resistencia a piretroídes en poblaciones de *B. germanica*. La información sobre la efectividad de un programa de manejo para retornar susceptible a una población de campo de *B. germanica*, podría ayudar a predecir el corto o largo tiempo de utilidad de los piretroídes (Zhai y Robinson, 1996).

2.5.1 Resistencia por comportamiento

En 1999, los profesionales del manejo de plagas comenzaron a reportar fallas en los cebos en gel, en localidades en Estados Unidos (Harbison *et al.*, 2003; Morrison *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2004; Liang, 2005; Miller y McCoy, 2005; Bao y Macom, 2005; Wang *et al.*, 2006). Estas fallas aparentemente se debieron a un comportamiento de rechazo a los cebos en gel (Wang *et al.*, 2004). Así, se encontró un tipo de resistencia, la resistencia por comportamiento (Wang *et al.*, 2004). Este comportamiento de rechazo (rechazo a los cebos en gel), es causado por los ingredientes alimenticios en los cebos en gel (Wang *et al.*, 2004). Ross (1998), reporta que la evolución de este tipo de resistencia quizá sea igual o más importante que la resistencia fisiológica cuando los cebos tóxicos son usados en el control de cucaracha Alemana, *Blattella germanica* (L.).

La resistencia por comportamiento de *B. germanica* fue reportada por primera vez en 1993 por Ross (1993, 1998), Silverman y Bieman (1993), y Silverman y Ross (1994b). En tal caso, la glucosa fue el factor principal que causó el rechazo al alimento; esto provocó el fracaso de un producto en cebo en 1990's (Silverman y Bieman 1993b). Es así como se ha reportado la característica más importante de esta resistencia que es principalmente causada por el rechazo a los ingredientes alimenticios de los cebos, tales como los azúcares (Wang *et al.*, 2004, 2006), el cual es el ingrediente más común utilizado en los cebos en gel (Wang *et al.*, 2004, 2006). El incluir azúcar en los cebos es para estimular la respuesta alimenticia de las cucarachas. Las cucarachas Alemanas reaccionan a la maltosa, sucrosa, fructosa y glucosa (Wang *et al.*, 2004). Entre ellas, la maltosa y sucrosa son los dos mayores fagoestimulantes de *B. germanica* (Tsuji, 1965b; Nojima *et al.*, 1999). Estos azúcares incluidos como ingredientes inertes (atrayentes y estimulantes -palatabilizantes-), se ha encontrado que pueden ser los principales compuestos que provocan la resistencia por comportamiento o rechazo del alimento como es el caso reportado por Silverman y Bieman (1993b), en donde la glucosa se cree que fue el principal factor que causó el rechazo de un cebo. Así, este mecanismo de resistencia aparentemente afecta a todos los cebos en gel en el mercado, a pesar del ingrediente activo contenido en los cebos (Wang *et al.*, 2006). Wang *et al.* (2006),

sugieren que este rechazo es causado por cambios en el Sistema Nervioso Central de los individuos que tienen contacto con los cebos.

Es así como Wang *et al.* (2004), verificaron la existencia de aversión (resistencia por comportamiento), aversión aparentemente causada por los ingredientes inertes de los cebos. Estos autores evaluaron cuatro cebos con diferentes ingredientes activos en tres cepas, una susceptible (criada por más de 30 años en laboratorio), una que recibió una presión de selección media antes de las pruebas y una cepa que recibió una alta presión de selección antes de someterse a los ensayos. En estas evaluaciones encontraron que los niveles de resistencia de las 3 cepas corresponden a sus historias de exposición y que el desarrollo de la resistencia por comportamiento es resultado de la alta presión de selección (exposición de los cebos en gel). Llegaron a esta conclusión ya que la cepa que fue criada por más de 30 años en el laboratorio y que nunca fue expuesta a insecticidas, fue susceptible y mostró altos porcentajes de mortandad a todos los cebos a los que fue expuesta durante la evaluación; la cepa que recibió una presión de selección media previa a los ensayos mostró niveles de mortandad medios (en promedio); y la cepa que recibió una alta presión de selección antes de los ensayos mostró altos niveles de resistencia por comportamiento y bajos niveles de mortandad a los geles evaluados. Así, estos autores encontraron que al parecer bajo altas presiones de selección, la resistencia por comportamiento se ha desarrollado más rápidamente que la resistencia fisiológica.

Wang *et al.*, (2004), en sus trabajos con las tres cepas (susceptible, medianamente expuesta –media presión de selección- y altamente expuesta –alta presión de selección-), al comparar el consumo de geles y consumo de azúcares, encontraron que el rechazo de los cebos envenenados en gel correspondió al rechazo de los azúcares con los cuales estaban elaborados los geles; así, la cepa susceptible (criada en laboratorio sin exponer a insecticidas), que mostró consumo de todos los geles probados, mostró también una respuesta de estimulación de todos los azúcares probados. La cepa con una mediana presión de selección y la cepa con una alta presión de selección mostraron rechazo a la mayoría de los azúcares probados. Además, para

constatar aún más este rechazo a los azúcares, Wang *et al.*, (2004), hicieron pruebas en donde las empresas formuladoras de los cebos en gel cambiaron la matriz base (ingredientes inertes), de los geles que se habían estado utilizando y que fueron rechazados; es decir, se probaron geles con el mismo ingrediente activo pero con distintos azúcares utilizados para su formulación; y los resultados mostraron altos porcentajes de mortandad en las tres cepas, aún en las que habían registrado bajos porcentajes de mortandad con los cebos con los mismos ingredientes. Lo anterior indica que nuevas formulaciones fueron palatables para cucarachas que mostraron rechazo a las formulaciones originales al cambiar los azúcares de su formulación. Es por esto que sólo las modificaciones a los cebos en gel pueden mejorar la respuesta alimenticia en poblaciones de *B. germanica* (Wang *et al.*, 2004, 2006).

Cabe destacar que Wang *et al.* (2006), en otros ensayos encontraron que largos periodos de exposición a los geles resultan en cambios en la composición genética de las poblaciones de *B. germanica* por lo que con suficiente presión de selección, estos cambios pueden permitir fallas en el control de futuras generaciones.

Ésta aparición de rechazo a los cebos lleva a nuevos cambios para los controladores de plagas (Wang *et al.*, 2004). El rotar los cebos en gel que contienen diferentes ingredientes activos aparentemente no evita esta forma de resistencia (Bao y Macom, 2005; Wang *et al.*, 2004, 2006). Las cucarachas desarrollaran similar resistencia por comportamiento en respuesta a otro ingrediente inerte, después de una exposición repetida (Wang *et al.*, 2004, 2006). La habilidad de las cucarachas para desarrollar resistencia por comportamiento reitera la importancia de utilizar el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Wang *et al.*, 2004, 2006).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos: una evaluación de la Efectividad Biológica y una evaluación de Palatabilidad de los cebos.

3.1 Lugar del establecimiento de estudio

El experimento se estableció dentro del municipio de Zapopan en el Estado de Jalisco. El ensayo de Efectividad Biológica comenzó el día 13 de marzo del 2007 y el de Palatabilidad el 27 de abril del 2007.

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales físicos

Se utilizaron: frascos de vidrio para trampeo; cartoncillo negro; aceite comestible; vaselina; algodón; cartón corrugado; aspiradora de cucarachas; trampa para cucarachas TRAMPOSA[®]; contenedores de vidrio de 28x13.5x18, utilizados para la cría de las cucarachas, así como contenedores de 15x10x9, utilizados para cada unidad experimental; báscula analítica; microscopio esteroscópico; equipo de seguridad, pinzas de disección; mallas de nylon; como atrayentes alimenticios queso, plátano, embutidos, cerveza; alimento para perro (croquetas); agua, termómetro de temperaturas máximas y mínimas. Los productos evaluados fueron los siguientes cucarachicidas en cebo envenenado en gel:

- Exter gel, de Quimix S. A. de C. V., formulado con el ingrediente activo: abamectina al 0.05%
- Sangha gel = Fist gel de Allister S. A. de C. V., formulado con el ingrediente activo: abamectina al 0.05%
- Maxforce gel, de Bayer S. A. de C. V., formulado con el ingrediente activo hidrametilona al 2.15%

3.2.2 Materiales genéticos

Nombre común: Cucaracha Alemana

Nombre científico: *Blattella germanica* L.

3.2.2.1 Instar de la plaga

Para el ensayo de Efectividad Biológica se tomaron de la colonia, formada con anterioridad, 20 cucarachas *B. germanica* en estado adulto. En el ensayo de palatabilidad se utilizaron diez cucarachas en últimos estadios así como adultos tomando para cada unidad experimental una población homogénea.

3.2.2.2 Número de aplicaciones

En el ensayo de Efectividad Biológica por cada unidad experimental se realizaron dos aplicaciones, de acuerdo a la dosis máxima recomendada en los envases de los productos, cada aplicación se colocó en diferentes esquinas del contenedor de cristal. En el ensayo de Palatabilidad se hicieron dos aplicaciones, colocando 0.5 g de producto en diferentes esquinas del contenedor de la unidad experimental. La aplicación se realizó con la jeringa aplicadora en la cual se presenta cada producto.

3.3 Métodos

3.3.1 Metodología experimental

3.3.1.1 Diseño experimental

En ambos ensayos se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Se aplicó un Análisis de Varianza y Prueba de Tukey al 5% de significancia.

3.3.1.1.1 Tratamientos del ensayo de Efectividad Biológica

Cuadro 1. Tratamientos, dosis máximas recomendadas en los envases de los productos y dosis por unidad experimental para el ensayo de Eficacia Biológica. Se muestra además la relación de aplicación entre los productos así como los gramos de ingrediente activo por kilogramo de producto.

Tratamiento	Dosis máxima recomendada	Dosis por unidad experimental	Relación	g I. A. / Kg
1. Exter gel (abamectina 0.05%)	1.2 g/m ²	0.04 g	1.2	0.05
2. Sangha gel = Fist gel (abamectina 0.05%)	1 g/m ²	0.03 g	1	0.05
3. Maxforce gel (hidrametilona 2.15%)	0.5 g/m ²	0.01 g	0.5	21.5
4. Testigo sin aplicar	-----	0.00 g	-----	0.0

3.3.1.1.2 Tratamientos del ensayo de Palatabilidad

Cuadro 2. Tratamientos y dosis utilizadas en el ensayo de Palatabilidad para el control de cucaracha Alemana.

Tratamiento	Dosis por unidad experimental	g I. A. / Kg
1. Exter gel (abamectina 0.05%)	1.00 g	0.05
2. Sangha gel = Fist gel (abamectina 0.05%)	1.00 g	0.05
3. Maxforce gel (hidrametilona 2.15%)	1.00 g	2.15
4. Testigo sin aplicar	1.00 g *	0.0

* Se estableció un testigo para cada tratamiento y repetición en donde se aplicó un gramo de producto correspondiente que sirvió para realizar los ajustes pertinentes de pérdida de humedad.

3.3.1.2 Método estadístico empleado

Una vez obtenidos los resultados de ambos ensayos se procedió a realizar los Análisis de Varianza y Prueba de Tukey al 5% de significancia con el apoyo del programa estadístico ARM (Agricultural Research Manager) 2000.

3.3.1.3 Variables estudiadas

Para evaluar la Efectividad Biológica se contaron las cucarachas vivas y muertas (se consideraron como muertas aquellas cucarachas que no tuvieran movimiento o que fueran incapaces de ponerse de pie), al momento de los muestreos (24 Hr., 3, 5, 10, 15, 30 y 45 días después de la aplicación), y se ajustaron los resultados aplicando la fórmula de Abbott (1925):

$$\% \text{ EFICACIA} = \left(\frac{A - B}{A} \right) 100$$

Donde:

A = No. de cucarachas vivas en el testigo.

B = No. de cucarachas vivas en el tratamiento.

Para el otro ensayo se calculó la Palatabilidad o Consumo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = P_t - P_n$$

Donde:

P_t = Peso del cebo testigo

P_n = Peso del cebo del tratamiento

Además, se registró la mortalidad o control de cada tratamiento, contando las cucarachas derribadas y retirándolas de la unidad experimental correspondiente.

3.3.2 Desarrollo del experimento

3.3.2.1 Colecta

Para formar una colonia de cucaracha fue necesario realizar el trampeo y la colecta de éstas. Este se llevó a cabo con ayuda de dos tipos de trampas y con una aspiradora de cucarachas.

Un tipo de trampa consistió en un frasco de boca ancha en cuyo interior se colocaron atrayentes alimenticios: plátano, queso, algodón impregnado de cerveza, embutidos y pan; además se colocó una tira de cartoncillo negro doblado como acordeón que hizo la función de refugio. El borde superior interno del frasco se impregnó con una mezcla de vaselina y aceite, para impedir la fuga de los insectos.

El otro tipo de trampa utilizada es una patentada de nombre comercial TRAMPOSA[®], consistente en una estructura plástica cuya base superior cuenta con un depósito para colocar un atrayente y justo debajo de este depósito se encuentra una plataforma que se abre al contacto de las patas del insecto con una parte metálica que se encuentra en dicha plataforma, así las cucarachas caen y quedan atrapadas en el fondo de la estructura.

Para el uso de la aspiradora se hizo necesario el encontrar los refugios de los insectos para proceder a succionarlos.

La colecta se realizó en distintos lugares de la Zona Metropolitana de Guadalajara, mayormente en casas habitación sin control reciente (6 meses o menos), aunque también se colectó de centros comerciales, mercados y negocios. Las zonas muestreadas fueron:

- a) Zona Centro
- b) Colonia Villaseñor
- c) Colonia Loma bonita
- d) Zona Zapopan Centro
- e) Colonia Colli

3.3.2.2 Identificación

Una vez colectadas las cucarachas se procedió a su identificación debido a que en el trapeo quedaron atrapadas cucarachas fundamentalmente de 2 especies: *Periplaneta americana* y *Blatella germanica*, que son las que más abundan en esta región. No presentan mucho parecido entre sí las dos especies, sin embargo esto se realizó debido a la posibilidad de que se presentara confusión con los estados juveniles (ninfas), de *P. americana* y *B. germanica*. Para este trabajo se utilizó un microscopio estereoscopio y se atendió a las características físicas más destacables tales como el color, notando en *B. germanica* una coloración café amarillenta con dos franjas negras longitudinales en el pronoto.

3.3.2.3 Formación de la colonia

Identificada la especie deseada (*B. germanica* L.), se procedió a colocarlas en contenedores de vidrio en cuyo interior se colocaron rollos de cartón corrugado así como tiras de cartoncillo que sirvieron como refugio; se les proporcionó además una fuente de agua y alimento, el cual consiste en alimento para perro (croquetas); esto con la finalidad de proporcionar una buena fuente de proteínas a las cucarachas, ya que estudios han demostrado que una alimentación rica en proteínas ayuda a que la mayor parte del ciclo biológico se reduzca, y favorece la capacidad reproductiva de las hembras (Aguilera *et al.* 1998). Se mantuvieron a una temperatura de $\pm 25^{\circ}$ C y a 60% de humedad relativa ambiental.

3.3.2.4 Ensayo de Efectividad Biológica

Este tipo de ensayo se realizó con el propósito de evaluar el porcentaje de control proporcionado por los productos evaluados, es decir, para evaluar la efectividad de los diferentes productos al tomar en cuenta la mortalidad de las cucarachas y compararla tanto entre los productos como con un testigo sin aplicar en las fechas establecidas. El ensayo comenzó el día 13 de marzo de 2007. Los muestreos se realizaron a las 24 hr, 3, 5, 10, 15, 30 y 45 días después de aplicados los tratamientos, en donde se contó el número de cucarachas muertas y posteriormente fueron retiradas de la unidad experimental. Este ensayo terminó el 27 de abril de 2007.

3.3.2.4.1 Unidades experimentales

Se colocaron 20 individuos adultos en cada tratamiento así como en cada repetición. Se pusieron por separado en contenedores de vidrio, a los cuales, al igual que en los contenedores de cría se proporcionó un refugio, consistente en rollos de cartón corrugado, agua y alimento para perro, éste último como alimento alternativo en caso de que las cucarachas utilizadas para el experimento presentaran resistencia por comportamiento a algún componente de las formulaciones, ya que se ha observado en ensayos (Silverman y Selbach, 1998), que las cucarachas machos prefieren morir antes que alimentarse de ciertos componentes de los cebos. Se añadieron las dosis de cebo correspondiente (cuadro 1), con ayuda de una balanza analítica para cada tratamiento, aplicando dos puntos, uno en cada esquina. El testigo quedó de manera similar con la diferencia de que no se realizaron aplicaciones.

3.3.2.5 Ensayo de Palatabilidad

Este tipo de ensayo se realizó con la finalidad de establecer si los productos evaluados son estimuladores del apetito de las cucarachas. Esto se refleja en el consumo de los cebos en gel. Este ensayo se realizó para dar continuidad a los resultados obtenidos en el ensayo de Efectividad Biológica, ya que como se verá en los resultados

el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), no proporcionó un control eficiente, por lo que en este ensayo se descartaron posibles causas en las fallas en el control tales como la falta de estimulación del apetito o la resistencia por comportamiento por parte de este gel. Para ello al iniciar el experimento se colocó un gramo de cada producto dividido en dos, y colocado en diferentes partes de la unidad experimental; es decir, se aplicaron 0.5g en una esquina y otros 0.5 g en otra con la finalidad de que el producto estuviera distribuido y fuera de fácil acceso para las cucarachas. Para medir el consumo, diariamente se pesó el producto y se realizaron los ajustes pertinentes debidos a pérdidas normales de humedad con un testigo el cual consistió en un contenedor con los mismos elementos proporcionados en los otros tratamientos con la diferencia de que no hubo cucarachas que pudieran consumir el cebo, por lo tanto, en estos testigos se registró la pérdida o ganancia de humedad en las fechas establecidas. En total se realizaron seis muestreos: a las 24 hr., 3, 5, 10, 12, 15, y 17 días después de la aplicación. En donde en cada muestreo se registró el peso de los cebos en cada tratamiento. Se registró también el número de individuos muertos, retirándolos de la unidad experimental.

3.3.2.5.1 Unidades experimentales

Cada unidad experimental se equipó con 3 segmentos enrollados de cartón corrugado; una fuente de agua; croquetas como alimento alternativo a las cucarachas que no les estimule el apetito; y el cebo, en forma de gel. Las dosis de cebo correspondiente (cuadro 2), se en una balanza analítica para cada tratamiento, aplicando dos puntos, uno en cada esquina. Se colocaron 10 cucarachas adultas y en últimos estadíos por cada unidad, buscando que fuera homogéneo para cada tratamiento. Debido a que el gel una vez que sale de la jeringa pierde o gana humedad de acuerdo a las condiciones ambientales, se preparó un testigo que consistió en un contenedor con los mismos elementos proporcionados para los demás tratamientos sólo con la diferencia de que éste no contenía cucarachas; éste sólo se utilizó pues, para ajustar la humedad en los geles que afecta el peso registrado en cada muestreo.

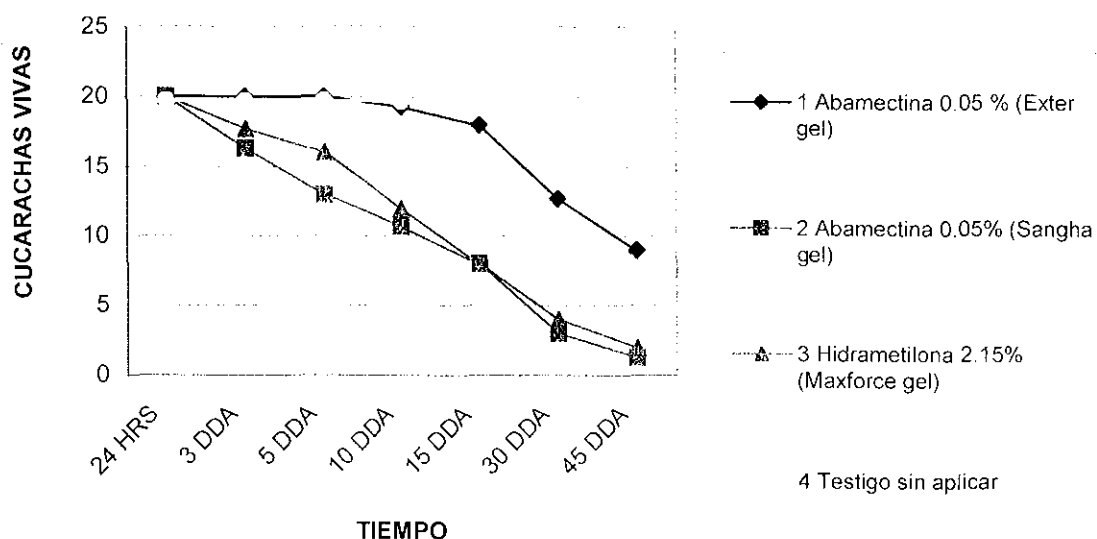
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Ensayo de Efectividad Biológica

Se obtuvieron datos en los que se muestra estadísticamente como es el comportamiento de la mortalidad en los 4 tratamientos (cuadro 3 y gráfica 1). Se observa que el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), y el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), se comportan de manera similar desde un principio y hasta el final de la evaluación. El tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), y el tratamiento 4 (testigo sin aplicar), muestran un patrón similar en la mortandad, en todo el período de evaluación, excepto a los 30 días en donde el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), se muestra superior al tratamiento 4 (testigo sin aplicar).

Cuadro 3. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% de significancia para control de cucaracha durante el período de la evaluación. Muestra el número de cucarachas vivas en el período marcado para cada tratamiento.

Tratamiento	24 Hrs	3 Días	5 Días	10 Días	15 Días	30 Días	45 Días
1 Abamectina 0.05 % (Exter gel)	20,0 a	20,0 a	20,0 a	19,3 a	18,0 a	12,7 b	9,0 ab
2 Abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel)	20, 0 a	16,3 a	13,0 b	10, 7 b	8,0 b	3,0 c	1,3 c
3 Hidrametilona 2.15% (Maxforce gel)	20,0 a	17,7 a	16,0 ab	12,0 b	8,0 b	4,0 c	2,0 bc
4 Testigo sin aplicar	19,7 a	19,7 a	19,7 a	19,7 a	19,3 a	18,3 a	14,3 a



Gráfica 1. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% de significancia para control de cucaracha durante el período de la evaluación. Se muestra el número de cucarachas vivas en el período marcado para cada tratamiento.

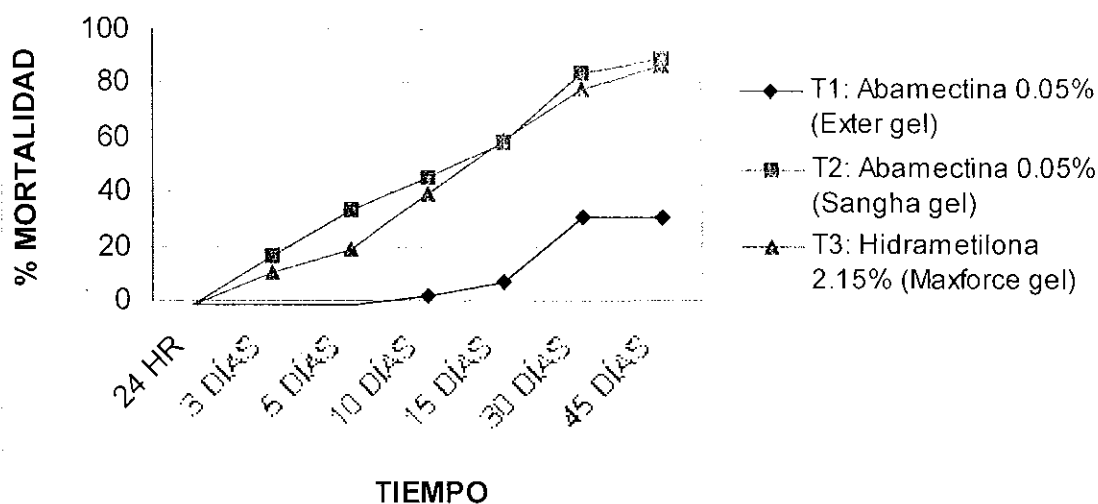
Al igual que en los cuadros anteriores se muestra estadísticamente la similitud del comportamiento de la Eficacia Biológica del tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel= Fist gel) y el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), durante toda la evaluación (cuadro 4 y gráfica 2). Es así, como los resultados obtenidos, numéricamente muestran que el mejor control al final de la evaluación se llevó a cabo por los tratamientos 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), y 3 hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), con un 91% y 86% de mortandad respectivamente al final de la evaluación, manifestándose el control a partir de los 3 días de realizada la aplicación en ambos tratamientos. Se muestra también que el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), comenzó a mostrar resultados a partir de los 10 días de la aplicación, más sin embargo, el control mostrado al final de la evaluación (45 días), no fue satisfactorio mostrando un 37%.

Estadísticamente a las 24 Hr y a los 3 días de la aplicación todos los tratamientos se comportaron de manera similar, no mostrando diferencias significativas. Es a partir de los 5 días en donde el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel= Fist gel), comienza a mostrar diferencias significativas sobre los demás tratamientos, llevándole numéricamente poca ventaja al tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), y más al tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), y al tratamiento 4 (testigo sin aplicar); sin embargo, a partir de los 10 días y hasta el final de la evaluación (45 días), el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel= Fist gel), y el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), representan los mejores controles no habiendo diferencias significativas entre ellos pero sí con los otros dos tratamientos. El tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), no presenta diferencias significativas con el tratamiento 4 (testigo sin aplicar), salvo a los 30 días, lo que indica que se comportó igual que el testigo, excepto durante la fecha mencionada.

Cuadro 4. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% para control de cucaracha durante el período de la evaluación. Muestra el porcentaje de control (Eficacia Biológica) en el período marcado para cada tratamiento.

Tratamiento	24 Hrs	3 Días	5 Días	10 Días	15 Días	30 Días	45 Días
1 Abamectina 0.05 % (Exter gel)	0% a	0% a	0% a	2% a	7% a	31% b	37% ab
2 Abamectina 0.05% (Sangha gel =Fist gel)	0% a	17% a	34% b	46% b	59% b	84% c	91% c
3 Hidrametilona 2.15% (Maxforce gel)	0% a	10 % a	19 % ab	39 % b	59% b	78% c	86 %bc
4 Testigo sin aplicar	0% a	0% a	0% a	0% a	0% a	0% a	0% a

EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA



Gráfica 2. Resultados de los análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% para control de cucaracha durante el periodo de la evaluación. Muestra el porcentaje de control (Eficacia Biológica) en el periodo marcado para cada tratamiento.

Cabe señalar que en el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), y en el tratamiento 4 (testigo sin aplicar), se observó relativamente alto consumo del alimento alternativo (croquetas para perro), no siendo así para el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel) y el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), en donde no se manifestó el mismo consumo de este alimento. Esto pudiera significar que las cucarachas prefieren consumir el alimento para perro que el cebo, o que complementaron su alimentación con el cebo y las croquetas. Sin embargo podría ser que este mayor consumo pueda explicarse debido a que la mayoría de las cucarachas del tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), vivieron más tiempo al igual que las del tratamiento 4 (testigo sin aplicar). Cabe destacar que al final del experimento las cantidades (dosis), del tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel= Fist gel), y del tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), fueron consumidas casi en su totalidad en todas las repeticiones, no siendo así en el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), en donde se pudo apreciar a simple vista un bajo consumo.

El que el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), no proporcionara una buena efectividad biológica o control puede haberse debido a varias razones:

- Las cucarachas mostraron resistencia fisiológica al ingrediente activo, abamectina en este caso; más sin embargo, es difícil, debido a que el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel), el cual proporciono uno de los mejores controles también está formulado con abamectina a la misma concentración.
- Otra probable explicación es que la falla recae sobre los ingredientes inertes por lo que se la formulación del tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), puede ser que no cumpla con las características de atractividad y estimulación de el apetito en las cucarachas Alemanas, ya que como señalan Appel (1990b), y Durier *et al*, (2007): "para ser eficientes, las formulaciones en gel deben ser palatables (estimuladoras de la alimentación), y atractivas (no rechazadas), fáciles de consumir y tóxicas en cantidades consumibles". Además, esto se sustenta, como se mencionó anteriormente, con el hecho del relativamente alto consumo de alimento para perro que se llevó a cabo en este tratamiento conteniendo el cebo Exter gel y por el bajo consumo de este gel apreciable a simple vista. Si este fuera el caso lo más probable es que el cebo no fue palatable, no estimuló la alimentación de las cucarachas y por lo tanto éstas no lo consumieron. También es posible que la efectividad se vea afectada debido a otras características de la formulación como lo es las diferencias en las texturas de los cebos; Appel y Benson (1995b), encontraron que la textura de los cebos es un factor crítico en la toxicidad, presuntamente como una función de la estimulación de la alimentación.
- La resistencia por comportamiento probablemente es otra de las posibles explicaciones a la falla en el control, es decir, pudiera ser que las cucarachas como mencionan Wang *et al*. (2004), han desarrollado una aversión o resistencia por comportamiento aparentemente causada por los ingredientes inertes del cebo, particularmente a los azúcares utilizados como atrayentes y estimulantes - palatabilizantes-.
- Otra razón probable es que en el proceso de la elaboración del cebo se pueda afectar desnaturalizando la molécula del ingrediente activo; o tal vez, los

materiales inertes utilizados en la formulación pueden encapsular la molécula del ingrediente activo.

- Cabe señalar que Exter gel formulado con abamectina, la cual es fotodegradable (Urra, 2007; Ishaaya y Horowitz, 1998), se presenta en un gel transparente, en contraste con Sangha gel (Fist gel), el cual se formula en gel de color ámbar; además de que el envase permite el paso de la luz a la jeringa aplicadora. Esto podría influir en la Efectividad del cebo.

4.2 Ensayo de Evaluación de Palatabilidad

Este ensayo se llevó a cabo para descartar posibilidades de rechazo del tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), ya sea por falta de estimulación del apetito del mismo o por fallas debidas a resistencia por comportamiento. Más sin embargo, los resultados obtenidos muestran que al parecer no existe ninguna de las dos posibilidades, ya que sí se registró consumo de dicho gel.

Estadísticamente (cuadro 5), se muestra que durante todo el periodo de evaluación no se presentaron diferencias significativas entre los tratatamientos; lo que indica que no hubo preferencias alimenticias sobre uno u otro cebo envenenado, es decir, no hubo diferencias en cuanto a la palatabilidad de los mismos. Más sin embargo, numéricamente si se observaron diferencias, como se aprecia en el cuadro 5 y en el gráfica 3; el mayor consumo registrado fue el del tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), con un consumo de 0.0633 g a los 17 días del experimento; siguiendo el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), con un consumo de 0.0467 g a los 17 días del experimento. El consumo más bajo fue el del tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), con un consumo de 0.0183 g en el mismo periodo que los dos anteriores.

Estadísticamente a las 24 hr y a los 3 días de la aplicación todos los tratamientos se comportaron de manera similar, no mostrando diferencias significativas. Es a partir de los 5 días en donde los tratamientos T₂: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), y

T₃: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), comienzan a mostrar diferencias significativas sobre el tratamiento T₁: abamectina 0.05% (Exter gel). Es así como a partir de esos 5 días y hasta el final de la evaluación (17 días), el T₂: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), y el T₃: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), representan los mejores controles no habiendo diferencias significativas entre ellos pero sí con el T₁: abamectina 0.05% (Exter gel).

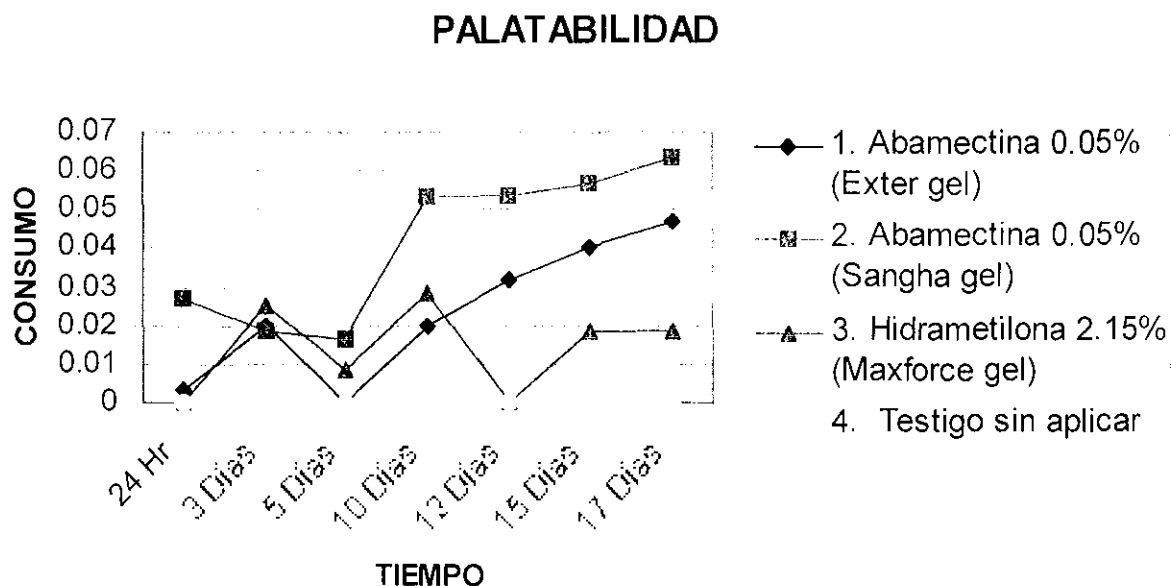
Cabe destacar que el periodo más significativo de la evaluación es hasta los 5 días ya que a partir de esa fecha se cuenta con aproximadamente el 50% (ver cuadro 6 y gráfica 4) de la población en 2 de los tratamientos: T₂: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), y T₃ hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), por lo que el periodo restante no es representativo ya que el consumo para estos dos tratamientos en comparación con el T₁: abamectina 0.055 (Exter gel), no es equitativo.

Es importante mencionar que todos los cebos presentaron influencia del ambiente, en particular de la humedad ambiental. Esto se notó ya que cuando se reponía el agua para el consumo de las cucarachas el gel se hidrataba, el algodón de cada unidad experimental se hidrató a los 3, 5, 10 y hasta los 17 días de la evaluación. Por lo que esta influencia se puede notar en el consumo a los 5 días (cuadro 5 y gráfico 3), en donde hay un descenso en los registros en los 3 tratamientos. Los tratamientos 1 y 3 fueron los más sensibles a este fenómeno.

Se destaca también que ganancias de peso pudieron ser debidas a partes dejadas por las cucarachas (antenas, patas...), o pudiera ser también que antes de alimentarse consumieron agua y al acercarse al cebo pudieron dejar restos de agua.

Cuadro 5. Resultados del análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey al 5% en la Evaluación de la Palatabilidad de los cebos, para control de cucaracha, durante el período de la evaluación. Muestra el consumo promedio en gramos de las 3 repeticiones.

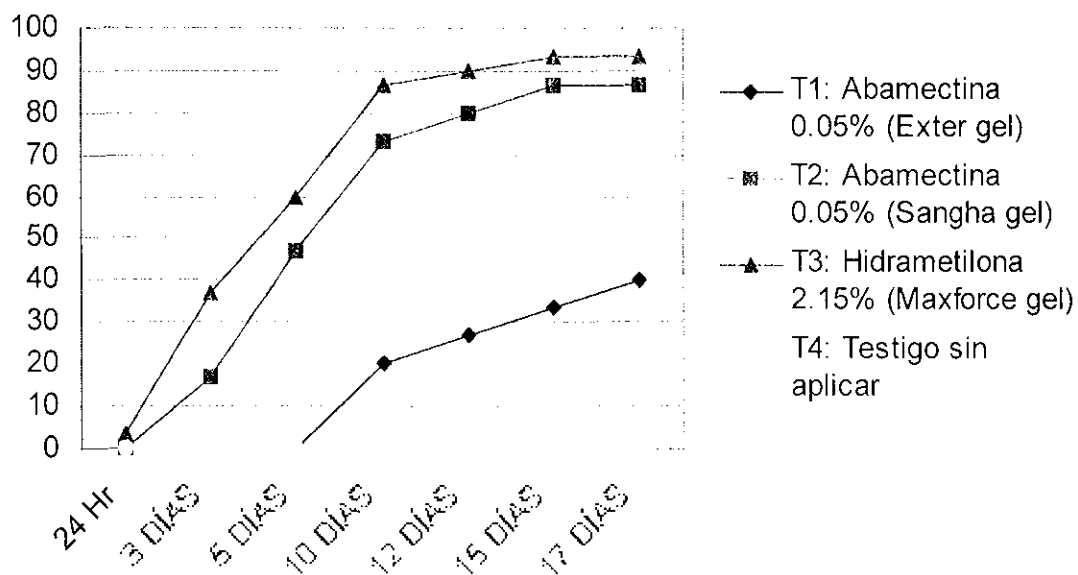
Tratamiento	24 Hr	3 Días	5 Días	10 Días	15 Días	17 Días
1 Abamectina 0.05% (Exter gel)	0.003 b	0.0200 b	-0.00183 b	0.0196 c	0.0400 b	0.0467 b
2 Abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel)	0.027 b	0.0183 b	0.0167 b	0.0533 b	0.0576 b	0.0633 b
3 Hidrametilona 2.15% (Maxforce gel)	-0.003 b	0.0250 b	0.0083 b	0.0283 bc	0.0183 b	0.0183 b
4 Testigo sin aplicar	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
CV	6.53	4.7	7.75	3.7	10.13	6.86



Gráfica 3. Representación del consumo de cebo de cada uno de los tratamientos durante el tiempo establecido.

Cuadro 6. Porcentaje de mortalidad promedio de las 3 repeticiones de cada uno de los tratamientos registrado durante la Evaluación de la Palatabilidad de los cebos en el período establecido.

Tratamiento	24 Hr	3 Días	5 Días	10 Días	12 Días	15 Días	17 Días
1 Abamectina 0.05% (Exter gel)	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	8.0 a 20.00%	7.3 a 26.67%	6.3 a 33.33%	6.0 a 40%
2 Abamectina 0.05% (Sangha gel =Fist gel)	10.0 a 0.00%	8.3 a 16.67%	5.3 b 46.67%	2.7 b 73.33%	2.0 b 80%	1.3 b 86.67%	1.3 c 86.67%
3 Hidrametilona 2.15% (Maxforce gel)	9.7 a 3.33%	6.3 a 36.67%	4.0 b 60%	1.3 b 86.67%	1.0 b 90%	0.7 b 93.33%	0.7 c 93.33%
4 Testigo sin aplicar	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%	10.0 a 0.00%
CV	2.91	16.76	18.88	32.21	28.39	30.64	27.72



Gráfica 4. Porcentaje de mortalidad registrado durante la evaluación de cada uno de los tratamientos.

En lo referente a la mortalidad en este ensayo de Palatabilidad (cuadro 6 y gráfico 4), se tuvo un comportamiento similar a la mortalidad o efectividad mostrado en el ensayo de Efectividad Biológica (cuadro 7 y gráfico 2). Nuevamente se obtuvieron los mayores resultados con los tratamientos T₃: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel) y T₂: abamectina 0.05% (Sangha gel =Fist gel), no habiendo diferencias significativas entre ellos; sin embargo numéricamente el mayor control fue ejercido durante todo el experimento por el T₃: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), con un control de 93.33% a los 17 días de la evaluación; siguió el T₂: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), con un control de 86.66% y por último el T₁: abamectina 0.05% (Exter gel), con un control del 40% durante los 17 días del ensayo. Cabe destacar que el control con el T₁: abamectina 0.05% (Exter gel), al igual que en el ensayo de Efectividad se comenzó a notar después de los 5 días de la evaluación.

Consumo Vs Mortalidad

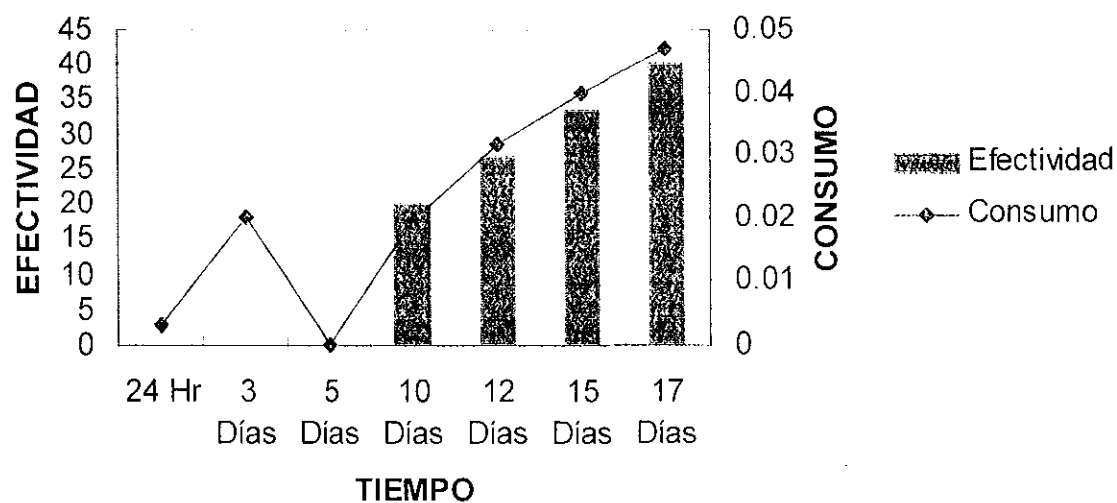
A) Tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel)

Al confrontar el consumo con la mortalidad en el tratamiento T₁: abamectina 0.05% (Exter gel), se aprecia (cuadro 7 y gráfica 5), que el mayor consumo se realizó durante los primeros 3 días; en el día 5 días se puede notar un incremento en el peso, debido la humedad. A partir del día 5 se comienza a notar el consumo, ya que aún no se registró mortalidad, es así como las cucarachas continuaron con el consumo hasta el final de la evaluación. Cabe destacar que el consumo es proporcional al número de individuos vivos, basta con observar como se comporta el dicho consumo, es decir, como se va reduciendo en medida que las cucarachas van muriendo lo que sugiere individuos que ya no consumen.

Cuadro 7. Efectividad (en porcentaje), y consumo promedio (en gramos), de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel).

Periodo de evaluación	Efectividad	Consumo
24 Hrs	0	0.003
3 Días	0	0.02
5 Días	0	-0.0183
10 Días	20	0.0196
12 Días	26.67	0.0317
15 Días	33.33	0.04
17 Días	40	0.0467

PALATABILIDAD Vs EFECTIVIDAD



Gráfica 5. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), durante el Ensayo de Palatabilidad durante 17 días.

B) Tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel)

En el Tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), se observa gran consumo durante las primeras 24 Hr (cuadro 8 y gráfica 6). A partir de los 10 días el consumo gradualmente fue siendo menor, igual que en el T₁: abamectina 0.05% (Exter gel), tal vez debido a la mortalidad de las cucarachas lo que representa individuos que ya no consumen.

Se destaca nuevamente durante los días 3 y 5 la influencia de la hidratación de los geles por influencia de la humedad ambiental.

Cuadro 8. Efectividad (en porcentaje), y consumo (en gramos), promedio de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel).

Periodo de evaluación	Efectividad	Consumo
24 Hr	0.00	0.0270
3 Días	16.67	0.0183
5 Días	46.67	0.0167
10 Días	73.33	0.0533
12 Días	80.00	0.0533
15 Días	86.67	0.0567
17 Días	86.67	0.0633

BIENESTAR ANIMAL

PALATABILIDAD Vs EFECTIVIDAD

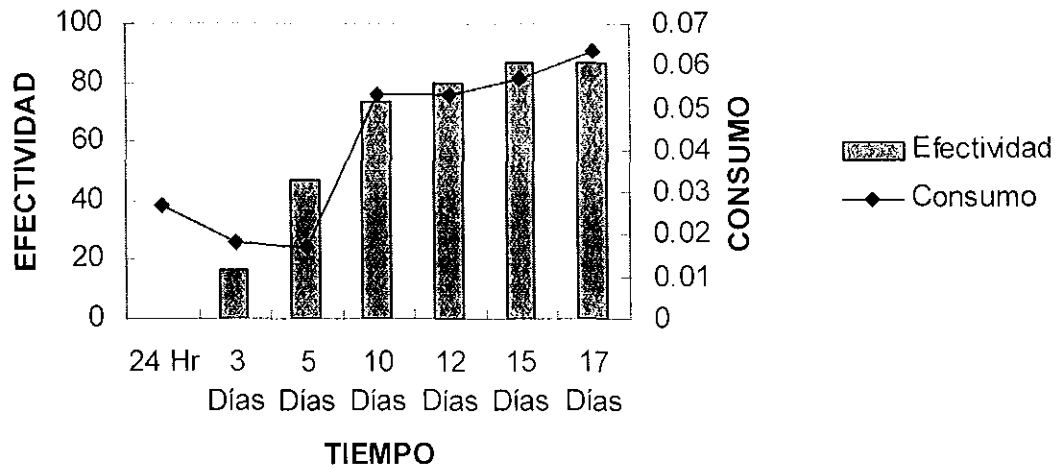


Gráfico 6. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 2: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), durante el Ensayo de Palatabilidad durante 17 días.

C) Tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel)

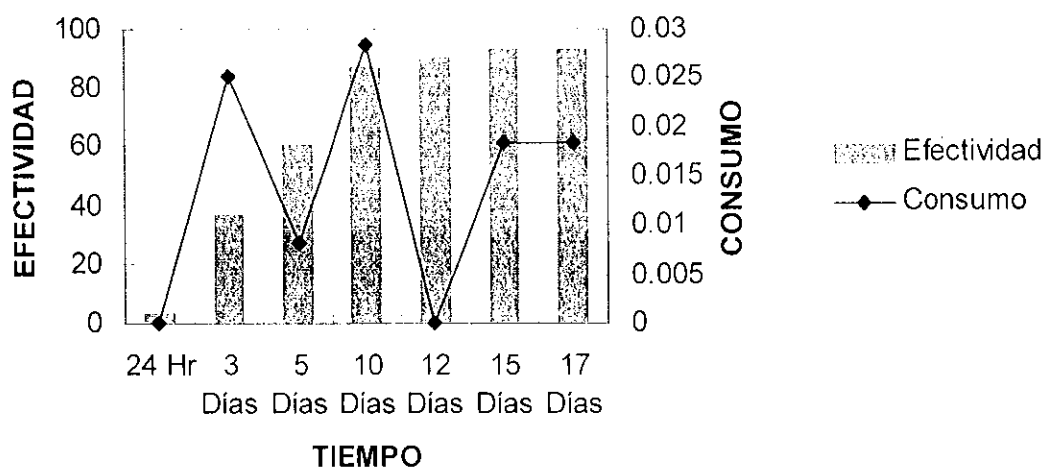
Se muestra el comportamiento de consumo en el tratamiento Tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), (cuadro 9 y gráfica 7), en donde se puede observar que a las 24 Hr el gel ganó peso debido a la humedad ambiental; a los 3 días se comienza a notar el consumo y es a los 5 días y de nuevo a los 12 días en donde nuevamente gana peso. En los últimos muestreos se destaca el bajo consumo debido tal vez a la alta mortalidad ya presentada.

Cabe destacar que este tratamiento fue del que menos se consumió, más sin embargo fue uno de los más eficientes. A esto se le puede dar una probable explicación, y es que probablemente se debió a la relativamente alta concentración del ingrediente activo en el gel (2.15 %), lo que representa que pequeñas dosis pueden bastar para causar mortalidad.

Cuadro 9. Efectividad (en porcentaje), y consumo (en gramos), promedio de las 3 repeticiones durante los 17 días de evaluación, reportados en el tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel).

Periodo de evaluación	Efectividad	Consumo
24 Hr	3.33	-0.003
3 Días	36.67	0.025
5 Días	60	0.0083
10 Días	86.67	0.0283
12 Días	90	-0.0067
15 Días	93.33	0.0183
17 Días	93.33	0.0183

PALATABILIDAD Vs EFECTIVIDAD



Gráfica 7. Representación del consumo y la mortalidad del tratamiento 3: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), durante el Ensayo de Palatabilidad.

El hecho de que no se haya presentado rechazo al tratamiento 1: abamectina 0.05% (Exter gel), descarta el que las fallas en su control se deban a falta de estimulación del apetito por parte de los ingredientes inertes o a la resistencia por comportamiento, en la cual las cucarachas hubieran evitado el consumo. Es por ello que esta evaluación descarta el que las fallas en el control se deban a los ingredientes inertes del tratamiento T₁: abamectina 0.05% (Exter gel). Se sigue entonces contemplando como posibles causas el que el envase de Exter gel no favorece a la molécula del ingrediente activo la cual se ha mencionado es fotodegradable; y también el proceso de la elaboración del cebo, el cual como se comentó, puede afectar desnaturalizando la molécula del ingrediente activo. O que materiales inertes utilizados en la formulación pueden encapsular la molécula del ingrediente activo. Por lo que todo lo anterior afectaría en que dicha molécula pase de largo a través del tracto digestivo de las cucarachas y por lo tanto no les afecte.

5. CONCLUSIONES

5.1 Ensayo de Efectividad Biológica

1. Los mejores tratamientos para el control de cucaracha Alemana fueron: abamectina 0.05% (Sangha gel ó Fist gel), e hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), proporcionando un 91% y 86% respectivamente al final del experimento (45 días), no mostrando diferencias significativas entre ellos pero si con el testigo y con abamectina 0.05% (Exter gel), el cual proporcionó un menor control (37%).
2. Exter gel (Abamectina 0.05%), mostró un comportamiento similar al del Testigo sin aplicar.
3. Los ingredientes activos hidrametilona a la concentración de 2.15% y abamectina al 0.05%, en los productos Maxforce gel y Sangha gel (Fist gel), respectivamente, mostraron un buen control de cucaracha Alemana, por lo que se recomiendan ampliamente para su Manejo Integrado.
4. Diferentes formulaciones con el mismo ingrediente activo a la misma concentración proporcionan distintos porcentajes de control: abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), 91% y abamectina 0.05% (Exter gel), 37%; ambos porcentajes mostrados al final del ensayo.

5.2 Ensayo de Palatabilidad

1. No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos.
2. El consumo fue proporcional al número de individuos vivos.
3. En cuanto a la efectividad en este ensayo, los mejores controles fueron: hidrametilona 2.15% (Maxforce gel), con un control de 93.33% y abamectina 0.05% (Sangha gel = Fist gel), con un control de 86.66%, ambos a los 17 días del ensayo; no mostrando diferencias significativas entre ellos pero si con el testigo y con abamectina 0.05% (Exter gel), el cual proporcionó un menor control (40%).
4. El consumo no garantiza la efectividad, reflejada en la mortalidad; otros factores se ven implicados, tales como la calidad en la formulación del insecticida y el manejo del mismo.

6. LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265-267. Citado por Wang, C., Scharf, M., y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Aguilera, L., Marquetti, M., Fuentes, Omar *et al.* 1998. Efecto de 2 dietas sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. *Rev Cubana Med Trop.* Mayo-ago. 1998, vol.50, no.2, p.143-149. (En línea). 01 Noviembre 2007.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07601998000200013&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0375-0760.
- Ajjan, I., y Robinson, W. H. 1996. Measuring hydramethylnon resistance in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *Proc. 2nd International Conf. Insect Pests Urban Environ.* 1996: 135-144. Citado por Roslavitseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>
- Appel, A. G. 1990a. Laboratory and field performance of consumer bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 153-159. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R., y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

- Appel, A. G. 1990b. Laboratory and field performance of consumer bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 153-159. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Appel, A. G. 1992a. Performance of gel and paste bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control: laboratory and field studies. *J. Econ. Entomol.* 85: 1176-1183. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.
- Appel, A. G. 1992b. Performance of gel and paste bait products for German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) control: laboratory and field studies. *J. Econ. Entomol.* 85: 1176-1183. Citado por Wang, C., Scharf, M., y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Appel, A. G., y Abd-Elghafar, S. F. . 1990. Toxicity, sublethal effects and performance of sulfluramid against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1409-1414. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Appel, A. G., y Benson E. P. 1995a. Performance of abamectin bait formulations against German cockroaches. *J. Econ. Entomol.* 88: 924-931. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Appel, A. G., y Benson. E. P. 1995b. Performance of abamectin bait formulations against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 88: 924-931. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

Appel, A. G., y Benson, E. P. 1995c. Performance of abamectin bait formulations against German cockroaches. *J. Econ. Entomol.* 88: 924-931. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Appel, A. G., y Tanley, M. J. 2000. Laboratory and field performance of an imidacloprid gel bait against German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 93: 112-118. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

ARM, 2000. Agricultural Research Management By Gylling Data. Inc. USA.

- Aventis Environmental Science (AES). 2007. pp. 4 Cucarachas. (En línea). 22 Octubre 2007. <http://www.proteccionambiental.com.ar/pdfPlagas/cucarachas.pdf>.
- Badillo, V. N. 2007. The German Cockroach as a Conveyer of Insecticide Residues. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://multicultural.cas.psv.edu/SROP/Research Paper/Summer2001/Nurian%20M.%20Badillo.pdf>
- Ballard, J. R., y Gold, R. E. 1982. Evaluation of single and periodic applications of chlorpyrifos to control German cockroach populations in multifamily dwellings. J. Econ. Entomol. 75: 477- 480. Citado por Roslavl'tseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>
- Bao, N. y Macom, T. 2005. Resurrection of Bait Aversion and Management Strategies for the German Cockroach (Blattodea: Blattellidae). Bayer Enviromental Science. Fifth International Conference on Urban Pests.. 73-79 (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.ok/reports%5CICUP013.pdf>
- Bennett, G. W., y Spink, W. T. 1968. Insecticide resistance of German cockroaches from various areas of Louisiana. J. Econ. Entomol. 61: 426-431. Citado por Roslavl'tseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>
- Brattsten, L. B., Holyoke, C. W., Jr.; Leeper, J. R. and Raffa, K. F. 1986. Insecticide resistance: challenge to pest management and basic research. Sience 231, 1255-1260. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007.

<http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Bret, B. L., y M. H. Ross. 1985. Insecticide-induced dispersal in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Orthoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 680-685. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Buczkowski, G., Kopanic, R., y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Bull, D.L. y Patterson, R.S. 1993. Characterization of pyrethroid resistance in a strain of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 86 20-25. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Cloarec, A., y C. Rivault. 1991. Age-related changes in foraging in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Insect Behav.* 4: 661-673. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Cochran, D. G. 1979. A genetic determination of insemination frequency and sperm precedence in the German cockroach. *Entomol. Expl. Appl.* 26: 259- 266. Citado

por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007.
<http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Cochran, D. G. 1983. Food and water consumption during the reproductive cycle of female German cockroaches. *Entomol. Exp. Appl.* 34: 51-57. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.
<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Cochran, D. G. 1990a. Efficacy of abamectin fed to German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) resistant to pyrethroids. *J. Econ. Entomol.* 83: 1243-1245. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.
<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Cochran, D. G. 1990b. Efficacy of abamectin fed to German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) resistant to pyrethroids. *J. Econ. Entomol.* 83: 1243-1245. Citado por Roslavitseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007.
<http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

- Cochran, D. G. 1995. Insecticide resistance, pp. 171-192. In M. K. Rust, J. M. Owns, and D. A. Reiersen (eds.), Understanding and controlling the German cockroach. Oxford University Press, New York. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Cornwel, L. B. 1968. The Cockroach, Vol. I. Hutchinson, London, 391 pp. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.
- Cornwel, P. B. 1976. The Cockroach. Vol.II. New York: St. Martin's Press, 557 pp. Citado por Durier, V., and Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Cremlyn, R. 1991. Agrochemicals: preparation and mode of action. Wiley. 396 pp. pc. 74.
- Cruz, B., Guillén, R. S., Valdés, P. M., y Sánchez, R. F. 2003. Determinación de líneas de respuesta (Tiempo-Mortalidad) de la cucaracha Alemana *Blattella germanica* L. A Los Insecticidas Cipermetrina, Clorpirifos e Imidacloprid. UAAAN. p. 386-391. (En línea). 2 Octubre 2007. <http://www.uaaan.mx/Dirlnv/Rdos2003/protvegetal/blatella.pdf>.
- Dabouineau, L. y C. Rivault. 1988. Nourriture et dispersion chez les jeunes larves de *Blattella germanica*. Ins. Soc. 4: 307-315. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea).

23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

DeMark, J. J., Kuczek, T. y Bennett, G. W. 1993. Laboratory analysis of the foraging efficiency of nymphal German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) between resource sites in an experimental arena. *J. Econ. Entomol.* 86: 372-378. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Dethier, V. G., Browse, L .B. y Smith, C. N. . 1960. The designation of chemicals in terms of the responses they elicit from insects. *J. Econ. Entomol.* 53: 134-136. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

Díaz, C., Pérez, M., Rodríguez, M., Calvo, E. y Fresneda M. 2000. Resistencia a insecticidas en cepas de terreno de la especie *Blattella germanica* procedentes de Santiago de Cuba. *Rev. Cubana Med. Trop.* Vol. 52, no 1., p. 24-30. (En línea). 2 Octubre 2007. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0375-0760200000010000S&Ing=es&nrm=iso>. ISSN 0375-0760

Díaz, C., Enríquez, D. y Bisset, J. 2003. Estado de la resistencia en cepas de terreno de la especie *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) provenientes del municipio de Pinar del Río. *Rev. Cubana Med. Trop.* sep. - dic. 2003, Vol. 55, no. 3. p. 196 - 202. (En línea). 2 octubre 2007. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid_S0375-07602003000300011%Ing_es&nrm=iso>. ISSN 0375-0760

- Durier, V., y Rivault, C. 2007. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Georghiou, G. P. 1978. The evolution of resistance to pesticides. *Ann. R. Ecol.* 3, 133-168. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.
- Hamilton, R., y Schal, C. 1988. Effects of dietary protein levels on reproduction and consumption in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 81: 969-976. Citado por Buczowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.
- Harbison, B., Kramer, R. , y Dorsch, J. 2003. Stayin' alive. *Pest Control Technology* 2003 (january): 24-29:83. Citado en Wang, C., Scharf, M.y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Heal, R. E., Nash, K. B., y Williams, M. 1953. An insecticide-resistant strain of the German cockroach from Corpus Christi, Texas. *J. Econ. Entomol.* 46: 385-386. Citado por Roslavtseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2007 Abamectina. (En línea). 29 Octubre 2007.
<http://www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/pdf/abamectina.pdf>
- Ishaaya, I. y Horowitz, A. 1998. Insecticides with Novel Modes of Action: An Overview. pc. 15-16. Ishaaya, I. y Degheele, D. (Eds). Insecticides with Novel Modes of Action: Mechanism and Application. Springer. India. 289 pp.
- Jacobs, S. 2003. Cucarachas Alemanas *Blattella germanica* (L). Universidad de Pennsylvania State. (En línea). 1 Marzo 2007.
http://www.ento.psu.edu/extension/factsheets/spanish/german_cockroach_sp.htm
- Kaakeh, W., Reid, B. I. y Bennett, G. W. . 1997a. Toxicity of fipronil to German and American cockroaches. *Entomol. Exp. Appl.* 84:229 -237. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.
<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.
- Kaakeh, W., Reid, B. I. y Bennett, G. W. 1997b. Toxicity of fipronil to German and American cockroaches. *Entomol. Exp. Appl.* 84:229 -237. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007.
[http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Koehler, P. G. y Patterson, R. S. 1989. Effects of chitin synthesis inhibitors on German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) mortality and reproduction. *J. Econ. Entomol.* 82: 143-148. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.

<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Koehler, P. G. y Patterson, R. S. 1991. Toxicity of hydramethylnon to laboratory and field strains German cockroach (Orthoptera: Blattellidae). Fla. Entomol. 74:345-349. Citado por Roslavtseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007.

<http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

Koehler, P. G., Strong, C. A. y Patterson, R. S. 1996. Control of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) with residual toxicants in bait trays. J. Econ. Entomol. 89: 1491-1496. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.

<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Kopanic, R. J. Jr. y Schal, C. 1997. Relative significance of direct ingestion and adult-mediated translocation of bait to German cockroach nymphs (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 90: 1073-1079. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.

<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Kopanic, R. J. Jr. y Schal, C. 1999. Coprophagy facilitates horizontal transmission of bait among cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). Environ. Entomol. 28: 431-438. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.

<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Kunkel, J. G. 1966. Development and the availability of food in the German cockroach, *Blattella germanica* (L.). *J. Insect Physiol.* 12: 227-235. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Liang, D. 2005. Performance of cockroach gel baits against susceptible and bait averse strains of German cockroach, *Blattella germanica* - role of bait base and active ingredient, pp. 107-114. In C. Y. Lee and W. H. Robinson (eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests, 10-13 July 2005, Suntec, Singapore, P & Y Design Network, Penang, Malaysia*. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2006. Genetic Basis for Resistance to gel Baits, Fipronil, and Sugar-Based Attractants in German Cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 99 (5): 1761-1767. (En línea). 27 Agosto 2007.

[http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_\(JEE\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_(JEE).pdf)

Liang, D. y Schal, C. 1993. Calling behavior of the female German cockroach. *B. germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Insect Behav.* 6: 603- 614. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Lyon, W. F. 2003. German Cockroach, Ohio State University Extension Fact Sheet. Kenny Road, Columbus Ohio. Pub. HYG_2099_97. (En línea) <http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/2000/2099.html>. Citado por Cruz, B., Guillén, R. S., Valdés, P. M., y Sánchez, R. F. 2003. Determinación de líneas de respuesta (Tiempo-Mortalidad) de la cucaracha Alemana *Blattella germanica* L. A Los

Insecticidas Cipermetrina, Clorpirifos e Imidacloprid. UAAAN. p. 386-391. (En línea). 2 Octubre 2007.

<http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/protvegetal/blatella.pdf>.

Mallis, A. 1969. Handbook of pest control, 5th Ed. MacNair-Dorland Co., New York.

DENTRO DE Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236

Matsumura, F. y Ghiasuddin, S. M. 1983. J. Environ. Sci. Health B. 18, 1-8. Citado por

Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Meisch, M. D. y Howell, D. E. 1967. An evaluation of baits for cockroaches. Pest

Control 35: 16-20. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007.

<http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

Miller, D., y McCoy, T. C. 2005. Comparison of commercial formulations for efficacy

against bait averse German cockroaches, pp. 115-121. In C. Y. Lee and W. H. Robinson (eds.), Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Pests, 10-13 July 2005, Suntec, Singapore. P&Y Design Network, Penang, Malaysia. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2006. Genetic Basis for Resistance to gel Baits, Fipronil, and Sugar-Based Attractants in German Cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 99 (5): 1761-1767.

(En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_\(JEE\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_(JEE).pdf)

Milio, J. F., Koehler, P. G. y Patterson, R. S. 1986. Laboratory and field evaluations of

hydramethylon bait formulation for control of American and German

cockroaches. J. Econ. Entomol. 79: 1280-1286. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Morrison, G., Barile, J. y Macom, T. E. 2004. Roachestake the bait-again. Pest Control Technol. 2004 (February): 62, 64, 66. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Nelson, J. O. y Wood, F. E. 1982. Multiple and cross-resistance in a field-collected strain of the German cockroach (Orthoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 75: 1052-1054. Citado por Roslavitseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Development of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

Nojima, S., Nishida, R. y Kuwahara, Y. 1999. Nuptial feeding stimulants: a male courtship pheromone of the German cockroach, *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Naturwissenschaften 86: 193-196. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Ottesen, P.S., Horsberg, T.E. y Johansen, N.S. . 2000. Arthropod resistance to pesticides in Norway. ENMARIA. Resistance management matters.

- Ree, H., Lee, I., Jeon, S. y Yong., T. 2006. Field trial on the control effect of fipronil bait against German cockroaches. *Korean Journal of Parasitology*. 44 (3): 255-257. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.parasitol.org.kr/kjp/full-text/2006-255.pdf>
- Rivault, C. y Cloarec, A. 1991. Exploitation of food resources by the cockroach *Blattella germanica* in an urban habitat. *Entomol. Exp. Appl.* 61: 149-158. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Robinson, W. y Zhai, J. 1990. Pyrethroid resistance in German cockroach. *Pest Control Tech.* 18 (10): 26-28. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.
- Roslavtseva, S. 2007. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>
- Ross, M. H. 1992. Differences in the response of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) field strains to vapors of pyrethroid formulations. *J. Econ. Entomol.* 85:123- 129. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.
- Ross, M. H. 1993. Comparisons between the response of German cockroach field-collected strains (Dictyoptera: Blattellidae) to vapors and contact with a Cyfluthrin formulation. *J. Entomol. Sci.* 28: 168- 174. Citado por Taiariol, D.

2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Ross, M. H. 1993a. Laboratory studies on the response of German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) to an abamectin gel bait. *J. Econ. Entomol.* 86: 767-771. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Ross, M. H. 1993b. Laboratory studies on the response of German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) to an abamectin gel bait. *J. Econ. Entomol.* 86: 767-771. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Ross, M. H. 1998. Response of behaviorally resistant German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) to the active ingredients in a commercial bait. *J. Econ. Entomol.* 10: 150-152. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Ross, M. H., Bret, B. L. y Keil, C. B. 1984. Population growth and behavior of *Blattella germanica* (L.) (Orthoptera: Blattellidae) ini experimentally established shipboard infestations. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77:740-752. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay

Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007.
<http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Ross, M. H. y Cochran, D. G. 1993. Strain differences in the response of German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) to emulsifiable concentrates. J. Econ. Entomol. 85: 1201- 1208. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007.
<http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Ross, M. H. y Mullins, D. E. 1995. Biology. Cap. 2. In: Understanding and controlling the German cockroach, edited by Rust, M. K., Owens, J. M. and Reiersen, D. A.21-47. New York. Oxford. Oxford University Press. 430 pp. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Rust, M. K. 1986. Managing household pests. In: G. W. Bennett and J. M. Owens ment. New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 335-386. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

Rust, M. K., y Reiersen, D. A. 1991. Survey of chlorpyrifos resistance in German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) from restaurants. J. Econ. Entomol. 84: 736-740. Citado por Roslavitseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Development of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007.
<http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

Rust, M. K., Owens, J. M. y Reiersen, D. A. 1995. Understanding and controlling the German Cockroach. Oxford University Press, New York. Citado por Buczowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides

Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Schal, C. 1988. Relation among efficacy of insecticides, resistance levels, and sanitation in the control of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 536-544. Citado por Buczowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Schal, C., Holbrook, G. L., Bachmann, J. A. S. y Sevala, V. L. 1997. Reproductive biology of the German cockroach *Blattella germanica*: Juvenile hormone as a pleiotropic master regulator. *Arch. Insect Blochem. Physiol.* 34:406-426. Citado por Buczowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Scharf, M., y Bennett, G. 1995. Cockroach resistance IPM: a common sense approach. *pest Control* 1995 (July): 38-41. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Scharf, M. E., Heminhway, J, Reid, B. L., Small, G. J. y Bennett, G. W. 1996. Toxicological and Biochemical Characterization of Insecticide Resistance in a Field-Collected Strain of *B. germanica* (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 89 (2): 322- 331. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en

Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007.
<http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Scharf, M. E., Kaakeh, W. y Bennett, G. W. 1997. Changes in an Insecticide-Resistant Field Population of German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) After Exposure to an Insecticide Mixture. *J. Econ. Entomol.* 90 (1): 38- 48. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Scott, J. G. 1990. Investigating mechanisms of insecticide resistance: methods, strategies and pitfalls. In pesticide resistance. In *Arthropods* (R. J. Roush and B. F. Tabashnik, Eds), pp. 39- 57. Chapman and Hall, NY. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Sherron, D. A., Wright, C. G., Ross, M. H. y Farrier, M. H. 1982. Density fecundity, homogeneity and embryonic development of German cockroach *Blattella germanica* (L.) populations in kitchens of varying degrees of sanitation. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 84: 376-390. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Siegfried, B. D. y Scott, J. G. 1991. Mechanisms responsible for Propoxur resistance in the German cockroach, *B. germanica* (L.). *Pestic. Sci.* 33: 133- 146. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (en línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Silverman, J. 1986. Adult German cockroach (Orthoptera : Blattellidae) feeding and drinking behavior as a function of density and harborage-to-resource distance.

Env. Entomol. 15: 198-204. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

Silverman, J., Vitale, G. I. y Shapas, T. J. . 1991. Hydramethylnon uptake by *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae) by coprophagy. J. Econ. Entomol. 84: 176-180. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. J. Econ. Entomol. 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.

Silverman, J. y Bienam, D. N. 1993a. Glucose aversion in the German cockroach *B. germanica*. J. Insect Physiol. 39: 925- 993. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Silverman, J. y Bienam, D. N. 1993b. Glucose aversion in the German cockroach *B. germanica*. J. Insect Physiol. 39: 925- 993. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)

Silverman, J. y Ross, M. H. 1994a. Behavioral resistance of field- collected German cockroaches (Blattodea: Blattellidae) to baits containing glucose. Environ. Entomol. 23: 425- 430. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

- Silverman, J. y Ross, M. H. 1994b. Behavioral resistance of field- collected German cockroaches (Blattodea: Blattellidae) to baits containing glucose. *Environ. Entomol.* 23: 425- 430. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.* 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Silverman, J. y Selbach, H. 1998. Feeding behavior and survival of glucose-averse *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattoidea: Blattellidae) provided glucose as a sole food source. *J. Insect Behav.* 11: 93-102. Citado por , V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Smith, E. y Whitman, R. 2006. Guía de campo de la NPMA para plagas estructurales. National Pest Management Association.
- Sommer, S. H. 1975. Experimental investigation of the circadian locomotor activity of *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae). *Biol. Zentralbl.* 94: 451-467. Citado por Buczkowski, G., Kopanic, R. y Schal, C. 2001. Transfer of Ingested Insecticides Among Cockroaches: Effects of Active Ingredient, Bait Formulation, and Assay Procedures. *J. Econ. Entomol.* 94(5) 1229- 1236. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www4.ncsu.edu/~coby/schal/2001BuczTransfer.pdf>.
- Stenersen, J. 2004. Chemical Pesticides: mode of action and toxicology. CRC Press. USA. pp. 276. pc. 130-131
- Syngenta. 2007. Vertimec. En línea. 29 Octubre 2007. <http://www.syngenta.com.co/Printableversionprod.asp?cod=131&pais=2>

- Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L.). (en línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>
- Triplehorn, C. y Johnson, N. 2005. Study of insects. 7th Edition. Thomson Brooks/Cole. United States of America. Pp. 864. Pc. 263-267
- Tsuji, H. 1965a. Studies on the behaviour pattern of feeding of three species of cockroaches, *Blattella germanica* (L.), *Periplaneta americana* (L.), *Periplaneta fuliginosa* (S.) with special responses to some constituents of rice bran and some carbohydrates. Jpn. J. Sanit. Zool. 16: 255-262. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Tsuji, H. 1965b. Studies on the behaviour pattern of feeding of three species of cockroaches, *Blattella germanica* (L.), *Periplaneta americana* (L.), *Periplaneta fuliginosa* (S.) with special responses to some constituents of rice bran and some carbohydrates. Jpn. J. Sanit. Zool. 16: 255-262. Citado por Wang, C., Scharf, M. y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Tsuji, H. 1966. Attractive and feeding stimulative effect of some fatty acids and related compounds on three species of cockroaches. Jpn. J. Sanit. Zool. 17: 89-97. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>

- Urra, L., F. 2007. Nuevos Insecticidas: Tendencias en grupos y modos de acción. (En línea). http://www.manejointegrado.cl/pesticidas/Nuevos_insecticidas.htm
- Valles, S. M., Strong, C. A. y Koehler, P. G. 1996. Inter and intra-instar food consumption in the German cockroach *Blattella germanica*. Entomol. Exp. Appl. 79: 171-178. Citado por Durier, V. y Rivault, C. Food Bait Preference in German Cockroach, *Blattella Germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae). Université de Rennes, France. 113-119. (En línea). 23 Agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%SCICUP403.pdf>
- Valles, S. M., Koehler, P. G. y Brenner, R. J. 1997. Antagonism of Fipronil Toxicity by Piperonyl Butoxide and S,S,S-Tributyl Phosphorotrithioate in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 90 (5): 1254- 1258. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.
- Wang, C., Scharf, M., y Bennett, G. 2004. Behavioral and Physiological Resistance of the German Cockroach to Gel Baits (Blattodea: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 97 (6): 2067-2072. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_\(gel-bait-aversion\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_(gel-bait-aversion).pdf)
- Wang, C., Scharf, M., y Bennett, G. 2006. Genetic Basis for Resistance to gel Baits, Fipronil, and Sugar-Based Attractants in German Cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 99 (5): 1761-1767. (En línea). 27 Agosto 2007. [http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_\(JEE\).pdf](http://entnemdept.ufl.edu/Wang_et_al_2006_(JEE).pdf)
- Willis, E. R., Piser, G. R. y Roth, L. M. 1958. Observations on reproduction and development in cockroaches. Ann. Entomol. Soc. Amer. 51: 53- 69. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea).

27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

World Health Organization (WHO) (1999), Communicable Diseases Prevention and Control (CDS/CPC), WHO Pesticide Evaluation Scheme (WHOPES) Cockroaches. Their Biology, Distribution and Control by Donald G. Cochran. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

Zayas F de. 1974. Entomofauna Cubana. T3. La Habana:Editorial Científico Técnica. p.128. Citado por Díaz, C., Pérez, M., Rodríguez, M., Calvo, E. y Fresneda M. 2000. Resistencia a insecticidas en cepas de terreno de la especie *Blattella germanica* procedentes de Santiago de Cuba. Rev. Cubana Med. Trop. Vol. 52, no 1., p. 24-30. (En línea). 2 Octubre 2007. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S0375-0760200000010000S&Ing=es&nrm=iso>. ISSN 0375-0760

Zhai, J., y Robinson, W. H. 1991. Pyrethroid resistance in field population of German cockroach, *Blattella germanica* (L.). Jpn. J. Sanit. Zool. 42: 241-244. Citado por Roslavytseva, S. Rotation of Insecticidal Baits and Gels for Delaying Developmento of Resistance in the German Cockroach, Scientific Research Institute for Disinfectology. (En línea). 23 agosto 2007. <http://www.icup.org.uk/reports%5CICUP253.pdf>

Zhai, J. y Robinson, W. H. 1996. Instability of Cypermethrin Resistance in a Field Population of the German cockroach (Orthoptera: Blattellidae). J. Econ. Entomol. 89 (2): 332- 336. Citado por Taiariol, D. 2001. Resistencia en Cucaracha *Blattella germanica* (L). (En línea). 27 octubre 2007. <http://www.monografias.com/trabajos13/cucar/cucar.shtml>.

BIBLIOTECA CUCUBA