UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ENTOMOLOGÍA

"EFICACIA DE INSECTICIDAS DE USO INDUSTRIAL EN ADULTOS DE MOSCA DOMÉSTICA (*Musca domestica* L.)"

Presentada por:

LILY ELVIRA ARROJO WILSON

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE

MAGISTER SCIENTIAE EN ENTOMOLOGÍA

Lima - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ENTOMOLOGÍA

"EFICACIA DE INSECTICIDAS DE USO INDUSTRIAL EN ADULTOS DE MOSCA DOMÉSTICA (*Musca domestica* L.)"

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE

Presentada por:
LILY ELVIRA ARROJO WILSON

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dra. Carmen Velezmoro Sánchez
PRESIDENTE

Ph.D. William Dale Larrabure
PATROCINADOR

Dr. Agustín Martos Tupes
MIEMBRO

Mg.Sc. Jorge Sarmiento Mata
MIEMBRO

DEDICATORIA

A mis padres Julieta y Antonio por su
cariño, compresión, paciencia y animo
durante mi etapa de estudio y redacción
de la tesis.

A mis tios y a mi mamama
quienes me apoyaron durante
mis años de estudio.

A la memoria de mi tia “Bolin”
Elvira Herlinda Wilson Valdivia

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor el Dr. William Dale por sus conocimientos, orientación y Paciencia.

- A mi amigo y colega Blgo. Javier Huanca por su motivacion, conocimiento y aliento (llamadas de atención)

- A Luis Garcia por su aliento, motivación y apoyo para la culminación de la redacción de tesis.

- A mi amiga Bertha Diaz por su apoyo con los trámites administrativos

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

SUMMARY

Pág.

I. INTRODUCCION **1**

II. REVISIÓN DE LITERATURA **3**

2.1 GENERALIDADES **3**

2.1.1 ECOLOGIA DE LA MOSCA DOMESTICA **3**

2.1.2 IMPORTANCIA SANITARIA **4**

2.1.3 MARCO LEGAL DEL MANEJO DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS **5**

2.2 CONTROL Y PREVENCION DE MOSCA DOMESTICA **6**

2.2.1 CONTROL CULTURAL **6**

2.2.2 CONTROL FISICO **7**

2.2.3 CONTROL ETOLOGICO **7**

2.2.4 CONTROL QUIMICO **8**

2.3 LOS INSECTICIDAS **9**

2.3.1. LA DIVERSIDAD DE PRODUCTOS INSECTICIDAS EN EL MERCADO PERUANO Y EL MODO DE ACCIÓN DE CIERTOS GRUPOS SELECTOS **9**

2.3.2. RESISTENCIA DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS A LOS INSECTICIDAS **12**

2.4 EVALUACION DE LA ACCION INSECTICIDA **13**

2.4.1 RESULTADOS BIBLIOGRÁFICOS, PRODUCTO DE ENSAYOS DE SUSCEPTIBILIDAD CON MOSCA DOMÉSTICA **14**

2.4.2 ENSAYOS DE EFICACIA BIOLOGICA **20**

2.5 CRITERIOS DE EVALAUCION TOXICOLOGICA EN ADULTOS DE MOSCA DOMESTICA **20**

Pág.

III. MATERIALES Y MÉTODOS 22
3.1 ELECCION DE LOS INSECTICIDAS 22
3.2 CALCULO DE LAS DOSIS RECOMENDADAS PORLOS FABRICANTES 22
3.3 EL CÁLCULO DE LAS DOSIS COMPARATIVAS UNIFORMES PARA TODOS LOS INGREDIENTES ACTIVOS 23
3.4 EL PROCESO DE IMPREGNACION DE PAPELES 24
3.5 EL ENSAYO DE CONTACTO TARSAL 25
3.6 LA EVALUACION DEL EFECTO DERRIBE 26
3.7 EL DISEÑO EXPERIMENTAL 26

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 27
4.1 EFECTO DE DERRIBE (ED) CAUSADA POR SEIS INSECTICIDAS COMERCIALES EN SUS DOSIS RECOMENDADAS 27
4.2 EFECTO DE DERRIBE (ED) CAUSADOO POR SEIS INSECTICIDAS COMERCIALES EN SUS DOSIS UNIFORME DEL INGREDIENTE ACTIVO 28

V.CONCLUSIONES 38
VI. RECOMENDACIONES 39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 40
VIII. ANEXOS 50

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1: Cálculo de las dósis de dilución del producto comercial (PC) y de dilución del o los ingredientes activos (i.a). 23

Cuadro 2: Volumen (ml) o peso (g) de producto comercial usados en la impregnación de dos superficies referentes (=1.04 m2) para las dosis recomendadas y las uniformes (20 mg i.a./m2) 25

Cuadro 3: Promedios de derribe (%) en adultos de la mosca doméstica por el efecto de depósitos insecticidas residuales recomendados por los fabricantes de seis productos comerciales, medidos a las 24 horas, una, dos, tres y cuatro semanas de producidos los depósitos. 28

Cuadro 4: Promedios de derribe (%) en adultos de la mosca doméstica causados por depósitos insecticidas residuales equivalentes a 20 miligramos del ingrediente activo \ metro cuadrado contenido en seis productos comerciales, medidos un día, una, dos, tres y cuatro semanas de producidos los depósitos. 29

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1. Analisis de varianza del efecto de derribe a las 24 horas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante. 50

ANEXO 2. Analisis de varianza del efecto de derribe a la semana causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante. 50

ANEXO 3. Analisis de varianza del efecto de derribe a las dos semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante. 50

ANEXO 4. Analisis de varianza del efecto de derribe a las tres semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por fabricante. 50

ANEXO 5. Analisis de varianza del efecto de derribe a las cuatro semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante. 51

ANEXO 6. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las 24 horas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2 51

ANEXO 7. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a la semana por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2 51

ANEXO 8. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las dos semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a/m^2 51

ANEXO 9. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las tres semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a/m^2 51

ANEXO 10. Análisis de varianza del efecto de derribe a las cuatro semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a/m^2. 52

RESUMEN

Se evaluó la eficacia insecticida por contacto, inmediata y residual hasta la cuarta semana de la impregnación, de depósitos de seis insecticidas comerciales hacia adultos de mosca doméstica: ALPHA CPL® 10 C.E., conteniendo alfacipermetrina como ingrediente activo (i.a.); ATOXIN DISP®C.E, con una mezcla de piretrina y rotenona; DEVAPOX® 50 EC , con diclorvos ; MATANOX D® 2.5 % PM, con deltametrina; SOLFAC® E.C. 050, con ciflutrina y STOCKADE®, con cipermetrina; registrados en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) para combatir plagas en la industria.

Los productos fueron evaluados en poblaciones silvestres, esto es colectadas en el campo, con un procedimiento sencillo, barato, exacto y rápido, en semi gabinete, que permitió comparar posibles discrepancias en la eficacia entre productos comercial en dos dosis de aplicación del i.a :la recomendada en la etiqueta, que pudiera ser enormemente variable entre productos, con otra uniforme equivalente a 20 mg del i.a./m^2 , promedio obtenido de la menor dosis recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), uniforme para todos los i.a considerados en la prueba. La prueba consideró cinco evaluaciones: a las 24 horas, asi como a 1, 2, 3 y 4 semanas de edad del depósito.

El mejor producto comercial (PC) con dosis uniforme (20 mg i.a/m^2) fue MATANOX D® 2.5 % PM con 88 % de efecto derribe (E) y el mejor PC con dosis recomendada (500 mg i.a/m2) fue DEVAPOX® 50 EC con 100% de ED ambos medidos a las 24 horas de la aplicación. Esta situación comprueba que este PC (diclorvos) podrá ser efectivo de inmediato como insecticida de contacto y fumigante, pero esta propiedad esta vinculada en particular con sus propiedades fumigantes, que paulatinamente se pierden con el trascurrir del tiempo.

Los PC no mostraron un buen efecto residual, por esta razón es recomendable implementar pruebas anuales de eficacia, que permitan reajustar convenientemente las recomendaciones sobre dosis de aplicación y su residualidad o retirar su uso como control sobre adultos de la mosca doméstica.

Palabras clave: mosca domestica, insecticida, efecto derribe, contacto tarsal.

SUMMARY

The immediate and residual knock down effects of six commercial adulticides: ALPHA CPL® 10 C.E. with alpha cypermethrin as the active ingredient (a.i.), ATOXIN DISP® C.E a mixture of rotenone and pyrethrin; DEVAPOX® 50 EC with dichlorvos; MATANOX D® 2.5 %PM with deltamethrin; SOLFAC® E.C. 050 with cyfluthrin, and STOCKADE® with cypermethrin; all of them registered in DIGESA for industrial use.

These products were evaluated on wild flies, following a simple, cheap, exact and quick semi field procedure; this allowed to find out probable discrepancies among products in two dosage of the a.i: the recommended dosage as printed in their labels, and a constant dosage equivalent to 20 mg of the a.i./square meter, the averaged lowest dosage recommended by the World Health Organization (WHO). There were considered the following five timed evaluations for the same deposits: 24 hours, and 1, 2, 3 and 4 weeks of deposit age.

The best commercial product with uniform doses (20 mg of the active ingredient per square meter) was MATANOX D® 2.5 %PM with 88% of knock down effect, and the best commercial product with recommended dosage (500 mg of the active ingredient per square meter) was DEVAPOX® 50 EC with 100% of knock down effect measured both at 24 hours after the application. DEVAPOX® 50 EC could be immediately effective, as a contact and fumigant insecticide, linked with the particular fumigants insecticidal properties, among them that are gradually lost with the passing time, and did not show a good residual effect.

For this reason is recommendable implement annual effectiveness tests for all the recommended insecticides, to allow more precise recommendations about their application dosage and residuality or to implement actions which permit to remove their use for the control housefly adult.

Key words: Housefly, insecticide, knock down effect, tarsal contact.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando son numerosas, las poblaciones de mosca doméstica (*Musca domestica*) son una plaga seria para las ciudades y, dentro de éstas, para la industria de alimentos, pues los insectos se consideran indeseables e indican condiciones sanitarias inapropiadas y deficientes. Su comportamiento y preferencia por visitar desechos orgánicos de origen animal y vegetal, entre éstas las excretas animales y otras sustancias sujetas a putrefacción, además de su estrecho vínculo con las actividades humanas (eusinantropia) y la capacidad de los adultos para invadir lugares techados y cerrados (endofilia), incrementan la posibilidad de contaminar productos frescos y manufacturados con sus cuerpos y los organismos transportados por ellas (Greenberg, 1971).

En estudios realizados en el centro del Perú, la abundancia de mosca domestica alrededor de las viviendas representaban un alto riesgo de transmisión de enfermedades gastrointestinales como diarreas, disentería y otras enfermedades (Baumgartner, 1988). En la costa peruana esta presente durante todo el año, con explosiones poblacionales durante los meses cálidos (de noviembre a mayo) y cada vez que se descuida la evacuación pronta y completa de residuos de origen orgánico. En evaluaciones realizadas en un mercado de la cuidad de Lima las poblaciones de mosca domestica fueron colectados principalmente sobre la basura organica (32%) y sobre pescado (17%) (Flores y Dale, 1986).

Se han ensayado una variedad de técnicas amigables con el medio ambiente para evitar y reducir las poblaciones de mosca domestica que combinadas, constituyen programas de manejo integrado de la plaga. En estos programas de control, las técnicas preventivas son de primer orden; sin embargo, cuando las poblaciones de moscas sobrepasan ciertos umbrales tolerables, será necesario complementar esas técnicas con tratamientos usando insecticidas. La mayoría de insecticidas o productos comerciales destinados al control de la mosca domestica contienen i.a. sintéticos y unos pocos contienen ingredientes naturales derivados de las plantas.

Los insecticidas contra adultos o adulticidas son de uso frecuente; estos se aplican mediante aspersiones residuales, dejando un depósito tóxico sobre superficies tanto verticales como horizontales donde, posteriormente, las moscas adultas se ponen en contacto, se intoxican y, finalmente, mueren.

Los insecticidas son tanto más valiosos cuanto mayor residualidad tengan o mantengan su capacidad letal. Sin embargo, la aplicación continua y masiva de insecticidas, siguiendo un programa de control calendarizado es una práctica común en la industria que, a menudo, trae consigo problemas relacionados con la aparición de resistencia en la población de moscas y la pérdida de la eficacia del insecticida en una dosis determinada que antes les fue letal. De ello resulta la necesidad de evaluar periódicamente la eficacia de los insecticidas enfrentándolos a poblaciones silvestres de moscas para, por comparación, determinar si la dosis recomendada en la etiqueta o marbete del producto, corresponde a una que realmente controle a los insectos, en una proporción superior al 80%.

Por lo expuesto anteriormente, nos planteamos evaluar alguno de los insecticidas comerciales registrados en Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) para uso en la industria de los alimentos, una importante actividad donde la mosca doméstica es una verdadera y frecuente plaga.

Objetivo General del trabajo:

1) Evaluar la eficacia de seis insecticidas comerciales medido por el Efecto de Derribe (ED) en adultos silvestres o colectados del campo de la mosca domestica.

Objetivos Específicos:

1) Evaluar la evolución temporal de eficacia: inmediata (24 horas) y hasta las cuatro semanas, de los depósitos residuales en sus dosis recomendadas, no necesariamente iguales, de los insecticidas seleccionados.
2) Evaluar esa evolución temporal de depósitos residuales en una dosis uniforme o igual del ingrediente activo para los seis insecticidas comerciales seleccionados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 ECOLOGIA DE LA MOSCA DOMESTICA

Las poblaciones de mosca doméstica tienen una amplia distribución en el mundo y se presentan frecuentemente asociadas a los seres humanos, excepto en el ártico y antártico (OPS, 1962). Su amplia adaptación al medio ambiente, capacidad de dispersión y alto poder reproductivo aseguran su población durante todo el año (Keiding, 1987), en particular en lugares cercanos al ecuador terráqueo.

Las hembras oviponen siempre que la temperatura del aire se encuentre sobre 15 ºC; en lugares reconocidos por olores; colocando uno a dos grupos o masas de huevos compuestas por aproximadamente, 120 huevos cada una. Esta alta capacidad reproductiva, sumada a su rápido desarrollo (10 a 40 días, dependiendo de la temperatura del sustrato donde viven los inmaduros) puede originar unas 30 generaciones de moscas por año en climas tropicales y diez a menos generaciones en localidades con clima templado frío (Keiding, 1987). La longevidad en los adultos decrece cuando aumenta la temperatura del aire y las hembras viven ligeramente más que los machos (Lysyk, 1991).

Las acumulaciones de estiércol animal, en particular cuando se les mantiene hacinado, constituyen una importante fuente para el desarrollo de las moscas en las explotaciones ganaderas y avícolas (Haines, 1953, 1955). Además del estiércol, las moscas usan una gran variedad de residuos orgánicos como alimento y sustrato para el desarrollo de sus inmaduros (Schoof *et al*., 1954; Larrain y Salas, 2008); bajo otras condiciones propicias, las moscas pueden reproducirse en los sedimentos, en desagües, canaletas y en la materia orgánica transportada por el agua, canales abiertos (Keiding, 1987). La acumulación no protegida de basura orgánica en el domicilio y en la vía pública constituyen otra fuente para su reproducción y desarrollo (Sakurai, 1980).

Las moscas visitan principalmente ambientes iluminados por la luz natural o artificial; en interiores pueden ser frecuentes sobre pisos, paredes y techos; en exteriores sobre la tierra, cercas, escalones, fosas de letrinas, botes de basura, cuerdas para tender ropa y césped. Los lugares de descanso preferidos son determinados por la combinación de calor moderado, alta humedad, viento suave, luz, color y textura de la superficie (Keiding, 1987).

La capacidad de movimiento y colonización de las moscas sobre otros ambientes se debe a la combinación de los siguientes factores locales: residuos orgánicos escasos o inadecuados por pérdida de humedad así como, la presencia de días cálidos y sin viento favorables para su vuelo. La dispersión de moscas doméstica se da mediante un desplazamiento radial o vectorial siguiendo un "corredor" o dirección, marcado por el comparativamente óptimo conjunto de factores ambientales atractivos (Boase, 2007). Ellas encuentran su alimento por intensos vuelos exploratorios, combinados con estímulos visuales; se considera que las moscas tienen el sentido del olfato activo a distancia muy corta, sensible hacia alcoholes (eskatol), ácidos orgánicos (acético), aldehídos y ésteres (Yamamoto y Jensen, 1967).

El apareamiento sucede dentro de los dos primeros días de su emergencia del puparium, interviniendo para ello estímulos visuales y olfatorios, entre ellos puntos o siluetas oscuras sobre fondo claro y la emisión de una feromona de agregación (muscalure), atractiva para ambos sexos (Keiding, 1987).

2.1.2 IMPORTANCIA SANITARIA

La mosca doméstica es una plaga común en el area urbana; visitan alimentos de consumo humano, desechos orgánicos y excrementos, existiendo en ello un alto potencial de transmisión mecánica de organismos patógenos (Crosskey y Lane, 1993). Son transmisores mecánicos de más de 20 bacterias patógenas causantes de mastitis, ántrax, fiebre tifoidea, tuberculosis, cólera, disenteria bacilar, diarrea, enfermedad de Newcastle y salmonelosis (Verhoestraete y Puffer, 1958). También son vectores mecánicos de protozoarios intestinales y helmintos de importancia médica (Cárdenas y Martínez, 2004) causantes de disentería amebiana, giardiasis, oxiuriosis, ascariasis, tricuriasis y teniasis (Hale *et al*., 1960). Los patógenos, protozoarios y helmintos son transportados sobre la superficie del cuerpo y patas asi como en el interior de la cavidad intestinal, estos son diseminados por contacto, regurgitaciones y con las deyecciones (Radvan, 1960).

Bajo condiciones urbanas, los residuos orgánicos derivados de la preparación de alimentos, su almacenaje y de la venta del mercado, son fuentes de atracción para las moscas. Otras fuentes son los desechos que provienen de industrias del enlatado de frutos y hortalizas, cervecerías, vino, bebidas gaseosas, destilerías, productos semisólidos para la alimentación de animales, plantas productoras de azúcar, procesadoras de leche, pescados y carne roja (Imai, 1984a), en particular en la ciudad de Lima, donde la contaminación orgánica es alta, debido a los servicios sanitarios deficientes (Assar, 1971).

Por otra parte, en la industria alimentaria las moscas son consideradas peligros macrobiológicos, cuando su presencia ponen en riesgo la inocuidad de los alimentos producidos, entorpeciendo el proceso de producción o son un factor negativo cada vez que las empresas están sujetas a una inspección y certificación (Mortimore, 1996). En la industria ganadera y avícola, las moscas pueden ocasionar una severa irritación en los ojos de los animales mayores llamada queratoconjuntivitis u ojo rosado (Munguia *et al*., 2006), además de producir estrés, alterando la producción y rendimiento (Serrano, 1995; Farkas *et al.*, 1998).

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que gobiernan la adecuada actividad industrial; indican que la presencia de mosca doméstica es considerada una falta sanitaria y por lo tanto requiere una inmediata medida correctiva (Escriche y Doménech, 2005; Couto, 2008).

2.1.3 MARCO LEGAL DEL MANEJO DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS

La DIGESA como entidad del Ministerio de Salud (MINSA) es, en el Perú, el punto focal para el registro y autorización de venta periódica de los plaguicidas usados en la actividad industrial en general; dentro de la industria esta aquella que fabrica alimentos. El 3 de mayo de 2012, DIGESA publica en la red 267 plaguicidas comerciales autorizados, de los cuales 148 lo fueron para uso industrial. Todos ellos fueron considerados originados en el país (nacionales).

La misma institución, mediante la Dirección Ejecutiva de Higiene Alimentaria y Zoonosis (DEHAZ) vigila y supervisa la influencia negativa de las plagas en los establecimientos industriales; de la manera más amplia, aplica la Ley General de Salud No. 26842 y el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas D.S. No.007-98-SA. El manejo del control de plagas y sus responsables ha sido establecido por el Reglamento Sanitario para las Actividades de Saneamiento Ambiental en Viviendas y Establecimientos Comerciales, Industriales y de Servicios en el D.S. No. 022-2001-SA .

2.2 CONTROL Y PREVENCIÓN DE LA MOSCA DOMESTICA

Los factores bioecológicos que intervienen en la persistencia y densidad poblacional de mosca doméstica y que son considerados útiles para establecer medidas adecuadas de prevención y control son: la determinación de los lugares de reproducción que debieran ser eliminados, su capacidad de desplazamiento, su longevidad, capacidad reproductiva, preferencia alimentaria, ritmo de actividad y lugares de descanso. (Moreno, 1980; Keiding, 1987). Todos estos factores están relacionados con el clima y el habitat (Keiding, 1978).

Los programas de control plagas en la industria alimentaria, consisten en el uso coordinado de un conjunto de técnicas destinadas a reducir la densidad poblacional a límites tolerables.

2.2.1 CONTROL CULTURAL

El control cultural planifica y ejecuta un programa de saneamiento, que incluye el adecuado manejo de desechos o efluentes sólidos y su rápida evacuación, el manejo de los efluentes líquidos manteniendo un sistema de alcantarillado limpio y libre de residuos, el sostenimiento de un programa de limpieza del entorno, la planta y los equipos, así como de un programa para eliminar, permanentemente, los objetos inservibles o mal ubicados que pudieran dificultar las tareas de limpieza y mantenimiento del orden (Albarracín y Carrascal, 2005). Ello si bien son normas generales en la industria, son en extremo importantes en el manejo y prevención de plagas, entre ellas la mosca domestica.

2.2.2 CONTROL FÍSICO

Este método trata de impedir el ingreso de las moscas en ambientes frágiles, capaces de ser cerrados; incluye el uso de mallas en ventanas, puertas y ventilas. Las mallas son elaboradas con cobre, bronce, aluminio, plástico u otros materiales no fácilmente corrosibles que se colocan sobre marcos de las puertas y ventanas. (Porter, 1959). Otros métodos son el uso de cortinas de aire, asi como cortinas de tiras o lamas de plástico.

Las cortinas de aire se instalan en las puertas de los establecimientos dedicados a la elaboración y venta de alimentos (OPS, 1962). Este método usa una corriente de aire laminar, orientada con una angulo de 15º en relación a su plano vertical y una velocidad de 0,0078 m/seg (metro por segundo); se considera las cortinas de aire que tienen un 80 % de efectividad, evitando el ingreso de moscas y otros voladores, no siendo muy efectivo para prevenir el ingreso de rastreros. La corriente de aire puede ser obstaculizada por objetos, lo que disminuye su eficacia (Dean, 1973). Todas estas medidas preventivas deben ser periódicamente examinadas y asegurada su operatividad.

Las cortinas de plástico son barreras que impiden el ingreso de insectos voladores. Se cuelgan en las puertas de ingreso a las plantas industriales (Morgan *et al*., 1972).

2.2.3 CONTROL ETOLOGICO

El control etológico para las moscas domésticas se basa en el uso de trampas que contienen atrayentes como (Z)-9 tricosene (Mulla *et al.*, 1977). El (Z)-9 tricosene (muscalure) es una feromona sintética de agregación que es producida naturalmente por machos y hembras, cuya aparente finalidad biológica es la convergencia de ambos sexos, facilitando la cópula, necesaria para la producción de huevos; fue aislada e identificada por Carlson *et al*.(1971). Este poderoso atrayente puede incorporarse en trampas adhesivas, cebos tóxicos y trampas electrocutantes. Los cebos toxicos mezclados con muscalure e insecticidas en áreas externas son más efectivos en lugares donde las moscas se alimentan y ovipositan. Las trampas con muscalure capturan entre dos a cuatro veces mas moscas que aquellas sin muscalure.

Dentro de los métodos de control y monitoreo de los adultos de mosca doméstica se consideran el empleo de trampas de luz Ultra Violeta (UV) ó luz negra en sus modelos electrocutantes y pegajosos. Estas trampas se deben colocar en interiores de establecimientos como: cocinas, restaurantes, supermercados y hospitales (Pickens y Thimijan, 1986). La efectividad depende del lugar de colocación, temperatura y condiciones fisiológicas de las moscas (Keiding, 1987). Las moscas hembras y machos reaccionan mejor a diferentes longitudes de onda y esto depende de la temperatura (Morgan y Pickens, 1968), son más efectivas cuando la cantidad de muscalure se incrementa (Keiding ,1987).

2.2.4 CONTROL QUIMICO

El control químico es un complemento de las medidas sanitarias para el control de mosca doméstica y se emplea cuando las demás técnicas combinadas son incapaces cumplir, a satisfacción, con las necesidades impuestas. Cinco métodos de aplicación de insecticidas han sido desarrollados para combatir a los adultos de la mosca doméstica, estos son: pulverización residual, cebos tóxicos, pulverización espacial, cordones impregnados y cintas fumigantes.

Las pulverizaciones residuales se dirigen directamente sobre las superficies donde se posan las moscas para alimentarse o descansar. La efectividad del tratamiento depende de la formulación, dosis de los productos y el tipo de la superficie (Keiding, 1978; Chadwick, 1985). El equipo mas simple, adecuado para realizar este tipo de aplicaciones es la mochila manual. La temperatura, humedad y la exposición solar de las superficies tratadas son factores que afectan la residualidad (Keiding, 1978).

Las pulverizaciones espaciales son un método efectivo para reducir la población de mosca doméstica en interiores y exteriores. La aplicación de estos tratamientos, son de dos tipos; las nebulizaciones en frio y en caliente (termonebulizaciones) asi como las aplicaciones a Ultra Bajo Volumen (UBV) (Mount, 1985). La desventaja de los tratamientos espaciales es que no presentan acción residual.

Los tratamientos con cebos toxicos se aplican en lugares donde las moscas se congregan a alimentarse, pueden ser colocados en bandejas o se pintan con una brocha en paredes, techos, ventanas, cordones o discos (Kilpatrick y Schoof, 1956). De acuerdo a la WHO (2006) los ingredientes activos utilizados para elaborar los cebos son los siguientes propoxur, imidacloprid, diazinon, triclorfon, phoxin, naled, spinosad, tiametoxam, azametifos y dimetoate.

Las cuerdas se colocan en forma vertical en los techos a una altura suficiente para evitar el contacto con las personas y se usan en granjas y mercados (Keiding, 1987); su residualidad varia entre dos a seis meses dependiendo del insecticida, dosis y lugar de aplicación. Los insecticidas utilizados para impregnar las cuerdas son: dimetoato, malation, fenthion, dimetoate y triclorfon, propoxur, diazinon, paration y dimetilan). Las ventajas del uso de las cuerdas impregnadas son el bajo costo y largo efecto residual. (Chavasse y Yap, 1997).

Las cintas fumigantes se utilizan en ambientes como cuartos, establos y otros ambientes con ventilación limitada para controlar mosca doméstica; contienen el 20% del ingrediente activo diclorvos (Keiding, 1987).

2.3 LOS INSECTICIDAS

Desde la Segunda Guerra Mundial los insecticidas son considerados como un componente esencial en el control de las plagas insectiles como la mosca doméstica (Keiding, 1978). Su empleo correcto y racional es un proceso complejo basado en el óptimo conocimiento de la biología, ecología y dinámica poblacional de la plaga.

2.3.1. LA DIVERSIDAD DE PRODUCTOS INSECTICIDAS EN EL MERCADO PERUANO Y EL MODO DE ACCIÓN DE CIERTOS GRUPOS SELECTOS

Los insecticidas comerciales en el Perú son empleados por cinco grupos de usuarios: el agrícola , el pecuario o veterinario, salud pública, domestico e industrial. Aquellos de uso en la agricultura y explotaciones pecuarias son registrados en el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA); los empleados en el sector doméstico, en la salud pública e industria son registrados en la DIGESA.

En general los insecticidas pueden ser agrupados de varias maneras; una de ellas es por su constitución química, combinada con su origen y modo de acción en insectos (Perry *et al.*, 1997). En este contexto, los insecticidas que fueron autorizados para su uso industrial por la DIGESA comprendieron 29 moléculas, incluyendo sus isómeros. La mayoría de ellos son organosintéticos (26/29); de las 29, 16 son piretroides, 4 son carbamatos, 6 son organofosforados, 2 son botánicos y 1 es mineral. Éstos, i.a. formulados, dan origen a 98 productos comerciales, número que se ha incrementado en relación a los años anteriores. El modo de acción de los i.a.de los insecticidas es reportado anualmente por el Insecticide Resistance Action Commitee (IRAC).

Los piretroides son insecticidas de contacto, resultado de la síntesis industrial copiando las moléculas de las piretrinas naturales, modificadas para conferirles mayor residualidad (fotoestabilidad) y toxicidad diferencial, mayor para los insectos que para los vertebrados de sangre caliente; así la DL_{50} aguda oral en ratas varia entre 100 mg/kg en la deltametrina a 10000 mg/kg en la fenotrina (phenotrina); la baja concentración de los piretroides como i.a. en los insecticidas comerciales explican los escasos reportes de personas envenenadas a pesar del uso intenso de estos productos. Considerando que la toxicidad de los piretroides depende de sus isómeros y que la mayoría de ellos son una mezcla de isómeros, sus datos toxicológicos son variables de acuerdo a la proporción de estos: la DL_{50} oral aguda de la ciflutrina y cipermetrina en ratas es de 250 mg/kg, mientras que la de la alfacipermetrina es de 79 mg/kg (IPCS, 1994). Los piretroides son lipofílicos, tóxicos para el sistema nervioso; de acuerdo a IRAC (2015) actúan como moduladores de los canales de sodio, abriendo las bombas de sodio en el axón de las neuronas, causando su despolarización y la generación de falsos estímulos nerviosos, acción semejante a aquella causada por el DDT, sus análogos y el metoxicloro; esta semejanza de acción confiere a las poblaciones el fenómeno de resistencia cruzada a estas relativamente nuevas moléculas insecticidas. Igual que el DDT, los piretroides pueden ser irritantes y repeler insectos, lo que reduciría la posibilidad de un insecto volador a posarse y obligaría a volar a los insectos vecinos a una superficie tratada. Esta capacidad repelente, también llamada capacidad de expulsión ("flushing power"), es considerada una ventaja para controlar insectos que se esconden en grietas y otros lugares estrechos, impenetrables para aspersiones y espolvoreos; pero una desventaja en la eliminación de insectos usando depósitos insecticidas residuales cuya acción depende de que insecto se pose sobre la superficie tratada. La actividad tóxica de los piretroides en ratas se

visualiza de tres maneras: Tipo I o casusante del síndrome T para aquellos productos sin el grupo ciano en la molécula como la aletrina, bioaletrina, resmetrina; tienen acción muy rápida, induciendo picos múltiples de descargas en los nervios sensoriales, motores y en las interneuronas dentro del sistema nervioso central . Los del Tipo II o inductores del síndrome CS son aquellos que tienen el grupo ciano en uno de los carbones del alcohol de la molécula, despolarizando el potencial de las membranas de los axones, reduciendo la amplitud del potencial de acción y llevando a la pérdida de excitabilidad eléctrica, como la deltametrina, fenvalerate, cipermetrina, cialotrina; son catalogados como agentes matadores. El efecto de los del Tipo I ocurre porque los piretroides prolongan ligeramente la corriente que fluye por los canales de sodio al hacer más lento o al impedir el cierre de los canales, mientras que las de tipo II duran algunos minutos o aún más. El tercer tipo o del Tipo III como la cifenotrina, flucitrinato que producen una combinación de los dos sindromes Tipo I y Tipo II (Casarett *et al.*, 2007).

Los organofosforados u organofosfatos (IRAC, 2015) son un grupo numeroso, menos persistentes en los sistemas biológicos y en el medio ambiente que el grupo de los organoclorados, aunque más antiguos que los piretroides sintéticos. Contienen algunos productos extremadamente tóxicos para los vertebrados con sangre caliente. Los organofosforados son usados en la industria, agricultura, veterinaria, salud pública y como materia activa en la formulación de insecticidas para uso doméstico. Algunos, como el metasystox ya retirado del mercado, tienen propiedades sistémicas en plantas; otros, como el diclorvos, tienen un efecto mixto como insecticidas de contacto y fumigantes. Los órganofosforados afectan el sistema nervioso de los invertebrados y vertebrados actuando como inhibidores de la acetilcolinesterasa (AChsa), ligándose a ella e inactivándola; esta es la enzima encargada de hidrolizar a la enzima acetilcolina (ACh) un neurotransmisor excitador, responsable de la transmisión sináptica de los estímulos nerviosos; un apropiado recuento sobre el modo de acción y metabolismo de los organofosforados puede ser encontrado en (Chambers y Carr 2002).

Las piretrinas son insecticidas botánicos, este grupo junto con los de origen mineral, son más antiguos que los organosintéticos. La piretrina es mezcla de seis esteres orgánicos, estructuralmente parecidos, con baja toxicidad para vertebrados con sangre tibia, con muy baja persistencia, elevada toxicidad y buen efecto de volteo para los insectos en muchos

casos reversible, dependiendo de la dosis aplicada. También la piretrina es un buen agente expulsor, causando sobreexcitación en los insectos. Su DL_{50} aguda oral en ratas varía entre 500 y 1000 mg/kg (IPCS, 1994), dependiendo del solvente empleado en su dilución al momento de ser administrado a los animales de prueba. Su modo de acción es similar a la de los piretroides de acuerdo a (IRAC, 2015), tanto en insectos como en mamíferos, es decir tienen efecto en las bombas de sodio del axón de las neuronas que al abrirse causan despolarización y falsos estímulos nerviosos.

La rotenona es otro plaguicida y piscicida botánico, su toxicidad ha sido revisada por Hayes (1982). De acuerdo a IRAC (2015) es un inhibidor del complejo I del sistema mitocondrial de transporte de electrones, inhibiendo la fosforilación oxidativa, asi bloqueando el transporte de electrones en la cadena respiratoria; su DL_{50} oral aguda en ratas varía entre 132 y 1500 mg/kg (IPCS, 1994). La rotenona es rápidamente catabolizada en los sistemas biológicos de vertebrados e invertebrados y, externamente, se erosiona con rapidez por efecto de la luz solar y del aire.

2.3.2. RESISTENCIA DE LAS POBLACIONES DE INSECTOS A LOS INSECTICIDAS

A pesar de la diversidad de insecticidas hacia los que se ha encontrado resistencia en las poblaciones de artrópodos, sólo se han definido tres clases de mecanismos de resistencia fisiológica: mecanismos que afectan la penetración de los insecticidas de contacto que afecta igualmente el movimiento del producto del exterior al interior del insecto, los mecanismos relacionados con la detoxificación metabólica (presencia de enzimas oxidativas detoxificantes de la familia del citocromo P450; la presencia de las enzimas detoxificantes en la familia de las glutatión S-transferasas; sobre expresión de las carboxilesterasas), finalmente los mecanismos que reducen la sensibilidad del tejido diana o tejido donde el producto ejerce su mayor acción tóxica (reducción de la capacidad de asociación de la acetilcolinesterasa con insecticidas en los grupos de organofosforados y carbamatos; reducción de la sensibilidad neuronal a los piretroides y DDT); a ellos se añaden cambios en el comportamiento de los insectos que los hace evitar las superficies tratadas con éstos (Sjut y Butters, 1997).

La base genética de la resistencia de mosca doméstica a los insecticidas fue reportado a partir del año1967 (Hayashi *et al*., 1978). Tiene una base genética algo simple: un gen es responsable de reducir el ingreso del insecticida, otro es el responsable de reducir la sensibilidad del lugar de acción para cada tipo de insecticida y un gran gen como el responsable de la resistencia metabólica para todos los insecticidas favoreciendo los mecanismos de detoxificación; este último gen interactúa con otros genes menores ubicados en otras partes del genoma.

La resistencia a los piretroides y DDT es controlada por cambios en los genes reguladores que determinan la calidad de las proteínas receptoras que gobiernan los canales de sodio y de potasio en las membranas axónicas. La resistencia es recesiva en relación a la susceptibilidad. El gran gen responsable de la resistencia metabólica parece producir una proteína que reconoce y se liga a los insecticidas, induciendo la síntesis de las enzimas detoxificantes apropiadas: oxidasas, esterasas y glutation transferasas (Plapp, 1986).

El mecanismo de resistencia al derribe o volteo (kdr= "knock down resistance"), medido por el ED, es uno de los mecanismos más importantes de resistencia en la mosca doméstica hacia los piretroides. La aparición de resistencia en poblaciones de moscas y otros insectos plaga ha estimulado la investigación y desarrollo de nuevos grupos insecticidas y, en otros lugares, a tomarse medidas para evitar o demorar la resistencia como factor limitante del control químico, agrupadas bajo dos criterios: el primero se basa en reducir la presión selectiva de los insecticidas (reducir la frecuencia de aplicación, restringir la extensión de las superficies tratadas, restringir el empleo de insecticidas residuales y evitar emplear un mismo insecticida para eliminar adultos y larvas); el segundo criterio se basa en el diseño de una secuencia para la aplicación de los productos o rotación y la alternancia de la aplicación de insecticidas con otras técnicas de control (Keiding, 1987).

2.4 EVALUACION DE LA ACCION INSECTICIDA

Es política común el monitoreo de la acción insecticida; ello permite comprobar el nivel de resistencia de una población, también la veracidad de las dosis de productos comerciales empleados en el control de la plaga.

Las evaluaciones pueden efectuarse en el laboratorio o gabinete, bajo condiciones controladas y uniformes en las características biológicas (estado de desarrollo, tamaño, edad y sexo) y las genéticas propias de la población de moscas (aún a nivel de "strains" susceptibles o resistentes), asi como de las características ambientales previas y durante el desarrollo de las pruebas (accesorios para las pruebas, temperatura, humedad, fotoperiodo, alimento de los insectos), y aquellas de los insecticidas (como ingredientes activos cercanos a ser químicamente puros o como productos comerciales en determinada marca, pues entre ellos pueden variar los coadyuvantes añadidos durante su formulación).

Las pruebas también pueden efectuarse a nivel de campo cuando se requiere demostrar el impacto de los insecticidas, aplicados de una manera determinada y no exactamente medida, sobre insectos en su ambiente natural.

Finalmente, es válido efectuar pruebas bajo condiciones de semi-gabinete esto es aplicando los productos con la mayor precisión y uniformidad sobre sustratos iguales o uniformes en el laboratorio, donde igual se añejarán los depósitos para, en plazos establecidos de antemano, evaluar la acción de los depósitos en el campo y en un ambiente restringido, con poblaciones de insectos totalmente silvestres, no selectos en sus caracteres biológicos, por un plazo en el que no se produzca mortandad en los insectos sometidos al estrés de soportar el ambiente restringido.

Las pruebas a menudo se hacen sometiendo a las moscas adultas a la posibilidad de posarse sobre una superficie tratada con una determinada dosis insecticida; a ello se le conoce como contacto tarsal.

2.4.1 RESULTADOS BIBLIOGRÁFICOS, PRODUCTO DE ENSAYOS DE SUSCEPTIBILIDAD CON MOSCA DOMÉSTICA

En un ensayo de residualidad se evaluó el ED de cuatro insecticidas: propoxur, fenotrina (fenothrin), fenitrotion (fenitrothion) y permetrina (permethrin), probados con adultos mediante el método de contacto tarsal sobre papel filtro impregnado con depósitos de insecticida, siendo el tiempo de exposición de las moscas al papel impregnado de un minuto

para la permetrina y fenotrina y cinco minutos para propoxur y fenitrotion. El efecto derribe evaluado a las dos horas con el fosforado fenitrotion (796.9 mg /m²) tuvo una eficacia del 56.7%; con el carbamato propoxur (843.8 mg /m²) tuvo una eficacia del 29.6% y con los piretroides fenotrina (875.0 mg /m²) tuvo una eficacia del 48.3% y permetrina (843.8 mg /m²) tuvo una eficacia del 46.2%. La mayor mortalidad se obtuvo con fenotrina, seguido del fenitrotion, permetrina y propoxur. El mejor o más elevado efecto insecticida residual reportado fue para las dosis ensayadas de fenotrina, permetrina y propoxur (Hayashi *et al.,* 1994).

La evaluación residual de dos ingredientes activos: permetrina y deltametrina, con diferentes formulaciones: suspensión concentrada (SC), concentrado emulsionable (CE) y polvo mojable (PM) sobre poblaciones de adultos resistentes y suceptibles aplicados sobre papel filtro fue reportada por Chapman (1988). El trabajo mostro que el ED de la deltametrina SC es superior a los demás tratamientos y el efecto derribe de la permetrina PM fue entre 215 a 465 veces más efectiva que la permetrina EC. El ED, evaluado a las cuatro horas con deltametrina EC (8mg/m^2) asperjada sobre madera laminada y otras dos superficies vidrio y vinilo tuvo una eficacia del 40% y 41% en el primer dia y cuarta semana respectivamente con moscas resistentes y del 100% en el primer dia y cuarta semana con moscas susceptibles.

Kaufman y Rutz (2001) evaluaron la mortalidad en una población de moscas selectas de los "strains" Tompkins y Schuyler, por seis horas sobre despositos residuales tratados con ciflutrina impregnadas en paneles de madera con dos formulaciones: SC y PM, usando por igual la dosis de 25 mg/$m^{2.}$ La eficacia de la formulación PM fue del 82% para el "strain" Tompkins y 38 % para el "strain" Schuyler, con la formulación SC fue del 75% para "strain" Tompkins y 22 % para el "strain" Schuyler.

Kaufman *et al*. (2009) estudiaron de la toxicidad de la permetrina (3.3 mg /m²) y la betaciflutrina (0.012 mg /m²) mediante método de contacto tarsal, usando moscas silvestres y susceptibles sobre superficies de vidrio de 0.67 m² con un tiempo de exposición de 48 horas; obtuvieron como resultado que las poblaciones silvestres fueron mas resistentes o menos susceptibles a la permetrina y la betaciflutina comparados con la cepa suceptible (standard).

Sullivan *et al*. (1972) evaluaron el ED de una población de mosca doméstica susceptible expuesta por 42 minutos y para la población silvestre con 300 minutos de exposición a superficies tratadas con malation (malathion) a una dosis de 27 mg/m^2 mediante una aplicación residual. El ED se evaluo desde los dos minutos y medio hasta las cinco horas. De acuerdo a los resultados obtenidos las moscas fueron susceptibles al malation.

La toxicidad del extracto del Neem y el diclorvos para la mosca doméstica fue evaluada por aplicación topical por Farhanullah y Muzaffar (2000). Se emplearon seis concentraciones del extracto del Neem (5, 10 20, 40 y 80 mg/mosca) y cinco concentraciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.8 y 1.6 mg/mosca) de diclorvos. Comparando los resultados obtenidos el extracto de Neem mato, en promedio, el 85% de la población expuesta tratadas con la concentración más alta (80 mg del producto/mosca), mientras el diclorvos mato un 80 % de la moscas con la concentración más alta (1.6 mg de diclorvos/mosca) probada.

Flynn y Schoof (1966) realizaron una evaluación de la actividad residual del diclorvos en en una poblacion de moscas susceptibles sobre cuatro superficies. Las dosis utilizadas fueron 500, 1000 y 2000 mg del i.a. /m². La evaluacion fue por 30 minutos, obteniendo como resultado limitada acción residual del insecticida en la población.

Dale (1985) evaluó el efecto la residual de la ciflutrina PM en papel filtro impregnado con una dosis de 20 mg del i.a./m^2 , con 24 horas de exposición obteniendo un 100% de mortalidad de mosca doméstica silvestres pero este disminuyo a la tercera semana. Con otras concentraciones de ciflutrina 10 mg del i.a. /m^2 y 5 mg del i.a./m^2, obtuvieron 100 % y 98 % de efectividad a la primera semana.

La toxicidad comparada por los métodos de inyección y aplicación topical de ocho ingredientes activos de fenotrina, cifenotrina, cipermetrina, permetrina, fenvalerate, fenpropatrina, lindano y fenitrotion sobre poblaciones susceptibles de mosca doméstica, con un rango de dosis desde 0.015 a 16000 ug de cada ingrediente activo por gramo de mosca fueron evaluadas por Yaw *et al*. (1985). El ED se evaluó desde 1.5 hasta las 12 horas de aplicación y la mortalidad se evaluó a las 24 horas en el tratamiento de inyección y a las 24 y 48 horas para el tratamiento topical. Después de 1.5 horas la cipermetrina obtuvo un 100% de ED comparado con el fenitrotion que obtuvo menos del 25 % después de 1.5 horas

en las 11 dosis utlizadas para la aplicación topical, seguido de fenpropatrina, fenvalerate, permetrina y fenotrina. Esta tendencia se extiende hasta las 12 horas. El ingrediente más tóxico por medio de la aplicación topical fue la cipermetrina seguida por cifenotrina, fenvalerate y fenpropatrina. Mientras que el fenvalerate fue más tóxico por medio de la aplicación inyección seguido por el lindano, fenpropatrina, fenitrotrina, permetrina, cifenotrina, cipermetrina y fenotrina.

Sawicki (1991) evaluaron la susceptibilidad de una población de moscas domésticas susceptibles a una piretrina por aplicación topical, con seis concentraciones entre 0.019 a 0.6 0 %, obteniendo 55% de moscas derribadas en dos minutos después del tratamiento. El derribe aumento a 95% a los 15 minutos después del tratamiento.

Piquett y Alexander (1960) evaluaron el ED y la mortalidad de una población de mosca doméstica tratadas con piretrina a una dosis de 0.25 mg/ml, mediante el método de Campbell. El ED obtenido fue un casi total (90%), mientras aquel de la mortalidad que varió entre 13 a 57 %.

Araya *et al.* (2011) evaluaron la residualidad insecticida en una población silvestre de mosca doméstica en dos superficies (papel de pared y vidrio) tratada con cipermetrina con una exposición de cinco hasta los 60 minutos. La dosis del ingrediente activo fue 0.096 mg/m ^{2} de con una eficacia del 0.8 % de mortalidad. La evaluación residual se realizó desde el primer día hasta el día 20, obteniendo como resultado que la cipermetrina no tuvo buena mortalidad ni efecto residual.

Keiding (1978) realizó un estudio para probar la residualidad de la cipermetrina en paneles de cal y madera con una dosis recomendada de 30 mg de i.a. /m^2. La exposición duro cinco y seis días. Al día siguiente de la exposición reporto un porcentaje de mortalidad de 5 a 10 % en los paneles de cal, en cambio en los paneles de madera el porcentaje de mortalidad fue 40 a 80 % en las primeras tres horas, observándose el mismo resultado hasta el final de la exposición.

Scirocchi y Cesaroni (1981) evaluaron la mortalidad de una población de moscas domésticas susceptibles expuesta a cipermetrina con dosis de 0.1 y 0.2 g/m² mediante una aplicación topical, obteniendo la total mortalidad de estas después de una hora de tratamiento, este mismo resultado se observo a las 13 horas pero decreció a las 20 horas.

Mosallam (1986) evaluo la suceptibilidad de una población de moscas silvestres utilizando los siguientes tres insecticidas: bioresmetrina (0.05%), dimetoato (0.025%) y fention (0.05%), mediante aplicación topical. El insecticida más efectivo fue la bioresmetrin con 99% de mortalidad, seguido de dimetoato con 86 % mientras que el menos efectivo fue el fention con 18 %.

Chapman *et al.* (1993) evaluaron el ED de una población silvestre de moscas con alta resistencia de piretroides provenientes de una granja de cerdos recién nacidos tratada con alfacipermetrina SC con una dosis de (30 mg /m²) sobre las paredes, evaluando el número de moscas posadas. Los resultados de control fue 99 % luego de 24 horas. Después de 20 días la densidad de moscas vivas llego al mismo nivel de 98%.

Sobre los estudios de susceptibilidad de mosca doméstica a tratamientos residuales con rotenona y piretrina no se ubicaron artículos científicos publicados; sin embargo, se encontró que Gnadinger y Corl (1932) compararon la toxicidad de la rotenona y piretrinas solas y en combinación sobre una población silvestre de mosca doméstica mediante el método de Peet Grady. Tuvieron como resultado que la rotenona sola a concentración de 63.4% derribo al 76% de las moscas, mientras que la piretrina sola al 63.4% derribo el 94% de moscas. Cuando se les combinó rotenona 31.7% mas piretrina 31.7% derribaron 85% de las moscas. Una nueva combinación rotenona al 21.1% con pirerinas al 63.4% derribaron 93% de moscas.

Ginsburg (1932) evaluo la mortalidad de otros insectos causada por la rotenona y piretrinas. Trabajando con abejas melíferas, mediante una aplicación espacial con rotenona sola al 0.0075 % y piretrina sola al 0.0025 %, después de 24 horas, encontraron la totalidad de abejas muertas con la rotenona y 89.3 % de ellas con la piretrina.

Ihndris y Sullivan (1958) evaluaron la actividad fumigante del diclorvos (DDVP), organofosforado con una doble acción: de contacto y fumigante; a los 25 minutos, encontraron el derribe de la totalidad de las moscas, encerradas y expuestas sólo a los vapores del insecticida.

Scott *et al*. (2000) evaluaron la suceptibilidad de nueve poblaciones de la mosca doméstica: ocho silvestres y una susceptible, que fueron tratadas mediante contacto tarsal (método de la jarra) con ciflutrina a razón 8.3 mg del i.a. /m^2, y piretrinas a las dosis de 8.5 y 25.5mg del i.a. /m^2, aplicadas uniformemente en una superficie de 180 cm^2. El efecto del estudio resulto en una mortalidad del 65% con la ciflutrina y 22% y 45 % respectivamente con las dos dosis de la piretrina.

Harris *et al*. (1982) evaluaron la mortalidad en tres poblaciones de mosca doméstica silvestres colectadas en granjas ubicadas en Guelph y Edmonton del Canada, tratadas mediante aplicación topical con diclorvos a concentraciones de 0.033 % y 0.10 %, cipermetrina a concentraciones de 0.010 % y 0.033 % y piretrinas a concentraciones de 0.10 %, 0.33 % y 1.0 %. Los resultados obtenidos fueron para diclorvos población Guelph A 83 % y 100% de mortalidad, población Guelph B 85 % y 100% y población Edmonton 92% y 100% ; cipermetrina Guelph A 100 % y 100%, Guelph B 5% y 92% y Edmonton 7% y 31% y para piretrinas; Guelph A 0%, 5% y 58% , Guelph B 0 % y 0 % y Edmonton 0 % y 0 %, lo que lleva a concluir que la respuesta en mortalidad varia entre insecticidas, entre dosis y, también entre poblaciones, aun dentro de la misma localidad.

Born y Davison (1955) evaluaron el ED y la mortalidad causada por insecticidas clorados y piretrinas solas y combinadas sobre poblaciones de moscas resistentes y no resistentes al clorado DDT expuestas a los insecticidas por 10 a 20 minutos y 24 horas para evaluar la mortalidad. La concentración de la piretrina fue 0.125 %. En la población no resistente al DDT la mortalidad registrada de las moscas tratadas con un insecticida clorado y piretrina fue de 20 %. En comparación a la población de moscas resistente al DDT la mortalidad fue de 15 %.

2.4.2 ENSAYOS DE EFICACIA BIOLOGICA

Se evaluó la toxicidad de la ciflutrina polvo mojable (PM) bajo condiciones de campo mediante un tratamiento residual contra mosca doméstica usando la concentración de 0.2 g/ m^2 sobre superficies como paredes, techo y cerco. Las aplicaciones residuales dieron un 50% de control hasta la tercera semana después de la aplicación (Dale, 1985).

En otro estudio de residualidad usaron nueve tratamientos con formulaciones de concentrado emulsionable (CE) y PM sobre superficies internas de una granja; no se realizaron sobre el piso ni en los lugares de alimentación. El insecticida que obtuvo con mejor efecto residual fue el dimetoato (CE) con un 55,5 % de mortalidad hasta los 14 días y el insecticida Mobil MC- A-600 PM tuvo una eficacia de 50,5 % de mortalidad a los 11 días. (Bailey *et al.*, 1967)

Chapman *et al*. (1993) evaluaron el efecto derribe del alfacipermetrina en una población silvestre de mosca doméstica en aplicación residual con una dosis de 30 mg /m², obteniendo como resultado un 98% de efecto derribe.

2.5 CRITERIOS DE EVALUACION TOXICOLOGICA EN ADULTOS DE LA MOSCA DOMESTICA

Por definición, los insecticidas son plaguicidas especializados en matar a los insectos. La muerte es un proceso sin retorno, que resulta del daño irreparable de algún órgano o tejido vital, cuya ubicación está relacionada con el modo de acción de los insecticidas. Si el daño es poco severo y el insecto tiene los mecanismos fisiológicos que le permitan transformar y/o detoxificar o eliminar mediante la excesión de las sustancias toxicas y sus metabolitos o sus tejidos o sistemas vitales son poco sensibles a los insecticidas, el insecto se recuperará y seguirá viviendo normalmente.

El ED es la primera etapa de intoxicación conocida como acción convulsiva (Nishimura *et al.*, 1985) o acción de volteo o simplemente volteo de un insecticida “knock down action of an insecticide” (O´Connor-Marer, 2006; Staunton *et al.*, 2008); en esta etapa el insecto es incapaz de caminar y/o volar de manera coordinada, es muy breve, quizás con una duración

de segundos a minutos y puede derivar en la recuperación del insecto o, en la siguiente etapa del proceso de muerte, que es la parálisis por la cual el insecto ha perdido toda su capacidad de movimiento (Wickham *et al.*, 1974), en muchos casos depende de la concentración del insecticida dentro del insecto (Nishimura *et al.*,1985). Chapman *et al.* (1993), definieron al efecto de volteo cuando el insecto (mosca doméstica) todavía muestra movimiento en las patas después de las 48 horas de aplicación. Farnham (1971) indica que los machos de mosca domestica son mas susceptibles que las hembras. Los insecticidas que inducen el volteo son conocidos como agentes de volteo "knockdown agents"; en español "insecticidas de acción muy rápida" según Beigbeder (1997).

El ED se explica fisiológicamente por la mayor excitación de las neuronas hasta la detoxificación del insecticida en un agente de derribe o volteo; ello significa que, después de la exposición a moderadas o bajas dosis de piretroides, las neuronas no dejan de funcionar y se da cuando se aumenta las dosis en los agentes matadores pero en un nuevo y estable estado anormal de hiperexcitabilidad, las descargas nerviosas son continuas y ello tiene efecto letal en el sistema muscular (Narahashi *et al.* , 1998).

La etapa de parálisis es más prolongada; el insecto no mueve sus apéndices locomotores. A la parálisis sigue, inexorablemente, la detención de las víceras y sus procesos, la pérdida de agua, la desecación y rigidez del insecto. Los síntomas que identifican el volteo son visibles; aquellos que diferencian parálisis de muerte son difíciles de diferenciar, por ello su manifestación, en conjunto, es conocida como "actividad letal" (Narahashi *et al.*, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ELECCION DE LOS INSECTICIDAS

Se evaluaron seis insecticidas registrados para uso industrial por la DIGESA, de acuerdo a sus listas publicadas en el 2004. De acuerdo a su grupo químico, cuatro de los i.a contenidos en ellos corresponden al grupo de los piretroides: alfacipermetrina (ALPHA CPL® 10 C.E.), cipermetrina (STOCKADE®), ciflutrina (SOLFAC® E.C. 050) y deltametrina (MATANOX D® 2.5 % PM); uno fue el organofosoforado diclorvos (DEVAPOX® 50 EC); finalmente se probo la mezcla con origen botánico de piretrina con rotenona (ATOXIN DISP® C.E). Según su formulación, cinco de los productos corresponden a C.E. o E.C. y uno a PM. Por lo impreso en las etiquetas los productos comerciales seleccionados se recomendaron en aspersiones residuales para el control de mosca doméstica, entre otros insectos plaga.

3.2 CALCULO DE LAS DOSIS RECOMENDADAS POR LOS FABRICANTES

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del cálculo de las dosis de aplicación recomendadas, expresadas en miligramos del i.a. por metro cuadrado, de acuerdo a la concentración aproximada del i.a. contenido y las dosis de aplicación (caldo insecticida= ml ó g del PC/litro de agua) recomendadas hallados en la etiqueta o marbete para cada PC, en la certeza de que un litro del caldo, usando las boquillas, la práctica y la presión convencionales, cubren 25 metros cuadrados de superficie. Para el cálculo se parte de la dosis de dilución recomendada y expresada en ml o cm^3 ó g por litro de caldo o 25 m^2 de cobertura; este valor, dividido entre 25, es la equivalencia a usarse del producto comercial por metro cuadrado. De las columnas de la dosis de aplicación del PC por litro o 25 m^2 ó para un m^2, se originan las dosis de aplicación equivalentes del i.a. en gramos o miligramos, multiplicando los respectivos valores por la concentración del i.a. en el producto comercial.

Cuadro 1: Cálculo de las dósis de dilución del PC y de dilución del o los i.a.

PC	Concentración i.a. en el producto comercial	dosis de dilución recomendadas para el PC		dosis de aplicación del i.a. calculadas en g y mg	
		para un litro= 25 m^2	para un m^2	para 25 m^2	para un m^2 (col 1)
Alpha CPL	alfacipermetrina al 10%	5 ml	0.2 ml	0.5 g= 500 mg	0.02 g= 20 mg
Atoxin DISP	piretrina al 1.8 % y rotenona al 10%	20 ml	0.8 ml	2.4 g= 2400 mg	0.09 g= 96 mg
Devapox	diclorvos al 50%	25 ml	1 ml	12.5 g= 12500 mg	0.5 g= 500 mg
Matanox	deltametrina al 2.5 %	12.5 g	0.5 g	0.3 g= 300 mg	0.01 g= 10 mg
Solfac	ciflutrina al 5 %	6 ml	0.2 ml	0.03 g =30mg	0.001g=1.2mg
Stockade	cipermetrina al 10%	15 ml	0.6 ml	1.5 g = 1500mg	0.06 g =60 mg

Asi resulta que las dosis asperjadas recomendadas por los fabricantes fueron comparativamente bajas para los piretroides (entre 1.2 y 60 mg del i.a./m^2) , intermedia para los insecticidas con origen vegetal (96 mg/m^2) y alta para el insecticida fosforado (500 mg/m^2). La dosis de la cipermetrina (60 mg/m^2) fue mayor que su estéreo isómero mas activo (20 mg/m^2); aquella de la deltametrina (10 mg/m^2) fue mayor que la de la más reciente molécula de ciflutrina (1.2 mg/m^2).

3.3 EL CÁLCULO DE LAS DOSIS COMPARATIVAS UNIFORMES PARA TODOS LOS INGREDIENTES ACTIVOS

La dosis uniformes fueron calculadas en base al promedio de la menor dosis recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para los cuatro piretroides utilizados en el presente estudio, redondeada a 20 mg i.a/ m^2 (Chavasse y Yap, 1997). Estas dosis fueron calculadas en base a los datos que figuran en la columna 1 de los Cuadros 1 y 2, con la siguiente fórmula de proporcionalidad: volumen = ml o peso= gramos del PC para dos superficies referentes (1.04 m^2)= 20*(col 1 Cuadro 2)/(col 1 Cuadro 1). La dosis asi calculada fue 26 veces inferior a aquella recomendada para el diclorvos y 4.9 veces menor que la recomendada para la mezcla piretrina y rotenona.

3.4 EL PROCESO DE IMPREGNACION DE PAPELES

Todos los caldos insecticidas fueron asperjados a presión constante usando una aspersora neumática National portátil MS-10 (Matsushita Electronic Ind. CO. Ltda) movida rítmicamente a unos 30 cm de papeles, con dimensión uniforme para todos los tratamientos, acomodados sobre una pared. Los papeles fueron: un pliego de papel Kraft con 74 x 119 cm; sobre éste un pliego de papel bond blanco con 61 x 86 cm y 0.52 m^2 de superficie; finalmente, sobre el papel bond, se colocó un papel filtro Whatman No.2 con 58 x 58 cm. El papel bond constituyo la superficie referente sobre la que se hizo la aspersión. El papel filtro asperjado uniformemente fue recortado en rectángulos con 19 x 38 cm, los que, acomodados dentro de cilindros de plástico opacos de PVC, constituyeron parte de las réplicas de cada tratamiento y la superficie de contacto sobre las que las moscas, eventualmente, se posaron y caminaron por un tiempo determinado durante la prueba. Para completar el número de réplicas por tratamiento se requirió repetir la aspersión con un nuevo juego de papeles (en total dos superficies referentes= 2 x 0.52= 1.04 m^2). Previa a la dilución de los productos comerciales se obtuvo el promedio de consumo de líquido necesario para asperjar uniformemente una superficie de 0.52 m^2; este fue de 6 ml o 12 ml para una superficie de 1.04 m^2. El caldo insecticida se preparó trasegando a un vaso el volumen o peso del producto comercial que figura en el Cuadro 2, a lo que se añadió mezclando 6 ml de agua destilada, completándose el volumen a 12 ml con agua; a la mezcla se adicionó, agitando, aproximadamente 100 mg de azul de metileno; el colorante tuvo por objeto conocer, durante la aspersión, el grado de homogeneidad de la aspersión observando la densidad de las gotas dejadas sobre la superficie del papel bond asperjado; esta uniformidad fue la misma del papel filtro. Para el testigo sin tratar sólo se uso agua más azul de metileno. El volumen (ml) o peso (g) de los PC empleados para la impregnación de los dos papeles con dosis recomendada y la constante figuran en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Volumen (ml) o peso (g) de producto comercial usados en la impregnación de dos superficies referentes (=1.04 m^2) para las dosis recomendadas y las uniformes (20 mg i.a./m^2)

PC	ml/g PC en 1.04 m^2	
	recomendada (col 1)	Uniforme
Alpha CPL	0.21 ml	0.21 ml
Atoxin DISP	0.83 ml	0.17 ml
Devapox	1.04 ml	0.04 ml
Matanox	0.52 g	0.8 g
Solfac	0.24 ml	0.4 ml
Stockade	0.62 ml	0.2ml

Los papeles recién asperjados se dejaron secar al aire por un día bajo techo, luego fueron recortados y acomodados dentro de los cilindros de plástico opacos de PVC, para luego ser llevados al campo.

3.5 EL ENSAYO DE CONTACTO TARSAL

Con respecto a la metodología usada en la investigación se uso una técnica modificada (Dale, 1985; Chapman, 1988; Hayashi *et al*., 1994). Se construyeron jaulas con secciones de tubos/jaula de PVC con cuatro pulgadas de diámetro y 19 cm de largo. En el interior de los tubos se colocaron los papeles filtro tratados con el depósito insecticida y para impedir que estos se muevan se sujetaron con alambres en ambos lados del tubo. Ambos extremos del tubo fueron cerrados con mallas de nylon y aseguradas con ligas. Los tubos fueron enumerados del 1 al 5 para las réplicas de cada tratamiento, lo mismo se realizo para el testigo sin tratar.

Las moscas fueron capturadas con una red entomológica e inmediatamente liberadas dentro de cada tubo abriendo uno de sus extremos. En cada tubo se introdujeron un número variable, no menor de 20 moscas entre hembras y machos. Los tubos fueron colocados verticalmente y mantenidos dentro de una caja térmica. En la parte superior de los tubos se colocaron motas de algodón embebidas con agua, que se mantuvieron húmedas a lo largo de la exposición. La captura de las moscas, la exposición y evaluación se realizaron bajo sombra en el establo de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, cuya temperatura promedio en los cuatro meses que duro el ensayo fue de 28 ºC y con una humedad relativa entre el 60 a 68 %.

3.6 LA EVALUACION DEL EFECTO DERRIBE

Siguiendo la metología de Hayashi *et al.* (1994) y Marcon *et al.* (2003) el tiempo de exposición de las moscas a los depósitos insecticidas fue de cuatro horas. Las evaluaciones del ED se realizaron entre las 10:00 y 14:00 horas.

Se considero a la mosca doméstica derribada cuando presentamba las siguientes características: patas arriba, imposibilidad de volar y/o caminar de manera coordinada (Wickham *et al.* 1974). Se realizó cinco replicas por tratamiento en cada replica.Se usaron entre 20 a 40 moscas adultos de mosca doméstica. Así mismo la residualidad insecticida fue evaluada, con las mismas superficies tratadas y añejadas bajo sombra, semanalmente hasta las cuatro semanas.

3.7 EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Para los efectos del análisis se calculó el porcentaje del ED de seis tratamientos y las cinco replicas para cada tratamiento, evaluadas a las 24 horas, semana 1, semana 2, semana 3 y semana 4 del estado de envejecimiento de los depósitos insecticidas.

Para el análisis estadístico se transformaron los porcentajes a la raíz cuadrada de y+1, basados en los porcentajes de la última media hora de evaluación (y) de cada tratamiento, debido a la uniformidad de estos. El análisis de varianza escojido fue el de un diseño completamente randomizado; las comparaciones entre los tratamientos se basaron en las Amplitudes Límites de Significación de Duncan (Busvine, 1971; Heath, 1995), con el programa estadístico SAS/ STAT V.8 (1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DE DERRIBE (ED) CAUSADO POR SEIS INSECTICIDAS COMERCIALES EN SUS DOSIS RECOMENDADAS

El resúmen de la evaluación del efecto derribe a las 24 horas y las residuales medidas en las semanas 1, 2, 3 y 4 se presentan, en el Cuadro 3; los resultados del análisis de varianza en los Cuadros anexos 1 al 5 .

El ED a las 24 horas muestra cuatro niveles de control: el primer nivel y mayor (100%) se obtuvo con el diclorvos contenido en el DEVAPOX® 50 EC , el segundo nivel (67% y 65%) se consiguió respectivamente con la ciflutrina en el SOLFAC® E.C. 050 y la deltametrina en MATANOX D® 2.5% PM , el tercero (44 % y 32 %) respectivamente con la cipermetrina contenida en el STOCKADE® y mezcla piretrina–rotenona en el ATOXIN DISP® C.E y el cuarto (10%) con la alfacipermetrina en ALPHA CPL® 10 C.E.

La evaluación residual a la primera semana mostro tres niveles de susceptibilidad; el primero con el diclorvos (67%), seguido de la deltametrina (61%), el segundo con la ciflutrina (32%), cipermetrina (26%), y la mezcla piretrina – rotenona (22%) y el tercero con la alfacipermetrina (10%).

La evaluación residual en la segunda semana mostro tres niveles de susceptibilidad el primero con la deltametrina (56%), seguido del diclorvos (50%), el segundo con la ciflutrina (31%) y cipermetrina (23%) y el tercero con la alfacipertrina (11%) y la mezcla piretrina – rotenona (10%).

La evaluacion residual en la tercera semana mostro tres niveles de susceptibilidad; el primero con la deltametrina (50%) seguido por el diclorvos (36%), el segundo ciflutrina (27%) y cipermetrina (16%), y el tercero con los demás tratamientos: la mezcla piretrina – rotenona (14%) y la alfacipermetrina (10 %).

Cuadro 3: **Promedios de derribe (%) en adultos de la mosca doméstica por el efecto de depósitos insecticidas residuales recomendados por los fabricantes de seis productos comerciales, medidos a las 24 horas, una, dos, tres y cuatro semanas de producidos los depósitos.**

PC empleado	i.a.	Dosis	% de derribe promedio y significación estadística por edad del depósito (*)				
			24 horas	1 semana	2 semanas	3 semanas	4 semanas
ALPHA CPL® 10 C.E.	alfacipermetrina	0.21 ml	10 d	10 c	11 c	10 c	10 d
STOCKADE®	cipermetrina	0.83 ml	44 c	26 b	23 b	16 c	15 cd
SOLFAC® E.C. 050	ciflutrina	1.04 ml	67 b	32 b	31 b	27 b	22 bc
MATANOX D® 2.5% PM	deltametrina	0.52 g	65 b	61 a	56 a	50 a	45 a
DEVAPOX® 50 EC	diclorvos	0.24 ml	100 a	67 a	50 a	36 ab	27 b
ATOXIN DISP® C.E	piretrina+ rotenona	0.62 ml	32 c	22 bc	10 c	14 c	11 d

(*) En cada columna, los tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí; aquellos con letras diferentes presentaron diferencias significativas entre sí.

Finalmente, la evaluación residual en la cuarta semana mostro tres niveles de susceptibilidad; el primero con la deltametrina (45%), el segundo con el diclorvos (27%), ciflutrina (22%), cipermetrina (15%) y mezcla piretrina – rotenona (11 %) y el tercero con alfacipermetrina (10%).

4.2 ED CAUSADO POR SEIS PC EN SUS DOSIS UNIFORME DEL INGREDIENTE ACTIVO

La evaluación comparativa del efecto derribe a las 24 horas y las residuales medidas en las semanas 1, 2, 3 y 4 se presenta, en el Cuadro 4; el análisis de varianza se muestra en los cuadros anexos 6 al 10.

La evaluación del ED a las 24 horas mostro tres niveles de susceptibilidad el primero con la deltametrina (88 %), el segundo con la ciflutrina (71 %) y el tercero con los demás tratamiento; cipermetrina (15 %), diclorvos (11 %), la alfacipermetrina (10 %) y la mezcla piretrina-rotenona (9 %).

La evaluación residual en la primera semana mostro los siguientes tres grupos de susceptibilidad, el primero con la deltametrina (71 %), el segundo con ciflutrina (39%) y el tercero con los demás tratamiento cipermetrina (13 %), alfacipermetrina (10 %), mezcla piretrina-rotenona (9 %) y diclorvos (9 %).

La evaluación residual en la segunda semana mostro tres niveles de susceptibilidad, el primero con la deltametrina (60%), el segundo con la ciflutrina (34%) y el tercero con los demás tratamientos alfacipermetrina (11%), diclorvos (9%), cipermetrina (8%) y la mezcla de piretrina-rotenona (7 %).

La evaluación residual en la tercera semana mostro tres niveles de susceptibilidad, el primero con la deltametrina (60 %), el segundo con la ciflutrina (25%) y el tercero seguido por los demás tratmientos; alfacipermetrina (10 %), diclorvos (9 %), cipermetrina (8%) y la mezcla piretrina-rotenona (6 %).

Cuadro 4: Promedios de derribe (%) en adultos de la mosca doméstica causados por depósitos insecticidas residuales equivalentes a 20 miligramos del ingrediente activo \ metro cuadrado contenido en seis productos comerciales, medidos un día, una, dos, tres y cuatro semanas de producidos los depósitos.

PC que lo contiene	i.a.	Dosis	% de derribe promedio y significación estadística por edad del déposito (*)				
			24 horas	1 semana	2 semanas	3 semanas	4 semanas
ALPHA CPL® 10 C.E.	alfacipermetrina	0.21 ml	10 c	10 c	11 c	10 c	10 c
STOCKADE®	cipermetrina	0.17 ml	15 c	13 c	8 c	8 c	6 c
SOLFAC® E.C. 050	ciflutrina	0.04 ml	71 b	39 b	34 b	25 b	23 b
MATANOX D® 2.5% PM	deltametrina	0.8 g	88 a	71 a	60 a	60 a	42 a
DEVAPOX® 50 EC	diclorvos	0.4 ml	11 c	9 c	9 c	9 c	6 c
ATOXIN DISP® C.E	piretrina+ rotenona	0.2 ml	9 c	9 c	7 c	6 c	6 c

(*) En cada columna, los tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí; aquellos con letras diferentes presentaron diferencias significativas entre sí.

La evaluacion residual en la cuarta semana mostro tres niveles de susceptibilidad, el primero con la deltametrina (42 %), el segundo con la ciflutrina (23%), el tercero con los demás tratamientos: alfacipermetrina (10 %), cipermetrina (6 %) la mezcla piretrina-rotenona (6 %) y el diclorvos (6 %).

Los resultados de esta prueba se obtuvieron con un procedimiento sencillo, barato, exacto y rápido en semigabinete (aplicación y deterioro en el laboratorio y evaluación en el campo donde se extrajo la muestra), sin necesidad de equipo o instalaciones sofisticadas. Tuvo algún parecido con las ténicas de Hayashi *et al*. (1994): usando papel filtro para las impregnaciones, una población silvestre de mosca doméstica, los mismos grupos químicos de insecticidas pero con diferentes ingredientes activos y tiempos de exposición similares. También guarda similitud con la técnica de Chapman (1988) en usar la deltametrina con el mismo tiempo de exposición y los plazos similares para evaluar su residualidad.

En general, los resultados muestran que la medida de la susceptibilidad de las poblaciones de moscas a los insecticidas es asunto delicado, variable de acuerdo al área geográfica de donde provenga (Born y Davison, 1955; Sullivan *et al*., 1972; Harris *et al*., 1982; Scott *et al*., 2000; Kaufman y Rutz, 2001; Kaufman *et al*., 2009), a la respuesta a los diferentes i.a. empleados (Harris *et al*., 1982; Yaw *et al*., 1985; Mosallam, 1986; Hayashi *et al.*, 1994; Farhanullah y Muzaffar, 2000; Scott *et al*. ,2000), a la dosis de aplicación (Flynn y Schoof, 1966; Dale, 1985; Yaw *et al*., 1985; Farhanullah y Muzaffar, 2000; Scott *et al*. , 2000; Araya *et al.*, 2011), al tipo de formulación (Chapman, 1988; Kaufman y Rutz 2001), a la naturaleza de la superficie experimental aplicada (Keiding, 1978; Chapman, 1988), con la técnica de aplicación (Yaw *et al*.;1985), al tiempo de observación (Sawicki,1991) y a la naturaleza de la observación (Piquett y Alexander, 1960), y al plazo de añejamiento de los depósitos (Scirocchi y Cesaroni, 1981; Chapman *et al.*, 1993; Araya *et al.*, 2011). Ello es particularmente comprobable en el caso de los adultos de la mosca doméstica, usados por décadas como especie experimental en la evaluación de insecticidas.

Con una población de moscas proveniente del establo de bovinos en la Universidad Nacional Agraria, el diclorvos contenido en el insecticida DEVAPOX® 50 EC obtuvo el promisorio total ED (100%) con los depósitos sugeridos por los fabricantes a las 24 horas de haber sido generados y fue significativamente mejor a los ED obtenidos en los demás

productos probados. Una semana después, el ED decreció abruptamente a 67 % y, en las semanas posteriores hasta la cuarta semana, la erosión de la eficacia declinó aún más. Esta situación comprueba que ese ingrediente activo podrá ser efectivo de inmediato como insecticida de contacto y fumigante pues supera largamente el apreciado 80% de ED, pero esa propiedad esta vinculada en particular con sus propiedades fumigantes que, paulatinamente, se pierden con el transcurrir del tiempo (Ihndris y Sullivan, 1958; Flynn & Schoof, 1966). El diclorvos es un insecticida relativamente antiguo (1955), con propiedades de contacto y estomacal y acción fumigante y de penetración. Fue usado en los campos agrícola, veterinario (también como antihelmíntico), doméstico y en la salud pública, es particular contra Diptera, la protección de productos almacenados y la eliminación de insectos masticadores y picadores-chupadores en el área agrícola (Worthing y Walker, 1983).

El 2012 la molécula fue empleada y autorizada por DIGESA en cuatro insecticidas comerciales para uso industrial, nunca sola sino mezclada con propoxur y/o cipermetrina.

Los piretroides como grupo presentaron diferentes capacidades como agentes de ED. Estos insecticidas son los más recientes agentes nerviosos. Muchos presentan alta eficacia, en su mayoría baja toxicidad para los animales con sangre tibia, moderada residualidad y son recomendados en dosis mas baja que los organofosforados y carbamatos. No fue sorpresivo que MATANOX D® 2.5% PM conteniendo deltametrina tuviera una performance mas elevada y estable que los demás piretroides. Esta eficacia alcanzó su máximo en depósitos recién preparados, declinando (de 65 a 45 % de ED) hacia la cuarta semana de antigüedad del depósito. La molécula fue una de los primeros piretroides, cuya actividad insecticida fue reportada por M. Elliott y colaboradores en 1978; aun ahora es conocida como un potente insecticida; efectivo como un veneno de contacto e ingestión en la agricultura, veterinaria, para el control de insectos voladores y rastreros en viviendas, asi como en la conservación de productos en el almacén (Worthing y Walker, 1983). En las listas de comerciales autorizados por DIGESA en el año 2012 se encuentran 16 marcas de productos en los que la deltametrina aparece sola y tres marcas en la que aparece combinada con otras moléculas. Muchas de sus formulaciones son polvos humectables.

La ciflutrina es una molécula insecticida, hallada en SOLFAC® E.C. 050, cuya eficacia medida por su ED en adultos de la mosca doméstica, declinó abruptamente (de 67 a 32% de ED) durante la primera semana de edad de los depósitos, reduciéndose aún más hacia la cuarta semana. Esto es sorpresivo por cuanto la molécula se dice tiene buén efecto residual (FAO, 1990). La ciflutrina, con varios isómeros, es una molécula particularmete activa sobre insectos domésticos que incluye el control de termitas y hormigas destructoras de maderas, aunque también actúa contra insectos masticadores y picadores-chupadores con importancia agrícola. DIGESA (2012) presenta dos marcas de productos comerciales con ciflutrina.

La rotenona es un insecticida botánico derivado de las especies de plantas del género *Derris* o *Lonchocarpus* pertenecientes a la familia Leguminosae Matsumura1980. Este ingrediente activo se utilizó para el control de garrapatas y otros ectoparásitos y también primariamente fue utilizado en horticultura contras pulgones, orugas, avispas, escarabajos y arañitas rojas. Además es toxico para peces. El ingrediente activo actua por contacto ó ingestión. Cremlyn 1980. La rotenona es vendida como una mezcla de insecticida conteniendo piretrinas. Duke et al., 2010. DIGESA (2012) no presenta marcas de PC con rotenona.

Las piretrinas son insecticidas naturales obtenidos de flores secas de crisantemo. Duke et al. (2010). En 1800 fueron utilizadas para el control de piojos por las tribus Caucasian y en Persia. Son importantes para el control de plagas del hogar, granjas y de productos almacenados. En 1949 fue descubierto el sinergista butoxido de piperonilo, este químico mezclado con las piretrinas incrementa la probabilidad que los insectos derribados mueran sin recuperarse Casida 1989. En aplicaciones espaciales dirigidas para control de zancudos adultos, la piretrina es mezclada con butoxido de piperonilo Macedo et al., 2010. DIGESA (2012) no presenta marcas un PC registrado con piretina.

DIGESA (2012) tiene registrado un PC ATOXIN DISP conteniendo la mezcla de piretrina y rotenona.

Las dosis recomendadas por los fabricantes para aplicaciones residuales tuvieron las siguientes características ; la deltametrina, cipermetrina y alfacipermetrina, estuvieron dentro del rango de dosis recomendado por la OMS, la ciflutrina estuvo por debajo del rango recomendado por OMS. Al uniformizar la dosis 20 mg /m²; la alfacipermetrina estuvo

dentro del rango establecido por la OMS, cipermetrina y la ciflutrina estuvieron por debajo del rango establecido, la deltametrina estuvo por encima del rango establecido por la OMS. No se encontró información de la OMS para aplicaciones residuales con diclorvos y la mezcla piretrina y rotenona (Keiding, J.; 1987**;** Chavasse y Yap, 1997; WHO, 2006).

El estudio realizado por Hayashi *et al*. (1994) presenta algunas similitudes con el presente estudio como el uso del papel filtro, población silvestre de mosca doméstica, los mismos grupos de insecticidas pero diferentes ingredientes activos y tiempos de exposición. El fosforado como el fenitrotion (56.7%) con una dosis (796.875 mg /m²) y un tiempo de exposición de 5 minutos, comparado con el diclorvos (100%) con una dosis recomendada (550 mg /m²), y con dosis uniformizada (20mg /m²) (9%) con un tiempo de exposición de 4 horas. El fenitrotion no obtuvo buenos resultados esto pudo estar relacionado por que la dosis estuvo por debajo de lo recomendado por la OMS y por los 5 minutos de exposición, en cambio el diclorvos obtuvo un resultado aceptable pero con un tiempo de exposición mayor se debe indicar que el ingrediente activo no esta recomendado para aplicaciones residuales sino para aplicaciones espaciales y uso en cebos tóxicos (Chavasse y Yap, 1997). Con respecto a los piretroides la fenotrina (48.3%) dosis (875.00 mg /m²), y permetrina (46.2%) dosis (843.75 mg /m²) esta dosis es 13,5 veces superior a lo indicado por la OMS. El tiempo de exposición utilizado por Hayashi *et al*. (1994) fue de 1 minuto. La alfacipermetrina (10%) dosis (20 mg/m²), la ciflutrina (67%) dosis (12 mg/m²), cipermetrina (44%) dosis (60 mg/m²), deltametrina (65%) dosis (12.5 mg /m²) y con una dosis (20mg /m²) alfacipermetrina (10%), cipermetrina (15%), deltametrina (88%) y ciflutrina (71%). Según la OMS (2006) las dosis recomendadas utilizadas para la ciflutrina fue inferior a lo recomendado y para la deltametrina, alfacipermetrina y cipermetrina estuvieron dentro de lo recomendado en cambio con la dosis uniformizada para deltametrina fue superior, la cipermetrina y ciflutrina fueron inferiores, la alfacipermetrina estuvo dentro del rango.

El estudio realizado por Chapman *et al.* (1988) se asemeja con el presente estudio en utilizar la deltametrina (8 mg/m²), mismo tiempo de exposición y evaluar la residualidad pero en madera laminada, la diferencia de utilizar poblaciones resistentes y susceptibles y diferente formulación. Los resultados del efecto derribe de las moscas resistentes fue de 40 % en el primer día y 41 % en la cuarta semana, para las moscas susceptibles se obtuvo 100 % en el primer día y 100 % en la cuarta semana. Siendo diferente a los resultados

obtenidos con la deltametrina en formulación polvo mojable a una dosis de (12 mg/m²) asperjado papel filtro, aplicado en una población silvestre de mosca doméstica, obtuvo un efecto derribe de 65 % en el primer día y en la cuarta semana se obtuvo 45 %; dosis uniforme (20 mg/m²) superior a la dosis recomendada de 12 mg /m², con un efecto derribe de 88 %.en el primer día y en la cuarta semana 42%. Los efectos residuales obtenidos en el presente trabajo son semejantes a la población resistente usada por (Chapman *et al,*.1988).

Chapman *et al.*(1993) evaluaron la toxicidad de alfacipermetrina SC con una dosis de 30 mg /m² sobre una población silvestre de mosca doméstica de una granja de cerdos recién nacidos tratadas sobre las paredes, evaluando el número de moscas posadas por unidad de área. Los resultados de control fue 99 % (1/98) luego de 24 horas. Después de 20 días la densidad de moscas vivas alcanza su mismo nivel. En nuestro trabajo la alfacipermatrina con la dosis de 20 mg /m² CE sobre una población silvestre y sobre papel filtro obtenido como resultado 10% de moscas derribadas después de 4 horas.

El estudio de la toxicidad de la permetrina (3.3 mg /m²) y la betaciflutrina (0.012 mg /m²) mediante método de contacto residual, usando moscas silvestres y susceptibles sobre superficies de vidrio de 0.67 m² con un tiempo de exposición de 48 horas obtuvo como resultado que las poblaciones silvestres fueron resistentes a la permetrina y la betaciflutrina comparados con la cepa susceptible (estándar). Las dosis utilizadas están por debajo de los recomendado por la OMS (Kaufman *et al.*, 2009).

Los estudios de eficacia residual con poblaciones silvestres de mosca doméstica, fueron evaluadas con ciflutrina, Scott *et al*. (2000) con dosis CE 8.3 mg/m2 sobre ocho poblaciones y superficie vidrio; Kaufman *&* Rutz (2001) con dosis SC y CE 25mg/m2 sobre dos poblaciones de mosca silvestres y superficie madera; Dale (1985) con dosis PM 20mg/m2 con una población y sobre superficie papel filtro. En nuestro ensayo con una dosis 12.5mg/m2 sobre una población silvestre y sobre superficie papel filtro tiene relación con los resultados obtenidos por Scott *et al*. (2000) quien obtuvo una mortalidad del 55 al 100% a las 48 horas comparado con el efecto derribe del 67% a las 4 horas; hay cierta similitud con Kauffman y Rutz (2001) quienes obtuvieron una mortalidad del 82% con PM y 75 % SC para la población Topkims comparado al efecto derribe del 71% de nuestro ensayo. En cambio para la población Schuyler fue 38 % para PM y 22 % para SC; no concuerda con

Dale (1985) quien obtuvo una mortalidad del 100% para PM comparado con el efecto derribe del 71%. Aunque los resultados de efecto derribe y mortalidad no son comparables, son evento estrechamente relacionados y una buena performance de un PC debería dar el 100% de efecto derribe a la primera hora de evaluación.

Araya *et al.* (2011) evaluaron la mortalidad de la cipermetrina sobre una poblacion silvestre de mosca domestica con una dosis CE (0.096 mg i.a./$m^{2)}$ mediante aplicaciones residuales sobre papel de pared, obteniendo un 0.8% de mortalidad con un tiempo de exposición de 5 a 60 minutos, resultado similar comparado a la dosis uniforme CE de 20 mg i.a./m2 utilizada en nuestro estudio que tuvo un 15 % de efecto derribe con 4 horas de exposición.

Harris *et al.* (1982) realizaron aplicaciones topicales sobre poblaciones silvestres de mosca doméstica con concentraciones 0.010 % y 0.033 %. Obteniendo una mortalidad con la cepa Guelph A (100 % y 100%), cepa Guelph B (5% y 92%) y cepa Edmonton (7% y 31%). Yaw *et al.* (1985) realizaron una aplicación topical con dosis CE con una concentración de 0.125 ug/g sobre una población susceptible de mosca domestica, obteniendo un efecto derribe de 100% con una tiempo de exposición de 1.5 horas.

Scott *et al.* (2000) evaluaron la mortalidad mediante contacto tarsal a las 48 horas de evaluación en ocho poblaciones silvestres de mosca domestica tratadas con piretrinas CE con dosis de 8.5 mg/m2 obtuvo 22% de mortalidad, en cambio el efecto derribe con 3.1 mg/m2 fue 9% , con la dosis 25.5 mg /m2 obtuvieron un 45% de mortalidad, en comparación del efecto derribe de 14.4 mg /m2 fue 32 %. En nuestro trabajo la piretrina con dosis recomendada estuvo mezclada con 80 mg/m2 de rotenona y en la dosis uniforme la piretrina estuvo mezclada con 16.9 mg/m2 de rotenona.

Gnadinger y Corl (1932) y Gersdorff y Piquett (1955) realizaron la evaluación del efecto derribe mediante aplicaciones espaciales pero con diferente metodología. Gnadinger & Corl (1932) utilizó la piretrina (63.4%) y rotenona (63.4%) por separado y la mezcla de la piretrina (63.4%) y rotenona (10.6%). En cambio Gersdorff & Piquett (1955) evaluó la piretrina (piretrina I + cinerina I) con dos concentraciones (1 % y 7.59%).

El efecto de derribe obtenido por Gnadinger y Corl (1932) mediante el método de Peet-Grady fue de 94% para la piretrina y 76% para la rotenona coincidiendo con el efecto derribe de 94% obtenido de la mezcla de piretrina y rotenona en 10 minutos de evaluación. Gersdorff y Piquett (1955) mediante el método de Campbell obtuvieron un 100 % de efecto derribe a los 25 minutos de evaluación en ambas concentraciones. En nuestra evaluación mediante por contacto tarsal en una mezcla de piretrina (0.036%) y con similar concentración de rotenona (0.2%) se obtuvo un 9% con dosis uniforme (20mg/m2) y un 32 % con dosis recomendada (94.4 mg/m2) en cuatro horas de evaluación.

Born y Davidson *(*1955), Harris *et al.* (1982) y Piquett *et al.* (1960) evaluaron la mortalidad mediante aplicaciones espaciales con diferente metodología. Born y Davidson *(*1955) utilizaron la piretrina (0.125%) en una población de mosca doméstica no resistente. En cambio Harris *et al.* (1982) evaluaron la piretrina al 1% en una población de silvestre de mosca domestica (London, Guelph A, Guelph B y Edmonton) y Piquett *et al.* (1960) utilizaron una dosis de 1.3 mg/ml. Born & Davidson *(*1955) obtuvieron una mortalidad de 20 %, Harris *et al.* (1982) fue 0% sobre Guelph B y Edmonton, Guelph A 58 % y London 83 % y Piquett *et al.* (1960) fue de 13 a 57%. En nuestro estudio la piretrina (0.036%) obtuvo un efecto derribe de 9 % con dosis uniforme (20mg/m2) y un 32 % con dosis recomendada (94.4 mg/m2) en cuatro horas de evaluación.

La evaluación residual del diclorvos hecha por Flynn y Schoof (1966) sobre una población susceptible de mosca doméstica con 30 minutos de exposición con su dosis de 500 mg/m2. (Ihndris y Sullivan, 1958) evaluó la actividad fumigante del DDVP mediante el método de Sullivan con un mililitro de solución insecticida al 0.025% distribuido en papel filtro (diámetro 9 cm) .Harris *et al.* (1982) evaluaron la mortalidad de una población de mosca domestica silvestre tratadas con diclorvos mediante una aplicación topical con dos dosis 0.033 % y 0.10 %.

Flynn y Schoof (1966) tuvieron resultados satisfactorios con una mortalidad >70% a las 24 horas de evaluación sobre las siguientes superficies: masonite hasta la tercera semana y en la primera semana en metal galvanizado pintada y loseta sin pintar. En cambio en el tratamiento fue insatisfactorio en metal galvanizado sin pintar. (Ihndris y Sullivan, 1958) obtuvieron un efecto derribe del 100% a las 25 minutos de evaluación y Harris *et al.* (1982)

obtuvieron una mortalidad con la cepa Guelph A (83 % y 100%), cepa Guelph B (85% y 100%) y cepa Edmonton (92% y 100 %). Con la dosis comparada (550 mg/m²), siguiendo el criterio de Flynn y Schoff (1996) tuvimos resultados no satisfactorios del efecto derribe sobre una superficie de papel filtro; primera semana (67%), segunda semana (50%), tercera semana (36%) y la cuarta semana (27%). Los resultados obtenidos por (Ihndris y Sullivan, 1958) son similares al presenteestudio pero con método, dosis y tiempo de evaluación diferente se obtuvo un efecto derribe del 100 % a las 4 horas de evaluación.

Ha sido demostrado que los ingredientes activos ensayados, incluso aquellos que pertenecen a la misma familia, tienen diferente impacto en su efecto derribe: entre los piretroides la deltametrina supera a la ciflutrina y ambas a la cipermetrina y alfacipermetrina. El diclorvos tiene limitado efecto residual. El insecticida natural compuesto (piretrina + rotenona) presentó el menor efecto inmediato y residual contra adultos de la mosca doméstica. Este fenómeno es complicado de ser explicado por estar relacionado en parte con las características tóxicas propias, intrínsecas de cada ingrediente activo; en parte con la historia de aplicación de productos con similar acción fisiológica letal (Imai, 1984) y con la capacidad de los depósitos para sobrevivir al proceso de envejecimiento o añejamiento.

V. CONCLUSIONES

1. El producto comercial DEVAPOX® 50 (diclorvos) tuvo el mejor ED con 100% a las 24 horas con dosis recomendada. Sin embargo el efecto residual es limitado, reduciéndose su capacidad insecticida a la cuarta parte (27 %) al cabo de un mes,solo siendo superada por el producto comercial MATANOX D® 2.5 % PM (deltametrina).

2. MATANOX D® 2.5 % PM (deltametrina) tuvo el mejor ED con 88% a las 24 horas con dosis uniforme. El efecto residual se reduce a la mitad (42%) al cabo de un mes.

3. SOLFAC® E.C. (ciflutrina) presento un ED similar con ambas dosis a las 24 horas de aplicacion (dosis recomendada 71% y dosis uniformizada 67%). El efecto residual se reduce a la cuarta parte (23 % y 22%) al cabo de un mes.

4. STOCKADE® (cipermetrina), ALPHA CPL® 10 C.E. (alfacipermetrina) y ATOXIN DISP® C.E. (piretrina con rotenona), no obtuvieron un aceptable ED a las 24 horas con las dosis recomendadas ni uniformizadas.

5. De acuerdo a los resultados obtenidos a lo largo de la evaluación ninguna de los productos comerciales con dosis uniformizada y recomendada presentó un buen efecto residual.

VI. RECOMENDACIONES

1. DEVAPOX® 50 (diclorvos) no es recomendable para aplicaciones residuales para el control de mosca domestica.

2. De acuerdo a los resultados obtenidos los productos comerciales no presentaron la esperada y satisfactoria eficacia insecticida inmediata y residual en sus dosis recomendadas. Ello nos lleva a sugerir la necesidad de implementar pruebas anuales de eficacia, que permitan reajustar convenientemente las recomendaciones sobre dosis de aplicación y su residualidad o retirar su uso como control sobre adultos de la mosca doméstica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBARRACÍN C, FY; CARRASCAL C, K. 2005. Manual de buenas prácticas de manufacturas para microempresas lácteas. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, Biblioteca del Profesional, 180 p.

ARAYA, J; BALLESTEROS C; CURKOVIC T. 2011. Control of *Musca domestica* L. adults with pyrethroids treatments applied to glass and wallpaper. Journal of Pesticide Science 36 (1): 41-43.

ASSAR, M. 1971. Guía de Saneamiento en Desastres Naturales, Organización Mundial de la Salud, Ginebra. 142 p.

BAILEY, D; LABRECQUE, C; BISPHOP, P. 1967. Residual Sprays for the control of Houseflies *Musca domestica,* in dairy barns. Fla Entomol 50 (3):161-163.

BAUMGARTNER, DL. 1988. The Housefly Musca domestica (Diptera Muscidae) In Central Peru: Ecological Studies of Medical Importance. Rev Bras Entomol 32 (3/4): 455-463.

BEIGBEDER, AF. 1997. Diccionario politécnico de las lenguas española e inglesa. Vol.1, Ediciones Diaz de Santos. 1543 p.

BOASE, C. 2007. Houseflies-review of dispersion behavior. Int Pest Control 49(6): 210-213.

BORN, D; DAVISON R. 1955. The effect of pyrethrins in combination with chlorinated hydrocarbons on resistant and nonresistant house flies. J Econ Entomol 48(4): 413-414.

BUSVINE, JR. 1971. A critical review of the techniques for testing insecticides. CAB. 345 p.

CARDENAS, M; MARTINEZ R. 2004. Protozoarios parásitos de Importancia en salud Pública transportados por *Musca domestica* Linnaeus en Lima, Perú. Rev Peru Biol 11(2):149-153.

CARLSON, DA; MAYER, MS; SILHACEK, DL; JAMES, JD; BEROZA, M; BIERL, BA. 1971 Sex Attractant Pheromone of the HouseFly: Isolation, Identification and Synthesis. Science, New Series, 174 (4004): 76-78.

CASIDA, JE. 1989. Pirethrum flowers and pirethroid insecticides. Env.Health Perpectives 34 :189-200.

CASARETT, LJ; KLAASSEN, CD; DOUL, J. 2007. Casarett and Doul´s toxicology: the basic science of poisons. McGraw Hill Professional. 7th. Ed., 1310 p.

CHADWICH, P. 1985. Surface in and other factors modifying the effectiveness of pyrethroids against insects public health. Pestic Sci 16: 383-391.

CHAMBERS, JE; CARR, RL. 2002. Acute toxicities of organophosphates and carbamates. *In* E.J.Massaro Ed. Handbook of Neurotoxicology. Humana Press. 672 p.

CHAPMAN, PA; **MORGAN, CP; DAKIN JM**. 1988. A new method for the evaluation of residual insecticides on different surfaces against *Musca domestica* L. Brighton Crop Protection Conference Pest and Diseases 4C (2): 483-488.

CHAPMAN, PA; WEBB, DP; WALKER SJ. 1993. Potential of some newer photostable pyrethroids to select for resistance in the housefly *Musca domestica* (Diptera Muscidae). Bull Entomol Res 83: 517-521.

CHAVASSE, DC; YAP, HH. 1997. Chemical Methods for the Control of the Vectors and Pest of the Public Importance. WHO. 138 P.

CREMLYN R.1980**.** Pesticides preparation and mode of action. Editorial John Wiley and Sons. 240pp.

CROSSKEY, RW; LANE, RP. 1993. House-flies blowflies and their allies (Calyptrate diptera).in Lane, R.P. & Crosskey, R.W. (Eds) medical insects and arachnids. Londo, Chapman and Hall. 403-428.

COUTO, LL .2008. Auditoría del Sistema APPCC. verificar los sistemas de gestión de inocuidad alimentaria HACCP. Ediciones de Diaz de Santos.Madrid. 224 p.

DALE, W. 1985. Control of *Musca domestica.* Pub. Health. 26-29.

DELWICHE, LD; SLAUGHTER, SJ. 2008. The little SAS book: a primer. SAS Publishing. 358 p.

DEAN, L. 1973. Use of down Draft Air Curtain. USAF Medical Service Digest 24 (10): 34-36

DIGESA. 1997. Ley General de Salud No. 26842 del 15 de julio1997. Normas Legales del Diario Oficial El Peruano.

DIGESA. 1998. Reglamento Sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas D.S. No. 007-98 SA, del 25 de setiembre 1998. Normas de legales del Diario Oficial El Peruano.

DIGESA. 2001. Reglamento Sanitario para las Actividades de Saneamiento Ambiental en Viviendas y Establecimientos Comerciales, Industriales y de Servicio D.S. No 022-2001 – SA, del 18 de julio, 2001. Normas Legales del Diario Oficial El Peruano.

DIGESA. 2009. Base de datos de plaguicidas y desinfectantes con autorización sanitaria, vigente al 20 de julio 2009.
http://www.digesa.sld.pe/pw_deepa/Recursos_Naturales/index.asp#.

DIGESA. 2012. Base de datos de plaguicidas y desinfectantes con autorización sanitaria, vigente al 03 de mayo 2012.

DUKE, S; CANTRELL, C; MEEPAGALA, K; WEDGE, D; TABANCA, N; SCHRADER, K. 2010. Natural toxins for use in pest management. Toxins 2: 1943-1962

ESCRICHE, RI; DOMÉNECH, E. 2005. Los sistemas de gestión, componentes estratégicos en la mejora continúa de la industria agroalimentaria. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 143 p.

FAO. 1990. Pesticide residues in Food-1989. FAO Plant Production and Protection Paper 100, 369 p.

FARNHAM, AW. 1971.Changes in cross-resistence patterns of houseflies select with natural pyrethrins or resmethrin (5-benzyl-3-furylmethyl –cis-trans-chrysanthemate) (2):138-143.

FARHANULLAH, M; MUZAFFAR, S. 2000. Toxicity of Crude Neem Leaf Extract Against Housefly Musca Domestica L. Adults as Compared with DDVP, dichlorvos. Urk J Zool. 4: 219-223.

FARKAS, R; HOGSETTE, J; BORZONYI, L. 1998. Development of *Hydrotaenia aenescens* and *Musca domestica* (Díptera: Muscidae) in poultry and pig manure of different moisture content. Environ Entomol 27:695-699.

FLORES, VI; DALE, W. 1986. Estadística Preliminar de los Muscoideos en un Mercado de la ciudad de Lima, Durante el invierno y su Importancia Sanitaria en el Comercio Ambulatorio de Alimentos. UNSCH. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Año 2 N° 2.

FLYNN, AD; SCHOOF HF. 1966. Effect of surface on residual activity of selected compounds. J Econ Entomol 59(3): 678-681.

GAMMON, DW; BROWN, MA; CASIDA, JE. 1981. Two classes of pyrethroid action in the cockroach. Pestic Biochem Physiol 15:181-191.

GERSDORFF, WA; PIQUETT PG .1955. A comparison of cyclethrin, allethrin, pyrethrin and mixtures of piperonyl butoxide or sulfoxide with them in house fly sprays. J Econ Entomol 48(4):407-409.

GINSBURG, JM. 1932. A comparison between rotenone and pyrethrins as contact insecticides. J Econ Entomol 25:918-922.

GREENBERG, B. 1971. Flies and disease.Vol.1. Ecology classification and biotic associations. N.Jersey, Princeton. Univ. Pres. 846 p.

GNADINGER, CB; CORL CS. 1932. The relative toxicity of pyrethrins and rotenone as fly spray ingredients. J Econ Entomol 25:1237-1240.

HAINES, TW. 1953. Breeding media of common flies. I. In urban areas. Am J Trop Med. Hyg 2:933-940.

HAINES, TW. 1955. Breeding media of common flies. II. In urban areas. Am J Trop Med Hyg. 4:1125-1130.

HALE, JH; DAVIS T, AL.; CHENG HIN, WK. 1960. Flies (*Musca domestica*) in aeroplane as vectors of faecal-borne disease. Roy Soc Trop Med Hyg Trans 54(3): 261-262.

HARRIS, C; TURNBULL, A; WHISTLECRAFT, W. 1982. Multiple resistance showb by field strain of house fly, *Musca domestica* (Muscidae) to organochlorine, organophosphorus, carbamate and pyretroids insecticides. Can Entomol 114: 447-454.

HAYASHI, A; SHINONAGA, S; KANO, R; HOOI, C; SINGH, I. 1978. Resistant level of houseflies to six kinds of synthetic insecticides in Malaysia. Bull Tokyo Med. Dent. Univ. 25: 83-85.

HAYASHI, A; DIPIKA, K; MASAYOSHI, H. 1994. Field tests of the susceptibility level of the housefly, *Musca domestica*, to five synthetic insecticides in Allahabad, India. Jpn. J. Sanit. Zool. 45 Suppl: 291-297.

HAYES, WJ. 1982. Pesticides studied in man. Williams & Wilkins. Baltimore.

HEATH, D. 1995. An introduction to experimental design and statistics for biology. CRC Press. 372 p.

HIROKOSO, S. 1965.Some factors affecting the residual effects of the insecticide to the adults housefly and the mosquito Medical entomology and zoology 16 (3): 231-238.

IHNDRIS, RW; SULLIVAN WN. 1958. Laboratory Fumigation Test of organic Compounds. J Econ Entomol 51(5):638-639.

IMAI, C. 1984. Population dynamics of house flies, *Musca domestica* on experimentally accumulated refuse. Res Popul Ecol 26:353-362.

IMAI, C. 1984. Development and loss of insecticide resistance in the houseflies, *Musca domestica,* at a waste disposal site in relation to insecticide application. Jap. J Sanit. Zool. 35(3): 225-231.

IPCS. 1994. The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 1994-1995. WHO/PCS/94.2, 64 pp.

IRAC.2015 http://www.irac-online.org/modes-of-action/

KAUFMAN, P; RUTZ D. 2001. Susceptibility of house flies (díptera: Muscidae) exposed to co mercial insecticides on painted and unpainted plywood panels. Pest Manag Sci 58 :174-178.**,**

KAUFMAN, P; NUNEZ, S; MANN, R; GEDEN, C; SCHARF M .2009. Nicotinoid and pyrethroids insecticide resistence in houseflies (Diptera: Muscidae) collected from Florida dairies. Pest Manag Sci. 66: 290-298.

KEIDING, J. 1978. Housefly Testing of insecticides for fly control residual spray in Danish Pest infestation laboratory annual report 1977. Danish Pest Infest Lab Lvyngby Denmark 26-29.

KEIDING, J. 1987. VII. The house-fly-biology and control. WHO/VBC/86.937, 63 p.

KILPATRICK, J; SCHOOF, H .1956. The use of insecticides treated cords for housefly control. Public Health Reports 71 (2): 144-150.

LARRAIN, P; SALAS, C. 2008. Desarrollo de la Mosca domestica (*Musca domestica* L.) (Diptera: Muscidae) en Distintos Tipos de Estiercol. Chilean J. Agric. Res V. 68 :192-197.

LYSYK, TJ. 1991. Effects of temperature, food, and sucrose feeding on the longevity of the house fly (Diptera: Muscidae). Environ. Entomol. 20(4):1176-1180.

MACEDO, P; SCHLEIER, J; REED, M; KELLEY, K; GOODMAN, G; BROWN, D; PETERSON, R. 2010. Evaluation of efficacy and human health risk of aerial ultra-low volume applications of pyrethrins and pipernyl butoxide for adult mosquito management in response to west Nile virus activity in Sacramento county California. J. American Mosquito Control Association 26 (1): 57-66.

MARCON P; THOMAS G; SIEGFRIED, B; CAMBELL, J; SKODA, S. 2003. Resistence status of houseflies (Diptera: Muscidae) from southeastern Nebraska beef Cattle feedlots to select insecticides. J Econ Entomol 96 (3):1016-1020.

MATSUMURA, F. 1980 Toxicology of insecticides. Plenun press. New York and London 503 p.

MORENO, E. 1980. Biologia Comparada de *Muscidifurax* sp y *Spalangia endius* (Hymenoptera. Pteromalidae) ectoparasitos pupales de la mosca domestica (*Musca domestica*). Tesis programa Academico de Biologia. Universidad Ricardo Palma Lima-Perú. 72 p.

MORGAN, N; PICKENS L. 1968. Influence of air temperature on the attractiveness of electric lamps to housefly. J Econ Entomol 61: 1257-1259.

MORGAN, N; PICKENS, L. 1972. Doorway curtains help exclude flies from dairy barns. J Econ Entomol 65: 1061-1063.

MORTIMORE, S. 1994. HACCP. Enfoque Práctico. 291 p.

MOSALLAM, S. 1986. The Housefly Population and susceptibility to Insecticide in Alexandria. Journal of the Egyptian Society of parasitology 16 (2): 733-737.

MOUNT, GA. 1985. Ultra-low-volume application of insecticides for vector control. Unplushed document WHO/VBC/85.919.

MUNGUIA, X; JARAMILLO, R; ACEVES, G; ALVAREZ, A. 2006. Dinámica Poblacional de Moscas (Diptera: Muscidae) en tres Establos Lecheros del Valle del Yaqui, Sonara. Congreso XXIX Buiatra.

MULLA, MS; AXELROD, H. 1977. Attractants for synanthropic flies: Chemical attractants for domestic flies. J Econ Entomol 70: 644-648.

NARAHASHI, T; HINSBURG, KS; NOGATA, K; SONG, JH; TATEBAYASHI, H. 1998. Ion channels as targets for insecticides. Neurotoxicology 19(4/5): 581-590.

NISHIMURA, K; KITAHABA T; OKAJIMA, N; FUJITA, T. 1985. Quatitative Structure-Activity Studies of Substituted Benzyl Carbamates.5. Physicochemical Substitutent Factors and Neurophysiological Effects in Knochdown and Lethal Activities against the House Fly. Pesicide Biochem. Physiol 23: 314-327.

OPS. 1962. Moscas de Importancia para la Salud Pública y su Control. Publicaciones Científicas Nro 61. Organización Panamericana de la Salud. Whashigton D.C. E.U.A. 44 p.

O´CONNOR-MARER, P. 2006. Residential, industrial, and institutional Pest Control. ANR Publications, 242 p.

PERRY, A; YAMAMOTO, S; ISHAAYA, I; PERRY, RY. 1997. Insecticides in Agriculture and Environment. Springer. 261 p.

PICKENS, LG; THIMIJAN, RW. 1986. Desing parameters that affect the performance UV –emiting traps in attracting house flies (Diptera: Muscidae). J Econ Entomol 79(4):1003-1009.

PLAPP, FW. 1986. *In* NAS Pesticide Resistance: Strategies and Tactics of Management. 74 p.

PORTER, JE. 1959. Some effective of screens in retarding entry of the common salt – marsh sand fly *Culicides furens* (Poey). (Diptera: Heleidae). Mosquito News 19 (3): 159-163.

RADVAN, R. 1960. Persistence of bacteria during development in flies. II. The number of survinving bacteria. Fol Microbiol 5(2): 85-91.

SAKURAI, K. 1980. Control de las Moscas Domesticas mediante el Manejo Apropiado de la Basura. CEPIS.

SAWICKI B, RM. 1991 The Effect of Safroxan of the Knock down and the 24 hr. Toxicity of Commercial Pyrethrum Extract Against House Flies (*Musca domestica* L.). Pyrethrum Post 6 (2): 38-42.

SCIROCCHI, A; CESARONI, F .1981. Possibilita D'impiego di tri nuovi piretroide sintetici permetrina, cipermetrina e fenvalerate nel controllo di artropodi d'interesse sanitario.Rivista di parassitologa 52(3) 367-382.

SCOTT, J;.ALEFANTIS, T; KAUFMAN P; RUTZ D. 2000. Insecticide resistence in houseflies fron caged –layer poultry facilities. Pest Man Sci 56: 147- 153.

SCHOOF, HF; MAIL, GA; SAVAGE, EP. 1954. Fly production sources in urban communities. J Econ Entomol 47:245-253.

SERRANO, VL. 1995. Moscas Olvidelas hasta por 4 meses. Consensus. Vol. 3. Santa Fe de Bogota.

SJUT, V; BUTTERS, JA. 1997**.** Molecular mechanisms of resistence to agrochemicals. Chemistry of Plant Proteccion, Vol. 13, Springer.161 p.

STAUNTON, I; GEROZISIS, J; HADLINGTON, P .2008**.** Urban Pest Management in Australia. 5t. Ed., UNSW Press. 432 p.

SULLIVAN, M; SOMKIET, V; NAWARAT, P. 1972. Insecticide Susceptibility of the Oriental Housefly *Musca doemstica vicina* Macquart, in Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth. 3(1): 116-118.

VERHOESTRAETE, LJ; PUFFER, RR .1958. Diarrhoeal disease with special reference to the Americas. Bull WHO 19(1): 23-51.

WHO. 1997. Chemical methods for the control of arthropods vectors and pests of public health importance. Ginebra. 108 p.

WHO. 2006. Pesticides and their application for the control of vectors and pests of public health importance.104 p.

WICKHAM, J; CHADWICK, P; STEWARD, D .1974. Factor which influence the knockdown effect of insecticide products.Pestic Sci 5:657-664.

WORTHING, CR; WALKER, S.B. 1983. The Pesticide Manual. A World Compendium. The British Crop Protection Council. Séptima Edición.695 p.

YAMAMOTO, RT; JENSEN, E .1967. Ingestion of feeding stimulants and proteins by the female housefly *Musca domestica* L.J. Insect. Physiol. 13: 91-98.

YAW C; BREMPONG-YEBOAH, ST; MIYATA, T. 1985. Topical and Injection toxicities of some pyrethroids in the Housefly, Musca domestica L. J. Saint. Zool. 36 (1) :31-38.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Analisis de varianza del ED a las 24 horas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	138.98	27.7954593	47.03	< .0001
ERROR	24	14.18	0.5910258		
TOTAL CORREGIDO	29	153.16			

ANEXO 2. Analisis de varianza del ED a la semana causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	88.45	17.69	21.81	< .0001
ERROR	24	19.46	0.811		
TOTAL CORREGIDO	29	107.91			

ANEXO 3. Analisis de varianza del ED a las 2 semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	84.75	16.95	29.94	< .0001
ERROR	24	13.59	0.566		
TOTAL CORREGIDO	29	98.34			

ANEXO 4. Analisis de varianza del efecto de derribe a las tres semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por fabricante

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIOS	VALOR F	Pr > F
MODELO	4	52.64	10.53	10.63	< .0001
ERROR	24	23.76	0.99		
TOTAL CORREGIDO	29	76.40			

ANEXO 5. Analisis de varianza del efecto de derribe a las cuatro semanas causado por seis insecticidas en su dosis recomendada por el fabricante

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	42.71	8.54	15.68	< .0001
ERROR	24	13.17	0.545		
TOTAL CORREGIDO	29	55.79			

ANEXO 6. **Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las 24 horas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2**

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	208.07	41.62	66.44	< .0001
ERROR	24	15.03	0.63		
TOTAL CORREGIDO	29	223.10			

ANEXO 7. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a la semana por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	131.76	26.42	28.33	< .0001
ERROR	24	22.33	0.93		
TOTAL CORREGIDO	29	154.10			

ANEXO 8. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las dos semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIOS	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	107.03	21.41	19.63	< .0001
ERROR	24	26.18	1.01		
TOTAL CORREGIDO	29	133.21			

ANEXO 9. Analisis de varianza del efecto de derribe causado a las tres semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIOS	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	100.23	20.05	49.86	< .0001
ERROR	24	9.65	0.40		
TOTAL CORREGIDO	29	109.88			

ANEXO 10. Análisis de varianza del efecto de derribe a las cuatro semanas por seis insecticidas en su dosis uniformizada de 20 mg i.a./m^2

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
MODELO	5	65.09	13.02	24.26	< .0001
ERROR	24	12.88	0.54		
TOTAL CORREGIDO	29	77.98			