

ISSN 2145-3500

VECTORS & PEST Magazine

Volumen 9 - Agosto de 2025

**Manual técnico para el manejo
integrado de moscas en explotaciones
pecuarias e industriales**

MONITOREO DE MOSCAS

20
VECTORS & PEST
V&P MANAGEMENT

Garantizando entornos saludables

Superioridad incomparable

Precisión científica y poder en cada aplicación

Soluciones que ofrecen una combinación de precisión avanzada y potencia imbatible para un control total. Liderazgo global en la producción y suministro de insectidas piretroides Tipo I (Permetrina, Transflutrina) y II (Deltametrina, Alfacipermetrina) IGRs (Pyriproxyfen), neonicotinoides y organofosforados.

Garantía de calidad OMS, proporcionando protección confiable y eficiente en cada aplicación y manteniendo el espacio libre de plagas con resultados excepcionales.

Avalado por



Organización
Mundial de la Salud



Tagros
Chemicals India Pvt. Ltd.

20
ANNIVERSARY
V&P MANAGEMENT
VECTORS & PEST



Garantizando entornos saludables

Las opiniones expresadas pertenecen a sus autores y en nada comprometen a Vectors & Pest Magazine. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los artículos por cualquier medio mecánico, electrónico o impreso sin autorización escrita del autor.

Vectors & Pest Management
Calle 98 No. 22-64 Oficina 610 Edificio Calle 100
Teléfonos:(1) 483 2472 - 489 7390 / 91/ 92 / 93
www.vectorsandpest.com
E-mail: info@vectorsandpest.com
Bogotá, D.C. Colombia - Suramérica



4 Presentación

Objetivos del Manual 4
Importancia del manejo integrado de moscas en
granjas ganaderas, avícolas, porcícolas y sector
de alimentos. 5

8 Introducción y fundamentos

1. Biología y ciclo de vida de las moscas
sinantrópicas 8
1.1. Taxonomía y especies de interés 8
1.2. Morfología y adaptaciones 9
1.3. Ciclo de vida 9
1.4. Comportamiento y ecología 9
1.5. Importancia como vectores mecánicos . . . 10
1.6. Hallazgos científicos recientes y posibles
intervenciones 11
1.6.1. Técnicas de liberación de insectos estériles
(SIT) 11
1.6.2. Reguladores de crecimiento y síntesis de
quitina (IGR y CSIs) 12
1.6.3. Control biológico con hongos
entomopatógenos 12
1.6.4. Endotoxinas bacterianas
(*Bacillus thuringiensis*) 13
1.6.5. Interferencia por ARN (RNAi) y edición
génica 13
1.6.6. Intervenciones culturales y sanitarias . . 14
2. Integración de estrategias 15
3. Impactos económicos y de salud pública . . 15

17 Principios del manejo integrado de plagas (MIP)

1. Monitoreo y evaluación de poblaciones . . . 18
2. Métodos de muestreo 18
a) Trampas de oviposición (ovitrampas) 18
b) Trampas adhesivas (trampas, tiras, láminas) 19
c) Trampas con atrayentes alimenticios o
sexuales 19
d) Contadores visuales y observación directa . 19
3. Índices de infestación y toma de decisiones . 19
4. Ventajas, desventajas y riesgos sanitarios
de la subestimación o sobrestimación 19
5. Tabla comparativa de métodos de monitoreo de
Musca domestica en explotaciones pecuarias . 20

21 Métodos para el Manejo Integrado de Plagas, MIP

1. Trampas físicas 21
1.1. Tipos de trampas físicas para el control
de moscas sinantrópicas 22
1.2. Comparación de ventajas y desventajas del
uso de trampas físicas 23
1.3. Consideraciones sanitarias y riesgos en el
uso de trampas físicas 23
2. Control Mecánico 23
2.1. Ventajas y desventajas del
control mecánico 24
2.2. Riesgos sanitarios y consecuencias
para la salud humana 25
3. Barreras físicas de exclusión 25
3.1. Ventajas y desventajas de los métodos
de exclusión 25
3.2. Comparación de materiales y elementos
de exclusión para moscas sinantrópicas 26
3.3. Un ejemplo práctico: Exclusión física en una
granja porcina intensiva 26
3.4. Consecuencias sanitarias y estructurales para
la salud humana y ambiental 26
4. Control químico 27

4.1. Insecticidas juvenoides (IGR) 27
4.1.1. Introducción y modo de acción 27
4.1.2. Ventajas operativas y ambientales 28
4.1.3. Integración con otras herramientas
del MIP 28
4.1.4. Riesgos y consideraciones sanitarias . . 29
4.1.5. Casos prácticos 29
4.2. Inhibidores de la síntesis de quitina (CSI) . 29
4.2.1. Modo de acción y uso en campo 29
4.2.2. Ventajas operativas y perfil ambiental. . 29
4.2.3. Integración con MIP y estrategias
complementarias 29
4.2.4. Riesgos, resistencia y consideraciones
sanitarias 30
4.3. Adulticidas 31
4.3.1. Piretroides, acción rápida con bajo impacto
en mamíferos 31
4.3.2. Organofosforados, eficacia elevada con
mayor riesgo toxicológico 32
5. Control biológico de *Musca domestica* en
sistemas pecuarios 33
5.1. Entomopatógenos 33
5.1.1. *Bacillus thuringiensis* y sus endotoxinas . 33
5.1.2. Hongos entomopatógenos:
Beauveria y *Metarhizium* 33
5.1.3. Virus y nematodos entomopatógenos . . 34
5.2. Exotoxinas microbianas 34
5.3. Desventajas y condiciones limitantes . . . 34
5.4. Los Neonicotinoides en cebos adulticidas . 35
5.4.1. Modo de acción 35
5.4.2. Estudios de campo 35
5.5. Control biológico con parasitoides 36
6. Papel del control biológico
dentro del MIP y futuro potencial. 37
6.1. Integración de métodos y elaboración de un
plan de acción 37
6.1.1. Importancia de la integración
y criterios de combinación 37
6.1.2. Calendario de rotación
y planificación estratégica 38
6.1.3. Evaluación de desempeño
y ajustes al plan 38
6.2. Buenas prácticas y
aspectos normativos en la aplicación del MIP . 38
6.2.1. Uso responsable de plaguicidas y
disposición de residuos 38
6.2.2. Legislación nacional y estándares
internacionales 38
6.2.3. Capacitación del personal
y registros obligatorios 39
6.3. Evaluación como componente estratégico del
MIP 39
6.3.1. Vinculación con los Objetivos de Desarrollo
Sostenible (ODS) 39
6.3.2. Indicadores, trazabilidad
y mejora continua 39

Conclusiones y recomendaciones finales . . 40

Anexos 41

1. Calendario de acción para el
control integrado de moscas 41
2. Plantilla práctica: Evaluación de desempeño del
plan MIP 41
3. Evaluación general del programa MIP en
granjas pecuarias 42
4. Formato para Registro de Aplicaciones
de Control en el MIP 42
5. Tabla resumen protocolo de aplicación de
reguladores del desarrollo en el MIP. 43

Referencias bibliográficas 45

Presentación

El presente “Manual técnico para el manejo integrado de moscas en explotaciones pecuarias e industriales” nace de la necesidad de ofrecer a los profesionales y técnicos del sector avícola, porcícola, y a empresas de Manejo Integrado de Plagas urbanas (MIPU), una herramienta práctica y actualizada, basada en evidencia científica y en la experiencia de labores de campo, que les permita reducir de manera sostenible la presión de las poblaciones de moscas, minimizando al mismo tiempo los riesgos para la salud humana y animal, y el medio ambiente, en constante amenaza.

A lo largo de sus páginas, los usuarios y lectores encontrarán una descripción clara de las distintas estrategias de control —desde métodos físicos y mecánicos hasta las últimas innovaciones en control biológico y químico-selectivo—, acompañadas de lineamientos de monitoreo, evaluación de eficiencia y recomendaciones para la implementación coordinada de cada técnica.

El presente Manual contó con la supervisión y revisión de la literatura por parte de dos profesionales veterinarios con amplia experiencia en el tema del Manejo Integrado de Plagas:

- **Dr. Luis Amancio Arias Palacios.** Veterinario y Zootecnista de la Universidad de Caldas, con Maestría en Producción Animal de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Especialización en Gobierno, Salud Pública y Salud Animal de la Escuela Veterinaria de Lyon, Francia. Exgerente departamental del ICA en los departamentos del Valle del Cauca y Cauca, Director técnico de cuarentena en el ICA. Más de treinta años de trabajo en Programas de Salud Animal y Salud Pública Veterinaria y una amplia experiencia en acuerdos sanitarios para el comercio exterior.
- **Dr. Lascario Alberto Barboza Díaz.** Médico Veterinario de la Universidad de La Salle, con diplomados en Inocuidad Alimentaria (Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia), en Enfermedades Tropicales Transmitidas por Vectores (Universidad del Bosque), en Mercadeo (Fundación Getulio Vargas, en Brasil). Exjefe de la Sección de Control de Alimentos y Zoonosis del Servicio Seccional de Salud del Chocó; Gerente Comercial de Unidades de Negocios en empresas como AgrEvo Salud Ambiental, Rhone Poulenc Agro, Roussel Uclaf, Aventis Environmental Sciences; Gerente de Mercadeo y Desarrollo Técnico en Fitogranos Comercializadora Agroindustrial; Gerente General de Vectors and Pest Management Ltda.

Objetivos del Manual

1. Brindar un marco conceptual sólido sobre la biología y el comportamiento de las principales especies de moscas sinantrópicas en ambientes pecuarios y fábricas de alimentos.
2. Describir, comparar y evaluar técnicas de control físico, mecánico, de exclusión, químico (adulticidas e inhibidores de desarrollo) y control biológico, con sus respectivas ventajas, limitaciones y consideraciones de seguridad.
3. Proporcionar protocolos de monitoreo y toma de decisiones para integrar de forma óptima las diferentes herramientas de lucha, evitando resistencia y reduciendo el uso indiscriminado de plaguicidas.



Garantizando entornos saludables

4. Fomentar prácticas de manejo responsable y cumplimiento normativo en materia de inocuidad alimentaria y protección de la salud humana.

Importancia del manejo integrado de moscas en granjas ganaderas, avícolas, porcícolas y sector de alimentos.

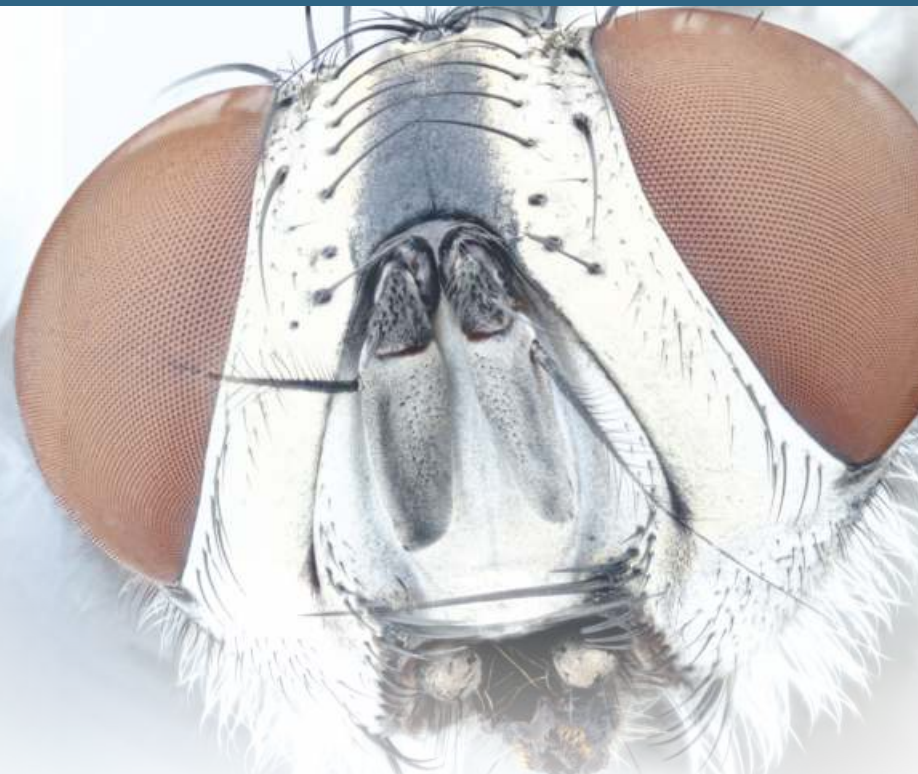
Las moscas constituyen uno de los vectores más persistentes y dañinos en las unidades de producción animal y en la industria de alimentos.

Las moscas irritan a las vacas, obligándolas a pasar menos tiempo descansando y alimentándose, lo que reduce la producción de leche. Algunos estudios indican que las infestaciones de moscas pueden provocar una disminución en la producción de leche de hasta 0,5 litros al día. Las moscas pueden propagar la bacteria que causa la mastitis, cuyo tratamiento puede costar hasta 30% de los ingresos por lactancia. En los sistemas de cría de terneros, las infestaciones de moscas picadoras reducen la ganancia de peso en un 20%. Está comprobado que, cuando las moscas afectan al ganado, este sufre una reducción del crecimiento de aproximadamente 0,3 kg al día. (Taylor et al., 2012). Estas reducciones en producción, sin duda, afectarán la capacidad de los ganaderos para obtener los ingresos necesarios para conservar la rentabilidad de sus explotaciones (Machtinger et al., 2021). Se sabe que las moscas domésticas y las moscas de los establos son portadoras y transmisoras de diversos patógenos, además de ser causantes de mastitis; como *Moraxella bovis*, causante de la queratoconjuntivitis infecciosa

bovina y la salmonela, que pueden ocasionar infecciones gastrointestinales, que provocan diarrea y deshidratación en los animales afectados. Es conocido que la mosca *Stomoxys calcitrans* propaga la podredumbre del pie o la dermatitis digital (Palmer et al.,

2015). Esta infección es dolorosa y causa inflamación alrededor de las pezuñas de los animales afectados, lo que les dificulta caminar.

Más allá de las molestias que generan en aves, cerdos y





personal de campo, estos dípteros actúan como transmisores mecánicos de patógenos causantes de enfermedades como salmonelosis, colibacilosis y diversas micosis. Además, su presencia en altas densidades puede derivar en estrés animal,

descenso en índices de producción (peso, postura) y rechazo de lotes por cuestiones de inocuidad.

Un enfoque de manejo puramente reactivo o basado únicamente en insecticidas suele conducir a la selección de poblaciones resis-

tentes, elevación de costos de producción y acumulación de residuos inadecuados. Por el contrario, el manejo integrado de plagas (MIP) promueve la combinación racional de métodos preventivos, físicos, mecánicos, químico-selectivos y biológicos, con el fin de lograr un control efectivo y duradero, reducir riesgos sanitarios y preservar el entorno productivo para las generaciones futuras. Este manual busca servir de guía para planificar e implementar un programa de MIP de moscas que garantice la sanidad animal, la calidad del producto y la seguridad del trabajador.

Las moscas afectan el rendimiento productivo como resultado del estrés que generan en los animales. En el caso de una fuerte infestación, las aves se ven incómodas, reduciendo drásticamente su consumo de alimento, con la reducción resultante en la producción de carne y huevos. (Acharya, 2015, p. 42)

Cuando las poblaciones de moscas no se controlan adecuadamente, se convierten en un problema de salud pública en las explotaciones avícolas y las comunidades rurales no agrícolas

Larvas Musca domestica



cercanas, lo que a menudo lleva a malas relaciones en la comunidad y litigios que involucran a las autoridades locales (Axtell et al., 1990).

Los establos de las explotaciones porcícolas, tanto en su interior como en las áreas de su exterior, ofrecen condiciones ideales para las moscas, ya que pueden ser una excelente fuente de alimento y un ambiente cálido y húmedo para completar su ciclo de vida en tan solo siete días y, si las condiciones son adecuadas, puede desarrollar rápidamente grandes poblaciones. Las naves de maternidad y de crianza, en particular, crean lugares de reproducción ideales. La mosca doméstica es la especie más común que afecta a las granjas porcinas. La mayoría de las moscas en las granjas porcinas son vectores de diversos patógenos, como la salmonela, *E. coli*, el síndrome reproductivo y respiratorio porcino (PRRS), la gripe o influenza, el estreptococo hemolítico, así como de larvas barrenadoras causantes de miasis y algunas enfermedades de declaración obligatoria.

Gusano barrenador



Introducción y fundamentos

1. Biología y ciclo de vida de las moscas sinantrópicas

Las moscas sinantrópicas son dípteros que han logrado adaptarse estrechamente al entorno humano, encontrando en granjas ganaderas, avícolas fábricas de alimentos y porcícolas condiciones óptimas para su desarrollo y reproducción. Su capacidad de actuar como vectores mecánicos de patógenos y su rapidez para aumentar sus poblaciones, las

convierten en plagas de primer orden en la producción animal. A continuación, se detalla su biología, morfología, comportamiento y ciclo de vida, así como los hallazgos científicos más recientes sobre intervenciones para su control.

1.1. Taxonomía y especies de interés

- Muscidae: Incluye principalmente a *Musca domestica* (mosca doméstica común) y *Fannia canicularis* (mosca de las casas).

- Familia Calliphoridae: Géneros *Lucilia* y *Calliphora*, asociados con materia orgánica en descomposición.
- Familia Sarcophagidae: Género *Sarcophaga*, con larviposición directa de larvas vivas.

Aunque existen varias decenas de especies sinantrópicas, las más relevantes en explotaciones pecuarias son *Musca domestica* y *Fannia sp.*, debido a su alta prevalencia y eficacia como vectores mecánicos de patógenos (AbdAllah, et al. 2025). En Colombia reviste importancia la mosca *Muscina stabulans*.



1.2. Morfología y adaptaciones

Adulto

- Tamaño promedio de 6–8 mm.
- Ojos compuestos grandes, antenas aristadas.
- Pie con *pulvilli* y membranas adhesivas, que permiten caminar sobre superficies lisas.

Larva

- Apéndices mandibulares reducidos en líneas mediales adaptados para raspar materia orgánica.
- Tres estadios larvales (L1–L3), alcanzan hasta 10 mm en la última etapa.

Pupa

- Cutícula endurecida formando pupario, resistente a variaciones térmicas.

Las adaptaciones morfológicas, como la capacidad de adherencia a superficies y la resistencia del pupario, facilitan la colonización de ambientes ricos en desechos orgánicos, como cama y estiércol de ganado bovino, aves y cerdos. (Khamesipour et al. 2018).

Estadio	Duración típica	Condiciones óptimas
Huevo	8–24 h	25–30 °C, >70 % HR
Larva L1	24–48 h	Cama o estiércol frescos
Larva L2	24–48 h	Continuación en sustrato húmedo
Larva L3	48–72 h	Se aleja para pupar
Pupa	3–7 días	Suelo suelto, temperatura estable
Adulto	10–30 días vivo	Acceso a líquidos ricos en azúcares y proteínas

1.3. Ciclo de vida

El ciclo completo de las moscas varía con la temperatura y la humedad, oscilando entre 7 y 21 días:

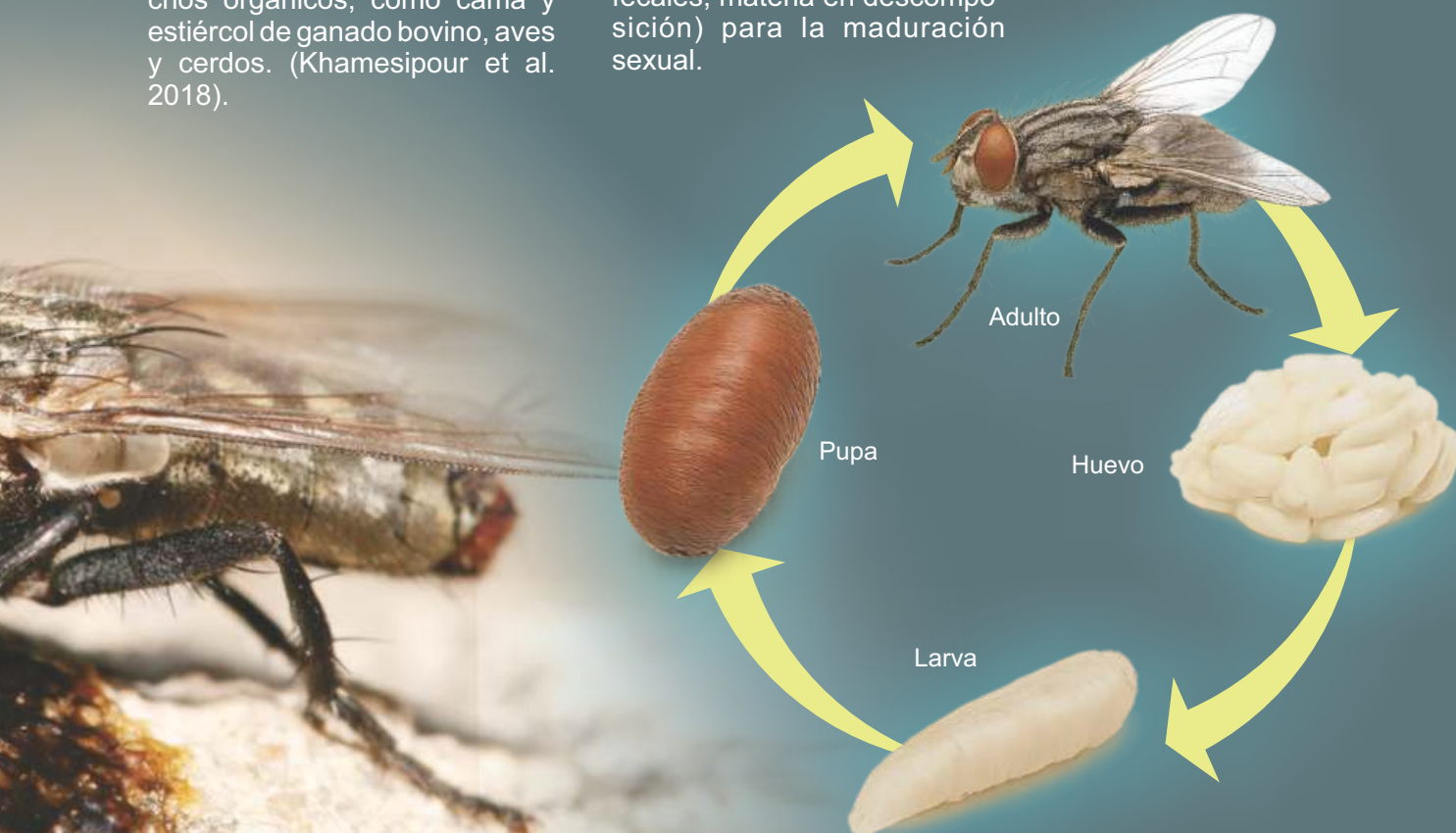
La temperatura es el factor crítico para el desarrollo del ciclo de vida; a 30°C el desarrollo total puede completarse en 7 días, mientras que a 15°C puede extenderse a más de 21 días.

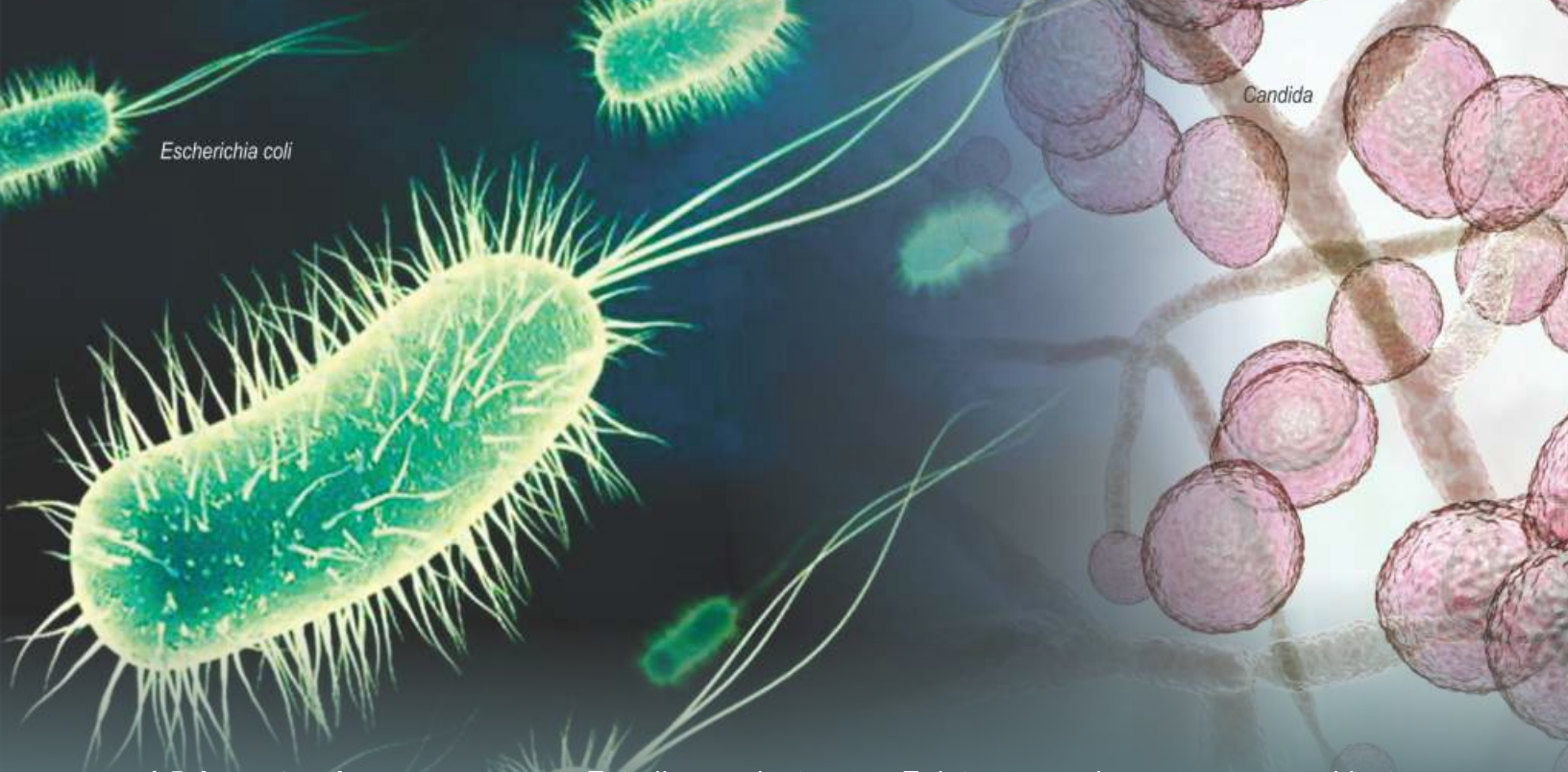
1.4. Comportamiento y ecología

• Alimentación: los adultos requieren carbohidratos (néctar, miel) y proteínas (líquidos fecales, materia en descomposición) para la maduración sexual.

- Reposo y refugio: se agrupan en superficies verticales y techos, lejos de la luz directa.
- Dispersión: son capaces de volar varios kilómetros, pero suelen permanecer cerca de los sitios de cría mientras haya recursos disponibles.

El monitoreo de trampas UV y atrayentes ha permitido cuantificar la presión poblacional y advertir incrementos repentinos de los individuos, antes de que alcancen umbrales críticos de plaga.





1.5. Importancia como vectores mecánicos

Las moscas recogen bacterias, hongos, virus y parásitos en sus piezas bucales y superficies del cuerpo, transportándolos a alimento, agua y superficies de animales. Entre los patógenos más frecuentes se pueden citar:

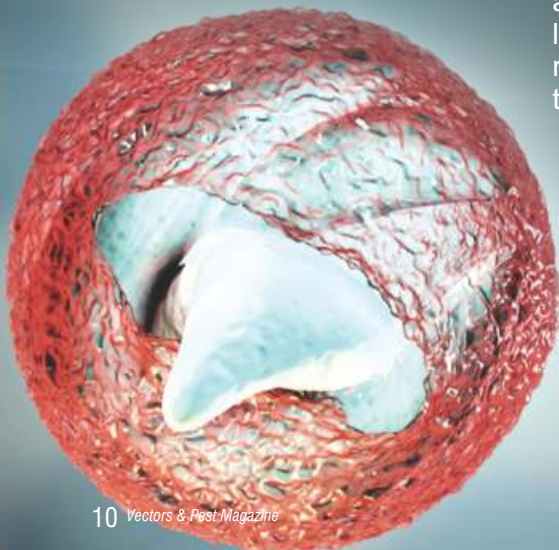
- **Bacterias:** *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*
- **Hongos:** *Candida*, *Aspergillus*
- **Parásitos:** *Cryptosporidium spp.*, *Giardia spp.*
- **Virus:** diarrea epidémica porcina, bronquitis aviar y enteritis del pavo por coronavirus

Estudios recientes en Egipto señalaron la prevalencia de *Cryptosporidium spp.* en el 28% de moscas colectadas en granjas, correlacionándose con brotes entéricos en terneros. (AbdAllah et al., 2025).

Más recientemente, se ha identificado su potencial en la transmisión mecánica de virus de alta relevancia para la salud pública. En un estudio experimental publicado por Balaraman et al. (2021) y Nayduch et al. (2021), se demostró que *Musca domestica* puede adquirir y transportar partículas viables del SARS-CoV-2 en sus patas y aparato digestivo, confirmando su papel como vector potencial en condiciones de alta carga viral ambiental, especialmente en laboratorios. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de controlar eficazmente las poblacio-

nes de moscas en ambientes pecuarios, no solo por su impacto económico, sino también como medida preventiva ante enfermedades zoonóticas emergentes (Balaraman et al., 2021; Segalés et al., 2013).

La evidencia científica sugiere que *Musca domestica* puede desempeñar un rol indirecto en la diseminación del Circovirus porcino tipo 2 (PCV2), uno de los virus más dañinos para la industria porcina moderna. En un estudio realizado en granjas afectadas por el Síndrome de Adelgazamiento Post-Destete, se encontró ADN viral de PCV2 en moscas capturadas tanto en áreas de producción como en zonas de manejo de residuos. Si bien no se trata de un vector biológico, su capacidad para transportar partículas infecciosas en patas, aparato bucal o heces, representa un riesgo adicional en ambientes con alta carga viral. Esta vía de transmisión mecánica puede aumentar la presión de infección en animales susceptibles, retrasar la recuperación sanitaria de la granja y favorecer la persistencia del virus en instalaciones mal higienizadas. El control ambiental de moscas, por tanto, se convierte



Cryptosporidium spp.



Giardia spp

en una medida complementaria de bioseguridad frente al PCV2, con beneficios tanto sanitarios como económicos (Dee et al., 2018; Nayduch et al., 2023).

1.6. Hallazgos científicos recientes y posibles intervenciones

En los últimos años, la investigación entomológica ha avanzado significativamente en la comprensión del comportamiento, fisiología y vulnerabilidades de *Musca domestica*, lo que ha permitido desarrollar nuevas herramientas y estrategias para su control efectivo en ambientes pecuarios. Estos hallazgos científicos recientes han dado lugar a intervenciones más específicas, sostenibles y compatibles con los principios del manejo integrado de plagas. Entre las innovaciones se destacan el uso de insectos estériles, hongos entomopatógenos, reguladores del crecimiento y tecnologías emergentes, como la interferencia por ARN (RNAi) y la edición génica. Paralelamente, el refinamiento de métodos tradicionales —como las trampas mejoradas, formulaciones químicas selectivas y prácticas de bioseguridad—

permite diseñar programas de control más eficaces, con menor impacto ambiental y menor riesgo para la salud humana y animal. A continuación se describen las principales intervenciones con base científica que están revolucionando el control de moscas sinantrópicas, en particular *Musca domestica*, en sistemas de producción intensiva.

1.6.1. Técnicas de liberación de insectos estériles (SIT)

En varios ensayos piloto, la liberación de machos esterilizados por irradiación, para competir

con machos fértiles, ha mostrado reducciones de hasta 90% en poblaciones locales cuando se combina con supresión química inicial.

Esto ha sido exitoso para el control de plagas de moscas en cultivos y larvas barrenadoras causantes de miasis.



Regulador de crecimiento (IGRs)



Inhibidor de síntesis de quitina (CSIs)



Pupa



1.6.2. Reguladores de crecimiento y síntesis de quitina (IGR y CSI)

Tienen mecanismos de acción diferentes; ensayos de campo en Colombia, usando un regulador del crecimiento de los insectos Pyriproxyfen 10% EC (Análogo VPM), muestran disminuciones de hasta 78% en adultos emergentes, con repeticiones cada tres meses.

El Metopreno e hidropreno (juvenoides) interrumpen la muda larval.

De otro lado, el Diflubenzuron bloquea la síntesis de quitina en la cutícula de la pupa, impidiendo la emergencia adulta.

1.6.3. Control biológico con hongos entomopatógenos

A pesar de su alta especificidad y baja toxicidad para animales y humanos, el mayor inconveniente del uso de hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, en el control de *Musca domestica* radica en su dependencia de condiciones ambientales favorables, especialmente la humedad relativa y la temperatura. Estos hongos requieren ambientes con niveles de humedad superiores al 70% y temperaturas entre 25–30 °C, para lograr una germinación eficiente de esporas y penetración cuticular en el huésped. En ambientes secos o con intensa radiación solar, típicos en galpones mal ventilados o en sistemas abiertos, la viabilidad de las esporas se reduce drásticamente, comprometiendo la eficacia del tratamiento.

Además, su acción relativamente lenta —requiere entre 3 y 7 días para provocar la muerte del insecto— limita su utilidad en situaciones de infestaciones agudas donde se requiere una respuesta inmediata. Por estas razones, su uso se recomienda como herramienta complementaria.



Hongos entomopatógenos

taria dentro de un programa integrado, y no como única estrategia de control.

Metarhizium anisopliae y *Beauveria bassiana*, formulados en cebos atrayentes, han logrado una tasa de mortalidad del 60–80% en 4–5 días posexposición, similar a insecticidas convencionales, aunque más lenta.

1.6.4. Endotoxinas bacterianas (*Bacillus thuringiensis*)

Las cepas bacterianas específicas para dípteros producen cristales tóxicos al ser ingeridas por larvas. El uso de endotoxinas bacterianas, particularmente las producidas por *Bacillus thuringiensis* (Bt), representa una estrategia prometedora para el control larval de *Musca domestica* en ambientes pecuarios. Estas toxinas actúan específicamente sobre el epitelio intestinal de las larvas, tras ser ingeridas, causando lisis celular y muerte en pocos días. Entre las ventajas más destacadas, se encuentran su alta especificidad, que minimiza el impacto sobre insectos benéficos y organismos no objetivo; y su inocuidad comprobada para animales vertebrados y humanos, lo que permite su integración en entornos de producción sensibles, como criade-

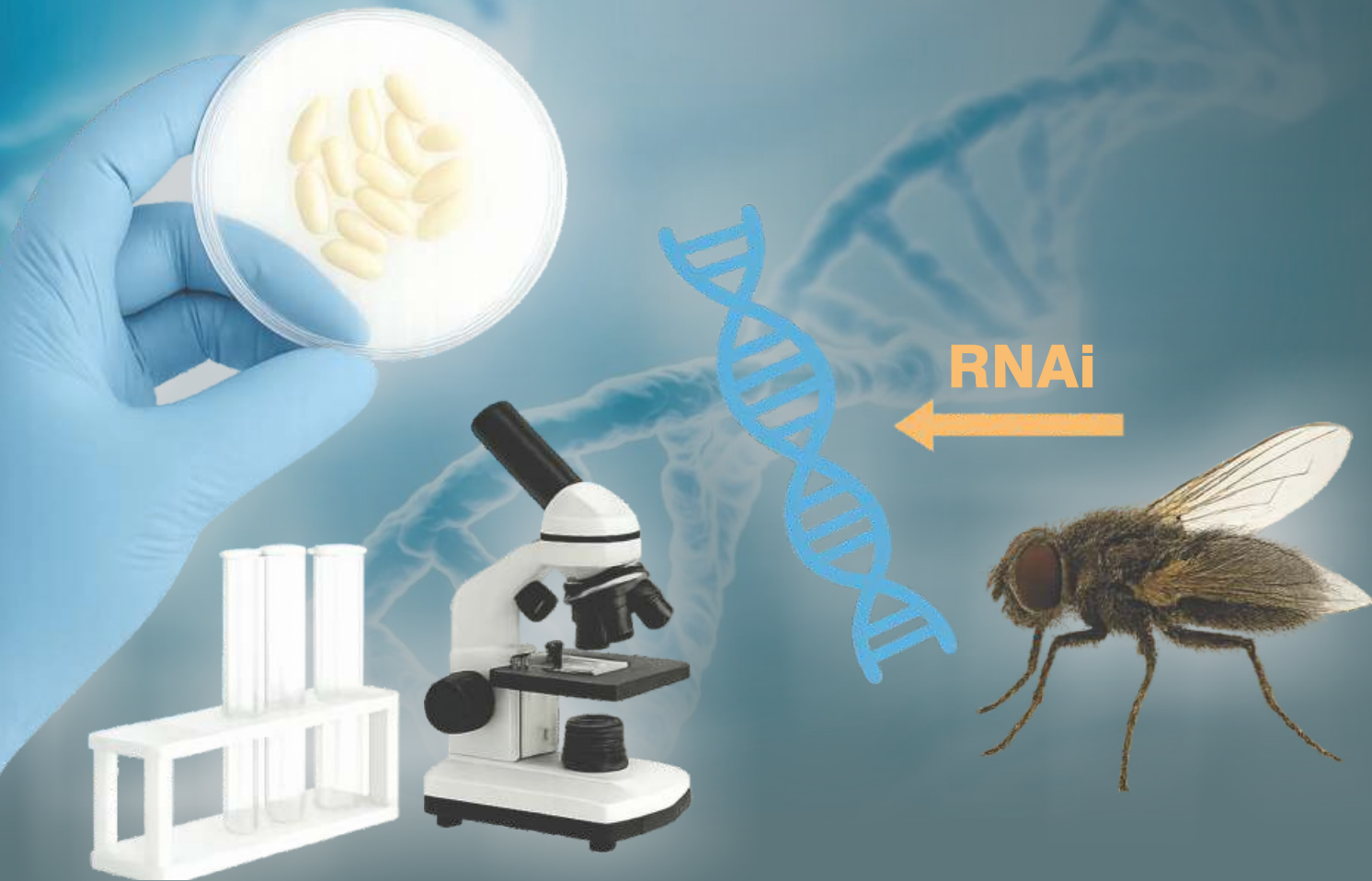
Bacillus thuringiensis

ros de aves o maternidades porcinas. Sin embargo, su principal inconveniente es la necesidad de ingestión activa por parte de las larvas, lo que implica que la toxina debe estar bien distribuida y mezclada con el sustrato alimenticio (estiércol o cama húmeda), limitando su efectividad en criaderos con residuos secos o compactados. Además, su persistencia en el ambiente puede

verse reducida por exposición a la luz solar o pH extremo. Aun así, las endotoxinas bacterianas son una herramienta clave en programas de manejo integrado, especialmente cuando se busca reducir el uso de insecticidas químicos en sistemas de producción sustentable. Este larvicida biológico es utilizado en el control focal de mosquitos vectores del dengue en contenedores de agua potable.

1.6.5. Interferencia por ARN (RNAi) y edición génica

La **interferencia por ARN (RNAi)** es una técnica molecular que permite silenciar genes específicos, mediante la introducción de moléculas de ARN de doble hebra (dsRNA), que bloquean la expresión de genes esenciales en el insecto. En el caso de *Musca domestica*, investigaciones recientes han identificado genes clave relacionados con el desarrollo, la repro-



ducción y la síntesis de proteínas estructurales como blancos potenciales. Al ser ingerido o absorbido, el dsRNA desencadena un proceso celular natural que degrada el ARN mensajero del gen diana, lo que provoca defectos fisiológicos, infertilidad o muerte. Estudios preliminares en laboratorio muestran que la administración oral de dsRNA dirigido a genes esenciales (actina, tubulina) reduce un 40% la viabilidad larval en *Musca domestica*.

Por su parte, la **edición génica mediante CRISPR/Cas9** permite modificar de manera precisa el ADN de las moscas, para introducir mutaciones letales o hacerlas más susceptibles a ciertos agentes de control. Esta tecnología ha sido utilizada experimentalmente para generar cepas de *Musca domestica* con sensibilidad incrementada a insecticidas, o que no completan

su ciclo reproductivo, abriendo nuevas posibilidades para el control genético de la plaga.

Sin embargo, estas tecnologías enfrentan **importantes limitaciones prácticas** que impiden, por ahora, su aplicación a gran escala en ambientes pecuarios. En el caso del RNAi, uno de los principales retos es lograr una administración eficaz del dsRNA en condiciones de campo, ya que las moléculas pueden degradarse rápidamente en el ambiente o ser digeridas sin efecto por el insecto. Además, no todas las poblaciones responden de forma uniforme al tratamiento, y la eficiencia del silenciamiento génico puede variar según la cepa y el gen objetivo. En cuanto a la edición génica, si bien sus resultados en laboratorio son prometedores, existen **barreras regulatorias y éticas** para la liberación de insectos genéticamente modificados, así

como riesgos ecológicos aún no del todo comprendidos. Por tanto, aunque la interferencia de RNAi y la edición genética CRISPR/Cas9 representan herramientas innovadoras con gran potencial, actualmente se consideran complementarias a las estrategias tradicionales y aún se encuentran en fase de desarrollo para el manejo operativo de *Musca domestica*.

1.6.6. Intervenciones culturales y sanitarias

Las intervenciones culturales y sanitarias constituyen la base fundamental de cualquier programa de manejo integrado de moscas en explotaciones pecuarias e industriales. A diferencia de las medidas químicas o biológicas, estas estrategias no dependen de insumos externos, sino del compromiso diario con las buenas prácticas de higiene y organización del entor-



no productivo. Uno de los pilares de estas intervenciones es el manejo frecuente y adecuado del estiércol, ya que constituye el principal sustrato de cría para las fases inmaduras de *Musca domestica*. El compostaje aeróbico, correctamente implementado, puede reducir hasta en un 85% los sitios disponibles para la oviposición, al aumentar la temperatura y reducir la humedad del material orgánico.

De igual forma, la limpieza y el secado regular de las camas, al menos cada 48 horas, ha demostrado ser altamente eficaz para interrumpir el ciclo larval de la mosca, impidiendo que las larvas completen su desarrollo hacia la etapa adulta. Estas medidas, cuando se aplican de manera continua y coordinada, no solo disminuyen significativamente las poblaciones de moscas, sino que también reducen la necesidad de aplicaciones repetidas de

insecticidas, aportando a un sistema más sostenible, seguro y económico.

- Manejo frecuente del estiércol: compostaje aeróbico reduce 85 % los sitios de cría.
- Limpieza y secado de camas de lugares de producción animal, cada 48 h, limitan el desarrollo larval. Igualmente, el uso de aspiradoras puede ser una herramienta de control de formas adultas de moscas

2. Integración de estrategias

Los hallazgos sugieren que la sinergia entre métodos —por ejemplo, aplicación inicial de IGR, liberación de insectos estériles (SIT-Sterile Insect Technique) y mantenimiento de prácticas sanitarias— logra supresiones superiores al 95% en poblaciones de moscas en ciclos de 2–3 meses. El monitoreo continuo y la rotación de prin-

cipios activos reducen la selección de resistencia.

El conocimiento detallado de la biología y ciclo de vida de las moscas sinantrópicas, combinado con las innovaciones en control biotecnológico, ofrecen una vía para el manejo integrado de plagas efectivo y sostenible. La investigación reciente en SIT, RNAi y formulaciones de hongos entomopatógenos promete complementar los métodos tradicionales, reduciendo riesgos a la salud humana y preservando la eficacia a largo plazo de las intervenciones.

3. Impactos económicos y de salud pública

Las moscas sinantrópicas, especialmente *Musca domestica*, representan una amenaza significativa tanto para la economía de la producción animal como para la salud pública. En el ámbito pecuario, su presencia en

altos niveles puede inducir estrés en los animales, reducir el consumo de alimento, afectar la ganancia de peso, la postura de huevos y, en casos graves, predisponer a enfermedades respiratorias o digestivas. Esto se traduce en pérdidas económicas directas, por baja productividad y costos adicionales en tratamientos veterinarios, manejo ambiental y sanciones por incumplimientos sanitarios. A nivel de salud pública, su rol como vectores mecánicos de patógenos es ampliamente reconocido: pueden transportar en su cuerpo bacterias como *Salmonella*, *E. coli*, *Campylobacter* y virus como el PCV2 (virus del Circovirus porcino tipo 2), poniendo en riesgo al personal de granja y a los consumidores finales, especialmente cuando existen deficiencias en las medidas de bioseguridad y manejo de residuos (Wang et al., 2011).

Implementar un sistema de manejo integrado de moscas, con medidas preventivas, monitoreo constante y control físico, biológico y químico racionalizado, aporta beneficios notables en múltiples niveles. Desde el punto de vista económico, se logra una reducción significativa en los costos por tratamientos curativos, se evita el deterioro de los indicadores productivos y

Beneficios cuantificables del control efectivo de moscas sinantrópicas

Área de impacto	Beneficio estimado	Evidencia técnica / estudios
Productividad animal	Incremento de hasta 5–15% en ganancia de peso en cerdos y aves al reducir el estrés causado por moscas.	Geden & Hogsette, 2006; FAO, 2021
Reducción de enfermedades	Disminución de hasta 40% en brotes digestivos y respiratorios ligados a transmisión mecánica de patógenos.	Pickens et al., 1972; Balaraman et al., 2021
Uso racional de insecticidas	Reducción de 30–50% en aplicaciones químicas al integrar monitoreo y control biológico.	Nayduch & Burrus, 2017
Costos operativos	Ahorro de hasta \$1300.000–4000.000 COP/año por galpón mediano en reducción de tratamientos correctivos y emergencias sanitarias.	Estimaciones integradas de manejo MIP
Inocuidad alimentaria	Mejora en la clasificación sanitaria del producto (huevo, carne) y mayor acceso a mercados exigentes.	Certificaciones ICA, BPM, Global G.A.P.
Imagen del productor	Cumplimiento de estándares de bienestar animal, bioseguridad y control de vectores.	Ventaja competitiva y reducción de sanciones

Nota: Los valores pueden variar según el tipo de explotación, densidad animal, condiciones ambientales y nivel de implementación del programa de control.

se mejora la calidad del producto final. En lo sanitario, se fortalece la inocuidad alimentaria y se disminuye el riesgo de zoonosis, protegiendo tanto al personal como a los consumidores. Además, la percepción de un entorno limpio y controlado mejora la imagen del productor

ante autoridades sanitarias, certificadoras y compradores. En resumen, el control de las moscas sinantrópicas no es solo una exigencia técnica, sino una inversión estratégica para la sostenibilidad, eficiencia y competitividad de las explotaciones pecuarias.





Principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El MIP es una estrategia que combina diferentes métodos de mitigación y control para mantener las poblaciones de plagas por debajo de niveles que causen daño económico o sanitario, sin depender exclusivamente de insecticidas. En lugar de eliminar a todas las moscas, el objetivo es controlarlas de forma sostenible, protegiendo al mismo tiempo la salud de los animales, las personas y el medio ambiente.

Es por ello que no existe un único mecanismo de prevención y control, y una sinergia de acciones es fundamental para lograr

un manejo eficiente. El enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP) propone precisamente eso: combinar estrategias complementarias, como el monitoreo sistemático de poblaciones, el uso racional de inhibidores del desarrollo de insectos (reguladores del crecimiento), la implementación de trampas físicas y mecánicas, y otras medidas culturales, sanitarias y biológicas. Esta integración permite reducir el uso excesivo de insecticidas, evitar la resistencia y lograr un control sostenible y adaptado al entorno productivo (FAO, 2021; Zurek & Nayduch, 2016).

Es indudable que el MIP permite lograr el equilibrio entre los objetivos del productor y los desafíos del desarrollo sostenible. Por un

lado, mejora la productividad, al reducir las pérdidas causadas por infestaciones, disminuir el estrés en los animales y prevenir enfermedades transmitidas mecánicamente por moscas como *Salmonella*, *Campylobacter* o virus de enfermedades emergentes, como el Circovirus porcino tipo 2. Por otro, minimiza el impacto ambiental mediante la reducción del uso indiscriminado de plaguicidas, lo que ayuda a preservar la biodiversidad local, proteger los recursos hídricos y evitar residuos en productos pecuarios. Además, el enfoque integrado mejora la imagen sanitaria de la granja frente a certificaciones y normas internacionales (Balaraman et al., 2021; Wang et al., 2011; Geden & Hogsette, 2006).

El manejo integrado de moscas sinantrópicas no solo responde a una necesidad productiva, sino que se alinea con los principios de sostenibilidad agropecuaria, equidad y salud ambien-



Campylobacter

tal. La aplicación combinada de métodos —como el control de adultos, la inhibición del desarrollo larval y las prácticas sanitarias preventivas— no solo permite mejorar el rendimiento animal, sino que contribuye a erradicar el hambre (Objetivo de Desarrollo Sostenible-ODS 2), al proteger la producción de alimentos, y a reducir la pobreza rural (ODS 1), al evitar pérdidas económicas en pequeños y medianos productores. Al reducir el uso excesivo de plaguicidas, se favorece una producción responsable (ODS 12) y se contribuye a mitigar el impacto ambiental y la resistencia a insecticidas, alineándose con la acción por el clima (ODS 13). Además, el acceso equitativo a formación técnica y estrategias de control adaptadas a diferentes realidades territoriales fortalece la igualdad de género en el sector agropecuario (ODS 5), al permitir que hombres y mujeres participen activamente en la gestión sanitaria de sus sistemas productivos.

Para las moscas sinantrópicas en explotaciones pecuarias e industriales, el MIP incluye:

- Monitoreo regular con trampas y observación.
- Medidas culturales y sanitarias: limpieza de estiércol, secado de camas, manejo del alimento.
- Control biológico: uso de hongos, bacterias o enemigos naturales.
- Control químico racional: insecticidas solo cuando son necesarios y en forma rotativa.
- Medidas físicas y mecánicas: trampas, mallas, exclusión de criaderos.

1. Monitoreo y evaluación de poblaciones

El monitoreo sistemático de las poblaciones de moscas es una



etapa clave dentro del manejo integrado de plagas (MIP), ya que permite conocer el nivel real de infestación, identificar focos críticos de reproducción, establecer umbrales de acción y evaluar la efectividad de las estrategias de control implementadas. Sin datos objetivos y medibles, cualquier programa de intervención corre el riesgo de ser ineficaz o incluso contraproducente, favoreciendo el desarrollo de resistencias o incurriendo en costos innecesarios (Geden et al., 2006). El MIP, por lo tanto, debe partir de la premisa de que lo que no se mide no tiene validez.

2. Métodos de muestreo

Existen varios métodos de monitoreo que pueden ser implementados en granjas avícolas, porcícolas e instalaciones industriales, adaptándolos a las condiciones de infraestructura, nivel técnico del personal y densidad poblacional esperada:

a) Trampas de oviposición (ovitrampas)

Estas trampas están diseñadas para atraer a las hembras adultas que buscan un lugar adecuado para poner sus huevos. Generalmente, consisten en recipientes con sustrato húmedo (co-

mo salvado de trigo, excremento fresco, residuos de cama o alimento fermentado) ubicados en áreas estratégicas. Se inspeccionan periódicamente para cuantificar la presencia de huevos o larvas recién eclosionadas.

Ventaja: permiten detectar tempranamente el inicio de una infestación.

Limitación: requieren personal entrenado para el conteo e interpretación.

b) Trampas adhesivas (trampas, tiras, láminas)

Utilizan superficies pegajosas recubiertas con atrayente visual (generalmente amarillo o negro) o químico. Se sitúan cerca de focos potenciales o en zonas de tránsito de moscas. Se cuentan los individuos capturados en intervalos fijos (diario, semanal).

Ventaja: de bajo costo, fácil instalación y buena eficacia para seguimiento poblacional.

Limitación: pueden saturarse fácilmente en condiciones de alta infestación y requieren recambio frecuente.

c) Trampas con atrayentes alimenticios o sexuales

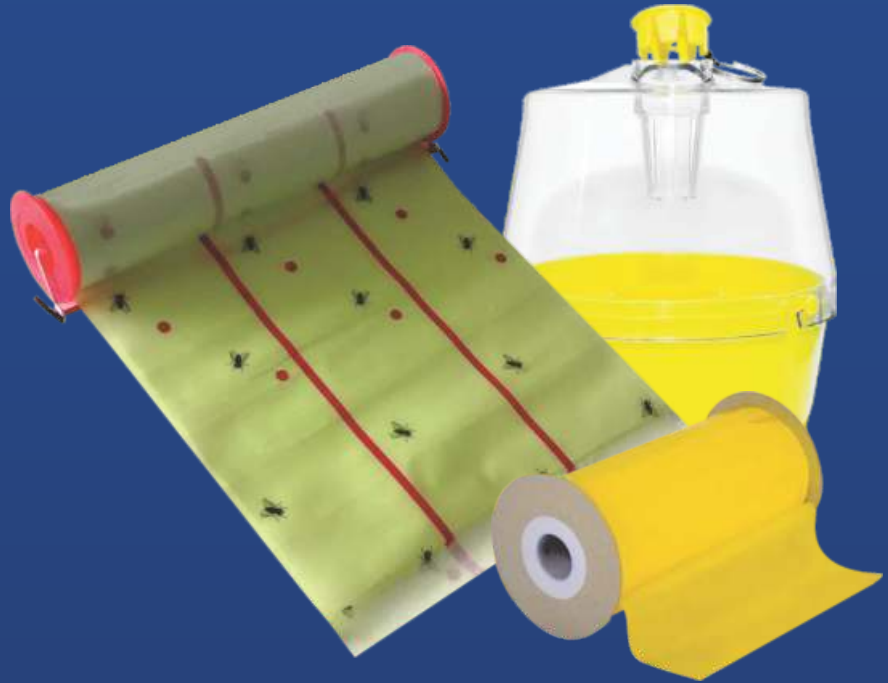
Incluyen cebos proteicos, feromonas o compuestos volátiles (ácido butírico, trimetilamina) para atraer adultos a una cámara de captura. Se utilizan tanto para conteo poblacional como para reducción activa.

Ventaja: alta eficiencia en atracción; algunas permiten captura viva o selectiva.

Limitación: su eficacia puede verse afectada por condiciones ambientales o competencia con fuentes reales de alimento.

d) Contadores visuales y observación directa

Método cualitativo basado en la observación del número de mos-



cas posadas en una determinada superficie estándar (ventanas, postes, estructuras). Se aplica generalmente como complemento de métodos cuantitativos.

Ventaja: no requiere inversión.

Limitación: alto nivel de subjetividad.

3. Índices de infestación y toma de decisiones

Los datos obtenidos del monitoreo deben organizarse en índices que permitan tomar decisiones fundamentadas. Algunos de los más utilizados incluyen:

- Índice de captura por trampa por día (ICTD): número promedio de moscas capturadas por trampa en 24 horas.
- Índice de atracción por área: número de moscas por m² en una zona específica.
- Índice de oviposición: número de huevos por trampa por día.
- Índice de moscas posadas por superficie estándar (Fly Spot Index): se observa el número de moscas por minuto en una ventana o superficie previamente delimitada.

Según el umbral establecido (por ejemplo, 50 moscas / trampa / día en sistemas avícolas), se determina si se requiere intensificar el control mecánico o físico, aplicar adulticidas o reguladores de crecimiento, ajustar prácticas sanitarias. (Pickens, et al 1972).

Los umbrales varían según el tipo de explotación, la especie animal, el clima y el nivel de tolerancia del productor o de las normas sanitarias.

4. Ventajas, desventajas y riesgos sanitarios de la subestimación o sobrestimación

El monitoreo técnico ofrece múltiples ventajas, tales como:

- Uso racional de insecticidas.
- Anticipación de brotes.
- Evaluación del desempeño de los productos aplicados.
- Optimización de costos operativos.

Sin embargo, existen riesgos críticos asociados a errores de interpretación o ejecución, tales como:

- Subestimación de la infestación
- Puede llevar a retrasos en la

5. Tabla comparativa de métodos de monitoreo de *Musca domestica* en explotaciones pecuarias

Método	Tipo de Señuelo	Fase detectada	Ventajas	Desventajas	Aplicación recomendada
Trampa de oviposición	Sustrato húmedo/orgánico	Huevos, larvas	Detecta infestaciones tempranas; útil en prevención	Requiere manipulación precisa y análisis técnico	Galpones avícolas, criaderos de cerdos
Trampas adhesivas	Visual (color, pegamento)	Adultos	Fácil uso, bajo costo, monitoreo continuo	Saturación rápida; requiere recambio frecuente	Cerca de zonas de tránsito y descanso
Trampas con atrayentes	Cebos alimenticios/feromonas	Adultos	Alta eficacia; posibilidad de captura masiva	Efectividad variable según entorno y fuente de atracción	Áreas de alta carga orgánica
Observación directa	N/A	Adultos	No requiere equipo adicional	Subjetiva, poco cuantitativa	Verificación rápida y rutinaria

implementación de medidas de control.

- Favorece el crecimiento exponencial de la población de moscas.
- Aumenta el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas (salmonelosis, colibacilosis, entre otras).
- Deteriora el bienestar animal y la productividad.

Sobrestimación de la infestación

- Puede inducir el uso excesivo o innecesario de insecticidas.
- Eleva los costos sin justificación técnica.
- Contribuye al desarrollo de resistencia a plaguicidas.

- Aumenta los residuos químicos en el ambiente o en productos pecuarios.

Por ello, se recomienda diseñar un protocolo de monitoreo estandarizado, periódico y validado, incluyendo la capacitación del personal y el uso de registros para análisis histórico y trazabilidad.





Métodos para el Manejo Integrado de Plagas (MIP)

1. Trampas físicas

El control físico de moscas sinantrópicas se basa en la captura directa de los insectos adultos mediante trampas diseñadas para atraerlos y retenerlos sin el uso de sustancias tóxicas. Según la Guía Científica de Truman para operaciones de manejo de plagas (Bennett, Owens & Corrigan, 2010), las trampas pegajosas, trampas de agua con tensioactivos y aquellas con atrayentes alimenticios son herramientas eficaces para reducir localmente las poblaciones adultas. Su funcionamiento se apoya en estímulos visuales, olfativos o alimentarios, y su uso es especialmente útil en espacios interiores, zonas de tránsito animal o áreas de almacenamiento donde se requiere vigilancia constante sin riesgos de contaminación química.

El control físico mediante trampas representa una estrategia fundamental dentro del manejo integrado de *Musca domestica*, especialmente en ambientes pecuarios con alta presión vectorial. Existen distintos tipos de trampas diseñadas para atraer y capturar moscas adultas, aprovechando estímulos visuales, químicos o alimenticios. Las trampas pegajosas, compuestas por superficies recubiertas con adhesivo, son eficaces para monitorear y controlar poblaciones en espacios interiores, donde los insectos tienden a posarse en paredes, techos o puntos de paso. Por su parte, las trampas de agua combinada con detergentes actúan como dispositivos de inmersión letal, que rompen la tensión superficial y son especialmente útiles en espacios abiertos, como galpo-

nes, patios de alimentación y áreas cercanas al estiércol.

Las **trampas con atrayentes alimenticios u olfativos** complementan esta estrategia al simular una fuente de alimento o lugar de oviposición. Este tipo de trampa suele utilizar fermentos, levaduras, pescado, frutas o cebos comerciales, que emiten compuestos volátiles detectados por las moscas a larga distancia. Su eficacia depende del tipo de atrayente utilizado, la temperatura ambiental y su correcta instalación en zonas de alto tránsito. Una correcta combinación de estas trampas permite no solo capturar insectos adultos sino también obtener información clave sobre los picos de infestación, lo cual facilita la toma de decisiones oportunas sobre medidas de refuerzo químico o biológico.

Las trampas físicas presentan varias **ventajas importantes** frente a otros métodos de control. Una de las más destacadas es su **baja toxicidad**, lo que las convierte en herramientas seguras para utilizar en presencia de animales, operarios y alimentos. Son también métodos selectivos, ya que están diseñadas para atraer principalmente a moscas adultas, evitando afectar a otros insectos beneficiosos. Además, requieren poca capacitación técnica para su implementación, lo que permite a los operarios integrarlas de forma rutinaria en programas de vigilancia y control. Este conjunto de atributos las convierte en una herramienta accesible, de bajo costo y ambientalmente segura.

Sin embargo, también presentan **desventajas prácticas** que deben considerarse. El manteni-

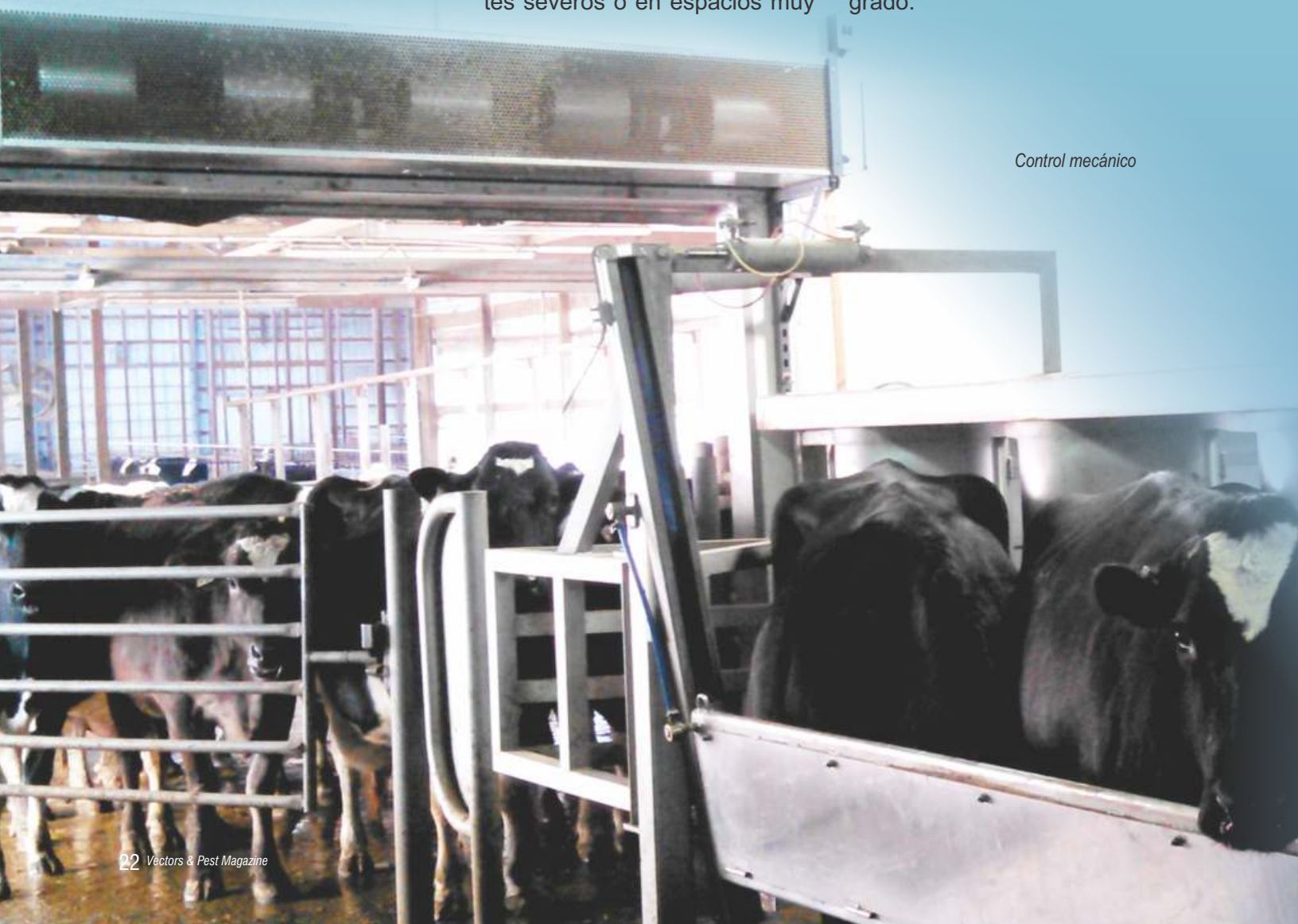
1.1. Tipos de trampas físicas para el control de moscas sinantrópicas

Tipo de trampa	Mecanismo de acción	Material / Ejemplo	Uso recomendado
Trampa pegajosa	Superficie adhesiva que atrapa al contacto	Cartones con pegamento	Interiores, pasillos, puntos críticos
Trampa de agua	Recipiente con líquido + detergente (rompe tensión)	Cubetas o bandejas	Establos, comederos, áreas abiertas
Trampa con atrayente	Cebo alimenticio u olfativo + contenedor trampa	Trampas comerciales con cebo	Cerca de fuentes orgánicas, estercoleros

Fuente: Adaptado de Bennett et al. (2010), Geden & Hogsette (2006).

miento frecuente es indispensable: las trampas pegajosas pierden eficacia al saturarse de insectos o polvo, y los atrayentes deben renovarse con regularidad para evitar la descomposición. Su **área de acción es limitada**, por lo que no sustituyen el control masivo, necesario en brotes severos o en espacios muy

grandes. Además, si se instalan incorrectamente, pueden generar acumulación de insectos muertos o feromonas de alarma, lo que puede incluso repeler a nuevas moscas. Por eso, su uso debe planificarse estratégicamente y combinarse con otras herramientas del manejo integrado.



Control mecánico

1.2. Comparación de ventajas y desventajas del uso de trampas físicas

Característica	Ventajas principales	Desventajas / limitaciones
Eficacia localizada	Buena captura en puntos estratégicos	No reduce poblaciones generales
Seguridad	Sin tóxicos ni residuos químicos	Puede atraer moscas si se ubican mal
Operación	Fácil instalación y monitoreo	Requiere cambio frecuente de adhesivos o cebos

Aunque las trampas físicas no involucran productos tóxicos, pueden presentar **riesgos sanitarios indirectos**, si no se gestionan correctamente. Uno de los más comunes es la **exposición a adhesivos** utilizados en trampas pegajosas, los cuales pueden causar irritación dérmica o respiratoria en operarios, si se manipulan sin guantes o protección adecuada. Además, si las trampas están situadas cerca de alimentos, bebederos o zonas de manejo animal, pueden actuar como fuentes de **contaminación cruzada**, especialmente cuando contienen restos de insectos en descomposición, excretas o residuos de cebos mal conservados.

Para prevenir estos efectos adversos, se recomienda implementar protocolos de **ubicación, revisión y eliminación de residuos derivados** del uso de trampas. Las trampas deben instalarse en zonas techadas, bien ventiladas y alejadas de áreas sensibles, y deben ser inspeccionadas y reemplazadas regularmente para evitar el efecto contrario al deseado: la atracción de nuevas plagas secundarias. La formación adecuada del personal en la manipulación y limpieza de estos dispositivos es fundamental para garantizar un entorno limpio, seguro y saludable dentro de las explotaciones pecuarias.

Como puede verse, las trampas físicas ofrecen ventajas importantes dentro del manejo integrado, especialmente por su selecti-

vidad, bajo costo y ausencia de residuos tóxicos. Son ideales en entornos sensibles donde el uso de insecticidas está restringido, y permiten realizar monitoreos poblacionales continuos (Geden & Hogsette, 2006). Sin embargo, también presentan limitaciones prácticas, como la necesidad de mantenimiento frecuente, posible saturación por polvo o insectos atrapados, y cobertura limitada, lo que impide un control a gran escala si no se combinan con otras medidas. Además, su uso inapropiado puede generar riesgos sanitarios: la exposición prolongada a adhesivos químicos, la acumulación de insectos muertos o líquidos en descomposición puede atraer otras plagas o contribuir a la contaminación del ambiente (Zurek & Nayduch, 2016; Baleba et al., 2019). Por ello, se recomienda su implementación como parte de una estrategia integrada, donde se mantenga un equilibrio entre eficacia, higiene y seguridad para el entorno productivo y el personal.

2. Control Mecánico

El control mecánico comprende aquellas acciones físicas que, sin el uso de químicos, **interrumpen, bloquean o eliminan activamente las condiciones que favorecen la presencia y reproducción de moscas sinantrópicas**. De acuerdo con la Guía Científica de Truman para operaciones de manejo de plagas (Bennett, Owens & Corrigan, 2010), este tipo de control incluye desde barreras físicas hasta intervenciones mediante dispositivos como **ventiladores de alta velocidad o corrientes forzadas de aire**, utilizados para **interrumpir el vuelo de las moscas** e impedir su ingreso a áreas sensibles, como salas de ordeño, zonas de alimentación o criaderos artificiales. Esta técnica ha mostrado efectividad en espacios cerrados, ya que las moscas tienen

1.3. Consideraciones sanitarias y riesgos en el uso de trampas físicas

Riesgo potencial	Causa / situación relacionada	Prevención recomendada
Exposición a adhesivos	Manipulación sin guantes; adhesivos en zonas abiertas	Uso de guantes y colocación en soportes
Contaminación cruzada	Trampas mal ubicadas cerca de alimento o animales	Colocación en zonas periféricas y techadas
Atrayentes en descomposición	No renovación o mantenimiento frecuente	Cambio semanal de atrayentes y limpieza

Referencias: Zurek & Nayduch (2016), Pickens et al. (1972), Geden & Hogsette (2006).



baja capacidad de navegación contra el flujo de aire dirigido.

Asimismo, la **limpieza mecánica rutinaria de superficies**—con raspadores, palas, hidrolavadoras o cepillos— representa una de las acciones más importantes para la **remoción de residuos orgánicos**, fuente principal de cría y alimentación para las fases larvales. Estudios recientes confirman que la **frecuencia y cobertura del retiro de estiércol y desperdicios** impacta directamente la tasa de oviposición y emergencia de adultos (Macovei et al., 2020). Si se interrumpe el ciclo reproductivo mediante remoción física de estos materiales cada 24 a 48 horas, puede reducirse hasta en un 80 % la densidad poblacional de moscas, especialmente cuando se combina con medidas de exclusión o inhibidores del crecimiento larval.

2.1. Ventajas y desventajas del control mecánico

Una de las principales ventajas del control mecánico es su **acción inmediata y localizada**, lo que permite una respuesta rápida en situaciones de alta infestación. Además, al no involucrar sustancias químicas, **elimina el riesgo de residuos tóxi-**

cos o generación de resistencia en las poblaciones de insectos y es compatible con sistemas de producción orgánica y esquemas de certificación sanitaria. También representa una herramienta de bajo costo, a largo plazo, cuando se planifica su implementación en el diseño estructural de las instalaciones, como en el caso de ventiladores montados en puertas o zonas de paso. (Geden & Hogsette, 2006; Mulla et al., 1977)

No obstante, su eficacia puede estar **condicionada por el diseño arquitectónico del galpón o instalación productiva**, ya que requiere control del flujo de aire, ubicación estratégica de extractores y superficies de fácil limpieza. El uso de **equipos mecánicos implica un consumo energético elevado**, especialmente en climas cálidos o húmedos, donde la renovación de aire debe ser constante. Además, su impacto sobre poblaciones externas o dispersas es limitado, por lo que su efectividad se potencia solo cuando se integra a un programa de manejo integrado con otras medidas complementarias (Pickens et al., 197; Kaufman et al., 2005).

La integración del control mecánico con el uso racional

de reguladores del crecimiento, como los juvenoides, también conocidos como análogos a la hormona juvenil de los insectos, y los inhibidores de la síntesis de quitina, ha demostrado ser una de las estrategias más efectivas para controlar las poblaciones de moscas sinantrópicas en ambientes pecuarios e industriales. Mientras que la limpieza y remoción mecánica de residuos reduce de forma inmediata la disponibilidad de hábitats para la oviposición, los **insecticidas con acción sobre las fases inmaduras** interrumpen el desarrollo larval y previenen la emergencia de nuevos adultos, reforzando así el efecto de las acciones físicas. Esta combinación es especialmente útil en sistemas intensivos, donde el estiércol acumulado actúa como reservorio larval. Estudios como el de Kaufman et al. (2005), confirman que el uso coordinado de larvicidas como el **Diflubenzuron y pupicidas como el Pyriproxyfen (Análogo VPM)**, junto con la limpieza programada de camas, permite una reducción sostenida de la población de moscas, sin recurrir al uso indiscriminado de adulticidas.



2.2. Riesgos sanitarios y consecuencias para la salud humana

A pesar de sus beneficios, el control mecánico no está exento de riesgos sanitarios indirectos. Uno de los principales es la **generación de ruido**, especialmente en instalaciones con múltiples ventiladores industriales o extractores funcionando continuamente, lo que puede afectar el bienestar de los operarios y de los animales. Además, el uso intensivo de equipos de limpieza de alta presión o remoción mecánica puede **aumentar la dispersión de polvo, esporas fúngicas, restos fecales y otros alérgenos**, incrementando el riesgo de enfermedades respiratorias ocupacionales, como la alveolitis alérgica o bronquitis crónica. (Zurek & Nayduch, 2016).

Por estas razones, se recomienda implementar **medidas preventivas**, como el uso de equipos de protección personal (mascarillas, gafas, protectores auditivos), pausas activas, mantenimiento regular de los dispositivos y sistemas de ventilación bien diseñados, que minimicen la recirculación de partículas contaminantes. Un enfoque que equilibre **eficacia operativa y prevención de riesgos labora-**

les permitirá que el control mecánico contribuya no solo a reducir la carga vectorial, sino también a **mejorar la salud ambiental y ocupacional dentro de las explotaciones pecuarias**.

3. Barreras físicas de exclusión

Los métodos de exclusión física buscan impedir el ingreso de moscas sinantrópicas mediante barreras pasivas, que actúan como un sistema de defensa preventiva en puntos críticos de acceso. Las mallas o redes de exclusión son las herramientas más utilizadas en este enfoque. Están fabricadas con materiales como polietileno de alta densidad, poliéster recubierto o incluso acero inoxidable, según el entorno y la durabilidad requerida. Para que sean efectivas contra *Musca domestica*, se recomienda un tamaño de abertura inferior a 1.5 mm, que impide el paso de los adultos, sin comprometer la ventilación. Además, el tratamiento con resistencia UV prolonga su vida útil frente a la exposición solar en ambientes externos.

Complementariamente, el sellado estructural de accesos mediante burletes (tiras de mate-

riales como goma, silicona o espuma, diseñadas para sellar las rendijas entre el marco de la ventana y la hoja, evitando así la entrada de aire, polvo, ruidos y humedad) es una solución sencilla y económica para mejorar el aislamiento de las instalaciones y reducir el consumo de energía, al evitar la pérdida de calor; cortinas plásticas, cepillos de puerta y cierres automáticos, ayuda a minimizar las entradas accidentales por corrientes de aire o circulación de personas y animales. Este tipo de sellado es especialmente relevante en áreas cerradas, como salas de incubación, almacenamiento de alimento, oficinas técnicas o laboratorios, dentro del sistema productivo. Su efectividad depende de una correcta instalación y de la revisión periódica, para evitar desgastes o pérdidas de aislamiento, lo cual podría generar puntos vulnerables al ingreso de vectores.

3.1. Ventajas y desventajas de los métodos de exclusión

La principal ventaja de los métodos de exclusión es su capacidad para actuar como una barrera física continua, lo que reduce significativamente el ingreso de moscas y otros vectores sin

necesidad de intervención química o biológica. Además, una vez instalados correctamente, los elementos de exclusión requieren un bajo nivel de intervención operativa diaria, lo que los convierte en una estrategia rentable a largo plazo (Geden & Hogsette, 2006). Esta estrategia también contribuye a mantener una mayor higiene ambiental y reduce la frecuencia de aparición de plagas secundarias asociadas a materia orgánica en descomposición.

Sin embargo, existen limitaciones estructurales y económicas asociadas a su implementación. El costo inicial de instalación de redes especializadas, materiales resistentes a la intemperie o sistemas automáticos de cierre puede ser elevado, especialmente en explotaciones de gran escala o en infraestructura antigua. Además, las roturas por uso o por impacto con maquinaria o animales pueden generar puntos de acceso que anulan su efectividad, si no se detectan y reparan oportunamente. Por ello, la exclusión debe formar parte de un programa de mantenimiento estructural rutinario, para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

3.2. Comparación de materiales y elementos de exclusión para moscas sinantrópicas

3.3. Un ejemplo práctico: Exclusión física en una granja porcina intensiva

En una granja de cerdos con 300 madres, ubicada en zona cálida y húmeda, el ingreso constante de moscas a los galpones representaba un problema recurrente de salud y estrés animal. La implementación de métodos de exclusión física incluyó la instalación de mallas de polietileno UV de 1 mm en todas las rejillas de ventilación cruzada de los galpones, y el uso de burletes de goma en puertas metálicas, que antes dejaban ranuras por donde ingresaban vectores. Además, se instalaron cortinas plásticas transparentes en los accesos principales, lo que permitió mantener la bioseguridad sin limitar la circulación del personal.

A los tres meses, el monitoreo con trampas pegajosas mostró una reducción del 65% en la captura promedio de moscas adultas en el interior. Al combinar esta barrera estructural con la limpieza frecuente de fosas y el uso de un regulador de crecimiento larval en el área de estiércol, se logró mantener la presión vectorial en niveles controlables durante la época más crítica del año.

3.4. Consecuencias sanitarias y estructurales para la salud humana y ambiental

Desde el punto de vista sanitario y laboral, los métodos de exclusión presentan beneficios importantes, pero también ciertos riesgos indirectos que deben contemplarse. Una exclusión



Comparación de materiales y elementos de exclusión para moscas sinantrópicas

Elemento de exclusión	Material común	Tamaño de apertura recomendado	Características clave	Uso recomendado
Malla mosquitera UV	Polietileno de alta densidad	1.0–1.5 mm	Resistente a la intemperie, flexible, duradera	Ventanas, aberturas de ventilación
Malla metálica galvanizada	Acero inoxidable o galvanizado	1.0 mm	Alta resistencia, mayor rigidez, difícil de romper	Zonas expuestas a impactos o roedores
Cortina plástica tipo tira	PVC flexible	No aplica	Cierre visual y físico, fácil paso de personas	Entradas a zonas de trabajo o galpones
Burletes y sellos de goma	Caucho o silicona industrial	Cerramiento total	Aislante, evita ingreso por ranuras	Marcos de puertas, ventanas, portones

Fuente: Adaptado de Geden & Hogsette (2006); Bennett et al. (2010)



3. Paralelamente, se utilizó **Pyriproxyfen**, un **juvenoide**, en zonas húmedas de acumulación de excretas, bloqueando la metamorfosis larval y reduciendo la emergencia de adultos.

En las seis semanas posteriores, el monitoreo con trampas de agua y conteo de larvas mostró una **disminución del 80% en las fases inmaduras** y una reducción sostenida del número de adultos dentro del galpón. La acción sinérgica entre **barreras estructurales y tratamientos dirigidos a estadios juveniles** permitió controlar la población sin necesidad de adulticidas químicos, minimizando el riesgo de resistencia y protegiendo la inocuidad del producto.

Este tipo de experiencias permite ver cómo diversas herramientas del **MIP pueden trabajar juntas**, siempre con base técnica y bajo supervisión profesional.

excesiva o mal diseñada puede comprometer la ventilación natural, generando acumulación de humedad, gases o vapores en espacios cerrados. Esto puede afectar la calidad del aire interior y favorecer el crecimiento de hongos, bacterias u otros microorganismos que impactan la salud respiratoria de trabajadores y animales (Zurek & Nayduch, 2016).

También es fundamental garantizar que las barreras físicas no interfieran en la seguridad estructural o con las salidas de emergencia. Por ejemplo, cortinas plásticas mal instaladas o redes fijas en puertas pueden obstaculizar rutas de evacuación en caso de incendios o emergencias sanitarias. Por ello, toda intervención de exclusión debe diseñarse con criterio técnico y normativo, evaluando su integración con los sistemas de ventilación forzada, iluminación y circulación de personal, para mantener un equilibrio entre bioseguridad y bienestar ocupacional (Bennett et al., 2010; Pickens et al., 1972).

alta densidad de moscas adultas, especialmente durante la temporada cálida y en las zonas cercanas al almacenamiento de estiércol. Aunque ya se realizaba limpieza programada, las moscas seguían reproduciéndose en los residuos húmedos bajo las jaulas. Como parte de una estrategia MIP, se diseñó un plan en tres fases:

1. Se instalaron **mallas mosquiteras UV de 1 mm** en todas las ventanas laterales y salidas de ventilación, además de cortinas plásticas en accesos de carga y descarga. Esto redujo el ingreso de nuevas moscas desde el exterior.
2. Se aplicó **Diflubenzuron**, un **inhibidor de la síntesis de quitina**, sobre las camas y la fosa de estiércol, para interferir en el desarrollo del exoesqueleto larval.

4. Control químico

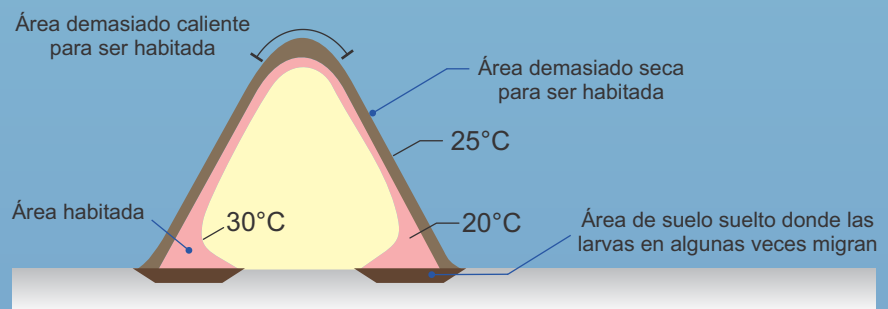
4.1. Insecticidas juvenoides (IGR)

4.1.1. Introducción y modo de acción

Los **insecticidas juvenoides**, también conocidos como **reguladores de crecimiento de insectos (IGR**, por su sigla en inglés), son compuestos sintéticos que imitan las hormonas juveniles naturales presentes en los insectos, interfiriendo en su desarrollo normal. Al mantener

Un ejemplo práctico: Exclusión física en una granja avícola

Una granja avícola con capacidad para 60.000 gallinas de postura presentaba problemas de



Corte transversal de una pila de estiércol que identifica las áreas habitadas por las larvas de las moscas



niveles hormonales artificialmente altos, impiden que las larvas completen su metamorfosis hacia la fase adulta, lo que provoca una interrupción del ciclo reproductivo de la mosca sin necesidad de eliminar los adultos directamente (Mulla et al., 2003). Entre los más utilizados en ambientes pecuarios se destacan el **metopreno** y el **hidro-preno**, aplicados directamente en camas, estiércol o zonas húmedas, donde las larvas se desarrollan. Estas dos moléculas no se encuentran registradas en Colombia a la fecha; en cambio, el **Pyriproxyfen** viene comercializándose en nuestro país en una formulación de concentrado emulsionable al 10% con registro de marca (Analogue VPM)

4.1.2. Ventajas operativas y ambientales

A diferencia de los adulticidas, los IGR presentan una **baja toxicidad para mamíferos**, aves y humanos, lo que permite su uso en presencia de animales sin comprometer la seguridad del sistema productivo. Además, no ejercen presión de selección sobre los insectos adultos, lo que **retrasa la aparición de resistencia**, especialmente si se integran con métodos físicos y mecánicos. **Su efecto residual puede extenderse entre 2 y 3 meses**, dependiendo del sustrato y condiciones ambientales, lo que los convierte en herramientas de bajo mantenimiento, con alto **impacto sobre poblaciones larvales**.

4.1.3. Integración con otras herramientas del MIP

El uso de juvenoides encuentra su máxima eficacia cuando se integra **con barreras físicas y estrategias mecánicas**, como la limpieza frecuente de residuos y el uso de trampas para monitoreo de adultos. Esta integración reduce la cantidad de huevos depositados, limita los hábitats larvarios y corta el ciclo reproductivo sin afectar insectos benéficos. Por ejemplo, en sistemas avícolas y porcícolas, la **aplicación mensual de metopreno en fosas y zonas húmedas**, combinada con control de ingreso de vectores y exclusión estructural, puede reducir la población en un 70–90% sin recurrir a adulticidas químicos (Kaufman et al., 2005). El **Pyriproxyfen** puede también ser anexado a esta integración.





4.1.4. Riesgos y consideraciones sanitarias

A pesar de sus ventajas, los IGR no están exentos de desafíos. Su aplicación debe ser **cuidadosamente dosificada**, ya que dosis insuficientes pueden no interrumpir adecuadamente la metamorfosis, y dosis excesivas pueden alterar otros organismos no objetivo, si hay escurrimientos o acumulación. Aunque son menos tóxicos que otros insecticidas, deben aplicarse **usando elementos de protección personal (guantes, gafas, protección respiratoria)**, bajo normas de bioseguridad, para evitar exposición prolongada del personal. También se debe considerar el cumplimiento de los **límites máximos de residuos (LMR)** en productos animales para exportación, si se produce en contextos regulados.

4.1.5. Casos prácticos

La efectividad de los IGR ha sido respaldada por múltiples estudios. Por ejemplo, MacVean et al. (2022) documentaron una reducción del 85% en densidad larval en granjas porcinas, mediante la aplicación de **hidro-preno** en zonas de acumulación de excretas, sin afectación en parámetros productivos.

Igualmente, Gerry et al. (2007) evaluaron metopreno en una granja lechera de alta densidad, logrando una **disminución sostenida de la carga vectorial** por más de 6 semanas, cuando se integró con limpieza mecánica cada 48h. Estas evidencias demuestran que los juvenoides son una herramienta clave para la sostenibilidad del control químico dentro de un enfoque de MIP.

4.2. Inhibidores de la síntesis de quitina (CSI)

4.2.1. Modo de acción y uso en campo

Los **inhibidores de la síntesis de quitina** actúan bloqueando la formación de la cutícula externa de los insectos durante sus mudas, interfiriendo así su crecimiento normal. En particular, **Diflubenzuron** y **novaluron** son los compuestos más usados en entornos pecuarios, en donde se aplican directamente sobre sustratos orgánicos —como camas, gallinaza o fosas de estiércol— e los que las larvas se desarrollan. Estos compuestos no eliminan adultos, pero impiden que las larvas pasen a pupa o que eclosionen adecuadamente, lo que genera un **colapso del ciclo**

reproductivo (Geden & Hogsette, 2006).

4.2.2. Ventajas operativas y perfil ambiental.

Entre sus ventajas destaca su **alta especificidad para insectos**, bajo impacto sobre mamíferos y aves, y una **residualidad prolongada**, lo que permite aplicaciones quincenales o mensuales, según el tipo de explotación. Los CSI no generan resistencia cruzada con otros insecticidas y son **altamente compatibles con métodos biológicos y mecánicos**. Además, su perfil ecotoxicológico los hace adecuados para sistemas de producción que buscan minimizar el uso de químicos convencionales (Mian et al., 2020) y su aplicación no afecta significativamente a insectos benéficos, como depredadores o parasitoides.

4.2.3. Integración con MIP y estrategias complementarias.

Su integración con métodos físicos, como la **limpieza frecuente del estiércol** y la **exclusión estructural**, incrementa la eficacia del control larvario, al reducir tanto la carga biológica como los sitios de cría. Además, en sistemas con alta presión vectorial,



pueden usarse junto con **juvenoides** para ejercer una doble interrupción sobre las fases inmaduras, y, posteriormente, con adulticidas localizados en zonas externas. En sistemas avícolas de piso, el uso de **Diflubenzuron sobre camas** permite mantener la carga larvaria controlada sin afectar a las aves ni al personal (Kaufman et al., 2005).

4.2.4. Riesgos, resistencia y consideraciones sanitarias

Si bien los CSI presentan una **toxicidad muy baja para humanos**, su aplicación indebida puede contaminar agua o afectar organismos acuáticos, por lo que se recomienda evitar escurrimientos y aplicar en sustratos estables. También es importante **rotar su uso con otros principios activos**, pues hay reportes incipientes de tolerancia en poblaciones de mosca doméstica expuestas a aplicaciones prolongadas sin alternancia (Khan et al., 2023). El uso de **equipo de protección personal (EPP)** básico, como guantes y mascarillas, es suficiente durante su manejo, y los residuos suelen estar por debajo de los límites máximos establecidos para productos animales.

Estudios recientes confirman la eficacia de los CSI en ambientes

productivos reales. Aly et al. (2021) demostraron que la aplicación de **Novaluron en galpones avícolas** redujo la densidad larval en más del 90% durante un período de 45 días. De igual forma, Khan et al. (2023) y Lohmeyer et al. (2014) documentaron, en sistemas porcinos y ganaderos intensivos, una significativa reducción de la emergencia de adultos, con aplicaciones dirigidas de **Diflubenzuron**, especialmente cuando se combinó con limpieza estructural. Estos resultados refuerzan el papel de los CSI como componentes clave en estrategias de control integrado a mediano y largo plazo.

El **Pyriproxyfen** es un regulador del crecimiento de insectos (IGR) que actúa como **análogo de la hormona juvenil**, interfiriendo en el desarrollo larval de los insectos, al evitar la transformación en adultos fértiles. Su uso ha ganado popularidad en ambientes avícolas debido a su **alta selectividad**, baja toxicidad para aves y humanos, y su efectividad incluso en condiciones de alta carga orgánica. A diferencia de los adulticidas, “Pyriproxyfen” **no elimina moscas adultas**, pero sí impide la emergencia de nuevas generaciones, lo que resulta en una **disminución pro-**

gresiva de la población a lo largo del tiempo.

Un estudio pionero en Colombia, publicado en la **Revista de la Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas (ACOVEZ)**, fue realizado por **Hernández Vargas, E., Moncada, L. I., Panza, C. A. y Quiñones, M. L. (2022)**. En este trabajo se evaluó el uso de **Pyriproxyfen en formulación de concentrado emulsionable, aplicado sobre gallinaza producida en gallinas ponedoras en jaula**. El estudio demostró una **reducción significativa de larvas viables y una disminución de hasta el 78% en la emergencia de adultos** después de cuatro semanas de aplicación, sin observaciones de efectos adversos sobre la salud de las aves o los operarios. Además, se destacó la facilidad de aplicación y la residualidad del producto en sustratos de alta humedad, típicos de los galpones de postura.

La experiencia en Colombia se alinea con estudios internacionales, como los de Kaufman et al. (2005) y Gerry et al. (2007), que han documentado reducciones similares en entornos productivos al integrar **Pyriproxyfen** con otras herramientas del MIP, como la **exclusión física, trampas de monitoreo y limpieza estructural frecuente**. Estos resultados refuerzan el valor del **Pyriproxyfen** como un componente fundamental del control químico en granjas avícolas, donde su **uso estratégico reduce la presión sobre los adulticidas**, insecticidas de uso común, minimiza la resistencia y protege tanto el ambiente como la inocuidad alimentaria.

En explotaciones porcinas, donde la acumulación de materia orgánica húmeda —como estiércol, restos de alimento y ori-

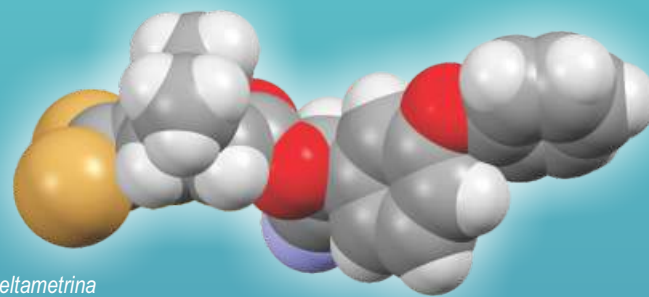
na— crea condiciones ideales para el desarrollo larval de *Musca domestica*, el uso de **Pyriproxyfen** se ha consolidado como una estrategia preventiva clave. En estas granjas, suele aplicarse en forma de **granulado o polvo seco sobre las fosas de estiércol, camas o canales de drenaje**, con excelentes resultados. Estudios como el de MacVean et al. (2022) demostraron que su aplicación mensual redujo la emergencia de adultos en más del **80% en áreas críticas de cría**, sin necesidad de tratamientos con adulticidas, lo que representó un ahorro significativo en costos operativos y una reducción del riesgo de resistencia.

La efectividad del **Pyriproxyfen** aumenta cuando se **integra con prácticas sanitarias** en las explotaciones porcinas, como la **remoción mecánica de residuos cada 48 h**, el **uso de ventilación dirigida** y la implementación de **exclusión física** mediante mallas en ventanas y ductos. Investigaciones recientes, como las de Ravelo-Pérez et al. (2021), han documentado cómo estas estrategias combinadas permiten mantener una carga vectorial baja, incluso en granjas de ciclo completo, reduciendo los focos de reproducción larval y aumentando el bienestar animal. Además, se ha observado que el uso prolongado de **Pyriproxyfen no afecta negativamente los parámetros productivos ni la salud de los trabajadores**, lo que lo convierte en un aliado ideal para sistemas intensivos que buscan sostenibilidad y bioseguridad.

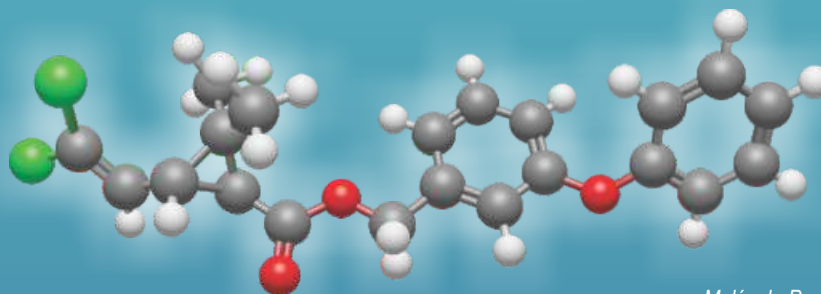
4.3. Adulticidas

4.3.1. Piretroides, acción rápida con bajo impacto en mamíferos

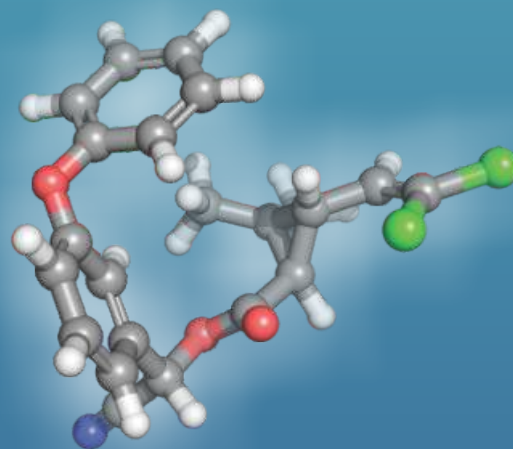
Los **piretroides**, como la **Deltametrina**, la **Permetrina**, la **Alfa-Cipermetrina** y la



Molécula Deltametrina



Molécula Permetrina



Molécula Cipermetrina

Cipermetrina, actúan sobre el sistema nervioso de los insectos, interfiriendo la conducción de impulsos en los canales de sodio, lo que produce hiperexcitación, parálisis y muerte del insecto. Son usados comúnmente como **aspersión superficial**, nebulización (ULV) o tratamiento puntual en zonas de descanso de moscas, como paredes, postes y techos. Su acción es rápida, lo que los convierte en una herramienta útil cuando se requiere una **reducción inmediata de la población adulta** (Scott, 2017).

Las ventajas más notables de los piretroides incluyen su **rápida acción insecticida**, **baja toxicidad en aves y mamíferos**, y su **eficacia en aplicaciones localizadas o de bajo volumen**. Además, muchos productos piretroides tienen una buena residualidad, permaneciendo activos por varios días sobre superficies porosas o no porosas, dependiendo de la formulación. Esto permite mantener el control de adultos, mientras otras estrategias (como juvenoides o inhibidores de quitina) actúan sobre fases inmaduras.

Desventajas y limitaciones
No obstante, los piretroides también presentan desventajas importantes. Su uso continuo o mal dosificado ha generado **resistencias crecientes en poblaciones de *Musca domestica***.

Desventajas y limitaciones

No obstante, los piretroides también presentan desventajas importantes. Su uso continuo o mal dosificado ha generado **resistencias crecientes en poblaciones de *Musca domestica***.

tica, especialmente en ambientes pecuarios donde se repite el mismo principio activo sin rotación (Khan et al., 2021). Además, su acción se limita a los insectos que entran en contacto directo con superficies tratadas, por lo que no eliminan larvas ni interfieren el ciclo biológico completo.

Riesgos sanitarios y ambientales

Aunque son considerados menos tóxicos que otros insecticidas, los piretroides pueden causar **irritaciones dérmicas y respiratorias** en el personal, si no se utilizan correctamente. También **tienen efectos tóxicos en peces y organismos acuáticos**, por lo que deben evitarse derrames o escurrimientos

hacia cuerpos de agua. Es fundamental seguir las indicaciones de etiqueta y aplicar con **EPP completo**, como mascarilla, guantes y gafas protectoras.

4.3.2. Organofosforados, eficacia elevada con mayor riesgo toxicológico

Los organofosforados, como el Malatión y el Clorpirifos, actúan inhibiendo la enzima acetilcolinesterasa, esencial para la transmisión de impulsos nerviosos. Esta inhibición provoca una acumulación de acetilcolina, generando una estimulación continua que deriva en parálisis y muerte del insecto. Son aplicados por aspersión o neblina, y suelen emplearse en situaciones de alta infestación, donde se requiere **un control inmediato**

y potente de adultos (Gerry et al., 2009). En Colombia fue prohibido recientemente el uso de Clorpirifos en aplicaciones pecuarias, agrícolas y de salud pública. En su reemplazo, puede ser utilizado el Fenitroton.

Eficacia y desventajas importantes

Aunque los organofosforados son altamente efectivos, su uso está limitado por su elevada toxicidad aguda para humanos y animales no objetivo, así como por su peligro ambiental, especialmente en sistemas abiertos. Además, su uso repetido también ha generado resistencia en moscas y se han documentado efectos negativos en aves, como estrés y cambios en parámetros

Métodos de control químico de Musca domestica - Tabla comparativa

Grupo	Principio activo	Modo de acción	Ventajas	Desventajas	Riesgos para la salud humana y el ambiente
Adulticidas	Deltametrina, Cipermetrina, Malatión, Fenitroton	Actúan sobre el sistema nervioso de moscas adultas (bloqueo de canales de sodio o inhibición de acetilcolinesterasa)	Rápida acción, útil en emergencias, alta eficacia inicial	Generación de resistencia, efecto limitado (sólo adultos), requieren aplicación frecuente	Riesgo de intoxicación, irritaciones respiratorias o dérmicas, residuos en productos animales, toxicidad acuática
IGRs (Juvenoides)	Pyriproxyfen, Metopreno, Hidropreno	Imitan la hormona juvenil, impidiendo la metamorfosis de larvas a adultos fértiles	Baja toxicidad, alta especificidad, excelente residualidad, sin efecto sobre adultos benéficos	Acción lenta (efecto diferido), no eliminan adultos, sensibilidad a la dosis	Riesgo bajo, pero requieren EPP y aplicación cuidadosa para evitar residuos indirectos
CSIs (Quitina)	Diflubenzurón, Novaluron	Inhiben la síntesis de quitina en larvas, impidiendo el desarrollo del exoesqueleto	Alta especificidad, residualidad prolongada, compatible con métodos biológicos y físicos	No actúa sobre adultos, riesgo de tolerancia si no hay rotación, posibles impactos acuáticos	Bajo riesgo humano; alta toxicidad para crustáceos y organismos acuáticos, debe evitarse escurrimiento

Nota:

- **Rotación y combinación** de estos métodos es clave para evitar la resistencia.
- La elección del producto depende del **estado del ciclo poblacional** de las moscas, el entorno y los recursos disponibles.
- **La sinergia** entre métodos (por ejemplo, usar IGRs + trampas físicas + exclusión estructural) **maximiza el éxito del MIP.**



productivos, si se aplica incorrectamente o en ambientes cerrados (Scott et al., 2019).

Debido a sus riesgos, **los organofosforados deben utilizarse como última opción dentro del MIP**, bajo condiciones controladas y con estrictas medidas de protección. Pueden ser útiles en brotes agudos de moscas, cuando otras medidas han fallado, o como parte de un plan de rotación de principios activos, que incluya períodos de retiro y uso alternado con piretroides o reguladores de crecimiento. Se recomienda un monitoreo constante de residuos y una capacitación rigurosa del personal aplicador para evitar intoxicaciones.

5. Control biológico de *Musca domestica* en sistemas pecuarios

El control biológico busca **reducir las poblaciones de plagas mediante el uso de organismos vivos o sus productos derivados**, con el objetivo de mantener el equilibrio ecológico, sin afectar la salud humana o animal. En el caso de *Musca domestica*, se han estudiado diversos **entomopatógenos naturales**, como bacterias, hongos, virus y nematodos, así como **exotoxinas producidas**

por microorganismos, que actúan de forma directa o indirecta sobre diferentes fases del insecto.

5.1. Entomopatógenos

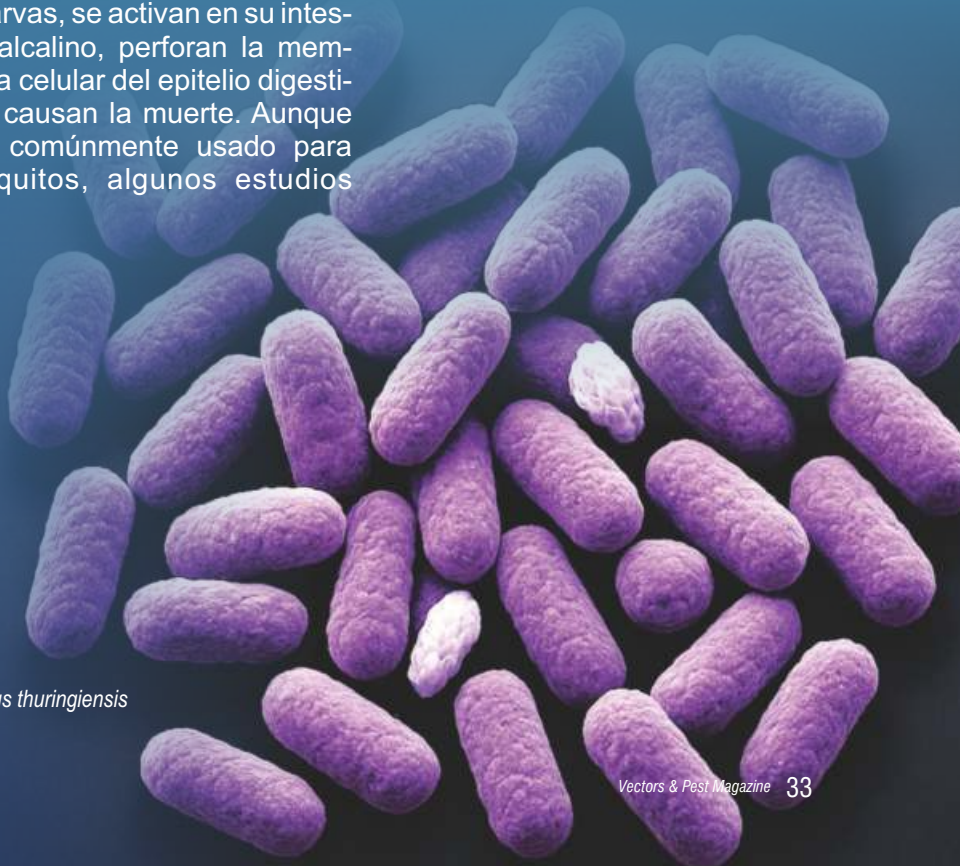
5.1.1. *Bacillus thuringiensis* y sus endotoxinas

Una de las herramientas más reconocidas es el uso de **endotoxinas producidas por *Bacillus thuringiensis* var. israelensis (Bti)**. Estas toxinas cristalinas, al ser ingeridas por las larvas, se activan en su intestino alcalino, perforan la membrana celular del epitelio digestivo y causan la muerte. Aunque más comúnmente usado para mosquitos, algunos estudios

han demostrado eficacia moderada en larvas de *M. domestica*, especialmente cuando se aplican en ambientes húmedos y con materia orgánica limitada (Kumar et al., 2021).

5.1.2. Hongos entomopatógenos: *Beauveria* y *Metarhizium*

Los hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, actúan por contacto directo, germinando sobre el tegumento del insecto.



Bacillus thuringiensis



Colonia de *Metarhizium anisopliae*



Beauveria bassiana



to y penetrando su cutícula. Una vez dentro, colonizan su hemoceloma y liberan toxinas que llevan a la muerte. Estos hongos son efectivos contra larvas y adultos, y pueden aplicarse en forma de polvos secos o formulaciones húmedas, en sitios de descanso de las moscas. Su uso en sistemas avícolas y porcinos ha mostrado reducción poblacional cuando se combina con limpieza estructural (Quesada-Moraga et al., 2006). Como fue mencionado, la sinergia con otras herramientas, como el Pyriproxyfen, favorece la prevención y el control de estos insectos.

5.1.3. Virus y nematodos entomopatógenos

En menor escala, se han explorado **virus entomopatógenos**, como los nudivirus o los entomopoxvirus, aunque su desarrollo para uso comercial aún es limitado. Por otro lado, **nematodos entomopatógenos** como *Steinernema* y *Heterorhabditis* han sido efectivos en la reducción de larvas, al ser aplicados en sustratos húmedos. Estos nematodos liberan bacterias simbióticas en el interior del huésped, causando septicemia y muerte. Su uso, sin embargo, requiere **condiciones ambientales muy específicas** y una

humedad constante para su eficacia, lo cual limita su uso (Grewal et al., 2005). Se requiere aún más desarrollo para hacer de estos organismos una verdadera herramienta de prevención y control.

5.2. Exotoxinas microbianas

Las **exotoxinas microbianas** son sustancias activas liberadas por microorganismos como *Photobacterium luminescens* o *Serratia marcescens*, entre otros. Estas toxinas, aisladas y formuladas como bioinsecticidas, actúan interfiriendo procesos celulares críticos en las larvas o adultos de *M. domestica*. Se han desarrollado productos a base de **fermentaciones purificadas**, con eficacia demostrada en condiciones controladas de laboratorio. Su aplicación puede hacerse por aspersión en sitios estratégicos y su impacto será particularmente útil como alternativa a insecticidas químicos.

Aunque las exotoxinas presentan ventajas de **especificidad y bajo impacto ambiental**, su uso comercial aún es limitado, debido a **costos de producción, poca persistencia** y necesidad de **condiciones ambientales estables**. Aun así, algunos productos en desarrollo han mostrado sinergia cuando se combinan con entomopatógenos o

IGR, permitiendo reducir la carga larval sin generar presión selectiva sobre adultos.

Los biocontroladores ofrecen múltiples ventajas dentro del MIP: **alta especificidad, baja toxicidad para mamíferos, ausencia de residuos químicos y compatibilidad con otros métodos**. Además, su uso promueve la conservación de enemigos naturales y reduce la presión de selección de resistencia. En sistemas pecuarios, su aplicación estratégica permite mantener poblaciones de moscas bajo umbrales deseados, sin comprometer la seguridad del producto final.

5.3. Desventajas y condiciones limitantes

Entre las principales limitaciones del control biológico está su **menor persistencia** comparado con productos químicos, **dependencia de factores ambientales** como temperatura, humedad y exposición solar, y su **acción más lenta**, que no resulta útil en brotes agudos. También requiere un **seguimiento técnico constante**, lo que implica formación del personal y monitoreo continuo para asegurar su eficacia.

Una de las grandes fortalezas del control biológico es su **ino-**



Steinerema

Heterorhabditis



cuidad para humanos, aves y cerdos. Los microorganismos utilizados, al igual que sus toxinas, suelen estar certificados por agencias regulatorias (EPA, EFSA) como **no patogénicos**, y su uso se considera seguro en ambientes donde se manejan alimentos o productos de origen animal. No obstante, debe garantizarse que los productos estén **registrados y aprobados**, y que se sigan las recomendaciones de uso y almacenamiento, ya que los consumidores pueden cuestionar su eficacia al no obtener resultados esperados.

5.4. Los Neonicotinoides en cebos adulticidas

Debido a su diferente modo de acción, los insecticidas neonicotinoides son altamente efectivos sobre insectos que han desarrollado resistencia a otros grupos insecticidas. Estos biocidas se dividen en dos subfamilias que tienen grandes diferencias en su toxicidad, así:

- Los neonicotinoides cianosustituidos son aquellos que tienen un grupo acíclico en el lugar del segundo anillo heterocíclico, lo que los hace menos tóxicos comparados con otras sustancias activas, por ejemplo, el Acetamiprid y el Nitempyran.

- Los insecticidas neonicotinoides nitro-sustituidos, los cuales tienen un grupo heterocíclico cloro-sustituido, bien sea Clorpirinidil o clortiazolil, ligado a un segundo anillo heterocíclico, por ejemplo: el Imidacloprid, la Clotianidina y el Thiametoxan. Estas tres moléculas han sido cuestionadas en Europa por su alto potencial de daño sobre las abejas y polinizadores, razón por la cual no han sido autorizado su uso en protección de cultivos.

El Acetamiprid viene disponible en una formulación de gránulos solubles en agua al 10% (Muscid WG10), disponible para aplicaciones con aspersores convencionales o por pintura (brochado) sobre superficies en donde reposan las moscas. Se trata de un cebo atrayente, que contiene azúcar refinada, Lactosa y Z-9-Tricosene, una feromona de atracción sexual.

5.4.1. Modo de acción

Los Neonicotinoides actúan como neurotoxinas que afectan el sistema nervioso de los insectos al interactuar con los receptores del neurotransmisor Acetil Colina. Su modo de acción es similar al de la nicotina, y de allí su nombre; provoca una sobreestimulación de las células

nerviosas, produciendo hiperexcitación y muerte de los insectos.

5.4.2. Estudios de campo

Veamos los resultados de un estudio de eficacia patrocinado por Kwizda Agro GmbH en Austria, con el propósito de probar la eficacia de AMP 100 WG, en condiciones de campo; Acetamiprid como principio activo para la población control de mosca doméstica (*Musca domestica*) y mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*) en locales para la cría de animales domésticos en condiciones prácticas. La eficacia se estimó mediante las observaciones a las trampas, que reflejan la cantidad de moscas antes y después del tratamiento.

Todos los sitios tratados presentaron una infestación representativa antes de la aplicación del tratamiento. Doscientos gramos de Acetamiprid 10% WG (Muscid) se mezclaron con 200 ml de agua y la mezcla se aplicó con brocha y con rodillo en los sitios a tratar, cubriendo una superficie de 10 cm x 30 cm en las áreas preferidas de descanso de las moscas (preferiblemente en áreas brillantes y superficies claras). De acuerdo a información suministrada por el patrocinador

del estudio, 20 lugares o 20 paneles son suficientes para proteger 100 M² de piso. La cantidad de espacio se adaptó de acuerdo con la superficie de los sitios tratados.

La evaluación en cada uno de los sitios de prueba, se hizo sobre la base de trampas pegajosa (banda de pegamento sin incentivo, utilizada para “monitoreo”). Para esto, se eligieron ubicaciones específicas, en donde se suspendieron trampas adhesivas en el techo de todo el edificio, para los tres sitios de prueba. Estas bandas se estiraban por medio de pesos hasta el fondo y se situaban lo más bajo posible, sin que pudieran ser alcanzadas por los animales.

Se eligió una densidad de 6 bandas por 100 M² de área, de acuerdo al protocolo 107.

Las bandas se dejaron instaladas durante un periodo de 6 a 9 horas antes de su renovación. Se realizaron cinco observaciones, de acuerdo con las mismas condiciones que para el periodo

previo al ensayo (tiempos similares, mismos lugares...), contando moscas para cada sitio de prueba. Los diferentes tiempos de observación fueron: T24h, D7, D28, D42 y D63 para confirmar o descartar la persistencia del tratamiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos y la comparación de la población de moscas antes y después del tratamiento con los sitios de control, y a sabiendas de que es imposible erradicar todas las moscas, el AMP 100 WG demostró ser efectivo en la reducción de mosca doméstica (*Musca doméstica*) y mosca de los establos (*Stomoxys calcitrans*) en los sitios tratados.

5.5. Control biológico con parasitoides

En el control biológico de moscas, los parasitoides son insectos que juegan un papel crucial al atacar y matar a las moscas en diferentes etapas de su ciclo de vida. Estos insectos, principalmente avispas, ponen sus huevos dentro o sobre las pupas o larvas de las moscas, y sus crías se desarrollan alimentándose del huésped, eventualmente matándolo.

- Algunos parasitoides atacan las pupas de las moscas, que es la etapa donde se desarrollan las moscas adultas. Al parasitar las pupas, impiden que las moscas adultas emerjan, reduciendo así la población de moscas.

- Parasitoides de larvas:

Otros parasitoides atacan las larvas de las moscas. Las larvas parasitadas mueren antes de convertirse en pupas, lo que también disminuye la población de moscas.

- Los parasitoides se pueden introducir en el entorno donde se crían las moscas, como granjas o establos, para controlar sus poblaciones. Se pueden liberar pupas parasitadas o adultos de parasitoides para que se reproduzcan y establezcan poblaciones en el área.

Tipos de parasitoides utilizados:

- *Pteromalidae*:

Una familia común de parasitoides de pupas de moscas, como *Spalangia* y *Muscidifurax*, que son ampliamente utilizados en el control biológico.

- *Tachinidae*:

Otro grupo de parasitoides que pueden ser efectivos contra diferentes especies de moscas.



Spalangia



Pupas de mosca doméstica muertas por larvas de avispa parasitoide



- *Ophyra aenescens*:

Una especie de mosca depredadora que también actúa como parasitoide de otras moscas, especialmente en ambientes húmedos como piscinas de purines en granjas de cerdos.

Ventajas del uso de parasitoides:

- **Control biológico:**

Los parasitoides son una alternativa natural y sostenible a los pesticidas químicos.

- **Específicos:**

Suelen ser muy específicos para las especies de moscas objetivo, lo que minimiza el impacto en otros insectos beneficiosos.

- **Efectivos a largo plazo:**

Una vez establecidos, pueden mantener las poblaciones de moscas bajo control por un tiempo prolongado.

- **Reducción de costos:**

Al disminuir la dependencia de pesticidas, pueden reducir los costos de control de plagas.

Consideraciones importantes:

- **Necesidad de monitoreo:**

Es importante monitorear las poblaciones de moscas y parasitoides para evaluar la eficacia del control biológico y realizar ajustes si es necesario.

- **Compatibilidad con otras prácticas:**

El uso de parasitoides es compatible con otras prácticas de manejo integrado de plagas, como la limpieza y el manejo de residuos.

- **Liberaciones periódicas:**

En algunos casos, puede ser necesario realizar liberaciones periódicas de parasitoides para mantener sus poblaciones en niveles adecuados.

En resumen, los parasitoides son una herramienta valiosa en el control biológico de moscas, ofreciendo una solución sostenible y efectiva para reducir las poblaciones de estas plagas en diversos entornos.

6. Papel del control biológico dentro del MIP y futuro potencial.

El control biológico se proyecta como un **componente clave del MIP moderno**, especialmente en sistemas orientados a la sostenibilidad, la reducción de químicos y el bienestar animal. Su integración con medidas de limpieza, exclusión física, monitoreo y productos como los IGR o CSI **permite mantener poblaciones bajo control sin comprometer la salud pública ni el medio ambiente**. A medida que se desarrollan nuevas formulaciones, más estables y económicas, se espera que su uso aumente significativamente en las próximas décadas.

6.1. Integración de métodos y elaboración de un plan de acción

6.1.1. Importancia de la integración y criterios de combinación

La efectividad del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el control de moscas sinantrópicas depende directamente de la **integración sinérgica de diferentes métodos de control**. En lugar de aplicar una única técnica, se recomienda una **combinación racional de estrategias**



Pteromalidae



Tachinidae

físicas (exclusión, trampas, ventilación), químicas (adulticidas e inhibidores del desarrollo) y biológicas (entomopatógenos, exotoxinas), seleccionadas en función de criterios como el ciclo de vida de la mosca, la etapa productiva de la granja, las condiciones ambientales y la resistencia documentada en la zona. Esta integración permite actuar sobre **varias fases del insecto simultáneamente**, interrumpiendo el ciclo biológico y evitando el repoblamiento.

6.1.2. Calendario de rotación y planificación estratégica

Una herramienta indispensable es la elaboración de un calendario **anual o estacional**, que permita **rotar las moléculas químicas** (por ejemplo, alternando piretroides con organofosforados o juvenoides), planificar las aplicaciones biológicas en épocas de alta humedad, y establecer **frecuencias de limpieza estructural y mantenimiento de trampas**. Este cronograma debe incluir los momentos críticos del ciclo productivo (como el ingreso de animales jóvenes, el cambio de camas o la cosecha), anticipando picos poblacionales de moscas. Además, deben definirse umbrales de acción, es decir, niveles de infestación que indiquen cuándo intensificar medidas.

6.1.3. Evaluación de desempeño y ajustes al plan

El MIP es un proceso **dinámico y adaptable**, por lo que es fundamental establecer mecanismos de **monitoreo y evaluación continua**, utilizando indicadores como **el conteo en trampas, la densidad larvaria en estiércol o los reportes de molestias por parte del personal**. Los resultados deben registrarse periódicamente y usarse para **ajustar el plan de acción**, ya sea modificando frecuencias de aplicación, incorporando nuevas tecnologías o corrigiendo fallos en la implementación. Un sistema de registro permite también documentar la eficacia de cada estrategia y **tomar decisiones basadas en evidencia**, asegurando así un control más eficiente, sostenible y compatible con las normas de bioseguridad y bienestar animal.

6.2. Buenas prácticas y aspectos normativos en la aplicación del MIP

6.2.1. Uso responsable de plaguicidas y disposición de residuos

El uso de productos químicos dentro del MIP debe hacerse con base en las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** y los **principios de uso responsable de plaguicidas**. Esto incluye la lec-

tura detallada de la etiqueta, uso del **Equipo de Protección Personal (EPP)**, calibración adecuada de los equipos de aplicación y, especialmente, el manejo correcto de envases vacíos. En Colombia, los envases deben someterse a **triple lavado** y ser entregados en programas de recolección autorizados, como **la Fundación Bioentorno**, conforme a la resolución ICA 698 de 2011. La disposición final inadecuada representa un riesgo grave para la salud humana, animal y ambiental, y puede generar sanciones.

6.2.2. Legislación nacional y estándares internacionales

En el contexto colombiano, la aplicación de productos químicos para el control de plagas en ambientes pecuarios está regulada por el **Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)** y el **Ministerio de Salud y Protección Social**, a través de **INVIMA**, quienes establecen los **límites máximos de residuos (LMR)** y los requisitos para el uso de productos aprobados. Las normas vigentes incluyen el **Decreto 1843 de 1991** y la Resolución 1056 de 1996, que orientan sobre registros, almacenamiento y manejo de plaguicidas. A nivel internacional, el manual debe tener en cuenta los principios del **Codex**



Alimentarius (FAO/OMS), las **Directrices de la FAO sobre el manejo de plagas** y las recomendaciones del enfoque **One Health**, que promueve prácticas seguras y sostenibles en el uso de tecnologías para la salud animal y ambiental.

6.2.3. Capacitación del personal y registros obligatorios

Un componente esencial del MIP es la **formación continua del personal operativo y técnico** en el manejo seguro de productos, identificación de fases del insecto, lectura de etiquetas, primeros auxilios y métodos de control no químicos. La implementación efectiva del MIP requiere que cada acción esté acompañada por **registros detallados**, incluyendo fechas, productos usados, dosis, ubicación, condiciones climáticas, persona responsable y resultados observados. Estos registros son exigidos por la **normativa de trazabilidad** y son claves para auditorías, diagnósticos técnicos y certificaciones de calidad (por ejemplo, ICA-BPA, Global G.A.P., Buenas Prácticas Pecuarias – BPP).

6.3. Evaluación como componente estratégico del MIP

La evaluación del Manejo Integrado de Plagas no es una

etapa final, sino un componente estratégico permanente del sistema. Esta permite valorar la efectividad de las acciones ejecutadas, el uso racional de los recursos, la reducción del impacto ambiental y la mejora del bienestar animal y humano. Mediante indicadores cuantitativos y cualitativos —como el conteo de moscas, la reducción en aplicaciones químicas o la disminución de quejas por personal— es posible detectar fallas, ajustar medidas y fortalecer la toma de decisiones. Este enfoque continuo refuerza la gestión basada en evidencia y mejora la sostenibilidad operativa.

6.3.1. Vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Evaluar el MIP permite vincular directamente sus impactos con los **ODS de la Agenda 2030**, en especial:

- **ODS 2 (Hambre Cero):** al mantener poblaciones de moscas bajo control, se protege la producción animal segura y estable.
- **ODS 3 (Salud y Bienestar):** la reducción de vectores mejora la salud pública y el ambiente de trabajo rural.
- **ODS 5 (Igualdad de Género):**

al capacitar por igual a hombres y mujeres en prácticas seguras, se promueve la inclusión.

• **ODS 12 (Producción y Consumo Responsables):** el MIP minimiza el uso de químicos y residuos contaminantes.

• **ODS 13 (Acción por el Clima):** al disminuir la presión química, se reducen emisiones indirectas y afectaciones al suelo y agua.

6.3.2. Indicadores, trazabilidad y mejora continua.

Para que esta evaluación sea útil, deben definirse **indicadores claros, metas alcanzables y registros continuos**. Esto incluye: número de intervenciones exitosas, reducción del uso de adulticidas, aumento en la eficacia de trampas, disminución de focos larvarios y mejora en la percepción del personal sobre el entorno de trabajo. Los resultados deben revisarse periódicamente y ser utilizados para retroalimentar el calendario de acciones y la capacitación del personal. Con ello, el MIP se consolida como una estrategia técnica y éticamente responsable, que aporta a la sostenibilidad agropecuaria y a la reputación de los sistemas productivos.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



VINCULACIÓN CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)





Conclusiones y Recomendaciones Finales

El manejo integrado de moscas sinantrópicas en explotaciones pecuarias representa una estrategia clave para proteger la salud animal, humana y ambiental. A lo largo de este manual se ha evidenciado que la combinación de métodos físicos, mecánicos, biológicos, químicos y culturales no solo es técnicamente eficaz, sino que permite abordar el problema desde un enfoque sostenible y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como salud y bienestar (ODS 3), producción responsable (ODS 12) y acción climática (ODS 13).

El Pyriproxyfen, un regulador del crecimiento insectil (IGR), ha mostrado **resultados sobresalientes en la interrupción del ciclo larval de *Musca domestica***, especialmente en ambientes avícolas y porcinos. Su eficacia prolongada, su baja toxicidad para mamíferos y su compatibilidad con otras medidas de control lo convierten en una herramienta fundamental dentro del MIP.

Cuando se aplica de manera preventiva, y en ciclos programados, reduce significativamente la presión poblacional sin generar residuos peligrosos en los productos de origen animal.

Los piretroides, como la deltametrina, permetrina, alfacipermetrina y cipermetrina, ofrecen una **acción adulticida inmediata**, útil en momentos de alta infestación o en áreas donde se requiere un control rápido. Sin embargo, su eficacia y durabilidad se potencian cuando se **integran con métodos que actúan sobre fases inmaduras del insecto**, como el Pyriproxyfen o los inhibidores de síntesis de quitina (CSI). Esta sinergia permite romper el ciclo reproductivo de las moscas, evitando rebrotes y reduciendo la dependencia exclusiva de adulticidas.

Se recomienda utilizar ambos grupos de productos de forma planificada, rotando moléculas para prevenir la resistencia, aplicando en los sitios correctos y bajo condiciones controladas.

Además, es fundamental complementar su uso con acciones como **eliminación frecuente de materia orgánica, uso de trampas físicas, biocontroladores en zonas húmedas y el monitoreo periódico con indicadores claros**. Esta estrategia integral maximiza la eficacia, minimiza el riesgo de toxicidad ambiental y garantiza la inocuidad de los productos pecuarios.

El MIP no es un protocolo rígido, sino **una herramienta flexible y adaptativa**, que debe ser ajustada constantemente en función de los resultados obtenidos, el comportamiento de las plagas y los avances científicos. La experiencia documentada con Pyriproxyfen y piretroides demuestra que el uso racional y estratégico de productos químicos, en sinergia con otros métodos, no solo es eficaz, sino esencial para mantener la viabilidad económica de las granjas y avanzar hacia una producción agropecuaria ética, responsable y sostenible.

1. Calendario de acción para el control integrado de moscas

Mes / Semana	Acción física (Limpieza, exclusión, trampas)	Control químico (Adulticidas / IGR / CSI)	Control biológico (Hongos, bacterias, nematodos)	Monitoreo (Trampas, inspección visual)	Observaciones / Ajustes
Semana 1	Limpieza profunda, revisión de mallas	Aplicación de juvenoide (Pyriproxyfen)	Aplicación de <i>Metarhizium</i> en puntos húmedos	Revisión trampas pegajosas	
Semana 2	Secado de camas y cambio parcial	No aplica	No aplica	Conteo de adultos en rampas	
Semana 3	Mantenimiento de trampas	Rotación con piretroide (cipermetrina)	No aplica	Inspección larval en estiércol	
Semana 4	Verificación de burletes	Aplicación de CSI (Diflubenzuron)	Aplicación de <i>Bacillus thuringiensis</i> en fosa	Evaluación de carga larval	

Recomendaciones:

- Repetir actividades según carga vectorial.
- Planear rotación química cada 4–6 semanas.
- Combinar siempre con limpieza y exclusión estructural.

2. Plantilla práctica: Evaluación de desempeño del plan MIP

Criterio evaluado	Indicador	Frecuencia de medición	Resultado actual	Meta establecida	Acciones correctivas sugeridas
Presencia de larvas en estiércol	Conteo visual / 10 cm ²	Semanal		< 5 larvas	Incrementar aplicación de IGR y limpieza
Moscas adultas capturadas en trampas	Promedio por trampa / semana	Semanal		< 50 moscas	Revisar exclusión / aplicar adulticida focal
Eficiencia de trampas (renovación o saturación)	% de trampas activas y limpias	Quincenal		>90 % operativas	Cambiar adhesivos / revisar atrayentes
Uso adecuado de EPP y registro de aplicaciones	Verificación en campo / bitácoras	Mensual		100 % cumplimiento	Capacitación / reforzar supervisión
Frecuencia de acciones integradas del calendario MIP	Número de acciones completadas	Mensual		>85 % programadas	Reorganizar cronograma con el equipo técnico

Sugerencia: Almacenar esta información en una hoja de cálculo o app de campo, y revisar mensualmente con el personal de granja.

3. Evaluación general del programa MIP en granjas pecuarias

Área de evaluación	Indicador	Resultado actual	Meta esperada	Cumple (✓/X)	Observaciones
Eficacia de trampas	Nº promedio de moscas atrapadas por semana		< 50		
Reducción del uso de adulticidas químicos	Litros aplicados por mes		↓ 30 %		
Capacitación del personal	Nº de personas capacitadas y frecuencia		100 % del equipo		
Uso de biocontroladores	Frecuencia mensual de aplicación		2 por mes		
Manejo adecuado de envases vacíos	Nº entregados a Fundación Bioentorno o similar		100 %		
Aplicación de IGR o CSI	Nº de ciclos con aplicación completa y eficaz		> 90 % cumplidos		
Inclusión de mujeres en roles técnicos	% mujeres capacitadas en MIP		≥ 50 %		
Contribución a producción libre de residuos	Cumplimiento con límites máximos de residuos (LMR)		Sin excedencias		

Sugerencia: Este formato puede ser llenado trimestralmente y discutido con el equipo técnico para tomar decisiones de ajuste.

4. Formato para Registro de Aplicaciones de Control en el MIP

Fecha	Área o sección tratada	Producto aplicado	Tipo de control (Químico, Biológico, Físico)	Dosis / concentración usada	Método de aplicación (aspersión, cebo, trampas, etc.)	Etapas del insecto objetivo (larva, adulto)	Responsable	EPP utilizado	Observaciones

¿Cómo usarlo eficazmente?

Frecuencia: completar el formato cada vez que se realiza una intervención de control.

Responsabilidad: firmar digital o físicamente para trazabilidad.

Auditorías: mantener archivado por al menos 2 años para efectos de inspección sanitaria.

Compatibilidad: puedes vincular este formato con la plantilla de calendario de acción para verificar cumplimiento.

5.Tabla resumen protocolo de aplicación de reguladores del desarrollo en el MIP

Ingrediente activo	Tipo	Modo de acción	Presentación y dosis recomendada	Frecuencia de aplicación	Fase objetivo	Ventajas	Limitaciones
Pyriproxyfen	Juvenoide (IGR)	Inhibe la maduración de larvas; actúa como hormona juvenil	Líquido concentrado 0.01–0.05% (10–50 ppm); aplicación en sustratos húmedos o mezcla con cal	Cada 2 a 4 semanas (según carga larval)	Larvas (1ª a 3ª fase)	Baja toxicidad, alta eficacia residual, sin olor	No afecta adultos, requiere monitoreo larval
Diflubenzuron	Inhibidor de síntesis de quitina (CSI)	Bloquea formación de cutícula; impide muda larval	Polvo mojable 0.02–0.05% o gránulos dispersables; en camas, estiércol o trampas larvianas	Cada 2–3 semanas o al renovar camas	Larvas (principalmente 2ª y 3ª fase)	Persistente, sin resistencia cruzada con adulticidas	Puede ser menos eficaz en ambientes muy húmedos
Novaluron	CSI de segunda generación	Inhibe formación de quitina en estadios inmaduros	Polvo o suspensión concentrada 0.01–0.03%; aspersión dirigida a zonas de cría	Cada 3–4 semanas (según sistema)	Huevos y larvas	Mayor espectro de acción; efectivo en residuos orgánicos	Costo más elevado; requiere monitoreo
Metopreno	Juvenoide	Interfiere en la pupación; provoca adultos malformados	Formulación granulada o líquida; dosis 5–20 ppm en camas o estiércol	Mensual, preferiblemente después del cambio de cama	Larvas tardías y pupas	Eficaz en ambientes cálidos; apto para sinergias	Menor estabilidad UV; puede requerir reaplicación frecuente
Hidropreno	Juvenoide	Simula hormona juvenil, impidiendo desarrollo larval	Aplicación por niebla ULV o líquidos; 5–15 ppm	Cada 2 semanas en puntos críticos	Larvas y pupas	Acción en zonas poco accesibles	Volatilidad alta; menor persistencia

Recomendaciones claves:

- Evitar el uso simultáneo de dos IGR del mismo grupo químico, para prevenir resistencia.
- Rotar entre juvenoides y CSI para mantener eficacia a largo plazo.
- Integrar con limpieza frecuente y adulticidas selectivos en el calendario de MIP.
- Monitorear antes y después de aplicar para ajustar la frecuencia y dosificación.



*La más novedosa herramienta en un
Programa M.I.P. para romper el
ciclo biológico de todo tipo de insectos*

Analogue VPM[®]

EC 10%



Referencias Bibliográficas

1. AbdAllah, O. R., Gabre, R. M., Mohammed, S. A., Korayem, A. M., Hussein, H. E., & Ahmad, A. A. (2025). Evaluating the role of synanthropic filth flies in the transmission of zoonotic parasites: Field and laboratory evidence from different animal rearing sites in Upper Egypt with focus on *Cryptosporidium* spp. *BMC Veterinary Research*, 21(188). <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04008-5>
2. Acharya, N. (2015). House fly (*Musca domestica* L.) management in poultry production using fungal biopesticides [Tesis doctoral, The Pennsylvania State University]. Penn State Electronic Theses and Dissertations.
3. Aly, S. E., Mahmoud, M. F., & El-Baz, A. F. (2021). Evaluation of novaluron for controlling filth fly larvae in poultry farms: Efficacy and environmental impact. *Veterinary Parasitology*, 290, 109349.
4. Axtell, R. C., & Arends, J. J. (1990). Ecology and management of arthropod pests of poultry. *Annual Review of Entomology*, 35, 101–126. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.35.01190.000533>
5. Baleba, S. B. S., Torto, B., Masiga, D., & Weldon, C. W. (2019). Modifying visual cues and odors in traps improves house fly captures in the field. *Pest Management Science*, 75(8), 2143–2151.
6. Balaraman, V., Drolet, B. S., Mitzel, D.N., Wilson, W.C., Owens, J.L., Gaudreault, N.N., Meekins, D.A., Bold, D., Trujillo, J.D., Noronha, L.E., Richt, J.A., & Nayduch, D. (2021). Mechanical transmission of SARS-CoV-2 by house flies. *Parasites & Vectors*, 14, Article 214. <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04703-8>
7. Bennett, G. W., Owens, J. M., & Corrigan, R. M. (2010). Guía científica de Truman para operaciones de manejo de plagas (7ª ed., versión en español). North Coast Media, LLC.
8. Bennett, G. W., Owens, J. M., & Corrigan, R. M. (2010). Truman's scientific guide to pest management operations (7th ed.). Advanstar Communications.
9. Carvajal, L. A., & Méndez, R. J. (2023). Monitoreo y evaluación del impacto del MIP sobre parámetros productivos en granjas avícolas. *AgroCiencia Técnica*, 18(2), 65–73.
10. Chávez, C., & González, M. (2019). Evaluación del uso de inhibidores de síntesis de quitina en granjas porcinas del Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 11(1), 58–65.
11. Cook, D. F., & Khan, M. A. (2020). Biological control of filth flies in livestock production systems: Current status and future prospects. *Insects*, 11(10), 672. <https://doi.org/10.3390/insects11100672>
12. Doud, C. W., & Zurek, L. (2012). Enteric bacterial pathogens in house flies, *Musca domestica*, found in dairies and feedlots. *Journal of Vector Ecology*, 37(1), 76–82.
13. Dee, S. A., Clement, T., Schelkopf, A., Nerem, J., Knudsen, D., Henao-Díaz, A., & Nelson, E. A. (2018). Detection of Porcine Epidemic Diarrhea Virus (PEDV) in house flies collected from infected farms and demonstration of mechanical transmission potential. *Veterinary Research*, 49, 124. <https://doi.org/10.1186/s13567-018-0620-2>
14. FAO, OMS & Codex Alimentarius. (2020). Directrices para la inocuidad en el uso de plaguicidas en alimentos de origen animal. Roma. <https://www.fao.org/codex>
15. FAO. (2019). Manejo integrado de plagas en la producción animal: Manual técnico para América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/animal-health/manuals>
16. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2021). The role of integrated pest management in sustainable agricultural systems. Roma. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb6100en/>
17. Gerry, A. C., Higginbotham, G. E., Periera, L. N., Lam, A., & Shelton, C. R. (2007). Evaluation of methoprene feed-through and surface applications for control of immature house flies in calf pens. *Journal of Economic Entomology*, 100(1), 127–133.
18. Grewal, P. S., Ehlers, R. U., & Shapiro-Ilan, D. I. (2005). Nematodes as Biocontrol Agents. CABI Publishing.
19. Geden, C. J., & Hogsette, J. A. (2006). Development of monitoring and trapping methods for stable flies and house flies (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 99(4), 1415–1425.
20. González, L. H., & Barreto, J. D. (2020). Protocolo de monitoreo y aplicación integrada de insecticidas en sistemas pecuarios. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 29(3), 143–151.
21. Gómez, J., & Urrego, D. (2022). Interacción entre control mecánico y juvenoides para el manejo integrado de *Musca domestica* en producción porcina. *Revista Colombiana de Producción Animal*, 34(2), 89–98.
22. Hernández Vargas, E., Moncada, L. I., Panza, C. A., & Quiñones, M. L. (2022). Evaluación del regulador de crecimiento de los insectos Pyriproxyfen, para el control de moscas de importancia en avicultura. *Revista ACOVEZ*, Volumen 51 No.2 Edición 143 (6-10).
23. Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2024). Resolución 0579 de 2024: Regulación sobre productos veterinarios con acción insecticida y su uso en explotaciones animales. Bogotá, Colombia.

24. Kaufman, P. E., Rutz, D. A., & Frisch, S. (2005). Large-scale evaluation of diflubenzuron and pyriproxyfen larvicides to control filth flies in New York poultry facilities. *Journal of Economic Entomology*, 98(3), 1125–1131.
25. Kaufman, P. E., Rutz, D. A., & Frisch, S. (2005). Large sticky traps for capturing house flies (Diptera: Muscidae) in animal facilities. *Journal of Economic Entomology*, 98(6), 2063–2071. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.6.2063>
26. Keiding, J. (1986). The house fly—biology and control. World Health Organization, Vector Biology and Control Series, No. 9.
27. Khamesipour, F., Lankarani, K. B., Honarvar, B., & Kwenti, T. E. (2018). A systematic review of human pathogens carried by the housefly (*Musca domestica* L.). *BMC Public Health*, 18(1), 1049. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5934-3>
28. Khan, H. A. A., Akram, W., & Shad, S. A. (2021). Insecticide resistance in house flies: mechanisms, management, and future directions. *Journal of Economic Entomology*, 114(2), 735–745.
29. Khan, H. A. A., Akram, W., & Shad, S. A. (2023). Field evaluation of diflubenzuron for controlling house flies in swine production facilities. *Journal of Vector Ecology*, 48(1), 77–85.
30. Londoño, P., & Martínez, H. F. (2020). Efectividad de combinaciones químicas y biológicas en el manejo de moscas domésticas en galpones avícolas. *Revista Técnica Pecuaria Colombiana*, 31(2), 112–120.
31. Lohmeyer, K. H., Pound, J. M., Yeater, K. M., & May, M. A. (2014). Efficacy of novalluron as a feed-through for control of immature horn flies, house flies, and stable flies (Diptera: Muscidae) developing in cow manure. *Journal of Medical Entomology*, 51(4), 873–877.
32. López, A., & Márquez, F. (2021). Comparación de estrategias químicas y biológicas en el control de moscas domésticas en unidades avícolas. *Revista de Salud Ambiental*, 23(3), 104–112.
33. Machtinger, E. T., Gerry, A. C., Murillo, A. C., & Talley, J. L. (2021). Filth fly impacts to animal production in the United States and associated research and extension needs. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 41. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmab026>
34. MacVean, D., González, H., & Romero, C. (2022). Control de moscas en explotaciones porcinas mediante el uso de hidropreno como IGR. *Revista Latinoamericana de Producción Animal*, 30(1), 45–53.
35. Mian, L. S., Mulla, M. S., & Wilson, B. A. (2020). Effectiveness and environmental safety of chitin synthesis inhibitors for the control of insect pests in agricultural and animal production systems. *Pest Management Science*, 76(12), 4186–4193.
36. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia & Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. (2022). Guía de buenas prácticas para el uso responsable de plaguicidas en el sector pecuario. Bogotá, Colombia.
37. Mulla, M. S., Thavara, U., Tawatsin, A., Chompoonsri, J., & Zaim, M. (2003). Laboratory and field evaluations of insect growth regulators against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Vector Ecology*, 28(1), 43–51.
38. Nayduch, D., Balaraman, V., Drolet, B. S., Mitzel, D. N., Wilson, W. C., Owens, J., Gaudreault, N. N., Meekins, D. A., Bold, D., Trujillo, J. D., Noronha, L. E., & Richt, J. A. (2021). Mechanical transmission of SARS-CoV-2 by house flies. *Scientific Reports*, 11, 16809.
39. Nayduch D, Neupane S, Pickens V, Purvis T, Olds C. House Flies Are Underappreciated Yet Important Reservoirs and Vectors of Microbial Threats to Animal and Human Health. *Microorganisms*. 2023 Feb 25;11(3):583.
40. Organización Mundial de Sanidad Animal – WOAH. (2023). Vectors and vector-borne diseases in animals. <https://www.woah.org/en/disease/vectors/>
41. Pereira, R. M., Koehler, P. G., & Butler, J. F. (2009). Effectiveness of Pyriproxyfen and Hydroprene against *Musca domestica*. *Journal of Economic Entomology*, 102(1), 158–163.
42. Pickens, L. G., Miller, R. W., & Morgan, N. O. (1972). Techniques for estimating house fly populations on poultry farms. *Journal of Economic Entomology*, 65(5), 1416–1420.
43. Pérez, J. A., & Gutiérrez, L. (2022). Evaluación del novaluron en el control de larvas de moscas en explotaciones porcinas. *Boletín Técnico de Producción Animal*, 28(1), 51–59.
44. Ramírez, M. L., & Ruiz, S. A. (2023). Sinergia entre control físico y biológico para la reducción de *Musca domestica* en granjas porcícolas intensivas. *Revista de Salud Ambiental Aplicada*, 17(4), 202–210.
45. Ravelo-Pérez, Y., Tablado, A., & Camacho, L. (2021). Integración del pyriproxyfen en programas de control vectorial en porcicultura intensiva. *Revista Cubana de Salud Animal*, 43(3), 248–257.
46. Romero, A., Broce, A. B., & Zurek, L. (2006). Role of *Escherichia coli* O157:H7 in the survival of house flies in cattle environments. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(11), 6811–6816. <https://doi.org/10.1128/AEM.01227-06>
47. Scott, J. G. (2017). Life and death at the voltage-sensitive sodium channel: evolution in response to insecticide use. *Annual Review of Entomology*, 62, 243–257.
48. Scott, J. G., Liu, N., & Kaufman, P. E. (2019). Insecticide resistance in insects of veterinary and medical importance. In *Insecticide Resistance* (pp. 189–213). Springer.
49. Segalés, J., Kekarainen, T., & Cortey, M. (2013). The natural history of porcine circovirus type 2: From an inoffensive virus to a devastating swine disease? *Veterinary Microbiology*, 165(1–2), 13–20. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2012.12.033>
50. Shehata, A. A., Kühn, J., & Krüger, M. (2022). Control of house flies (*Musca domestica*) using insect growth regulators: A review. *Veterinary Sciences*, 9(6), 292. <https://doi.org/10.3390/vetsci9060292>
51. Sánchez, J. M., & Cortés, A. L. (2021). Evaluación comparativa de reguladores de crecimiento para el control de *Musca domestica* en explotaciones de cerdos. *Revista Colombiana de Medicina Veterinaria*, 25(1), 34–42.
52. Torres, F. M., & Jiménez, E. A. (2022). Evaluación de prácticas de exclusión estructural en granjas tecnificadas. *Revista Ingeniería Rural y Ambiente*, 12(1), 23–31.
53. Vélez, H., & Botero, R. (2018). Evaluación comparativa de Metopreno y Diflubenzuron en condiciones de campo para el control de moscas en galpones de postura. *Revista Agronómica del Caribe*, 34(1), 30–37.
54. Wang, L., Yue, H., Zhang, C., & Nie, H. (2011). Potential role of flies in the transmission of porcine circovirus type 2. *Veterinary Microbiology*, 149(3–4), 452–456.
55. Zurek, L., & Nayduch, D. (2016). Bacterial associations across house fly life history: Evidence for transstadial carriage from managed manure. *Journal of Insect Science*, 16(1), 2.

El azote de ratas y ratones

Hamelin®

Raticida anticoagulante Bromadiolona

CEBO EN PASTA

ANTICOAGULANTE DE SEGUNDA GENERACIÓN



*Máximo poder atrayente,
Comprobada efectividad*



Cebo mosquicida

Muscid[®]

10 WG

• Versatilidad en aplicación:

- Puede aplicarse mediante aspersión o pintura.
- Ideal para diversas superficies en industrias de alimentos, restaurantes, hospitales, hoteles, planteles avícolas, industria láctea, entre otros.

• Amplio espectro de acción:

- Funciona como veneno estomacal contra moscas adultas, incluyendo: *Musca domestica*, *Drosophila sp.*, *Fannia canicularis*, *Muscina stabulans*, *Stomoxys calcitrans*.
- Garantiza un control eficiente de las poblaciones adultas de moscas.

• Seguridad y facilidad de uso:

- La mezcla es fácilmente dispersable y aplicable en parches, en muros, ventanas y techos.
- Su ingrediente activo Acetamiprid pertenece a la familia de los neonicotinoides ciano-sustituidos brindando un perfil menos tóxico ambientalmente que otras moléculas de esta familia.

Registro Sanitario No.2023-RGSP-000021
Concepto Toxicológico No.ERIA-CT-2022-0822



Triple efecto de atracción
Contiene Azúcar, Lactosa y Feromona sexual Z-9-Tricosene

La herramienta ideal para el control profesional de moscas

Formulado por:

Kwizda
Biocidas

Kwizda Agro GmbH
Werk Leobendorf Loarer Bundesstraße, Kwizda Allee 1A-2100 Korneuburg Austria



VECTORS AND PEST MANAGEMENT LTDA.
www.vectorsandpest.com • E.mail: info@vectorsandpest.com