

Control de moscas

Factores que afectan a la abundancia de moscas

El número de moscas viene determinado por factores abióticos (factores ambientales tales como la temperatura, la humedad del hábitat de cría, la humedad atmosférica) y factores bióticos (enemigos naturales incluyendo los parasitoides, depredadores y patógenos). El clima de una zona es un indicador general del nivel potencial que pueden alcanzar las poblaciones de moscas.

Sin embargo las instalaciones de producción animal intensiva alteran considerablemente el medio que contienen. En la naturaleza, los enemigos naturales desempeñan un importante papel en la regulación de los niveles de poblaciones de moscas, pero la concentración de animales y de su estiércol en las instalaciones de producción animal intensiva crean una situación que no es natural.

El margen global de temperaturas y las que prevalecen en verano en una zona determinada representan indicadores brutos de la rapidez con la que las moscas se desarrollarán y del número de generaciones que producirán cada año. La duración de la estación durante la cual las moscas se hallan presentes aumenta por lo regular de norte a sur en los Estados Unidos, en consonancia con las zonas climáticas. Cuanto más alta es la temperatura y más larga la estación con temperaturas altas, más rápido resulta el desarrollo de las moscas y mayor el número de generaciones por año. Dado el solapamiento entre generaciones y el rápido desarrollo de las que se suceden, se generan rápidamente grandes poblaciones de moscas, que se mantienen siempre y cuando las temperaturas sigan siendo elevadas. Sin embargo, las instalaciones de producción animal intensiva alteran sustancialmente la situación, dado que se crea un medio artificial protegido. Por consiguiente, es probable que se den incluso más moscas y generaciones por año en y alrededor de las instalaciones de producción animal intensiva que lo que pudiera esperarse en función de las zonas climáticas. La temperatura mantenida en el sistema de alojamiento determinará el nivel de población de moscas más aún que el clima prevalente de la zona.

Además del clima general reinante en la zona y del particular en el interior de las instalaciones, el microclima del sustrato de cría es de suma importancia para determinar la tasa de desarrollo de las moscas y su abundancia. El estiércol acumulado y otros sustratos de cría para las moscas (silos, heno, pienso) generan considerable calor a causa de la fermentación y, por consiguiente, la temperatura en el sustrato de cría suele ser más elevada que la del aire circundante (tanto en interiores como en exteriores). A mayor acumulación, mayor el calentamiento y tanto más amplio el margen de temperaturas in situ, de modo que las larvas de las moscas gozan de más oportunidades para hallar un hábitat adecuado para su desarrollo.

En el invierno de zonas septentrionales frías, el lento desarrollo de las larvas de mosca y la larga supervivencia de las pupas son la norma en el interior de las instalaciones de producción animal. Igual sucede en el exterior, en los montones de estiércol, silos y henares.

En verano, la tasa de desarrollo de las mismas en el estiércol acumulado o en otro sustrato de cría resulta a menudo más rápida de lo que se presumía a partir de los simples datos meteorológicos. Los sistemas de alojamiento en producción animal

intensiva y la concentración de estiércol y piensos determinan un ambiente artificial protegido de los extremos climáticos y favorecedor de la cría de moscas.

Dado que el sistema de producción animal intensiva es una creación artificial del hombre, puede ser manipulado de modo que favorezca o dificulte la cría de moscas. La cobertura y protección de piensos (silos, balas de heno, grano) frente a la humedad y el reducir al mínimo su fermentación, permite disminuir los hábitats deseables por las moscas para criar. En este sentido, las prácticas de gestión pecuaria son uno de los principales factores determinantes de la abundancia de moscas.

De manera semejante, con el sistema de gestión del estiércol ocurre otro tanto. Se dan dos extremos: eliminación frecuente del estiércol y acumulación prolongada del mismo. Cuando el estiércol es retirado completamente de forma frecuente y regular, no hay un sustrato para la cría de moscas en las instalaciones animales.

Esto se lleva a cabo mediante sistemas de limpieza con chorro de agua a presión y/o raspado. Si los sistemas han sido diseñados adecuadamente y funcionan bien, la cría de moscas será eliminada en su mayor parte gracias a esa limpieza frecuente (cada uno o dos días).

Sin embargo, es corriente que estos sistemas dejen bolsas de estiércol intactas que favorecen la cría de moscas. Rincones, bordes y zonas que quedan debajo de cercas y vallas son otros tantos lugares inaccesibles al utillaje. Cables para el raspado rotos o una baja presión de agua hacen que estos sistemas automáticos fallen o realicen un trabajo incompleto de eliminación de estiércol. El proceso de formación de costras y endurecimiento del estiércol produce acumulaciones que no pueden ser eliminadas por el utillaje.

Con la retirada diaria o muy frecuente del estiércol, sobreviene el problema de su eliminación. Si el estiércol se esparce inmediatamente por los campos en forma de una capa fina y uniforme, no se dará cría de moscas. Sin embargo, si al esparcir el estiércol quedan terrones, entonces las moscas pueden acudir a ellos para criar. La adición de agua para producir una mezcla semilíquida de estiércol facilita su dispersión, aunque esto puede ser causa de malos olores. Otras opciones para la eliminación son su amontonamiento o su vertido a un estanque profundo para que experimente una descomposición anaeróbica. Los montones de estiércol permitirán la cría de moscas, a menos que sean compactados y recubiertos (por ejemplo con plásticos) con el fin de generar una temperatura en su interior demasiado alta para la supervivencia de las moscas. Un estanque adecuadamente diseñado y gestionado no permitirá la cría de moscas.

Sin embargo, si éste se sobrecarga con demasiado estiércol para su tamaño, pueden aparecer esteras flotantes de estiércol y otros detritos que permitirían la cría de moscas. Una alternativa al desecho mediante vertido en un estanque exterior consiste en el vertido en una fosa con agua situada debajo del suelo donde se alijan los animales. Este es un método de uso común en las explotaciones porcinas con suelo de rejilla. Periódicamente la fosa debe ser limpiada a su contenido bombeado a un estanque exterior o esparcido sobre los campos.

El otro extremo consiste en dejar que el estiércol se acumule durante períodos prolongados. Si éste es regularmente compactado y pisoteado por ganado de gran

tamaño (por ejemplo en los comederos), el sustrato será inadecuado para la cría de moscas. En la producción avícola (ponedoras y reproductoras en jaula), la acumulación del estiércol durante un año o más es con frecuencia el sistema que se usa. En esa situación, si el estiércol se seca suficientemente, la cría de moscas será mínima. El estiércol acumulado constituye un hábitat para muchas especies de depredadores y parasitoides que atacan los huevos, larvas o pupas de las moscas, y ayudan de forma significativa en la reducción de los números de éstas últimas. En caso de acumulaciones de estiércol, el grado de aireación y de protección frente a la humedad (lluvia, desagües y fugas de los abrevaderos para los animales) se convierte en un factor de gran importancia, puesto que cuanto más seco sea el estiércol, menos propicio resultará para la cría de moscas.

Entre estos dos extremos de gestión del estiércol hay muchos procedimientos intermedios. Estos implican la eliminación periódica, y con frecuencia errática, del estiércol. El diseño de los alojamientos y comederos dicta cuán bien puede practicarse la eliminación del estiércol y qué frecuencia es la óptima. Si no se cuenta con un equipo automático, la eliminación ha de proceder con herramientas manuales, rascadores y recogedores montados y accionados con tractor. La frecuencia y perfección de la eliminación del estiércol con estos métodos es importante en todo programa de control integrado de moscas. Es difícil, si no imposible, ejecutar con éxito un programa de control de moscas si el programa de gestión del estiércol es errático y carece de planificación.

Si se permite que el estiércol se acumule durante períodos largos o durante períodos de duración irregular, las poblaciones de depredadores y parasitoides que lo pueblan aumentan su número. La eliminación total del estiércol en un breve período de tiempo hará que desaparezcan la mayoría de estas poblaciones de insectos y ácaros beneficiosos. Por consiguiente, una eliminación parcial escalonada a lo largo de cierto período de tiempo (2-4 semanas) es preferible a una eliminación total en un corto periodo de tiempos.

La competencia entre las diferentes especies de moscas es otro de los factores que afectan el tamaño y la composición de las poblaciones de moscas. El caso más notable es el de la mosca *Remetía* negra, *Remetía illucens*. Sus grandes larvas remueven el estiércol y lo convierten físicamente en menos apropiado para la supervivencia de las larvas de otras especies de moscas y para la deposición de huevos por la mosca doméstica común y otras moscas afines. El lento desarrollo de las larvas de la mosca *Remetía* negra hace que se acumule un gran número de ellas en el estiércol. Esta última puede resultar extremadamente abundante en el estiércol aviar (Especialmente en las naves avícolas conocidas como de tipo alto o de fosa profunda) y en las fosas de estiércol porcino; en estos tipos de alojamiento animal puede convertirse en la principal especie de mosca.

Otras especies de moscas importantes por la competencia que sostienen con la mosca doméstica común son las moscas negras de las basuras o de los basureros (*Ophyra* spp.), cuyas larvas son depredadoras de otras larvas de mosca. Las *Ophyra*, como ocurre con la mosca *Remetía* negra, se hacen a veces muy abundantes en los gallineros y porquerizas. Exceptuando los casos de las moscas *Remetía* y *Phyra*, las otras especies de moscas raramente compiten entre sí lo suficiente como para que puedan ser consideradas como un factor importante en la determinación de los niveles de abundancia de moscas dentro y alrededor de las instalaciones de producción animal

intensiva. Incluso una pequeña cantidad de estiércol o de otro material para la cría pueden sostener un gran número de larvas de moscas, y por lo general éstos se hallan disponibles en sobradas cantidades.

Teóricamente, una población de moscas domésticas comunes alcanzaría cifras astronómicas si no hubiera factores limitantes a su crecimiento. Sin embargo, se oponen a ello factores bióticos y abióticos. Las poblaciones de moscas alcanzan niveles inaceptablemente elevados dentro y alrededor de las instalaciones de producción animal intensiva cuando el sistema de gestión del ganado incluye prácticas que anulan dichos factores bióticos y abióticos.

Fundamentos del control de moscas

El control de las moscas se ve seriamente dificultado por la gran diversidad de sistemas de producción animal existentes, los cuales a menudo parecen diseñados para favorecer la producción de éstas. Por supuesto que esto es accidental, y resulta del imprevisto de no considerar el problema de la producción de moscas al diseñar las instalaciones para mejorar la eficacia en la producción ganadera y aviar. Las medidas de control de moscas deben evolucionar de modo que se adapten a las prácticas también cambiantes de alojamiento y producción animal. Las especies de moscas, su abundancia relativa y el éxito de las medidas de control dependen en gran medida de las prácticas ganaderas, en especial de las condiciones de alojamiento de los animales y de los métodos de gestión del estiércol. Un enfoque de gestión múltiple para el control de éstas, que integre una mezcla de medidas de control culturales, biológicas y químicas adaptadas al sistema de producción, parece lo más racional en este sentido. Para poner esto en práctica, se requiere un conocimiento de las especies de moscas, incluyendo su biología y comportamiento, de los parasitoides y depredadores de éstas (agentes de control biológico), de las técnicas de manejo del estiércol, de los insecticidas y de las técnicas de aplicación de insecticidas.

La confianza en el uso exclusivo de insecticidas para controlar las moscas rara vez proporciona una respuesta satisfactoria. Los efectos supresores de los insecticidas sobre las moscas dan un resultado óptimo cuando el nivel de población de éstas ya ha sido debidamente reducido mediante la aplicación de métodos apropiados de gestión del estiércol que atacan varios estadios del ciclo biológico de aquéllas. Otro factor es la resistencia de las moscas a los insecticidas. La resistencia a los insecticidas entre las moscas, en especial en la mosca doméstica, se ha desarrollado rápidamente hacia nuevos insecticidas después de su uso generalizado. La resistencia a un agente químico suele acompañarse de otra resistencia cruzada frente a otros productos químicamente próximos, incluso aunque éstos no hayan sido usados para el control de las moscas. La búsqueda de nuevos u eficaces productos químicos para el control de éstas constituye un objetivo constante y caro, con éxitos muy contados.

Para contribuir a evitar o retrasar el desarrollo de esa resistencia, el uso de insecticidas debería llevarse a cabo al mismo tiempo que se maximizan las medidas culturales y biológicas.

Todas las plagas de insectos, comprendidas las moscas, presentan poblaciones fluctuantes en condiciones naturales. Sus números subirán y caerán por encima y por

debajo de un nivel medio. El concepto de gestión atiende al uso de una combinación de métodos de control de insectos para reducir ese nivel medio a un nivel que sea aceptable. Se reconoce que la plaga no puede ser eliminada, pero sí mantenida a raya a un nivel tolerable. En el caso de la mosca doméstica y otras especies comunes en las instalaciones de producción animal intensiva, el nivel medio preciso que resulta aceptable depende de las circunstancias. En todo caso, el programa de gestión para control de moscas se basa en una integración de métodos culturales, biológicos y químicos, destinados a lograr la supresión de éstas.

Métodos culturales

El control cultural de las moscas consiste básicamente en manipular, en la medida de lo posible, los factores abióticos que suprimen los números de éstas. En esencia esto significa una gestión apropiada del estiércol, piensos e instalaciones. Tanto la eliminación frecuente y bien hecha del estiércol como manteniendo a éste seco, reducen las posibilidades de hábitat para el desarrollo larvario de aquéllas. De igual modo, si se evita el deterioro del pienso y se mantiene a éste seco se reducen los hábitats donde las moscas pueden criar. Los vertidos alrededor de las bases de los silos y de los contenedores de pienso, una cobertura incorrecta del forraje almacenado, y balas de heno desprotegidas, constituyen lugares ideales para la cría de moscas cuando se da un grado de humedad suficiente. Una protección y cobertura adecuada de los piensos almacenados y de los almacenes con pienso evitan que se establezcan las condiciones de humedad provocadas por la lluvia, reduciéndose de ese modo la cría de moscas.

La prevención de la humedad en las áreas de cría potenciales es el factor cultural crítico para el control de las moscas. Los abrevaderos para los animales representan una fuente potencial de humedad se están mal diseñados y/o mantenidos. Una buena elección del lugar de asentamiento de las instalaciones animales determina en qué medida se puede eliminar satisfactoriamente el agua de lluvia de la zona para reducir la humedad en los medios de cría de moscas. El empleo generoso de suelos de hormigón, con pendientes adecuadas, con bordillos y canalones apropiados, facilita el drenaje y permite una eliminación más fácil del estiércol. El diseño básico de la instalación de producción intensiva ganadera y aviar determina cuan fácil y lo bien que puede ser gestionado el sistema con miras a mantenerlo seco, y cuan eficazmente el estiércol puede ser eliminado. Las zonas difíciles de limpiar (como las que se encuentran debajo de vallas y cercas, en los rincones, debajo de comederos y abrevaderos) permitirán la acumulación de estiércol y/o pienso, que retendrá agua y favorecerá la cría de grandes cantidades de moscas.

Las placas de hormigón alrededor de los comederos y abrevaderos favorecen la escorrentía, simplifican la limpieza y reducen la presencia de moscas. La ventilación y corrientes de aire en los alojamientos animales afectan la tasa de evaporación y pueden resultar críticas en la generación de un ambiente lo suficientemente seco como para suprimir la cría de moscas. Dentro de las limitaciones impuestas por las necesidades de los animales. Debería mantenerse la mayor ventilación posible con el fin de promover la eliminación de la humedad del estiércol y de otros medios de cría de moscas. Con frecuencia, una ventilación insuficiente determina una retención innecesaria de humedad en las instalaciones, incluso hasta el punto de que se produzcan condensaciones y se mojen las paredes. El gran número de animales confinados en estas instalaciones, contribuye sustancialmente a que aumente la humedad del aire, de modo que es necesario disponer de ventilación adecuada para eliminar este exceso de

humedad. De otro modo, se crearía un hábitat ideal tanto para la supervivencia de las moscas adultas como para la existencia de sustratos húmedos de cría para éstas. La temperatura exterior y la humedad relativa del aire afectarán por supuesto la eficiencia del secado en diferentes zonas climáticas.

El grado de compactación del estiércol afecta al potencial de cría de las moscas. En el centro de los cercados de alimentación del vacuno o en los corrales interiores, el pisado y compactado del estiércol y de la paja de la cama, caso de haberla, convierten el hábitat en poco apropiado para la cría de moscas. Eso ocurre así con elevadas densidades de animales en los corrales, pero el efecto se pierde con densidades muy bajas. La compactación mecánica del estiércol apilado produce igual efecto reductor sobre la cría de moscas. Por consiguiente, el estiércol y la cama de paja extraídos de corrales y establos, y apilados para ser almacenados, deberían compactarse y recubrirse.

La práctica cultural de añadir grandes cantidades de agua al estiércol, crea un hábitat inadecuado para la cría de la mosca doméstica común y de otras moscas afines. Sin embargo, puede crear condiciones para otras especies que toleran o incluso prefieren condiciones líquidas, tales como las moscas zángano y las moscas Remetía negras. La dilución del estiércol con agua se usa en fosas sépticas en porquerizas y en estanques de desecho exteriores para vacuno de leche, porcino y avícola, conjuntamente con sistemas de limpieza con mangueras de agua a presión par la eliminación del estiércol en las instalaciones.

Métodos biológicos

En los sistemas de producción en los que se dan acumulaciones prolongadas de estiércol, se desarrolla en éste una diversa y heterogénea fauna de artrópodos. Entre éstos hay especies de ácaros y escarabajos depredadores de huevos y larvas de moscas (mayormente del primer estadio de larvario, que es más pequeño). También visitan el estiércol un cierto número de especies de himenópteros parasitoides y depositan sus huevos en los puparios de las moscas. Los parasitoides (sus larvas) s desarrollan en las pupas de mosca y como resultado matan a las moscas.

El máximo beneficio de los depredadores y parasitoides se obtiene con el estiércol seco. En estiércol muy húmedo, los depredadores no pueden moverse de forma efectiva para encontrar y devorar los huevos y larvas de las moscas. Igualmente, los parasitoides tienen que encontrar las pupas de las moscas y les resulta más fácil penetrar seco para hallar y ovipositar sobre éstas. Por consiguiente, las prácticas culturales diseñadas para promover el secado del estiércol con el fin de reducir la cría de las moscas, fomentan al mismo tiempo la presencia de depredadores y parasitoides de los estadios inmaduros de aquéllas. Los principales depredadores de las moscas en las instalaciones de producción animal intensiva son los que siguen. Escarabajos depredadores de las familias Staphylinidae y Histeridae pueden ser abundantes en el estiércol. Los más comunes y abundantes suelen ser hitéridos del género *Carcinops*, en especial *C. pumilio* (Ericsson). Se trata de pequeños escarabajos negros cuyos adultos y larvas se alimentan de los huevos y larvas de las moscas.

Los adultos de *Carcinops pumilio* pueden consumir 13-24 huevos de mosca doméstica al día, mientras que las larvas de dichos escarabajos son capaces de consumir 2-3 huevos al día. El ciclo biológico de este escarabajo, desde huevo hasta adulto, dura unos 40 días a 25° C.

Los ácaros depredadores de los huevos y larvas de primer estadio de las moscas son principalmente especies de las familias Macrochelidae, Uropodidae y Parasitidae.

Típicamente, a medida que el estiércol se acumula y envejece, el orden de invasión por estos ácaros es Parasitidae-Macrochelidae-Uropodidae. Los parasítidos son poco conocidos, pero se les ha observado alimentándose activamente de los huevos de las moscas. Los estadios del ciclo evolutivo de los parasítidos son huevo, larva (de seis patas), protoninfa, deutoninfa y adulto, estos tres últimos estadios dotados de ocho patas. Las deutoninfas son por lo regular las más evidentes y abundantes. Se mueven muy rápidamente por el estiércol y pueden ser reconocidas por sus cuerpos marrón-amarillo claro, con la cara dorsal que parece estar dividida en dos partes, con escudos dorsales de color marrón más oscuro. Las deutoninfas se adhieren a escarabajos o moscas y son transportadas de ese modo a nuevas áreas. Especies de ácaros parasítidos del género *Poecilochirus* son halladas con frecuencia en el estiércol del ganado y aviar.

Los ácaros macroquélidos son mejor conocidos y, con frecuencia, extremadamente abundantes en el estiércol del ganado y aviar. Los de presencia más común son *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli) y *Glyphtolaspis confusa* Foa. Otra especie, *M. glaber* (Mueller), resulta a veces común.

Glyphtolaspis confusa es mucho mayor que las otras, y a menudo puede ser abundante en el estiércol y cama de paja apilados (como el que se da en las cuadras de terneros y caballerizas). Las especies se pueden distinguir por las características de las placas ventrales. Los macroquélidos son de color marrón y movimientos rápidos. Devoran los huevos y larvas de primer estadio de las moscas, y todas las especies presentan esencialmente la misma biología. Los estadios del ciclo evolutivo son huevo, larva (De 6 patas), protoninfa, deutoninfa y adulto, estos tres últimos estadios dotados de ocho patas. La hembra adulta es fonética sobre moscas (Con sus quelíceros) y es de ese modo transportada a nuevas áreas.

La biología y el comportamiento de *M. muscaedomesticae* son mejor conocidos. Las hembras son diploides y los machos haploides (Arrenotoquia). Así, las hembras fecundadas producen descendencia femenina y consecuentemente las hembras suelen ser más abundantes en el estiércol que los machos. El primer par de patas no se utiliza para andar, sino que es mas bien ondeado en el aire como si fueran antenas y usado para percibir el entorno. Sensilos localizados en los tarsos del primer par de patas son los principales órganos olfatorios. Las hembras pueden detectar el olor del estiércol y de las moscas. A medida que el estiércol se seca, su atracción baja, mientras que la atracción hacia las moscas visitantes se mantiene más o menos constante.

Cuando la atracción del estiércol resulta menor que la de una mosca visitante, el ácaro se agarra a la mosca y es transportado a otro lugar. Cuando la mosca visita una zona con estiércol fresco, el ácaro se suelta debido a que la atracción por éste es ahora mayor que la que siente por la mosca. La sujeción del ácaro a la mosca se realiza con los quelíceros, y normalmente no se da ningún tipo de alimentación. Retrata de un caso de foreshis, no de parasitismo.

En sus estadios de protoninfa, deutoninfa y adulto, *Macrocheles muscaedomesticae* se alimenta de huevos y larvas de primer estadio de moscas. Nemátodos y otros ácaros, ambos muy comunes en el estiércol, constituyen alimentos alternativos. El ácaro adulto prefiere alimentarse de huevos de mosca, especialmente los de la mosca doméstica. Las condiciones reinantes determinan el número de huevos y/o larvas destruidas, llegando hasta 20 el número de huevos consumidos por ácaro y día. Se han demostrado reducciones sustanciales del número de moscas presente en el estiércol de ganado y

aviar por acción directa de estos ácaros. Cuando las condiciones son favorables, el ciclo biológico desde huevo hasta adulto tan sólo requiere 2-3 días.

Entre los Uropodidae, la especie más común en el estiércol de ganado y aviar es *Fuscuropoda vegetans* (De Geer). Tiene una forma ligeramente ovalada, de color marrón rojizo y muy esclerotizada, lo que le confiere el aspecto de un escarabajo. Las patas pueden ser retraídas al interior de unas depresiones existentes en la superficie ventral del cuerpo. *Fuscuropoda vegetans* es un depredador de las larvas del primer estadio de la mosca doméstica, pero incapaz de vencer larvas más grandes. Habitualmente tampoco puede perforar el corion para alimentarse de los huevos de las moscas. Además de larvas de moscas, se alimentan de nematodos y de materia orgánica presente en el estiércol. Este ácaro es de movimientos lentos y a menudo se le encuentra formando agregaciones.

Tiene un ciclo biológico de 30 – 40 días, de modo que sus poblaciones van aumentando de forma lenta, aunque con frecuencia se convierte en el ácaro más abundante al cabo de 8 – 12 semanas de acumulación de estiércol.

Un estadio especializado de deutoninfa se adhiere a escarabajos o moscas y es así transportado a nuevas zonas.

En las acumulaciones de estiércol apilado se observa una distribución de ácaros macroquélidos y uropódidos, y de escarabajos *Carcinops*, que les convierte en depredadores complementarios de las moscas. Los macroquélidos se encuentran principalmente en la capa más externa del estiércol, en áreas de probable oviposición de las moscas. Los uropódidos ocupan estratos más profundos en el estiércol. Los macroquélidos prefieren el estadio de huevo, se mueven con rapidez y poseen un sentido olfativo bien desarrollado. Aquellos huevos de mosca que escapan a la predación del macroquélido, eclosionan para originar larvas de primer estadio que, al ser fototrópicamente negativas, se desplazan hacia el interior del estiércol, donde se agregan los ácaros uropódidos. El grupo las ataca y el comportamiento gregario de alimentación de los uropódidos contribuye a contener a las larvas de mosca mientras van siendo destruidas. Los escarabajos *Carcinops* tienden a situarse sobre y ligeramente por debajo de la superficie del estiércol, donde pueden hallar con facilidad huevos de mosca, de forma similar a como lo hacen los macroquélidos. Los escarabajos que penetran más hacia adentro del estiércol, lo hacen para alimentarse de las larvas de primer estadio. Al igual que los uropódidos, los escarabajos tienden a agregarse y se alimentan de forma colectiva.

Los parasitoides de moscas comúnmente asociados a los sistemas de producción intensiva ganadera y aviar son pequeñas avispas (Hymenoptera), esencialmente de los géneros *Muscidifurax*, *Spalangia* y *Pachycrepoideus* de la familia Pteromalidae. Éstos suelen depositar un huevo en la pupa de la mosca tras haber perforado la envoltura pupal (pupario) con el ovipositor.

El huevo parasitoide se desarrolla pasando por tres estadios larvarios a la vez que se alimenta de la pupa de la mosca y la destruye. El parasitoide pupa en el interior del pupario de la mosca y después practica un agujero para emerger. De cada pupa parasitada emerge un solo parasitoide. Además muchas pupas de mosca son destruidas por los parasitoides al sondear e introducir su ovipositor a través de la envoltura pupal y alimentarse del exudado. Consecuentemente, muchas pupas dañadas no llegan a convertirse en moscas adultas. Un parasitoide suele necesitar unas tres semanas para completar su ciclo biológico dentro del pupario (a 26° C).

Las especies de parasitoides más comunes en las instalaciones de producción animal intensiva son: *Muscidifurax raptor* Gerault & Sanders, *Spalangia endius* Walter, *S. cameroni* Perkins, *S. nigroaenea* Curtis, y *Pachycrepoideus vindemiae* Rondan. El parasitismo de las pupas de mosca por parte de una o más de estas especies puede alcanzar hasta el 40% en las instalaciones de producción animal intensiva.

A veces abunda otra especie, *Nasonia vitripennis* Walter, que tiene una biología diferente a la de las otras especies, en el sentido de que deposita muchos huevos en una pupa y varios (7 – 10) parasitoides adultos se desarrollan y emergen de cada pupario. Existe desacuerdo sobre la importancia de este parasitoide en la supresión de poblaciones de moscas, pero en aquellos casos en que se presenta inusualmente abundante, puede ser importante. En estiércol muy húmedo, especialmente en el exterior, puede aparecer otra especie, *Urolepis rufipes* (Ashmead). Puede resultar importante en algunos cebaderos de vacuno de carne y de leche donde se dan condiciones muy húmedas.

Los métodos de control biológico consisten en emprender acciones que potencian y preservan las poblaciones de depredadores y parasitoides que aparecen de forma natural. Esto incluye aquellas medidas culturales tendentes a hacer el estiércol tan seco y hospitalario como sea posible. Asimismo, los programas de eliminación del estiércol se diseñan de manera que esta eliminación sea gradual y escalonada, de manera que ni se diezmen las poblaciones de depredadores y parasitoides.

La eliminación de partes de estiércol a lo largo de un cierto periodo de tiempo, y preferiblemente en la estación más fría, cuando el número de moscas de halla en sus niveles más bajos, preserva un a parte de la población de parasitoides y depredadores para recolonizar el nuevo estiércol fresco. A veces se hacen intentos para alimentarla población de parasitoides que ya existe naturalmente, mediante la liberación de más individuos.

Este aumento puede traducirse en incrementos en la tasa de parasitismo y por lo tanto en una reducción del número de moscas. Sin embargo, por le momento no es posible establecer directrices cuantitativas en cuanto a cuando deben ser liberadas y que especies y que cantidades de estas usar según sean las condiciones reinantes. Si se intenta este tipo de aumento, solo debería hacerse después de haber tomado las medidas culturales u de gestión del estiércol necesarias para maximizar las poblaciones de depredadores y parasitoides que ya existen de forma natural. Los productos químicos usados para el control de moscas deberían utilizarse de forma cuidadosa y selectiva para preservar las poblaciones de depredadores y parasitoides. Existen varios productos en el mercado que son selectivos.

Por ejemplo, el adulticida tiametoxam y el larvicida ciromacina presentan una eficacia muy buena contra los adultos y las larvas de moscas, respectivamente, mientras que exhiben una toxicidad muy baja para escarabajos y ácaros. Además, puede lograrse cierta selectividad según como se apliquen los insecticidas.

Más que el rociado rutinario de todo el estiércol con insecticidas de amplio espectro, lo cual matará a los depredadores y parasitoides, puede lograrse cierta selectividad rociando solamente aquellas zonas en las que las larvas de las moscas son particularmente abundantes. Este tratamiento local con larvicidas tendrá un efecto adverso menor sobre el conjunto de las poblaciones de parasitoides y depredadores. Más

aún, los tratamientos dirigidos contra las moscas adultas (que usan aduictidas). Deberían aplicarse sobre las superficies de los edificios con una pulverización no fina, es decir, densa, para minimizar la deriva y el rociado del estiércol. Los tratamientos residuales de las superficies deberían dirigirse sobre aquellas partes de las estructuras en las que se ha observado que las moscas reposan. Éstas suelen ser tabiques y partes superiores de la estructura donde las moscas se posan durante largos periodos por la noche. El moteado de las superficies debido a la regurgitación y a las heces de las moscas indica cuáles son sus lugares de reposo.

Además de los artrópodos, existen diversas especies de hongos entomopatógenos naturales que también afectan a las moscas.

Estos microorganismos se pueden encontrar tanto en sistemas de explotación ganadera intensiva como extensiva, y a diferencia de muchos de los artrópodos, crecen mejor en zonas húmedas. Algunas especies tienen un amplio espectro de actividad (por ejemplo, *Metarhizium anisopliae* y *Pecilocomyces fumosoroseus*, que son más eficaces contra la mosca de la cara, *Musca autumnalis*, y la mosca del cuerno *Haematobia irritans*).

Además, algunas cepas de hongos son más activas que otras. La mayoría de las especies solamente son activas contra las moscas adultas.

Sin embargo, algunas especies también presentan una actividad limitada contra las larvas. Algunos de los hongos mejor estudiados para el control de moscas en los sistemas de producción ganadera son *Beauveria bassiana* y *Entomophthora muscae*.

La infección de las moscas se produce principalmente a través de la cutícula más que por vía digestiva. Los hongos penetran a través de la cutícula y proliferan en la hemolinfa. A continuación la mosca muere con bastante rapidez. El hongo emerge a través de la cutícula, y forma un micelio que contiene la siguiente generación de esporas.

Posteriormente, estas esporas son diseminadas hacia otras moscas ya sea por el viento o por contacto directo entre moscas vivas y muertas.

Desde la penetración del hongo a través de la cutícula hasta que muere la mosca transcurren entre 5 y 7 días. Para que sean activas, las esporas necesitan condiciones de humedad. Por lo tanto, aunque existen muchos hongos capaces de matar a las moscas, el nivel de población natural de hongos raramente es lo bastante elevado para tener un impacto significativo sobre las poblaciones de moscas. Los hongos generan fases resistentes a condiciones de sequedad para sobrevivir durante todo el año. En consecuencia, en el entorno, existe un nivel continuo de esporas en reposo.

La investigación sobre el uso de hongos para el control de moscas se ha centrado en hacer aumentar el número de esporas infectantes durante la época de moscas mediante el uso de cebos y pinturas. Para el control de cucarachas, saltamontes (en cultivos de campo) y moscas blancas, pulgones y ácaros (en invernaderos) se han desarrollado con éxito productos comerciales a partir de hongos que pueden aplicarse utilizando equipamiento de pulverización convencional y cebos. Sin embargo, la disponibilidad de formulaciones para el control de moscas en producción ganadera y aviar es limitada.

Métodos químicos

Una vez efectuados los máximos esfuerzos para reducir el número de moscas mediante métodos culturales y biológicos apropiados, a menudo es necesario recurrir a los

insecticidas para alcanzar el grado de control deseado. Si se maximiza la supresión de moscas mediante métodos culturales y biológicos, entonces se intensificará la eficacia de los tratamientos insecticidas, y la tasa de desarrollo de resistencias al producto químico por parte de las moscas disminuirá. El empleo óptimo de insecticidas se da dentro de un programa de control integrado en conjunción con métodos culturales y biológicos.

Los métodos para el uso de insecticidas varían según se trate de adulticidas (cebos, fumigado y pintado de superficies) o larvicidas (fumigado de lugares de cría y uso de aditivos alimentarios).

Adulticidas

Cebos

Los cebos consisten en un insecticida mezclado con alguna sustancia atractiva, como el azúcar. Añadida a la formulación, la feromona sexual de la mosca aumenta la efectividad del cebo. Los cebos pueden ser preparados por el usuario mezclando el insecticida con melaza, azúcar, cerveza u otras sustancias atractivas. Sin embargo, tales mezclas pueden ser peligrosas de preparar para el propio usuario y su eficacia puede ser desigual. Los cebos comerciales suelen formularse como granulados cuyo manejo resulta más fácil. La coloración de los cebos en bandejas o lugares protegidos donde las moscas son frecuentes, atraerá y eliminará a muchas de éstas.

Trampas para moscas (mosqueras)

Las trampas para moscas que contienen cebos son una manera efectiva de usar dichos cebos. Las trampas pueden construirse practicando cuatro agujeros en la parte superior de recipientes de plástico y colocando cebo en su interior (véase la sección de monitorización). La diseminación indiscriminada del cebo es un despilfarro, y cuando se esparce sobre el estiércol, cabe el riesgo de matar muchos de los depredadores que contiene.

Método de fumigado o pulverizado

Las pulverizaciones de superficie aplicadas a las paredes, postes, techos, etc., de las dependencias, tienen por objeto generar una superficie tóxica duradera allí donde acudan a posarse las moscas. Por consiguiente, es necesario asegurarse de que las aplicaciones se realizan sobre las superficies donde las moscas realmente se posan en las paredes más altas, dentro de las dependencias, durante la noche. Evidencia de ello se encontrará en el moteado de las superficies por los vómitos y heces que dejan las moscas. Una pulverización densa aplicada a unas 40 psi (27.3 N/cm²) es suficiente, y la aplicación debería mojar a fondo las superficies pero sin llegar al punto de que gotee. Las aplicaciones de superficie en dependencias pequeñas pueden hacerse con ayuda de un pulverizador manual de aire comprimido. En dependencias más grandes se necesita equipamiento eléctrico. Éste puede ser accionado por un motor eléctrico, un pequeño motor de gasolina o por el motor de arranque de un tractor.

Nebulizaciones

Otro método aplicado al control de las moscas adultas es el de las nebulizaciones, Éste proporciona un control temporal pues solamente mueren los adultos expuestos mientras

dura la aplicación No existe un efecto residual a largo plazo. La nebulización es efectiva para la rápida reducción del número de moscas dentro y alrededor de una instalación. La nebulización se puede hacer con un equipo portátil o montado en un tractor. Para nebulizar en dependencias pequeñas, existen equipos transportados a mano y de mochila accionados por pequeños motores a gasolina o por corriente eléctrica. Para dependencias más grandes existen diversas máquinas de mayor tamaño accionadas por motores de gasolina y montadas en un tractor o camión. La nebulización que es efectiva contra las moscas adultas, también es probable que elimine aquellos parasitoides activos en la zona en el momento del tratamiento. La nebulización ocasional, como medida de emergencia durante las raras ocasiones en las que se presenta un número inusualmente elevado de moscas, tendría un impacto menor sobre la población global de parasitoides, mientras que un nebulizado frecuente y regular sería incompatible con el mantenimiento de una población elevada de parasitoides en una instalación.

Método de pintado

El método de pintado se utiliza con mucha frecuencia y su uso está muy difundido entre todos los ganaderos. Las principales ventajas de este método de aplicación son que es fácil de aplicar y que se puede utilizar en todo tipo de áreas distintas en las que las moscas tienden a congregarse. Normalmente se recomienda mezclar el producto con agua tibia hasta obtener una pintura que se pueda aplicar con brocha.

Otra ventaja del método de pintado es que se pueden pintar puntos concretos en zonas donde las moscas se congregan, por ejemplo en zonas cálidas y soleadas de las paredes, marcos de las ventanas, tuberías, partes externas de comederos, etc. Allí donde la superficie sobre la que pintar resultase insuficiente, o donde una leve decoloración no fuera aceptable, se pueden pintar tiras de cartón, polietileno o tablas ligeras y colgarlas del techo. El producto permanece de forma prolongada y es efectivo para controlar las moscas por un largo período de tiempo.

Larvicidas

La eliminación de larvas en el estiércol o en otros lugares de cría de moscas se realiza con el mismo tipo de equipo usado para las pulverizaciones residuales de superficie. Se requiere una pulverización densa y de alto volumen. La penetración en el estiércol es especialmente difícil, lo que significa que el control de las larvas de mosca puede ser difícil de conseguir. Aunque pueden ser necesarios volúmenes elevados de pulverizado para lograr dicha penetración, existen desventajas al hecho de añadir demasiada agua al estiércol, lo que puede contrarrestar los esfuerzos para conseguir un estiércol seco.

El modo más satisfactorio de usar larvicidas mediante la pulverización, consiste en aplicar únicamente en aquellas zonas en las que se ha observado una presencia abundante de larvas de mosca. El tratamiento completo de todo el estiércol y otros lugares de cría potenciales es caro, y si los insecticidas son de amplio espectro la mayoría de la población de depredadores beneficiosos será eliminada.

La eliminación de larvas es un útil accesorio a la eliminación de los adultos y a las medidas de control culturales y biológicas. También se pueden eliminar larvas incorporando un insecticida al pienso de los animales, La incorporación al agua de bebida ha resultado menos satisfactoria debido a las cantidades irregulares que consumen los animales y a la dificultad de mantener la dosis apropiada por animal.

Aunque desde un punto de vista experimental varios productos químicos han resultado efectivos para el control de moscas en las heces, la mayoría no han sido registrados para poder ser usados comercialmente. Con frecuencia se dan problemas de residuos en los tejidos o productos animales. Generalmente, los insecticidas que pasan a través del tracto digestivo y las heces para acabar resultando tóxicos para las larvas de mosca también resultarán tóxicos para los depredadores de éstas en el estiércol. Como se ha indicado previamente, la ciromacina constituye una excepción a esta regla, pues es tóxica para las larvas de mosca pero no lo es para los ácaros y escarabajos depredadores.

Cualquier insecticida utilizado como parte de un programa de control de moscas debe estar etiquetado y registrado para este fin. En las instalaciones de producción animal intensiva debe tenerse una precaución extrema para garantizar que solamente se emplean insecticidas aprobados y que se observan las indicaciones y restricciones de uso existentes en la etiqueta. Hay cambios frecuentes en lo referente a los insecticidas aprobados y etiquetados para el control de moscas mediante los diferentes métodos de aplicación, de manera que debería obtenerse la última información al respecto.

Monitorización o seguimiento de poblaciones de moscas

Con objeto de diseñar y evaluar un programa de control de moscas, se necesita algún método de evaluación de la población adulta de moscas presente en y alrededor de una instalación de producción animal intensiva. El seguimiento sistemático proporciona una medida del éxito o fracaso de los métodos de control y sirve como un sistema de alerta previa para iniciar los cambios oportunos antes de que sobrevenga una crisis. El seguimiento proporciona la información necesaria para hacer en el momento oportuno las aplicaciones de adulticida. Las inspecciones en busca de larvas suministran la información necesaria para los tratamientos con larvicidas y para efectuar los cambios pertinentes en las prácticas culturales. Las observaciones subjetivas, hechas a la ligera, sobre el número de moscas pueden ser erróneas, mientras que el seguimiento sistemático es más objetivo y fiable. En ocasiones surgen denuncias relacionadas con la presencia de moscas supuestamente procedentes de instalaciones de producción animal, lo que puede hacer que los datos cuantitativos que resultan de un seguimiento sistemático de moscas sean importantes. En un programa de control integral de moscas, el seguimiento es un componente importante.

Los métodos para monitorizar poblaciones de moscas adultas comprenden: retículos para moscas, recuentos de moscas en reposo, bandas adhesivas, mosqueras con cebo y cartulinas para recoger huellas de vómitos y heces. Estos métodos tienen principalmente por objeto obtener una medida del número de moscas domésticas, la plaga principal. Los distintos métodos tienen distintas capacidades para revelar que especies de moscas están presentes.

Los retículos son piezas cuadradas de madera con muchas casillas centimétricas. El retículo se coloca en el suelo y se cuenta el número de moscas que se han posado en él a diversos intervalos de tiempo. Este dispositivo de muestreo se desarrolló originalmente para restaurantes y comedores comunitarios y su utilidad en instalaciones de producción animal es limitada. Los resultados varían mucho en función del momento del día en que se coloca y por supuesto, se requiere la presencia del observador. Las especies de moscas tan sólo pueden ser identificadas por el observador de un rápido vistazo. A veces, en las instalaciones de producción animal, se usan recuentos de moscas en

reposo. Se escogen áreas predesignadas en tabiques, partes de comederos, postes, verjas, techos, etc., y se cuenta el número de moscas posadas en ellas. En cada instalación se usan varias áreas. También puede contarse el número de moscas posadas sobre los animales o sobre partes concretas de éstos (Especialmente cuando se trata de cerdos y terneros). Cuando el examen se realiza con varias áreas o animales, pueden obtenerse datos bastante fiables. Sin embargo, estos procedimientos presentan las mismas limitaciones que el método de los retículos, en el sentido de que el observador ha de hallarse presente, los recuentos sólo pueden efectuarse durante un período muy breve y las especies de moscas no pueden identificarse con precisión.

En las casas comerciales pueden obtenerse bandas adhesivas y las moscas capturadas en ellas proporcionan un índice útil de población de moscas. Por otra parte, las especies de moscas atrapadas e las bandas pueden ser identificadas de forma positiva. En una dependencia se colocan varias bandas adhesivas. La posición de éstas y su número constituyen variables importantes. Las bandas deberían reponerse en la misma localización a fin de poder comparar los recuentos de moscas entre muestra y muestra. Por regla general se dejan colocadas unos pocos días, aunque si se dejan durante más de tres o si hay una gran población de moscas, las bandas quedan atestadas de moscas y la tasa de capturas desciende drásticamente. Cuando el ambiente es polvoriento, sobre todo en granjas avícolas, el polvo convierte las bandas en ineficaces al cabo de un día o dos. Las bandas adhesivas son un poco sucias de manejar, pero ofrecen la ventaja de permitir la identificación de las especies de moscas y de aportar una muestra de moscas a lo largo de un período de unos pocos días.

Las mosqueras con cebo son un dispositivo simple y práctico para el seguimiento de moscas, pudiéndose dejar en su lugar durante toda una semana para proporcionar un muestreo continuo de moscas. La misma trampa también puede utilizarse con fines de control de moscas. La mosquera con cebo consiste en un recipiente de plástico, de una capacidad de unos cuatro litros, en el que se practican cuatro orificios (de 7.5 cm. de diámetro) alrededor de su circunferencia, en el tercio superior. En el fondo se coloca aproximadamente una cucharada de cebo para moscas que contiene la feromona muscalure. Las moscas entran, se alimentan del cebo y mueren en la mosquera. De esta forma puede determinarse fácilmente el número de moscas capturadas y las especies a las que pertenecen. Al cabo de una semana el cebo ha reducido su eficacia, de manera que las moscas y el cebo viejo deben retirarse por lo menos una vez a la semana, añadiéndose cebo fresco. La colocación de las trampas es importante y deben permanecer en el mismo sitio semana tras semana a lo largo de todo un período de seguimiento.

El número de trampas necesarias dependerá de la precisión que se desee y del nivel del número de moscas a detectar. Se han de utilizar al menos seis trampas por instalación. En granjas avícolas se ha usado un índice de 350 moscas por trampa y semana como valor umbral para aplicar un tratamiento químico.

Sin embargo, pueden desearse umbrales menores cuando existe una zona habitada cercana o cuando las instalaciones están abiertas a visitantes (Tales como cuadras de caballos). Las cartulinas para recoger huellas de vómitos y heces son dispositivos muy simples para medir la actividad de las moscas.

Se trata de fichas blancas de 7,5 x 10 cm. Que se fijan a la misma altura en lugares predeterminados de una instalación.

Pueden fijarse a postes, techo, tabiques, comederos, etc., donde los animales no puedan alterarlas o ensuciarlas. Las moscas que se posan sobre las cartulinas dejan motas negras fecales. El número de motas por cartulina se cuenta fácilmente al cabo de un intervalo de exposición, que suele ser de 3 – 7 días.

Una exposición de más de siete días no es práctica, porque las cartulinas acaban demasiado sucias. Éstas, de ser necesario, se pueden etiquetar, contar y conservar para referencias ulteriores (como en el caso de denuncias por molestias causadas por moscas). La mayoría de las manchas las dejan las moscas domésticas comunes. Sin embargo, si hay otras moscas presentes (especialmente *Ophyra* spp.), también dejarán sus manchas. Por lo tanto, los recuentos obtenidos con cartulinas representan un índice de actividad de las moscas, aunque las especies a las que pertenecen estas últimas no pueden determinarse solamente con aquellas. Para verificar si la especie más abundante es la mosca doméstica o no, deberían hacerse otras observaciones.

La colocación de las cartulinas (al igual que la de las bandas adhesivas y las mosqueras) es importante y deben colocarse allí donde se observa posarse a las moscas o donde se hallan presentes sus manchas. Por regla general se prefieren sitios en las zonas superiores, hasta donde pueda alcanzar una persona. Se necesitarán varias cartulinas según sea el nivel de actividad de las moscas que se pretende medir y la precisión deseada. Por lo menos deberían usarse 10 por instalación. En granjas avícolas se ha usado un índice de 50 manchas por cartulina y semana como valor umbral para aplicar tratamientos químicos. Sin embargo, en situaciones distintas de puede recurrir a umbrales más bajos.

El seguimiento de larvas y pupas de mosca es importante para determinar específicamente donde se desarrollan (“crían”) éstas y para aplicar un control cultural y químico (con larvicidas) de una forma efectiva. La localización de las larvas de mosca es laboriosa, pero debe llevarse a cabo para conocer qué cambios hay que hacer en la gestión del estiércol y en el mantenimiento de las instalaciones para reducir su cría. También es necesaria para saber con exactitud dónde aplicar insecticidas como larvicidas. El único procedimiento práctico para monitorizar larvas de mosca consiste en examinar los lugares de presencia probable y retirar porciones de estiércol, forraje, cama de paja, etc., para su examen detallado. Las grandes larvas de tercer estadio y los puparios de color marrón son fáciles de descubrir. Todos los posibles hábitats de cría deberían ser inspeccionados, prestando particular atención a las acumulaciones de estiércol en lugares difíciles de limpiar, así como a los vertidos de pienso y forraje, contenedores de pienso, alrededor de abrevaderos, comederos de heno, debajo de los bordes de balas de heno, etc. Una vez han sido detectados en una instalación los lugares de cría de las moscas (es decir, aquellos lugares donde se encuentran larvas de éstas), se les puede dar una atención especial en el seguimiento rutinario. Caso de ser necesario en el momento de la inspección, los lugares de cría también pueden tratarse con larvicidas. Dado que el ciclo biológico de la mosca doméstica común y de muchas otras especies es de sólo unos 7 – 10 días en las épocas calurosas del verano, la monitorización debería efectuarse al menos una vez por semana, y preferentemente dos. Esta práctica puede engranarse con una inspección global sistemática de las instalaciones y de los animales, con miras a detectar cualquier problema que afecte tanto a la salud de éstos como al equipo que se utiliza. Una inspección de rutina de este tipo es un signo de buena gestión ganadera.

Resistencias

La mosca doméstica es uno de los insectos más evolucionados, con una reproducción rápida y eficiente. El adulto es omnívoro y sumamente adaptable. La resistencia a los insecticidas es un proceso evolutivo. Por lo tanto, visto en retrospectiva, está claro por qué esta especie rápidamente desarrolló resistencia a diversos insecticidas. La mosca doméstica parece el insecto “con la mayor capacidad para desarrollar resistencias a los insecticidas a través de la más amplia área geográfica” (Agarwal 1979: informe UNEP). La aparición de resistencias a los insecticidas, desde el DDT en adelante, se ha seguido muy cuidadosamente en Dinamarca entre 1948 y 1992 (Keiding 1999). El estudio de la resistencia en las moscas domésticas ha permitido tomar decisiones para prevenir la aparición de ésta en insectos menos adaptables (¡y menos fácilmente criables!).

El tratamiento periódico y ampliamente difundido con insecticidas residuales de instalaciones animales en Dinamarca condujo a un rápido desarrollo de resistencias. Estos tratamientos resultaron parcialmente eficaces durante mucho tiempo. Los factores clave fueron la exposición de generaciones sucesivas de poblaciones semi-aisladas, con grandes fluctuaciones estacionales, a dosis subletales de insecticida. Cada una de estas poblaciones seleccionadas (Sometidas a presión) deja supervivientes. Algunas de estas moscas sobrevivieron porque llevan información genética que les permitió afrontar el efecto del insecticida. La exposición se repitió con la descendencia y los rasgos genéticos se reforzaron. Con el tiempo, la selección de la resistencia y de otros factores adaptativos (especialmente la resistencia al invierno) pueden superponerse, de manera que las poblaciones finales resultan resistentes y adaptadas. Una vez se ha alcanzado esta fase, la resistencia no desaparecerá cuando la presión de selección cese.

El uso, a partir de 1958, de un cebo azucarado en Dinamarca, pintado sobre zonas donde se posan las moscas, no indujo una resistencia importante. Por el contrario, un uso intensivo y periódico de aerosoles sí generó poblaciones resistentes. El uso indiscriminado de un insecticida de amplio espectro contra adultos y larvas es probable que produzca resistencias contra el producto químico concreto. (El hecho de matar a los ácaros, avispas, escarabajos y arañas beneficiosos agrava aún más la situación).

La resistencia cruzada se convirtió también en un factor a tener en consideración, puesto que se halló que la resistencia a los productos antiguos confería resistencia a los nuevos. Esto puede ser debido a que ambas sustancias químicas tengan un punto de acción común en el insecto (por ejemplo, DDT y piretroides sintéticos), o a la existencia de mecanismos ampliamente eficaces (por ejemplo, resistencia a la penetración) o porque mecanismos bioquímicos específicos afectan ambas moléculas (por ejemplo, niveles elevados de esterasas). Puesto que la resistencia combinada con la adaptabilidad tiende a ser estable en las poblaciones de mosca doméstica, se observó una aparición secuencial de cepas multi-resistentes.

Hay muchos factores, genéticos, biológicos y operativos, que desempeñan un papel en la evolución de la resistencia (Georghiou y Taylor 1986) y pueden ser evaluados de una forma sistemática mediante una “Evaluación del riesgo de resistencia” (Keiding 1986). Los nuevos compuestos deberían escogerse en función de su capacidad para eliminar cepas multiresistentes y de su incapacidad para generar resistencias bajo presión de selección en el laboratorio. (Keiding y col. 1991, 1992).

La creación de cepas resistentes en el campo se puede contrarrestar utilizando insecticidas de forma acorde con estrategias de manejo de resistencias. Se han desarrollado y refinado tres estrategias básicas (Georghiou 1994):

1. MODERACIÓN	2. SATURACIÓN	3. ATAQUE MÚLTIPLE
Uso intermitente de Productos de vida corta.	Tratamientos concienzudos que eliminen los insectos.	Uso combinado de productos muy distintos entre sí.

Los avances en bioquímica, genética molécula (Hemingway y Ranson, 2000), ecología, dinámica de poblaciones, monitorización, etc., están ayudando a seguir desarrollando estas estrategias.

Moderación

Este concepto implica la aceptación de “umbrales de molestia”. En muchos sistemas podemos aceptar la presencia de un cierto número de moscas. Existen muchos organismos beneficiosos que mantienen las poblaciones de moscas a niveles inferiores de los que alcanzarían de no existir éstos. En determinadas épocas del año las cantidades alcanzadas ya no son tolerables y se pueden utilizar productos de vida corta. Los cebos granulares, esparcidos donde las moscas se congregan y expuestos a las actividades ganaderas diarias, son funcionalmente de vida corta. Los cebos pintados en superficie presentan un depósito de material atractivo que es absorbido activamente por los insectos, y su concentración puede escogerse para minimizar la posibilidad de selección a dosis subletales. Las moscas que encuentran los cebos mueren, y las otras no se seleccionan. Esto está otra vez en línea con el concepto de moderación. Los cebos tienen escaso efecto directo sobre los organismos beneficiosos puesto que se colocan cuidadosamente para que tengan un efecto máximo sobre las moscas adultas.

También es posible tomar como objetivo puntos clave de cría, utilizando un larvicida de espectro reducido en “zonas calientes” al principio de la estación (o cuando sea necesario). Los agentes naturales de control biológico tienen buenas perspectivas de supervivencia con este sistema. De hecho, las larvas que sobreviven a un tratamiento de una “zona caliente” (y que posiblemente portan genes de resistencia) pueden ya sea ser eliminadas por (¡hambrientos!) parasitoides y depredadores o acabar apareándose con adultos que no han tenido contacto con el larvicida.

Saturación

Supóngase que en una zona determinada no se aceptan moscas. En ese caso, se hace un tratamiento concienzudo: por ejemplo, se usa un larvicida después de un lavado a fondo. Las fumigaciones residuales no cumplen los requisitos porque son parcialmente eficaces durante un período de tiempo prolongado. Sin embargo, en algunos sistemas granjeros consistentes en meter y sacar de golpe y completamente lotes de animales en las dependencias, es posible tratar adecuadamente la estructura para el lote de animales que va a entrar, luego limpiar bien una vez éstos fuera, y volver a tratar antes de meter el siguiente lote. El tratamiento de objetos apropiados, sacos o paneles, que son retirados

(limpiados y/o vueltos a tratar) mientras todavía son totalmente eficaces, reduce el problema en edificios que se usan de forma constante.

Ataque múltiple

Se utiliza una combinación de productos no relacionados entre sí, por ejemplo si los insectos sobreviven al tratamiento larvicida, morirán por efecto de un cebo cuando sean adultos. El larvicida y el cebo deben ser de grupos químicos complementarios que no presenten resistencia cruzada. El ataque múltiple puede combinar un componente químico y biológico. El producto químico puede ser un cebo o un larvicida de espectro reducido. El agente biológico puede ser un escarabajo o una avispa parásita. Un cebo también podría usarse combinado con una especie de mosca que compita con las moscas domésticas en el medio larvario.

Estos conceptos se pueden combinar, y de hecho en muchos casos se combinan, por ejemplo el ataque múltiple utilizado en los conceptos de moderación y saturación. Una zona de saturación de una misma explotación se puede proteger (con mosquiteras en las ventanas y unidades de ventilación, puertas con cortinas, etc.) de una zona más amplia de moderación. El clima, la presión de reinfestación, las prácticas de manejo del estiércol, etc., también tienen su importancia en la elección de la estrategia correcta.

El objetivo siempre es: **evitar la selección intensa de generaciones consecutivas de una población de moscas con un único insecticida.**

“Población” es una palabra clave en esta afirmación. En algunas zonas una única población de moscas se extenderá por todo un vecindario. Una estrategia local de saturación puede acabar siendo una estrategia de moderación cuando se descubre la verdadera magnitud de la población de moscas. Los insectos no tratados dentro de la población diluyen la presión de selección. En sistemas de cultivo agrícola, y de forma deliberada, se dejan o crean “refugios” como fuente de insectos sensibles. Si nos referimos al control de moscas, esto debería considerarse de forma individual, caso por caso. En otras zonas, la totalidad de la población de moscas se hallara dentro de un mismo edificio. En algunos sistemas será posible eliminar toda la población de moscas, por ejemplo cuando se saca todos los animales durante el invierno y se desinfecta el edificio. Este tratamiento de “saturación” también elimina la presión de selección.

En los últimos años, una comprensión más profunda del tema ha hecho menos alarmante el problema de la aparición de resistencias en la mosca doméstica. Se han desarrollado soluciones viables en muchas situaciones. Sin embargo, las recomendaciones hechas en el ámbito local, todavía necesitan ser actualizadas de forma periódica mediante la información más avanzada.