

Control Biológico en Programas de Manejo Integrado de Moscas en la Producción Animal

R. Vergara. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. A.A. 1779. E-mail: rvergara@perseus.unalmed.edu.co

La problemática entomológica en las explotaciones de tipo pecuario es en ocasiones compleja y crítica pues requiere de un diagnóstico acertado que permita implementar adecuadas soluciones de control de los insectos nocivos. En la producción animal, se han logrado éxitos con diferentes especies. Desde hace muchos años se obtienen productos y derivados de interés para el hombre, de animales tales como vacunos, porcinos, ovinos, caballares y aves, entre otros. Los sistemas de producción ofrecen a diferentes grupos de insectos, condiciones especiales para su multiplicación.

Los registros de insectos plagas en las explotaciones pecuarias revelan la presencia de especies de los órdenes: Mallophaga, Anoplura, Diptera y Siphonaptera. De éstos se destaca por su importancia el orden Diptera, en el cual se conocen especies de diversas familias, las cuales afectan de forma directa o de modo indirecto a los animales domésticos.

Las moscas comunes constituyen el grupo de plagas de mayor incidencia. De la familia Muscidae se conocen: *Haematobia irritans* L., ó mosca de los cuernos; *Musca domestica* L. ó mosca casera y *Stomoxys calcitrans* (L.) denominada mosca de los establos. En inventarios de poblaciones de moscas en producción animal, se ha encontrado que las dos últimas especies citadas representan el 90% de la población. Además se pueden encontrar otras especies indeseables. Las características de las ganaderías o explotaciones avícolas, resultan ventajosas para las poblaciones de moscas que alcanzan niveles de infestación elevados.

El ambiente físico para estas moscas es ideal. Encuentran condiciones de humedad y temperatura que favorecen el desarrollo de sus ciclos de vida. En el caso del ambiente biológico también encuentran ventajas. Se les brinda la posibilidad de obtener alimento y la presencia de enemigos naturales es reducida. Para los propietarios de los sitios de producción de especies animales es intolerable la abundancia de los dípteros. Debido a esto y de modo equivocado, se acude al empleo de insecticidas en forma masiva. Los resultados del control químico son erráticos en la mayoría de las ocasiones. Los efectos deletéreos de los biocidas son peligrosos para la empresa y para todos sus componentes.

Entre los aspectos indeseables de los insecticidas se encuentran: incrementos en los costos de producción; contaminación de la explotación animal; intoxicaciones de los animales y de los operarios; residuos tóxicos en los alimentos de origen animal y la generación de resistencia en las diversas especies de plagas.

Debido a la magnitud y a la importancia del problema que representan las moscas y los resultados poco favorables del control químico, es determinante la búsqueda de alternativas. Desde hace varios años se ha estructurado en Colombia un Programa de Manejo Integrado de Moscas (PMIM), en el cual el componente de control biológico es fundamental. El objetivo de esta charla es presentar el PMIM y destacar las bondades que ofrecen los enemigos naturales de las moscas.

La Problemática Entomológica en la Producción Animal

Aspectos Biológicos

El complejo de dípteros es el más importante en la producción de animales confinados. Además de las conocidas: mosca casera, mosca de los cuernos y mosca de los establos, pueden incidir otras especies. Jiménez, (1987) menciona: *Fannia scalaris* (F.) o «mosca de las letrinas»; *Fannia canicularis* (L.) o «mosca de los gallineros» que a pesar de pertenecer a la familia *Anthomyiidae*, se les agrupa en las moscas comunes. El complejo *Hippelates* (*Chloropidae*), y especies de las familias *Calliphoridae* y *Cuterebridae* se presentan en niveles variables constituyendo parte de este grupo de plagas (Londoño *et al.*, 1986).

De acuerdo al tipo de explotación pecuaria la diversidad de dípteros puede variar. En USA, Loomis (1982) registran para granjas avícolas, los géneros: *Phormia*, *Ophyra*, *Fannia*, *Eristalis*, *Muscina*, *Phaenicia*, *Musca* y *Stomoxys*. En Colombia, Mateus, (1967) incluye como una especie de gran importancia, la *Dermatobia hominis* (L. Jr.), conocida como Nuche. Recientemente Madrigal, (1997) destaca el complejo de tábanos como un grupo de interés en ganadería y presenta los géneros: *Tabanus* (con siete especies); *Chrysops*; *Cryptotylus*, y *Lepiselaga*.

Las moscas constituyen el más importante grupo de organismos plagas asociados con la actividad pecuaria señala Madrigal, (1997), ocasionando considerables pérdidas en diferentes formas: extracción de sangre; transmisión de enfermedades; estrés que repercute en menor tiempo dedicado por el animal a alimentarse; problemas gastrointestinales por contaminación del alimento; contaminación de la leche y sus derivados.

La gran actividad de las moscas, los hábitats que frecuentan, las fuentes de alimento que explotan (materia orgánica en descomposición), la morfología externa de su cuerpo con abundantes pilosidades, y aún el metabolismo digestivo de las moscas, son factores que se conjugan en ellas para ofrecer óptimas posibilidades para la transmisión de una gran cantidad de microorganismos; muchos de ellos causantes de enfermedades del hombre y de animales domésticos en general (Madrigal, 1997).

Pero según Harwood y James, (1987), es difícil determinar el papel que cumple por ejemplo *Musca domestica* en la transmisión de las enfermedades. De todas formas este complejo insectil, dominado por especies sinantrópicas, se encuentran contaminadas con varios organismos causantes de enfermedades.

Más de 100 especies de organismos causantes de la disentería amibiana, entre ellos *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Chilomastix mesnili*; de la fiebre tifoidea: *Salmonella typhi*; de infecciones entéricas: *Escherichia coli*; del cólera: *Vibrio comma*, de la frambresia: *Treponema pertenue*; de la tuberculosis: *Mycobacterium tuberculosis*; del antrax: *Bacillus anthracis*; de la poliomielitis, hepatitis infecciosa, conjuntivitis, tracoma y lepra, son citadas como contaminantes de moscas (Harwood y James, 1987).

Gallego y Guzmán, (1988) mencionan que en el ganado vacuno, las diferentes especies de moscas son transmisoras y diseminadoras de enfermedades, tales como: mastitis, queratoconjuntivitis, aftosa, brucelosis, clostridiosis, anaplasmosis, carbón bacteriano, estrés y otros problemas sanitarios. En las aves son responsables de la diseminación de los vermes de las coccidias y tenias, además de *Railletina casticillas*. Son innumerables las especies de nemátodos y céstodos cuyos huevos son diseminados por poblaciones de moscas.

Hace varias décadas West, (1951) destacaba en un texto clásico que *Musca domestica* estaba asociada a unas 50 especies de bacterias, de los géneros: *Aerobacter*, *Alcaligenes*,

Bacillus, Bacterium, Brucella, Corynebacterium, Eberthrella, Erwinia, Escherichia, Gaffkya, Hemophilus, Micrococcus, Micobacterium, Neisseria, Pasteurella, Salmonella, Sarcina, Serratia, Shygella, Staphylococcus, Streptococcus y Vibrio. Este mismo autor explicaba que la *M. domestica* podía transmitir o diseminar agentes causales de enfermedades tales como: virus, espiroquetas y protozoos.

Aspectos Económicos

La importancia que tienen los insectos que se presentan en las explotaciones pecuarias se incrementa cuando se conoce que, varias de ellas son señaladas como vectores mecánicos de un sinnúmero de enfermedades causadas por varios tipos de microorganismos patogénicos. Pero debe considerarse además que al incrementarse los costos de control y las pérdidas en leche, carne, huevos y otros productos, la situación se torna más crítica. Es difícil obtener los cálculos de las pérdidas ocasionadas por estas plagas para destacar su importancia económica. Las cifras en términos de dólares pueden sobrepasar el monto de los 100 millones de dólares anualmente, representados en la reducción de la producción de carne, leche, huevos, derivados lácteos, muerte de animales, costos de los productos para el control y drogas para los animales enfermos. Es factible que esta cifra sea superior.

Las moscas *Haematobia irritans* (L) y *Stomoxys calcitrans* (L) son especies hematófagas y requieren de sangre para producir las hormonas gonadotrópicas necesarias para la ovulación, la cual es estimulada por la cistina y el ácido glutámico contenidos en la sangre del ganado afectado. Un animal que está infestado por *Haematobia irritans* (L) puede perder, según Rodríguez, (1991) hasta 200 ml/sangre por día, y cada mosca puede ingerir 16 ml de sangre diaria para su mantenimiento. Un tábano grande puede extraer hasta 0.2 ml de sangre diaria ocasionando anemia, la que afecta la producción y reproducción del ganado.

Para los productores pecuarios las molestias y enfermedades producidas por las moscas representan la importancia que tienen como plagas. En Argentina, Zapater, Martínez y Mazzoli, (1995) describen que la acumulación de estiércol u otros desechos, y su empleo y dispersión como abonos orgánicos, permiten la proliferación de varias especies de moscas. Con esta práctica, que el estiércol se emplea como abono, las actividades en granja se afectan, tanto en las avícolas, criaderos de cerdos, tambos, ganadería extensiva, industrias alimenticias, como en viveros y establecimientos hortícolas. Los niveles de población que se presentan resultan extremadamente molestos para los habitantes de zonas rurales, además de los problemas que provocan como portadores de enfermedades que afectan al hombre.

Es importante destacar otros perjuicios que ocasionan las moscas, de acuerdo con los trabajos de Zapater, Martínez y Mazzoli, (1995); en lechería, las molestias causadas producen una merma en el rendimiento, tanto por la energía que el animal pierde al ahuyentarlas, como por la disminución en el tiempo de alimentación. En galpones de aves ponedoras el amoníaco desprendido como consecuencia del licuado del estiércol ocasionado por las larvas, determina una disminución en la postura. Además la gallinaza líquida se dispersa por los galpones dificultando todas las actividades e incrementando los costos de remoción. En caballerizas, alteran a los animales provocando una disminución en el rendimiento en las competencias y aumentando la posibilidad de lesiones. Además de esto, las moscas con sus deyecciones manchan las instalaciones y los productos que requieren un lavado adicional, como en el caso de los huevos.

Programa de Manejo Integrado de Moscas

La reducción de las poblaciones de moscas en la producción pecuaria, a niveles subeconómicos requiere de diferentes actividades. Es necesario eliminar las condiciones

que atraen las moscas y aquellas que favorecen su desarrollo. Esto implica el diseño de estrategias para implementar prácticas culturales, realizar controles mecánicos, liberar parasitoides de las moscas y mantener las instalaciones limpias. Se debe entender que la producción animal es un sistema, y por esto, Axtell y Stinner, (1990) explican que el Manejo Integrado de Moscas es tan sólo una parte del sistema total del manejo de la explotación, necesiéndose el análisis permanente de la dinámica poblacional de las plagas, entre otros factores, para poder diseñar e implementar técnicas de manejo.

Por lo tanto, el PMIM se entiende como un subsistema y cada método de control que se lleve a cabo es una unidad de dicho subsistema. El funcionamiento del Programa debe estar integrado de tal manera, que cada operación no obstaculice otra actividad. Se denominarán para efectos de este documento, las unidades como prácticas, y ellas serán: culturales, mecánicas y biológicas entre otras.

Prácticas Culturales

El uso de prácticas culturales, se basa en que cualquier cambio en un componente de sistema de explotación pecuaria, puede afectar en forma variable o desfavorable a uno o varios de los otros componentes. En términos generales el control cultural va enfocado al mantenimiento de un hábitat desfavorable a las poblaciones de plagas, lo cual permite que especies benéficas puedan proliferar y así coadyuvar a la reducción de la densidad poblacional.

De las prácticas culturales, el manejo del estiércol es un componente de importancia en la producción de animales y en el control de moscas. Un adecuado y oportuna remoción de las excretas permite minimizar la producción de moscas, reduce la generación de malos olores y basuras, evita la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, preserva la calidad del estiércol como fertilizante y además, mejora las condiciones de la empresa (Loomis *et al.*, 1982).

Debido a que las larvas requieren de humedades del 70 al 80% para alimentarse, además de la preferencia de oviposición en estiércol o materia orgánica húmeda, se debe desarrollar una práctica de deshidratación del estiércol descompuesto, el cual según Jiménez, (1990), servirá de cama y cubierta al estiércol fresco que periódicamente se está removiendo. El compost se hace bajo techo cubierto con plástico, se le construye un buen drenaje y forma de ventilación, para que la deshidratación sea rápida. Además, el complejo de organismos que se encuentran en él produce aireación con su actividad; en estos lugares se van a desarrollar insectos benéficos y por esto no deben removerse hasta no estar totalmente descompuestos.

Los procedimientos culturales deben orientarse con el fin de favorecer los enemigos naturales de las moscas y por ello no se tiene que retirar todo el estiércol de los lugares de acumulación. Las humedades en las instalaciones y sus alrededores deben de evitarse. En las avícolas hay que retirar los huevos quebrados y animales muertos y no dispersar los alimentos y concentrados. En las porquerizas hay que evitar la acumulación de pilas de excretas y mantener las basuras tapadas. Exigir un aseo constante de la explotación pecuaria. En lo posible, recomendar el manejo de las excretas mediante la elaboración de compostaje.

Las prácticas culturales deben hacerse en forma técnica y permanente, de lo contrario se pueden obtener resultados negativos. Los estiércoles y las humedades constituyen los principales focos para la reproducción de moscas, ya que son lugares óptimos para la oviposición, y la alimentación de larvas.

Prácticas Físicas

En las especies de moscas, como en otros insectos, los factores físicos son los que determinan el tiempo de desarrollo de los ciclos vitales. Es por esto que las prácticas físicas se basan en el manejo de elementos como: la temperatura, humedad, luz, radiación, corrientes de aire, agua y otros tipos de factores. En algunas explotaciones son comunes las trampas luz, de corriente eléctrica y cebos atrayentes para la captura de adultos.

Analizando la biología de *Musca domestica* L., en las condiciones de Estados Unidos, Axtell y Stinner, (1990) afirman que este insecto en locales calientes requiere sólo de seis a diez días para el desarrollo de su ciclo. Los huevos son depositados en grupos sobre las excretas más olorosas y húmedas. Los huevos eclosionan en el día y las larvas que pasan por tres instares, se mueven a través de los estiércoles buscando en el último instar un sitio seco para empupar. Los adultos emergen y permanecen en el hábitat buscando alimentarse, copular y de nuevo iniciar las hembras la oviposición.

Cuando se estudia en detalle la influencia de los factores del medio ambiente sobre la longevidad de los adultos de *Musca domestica* L., se comprueba que la longevidad está inversamente relacionada con la temperatura y se mejora o prolonga por la presencia de azúcares y almidones solubles en la dieta. Pero en el campo, explica Lysyk, (1991), los adultos se alimentan de diferentes excretas de animales, así como de alimentos para estos organismos, lo cual significa que las moscas están sometidas a dietas muy variadas según el tipo de explotación pecuaria, lugares en los cuales no tienen acceso a azúcares y almidones.

Las moscas en su estado adulto pueden ser controladas con trampas de diversos estilos y diseños. Las de mayor empleo en el país son las cubo-cónicas (Figura 1), aunque también se conocen las cilindro-cónicas (Figura 2). Las trampas cubo-cónicas son armazones de madera de 40 x 40 x 40 cm, cubiertas de tela tul y con un cono invertido en la parte inferior, el cual posee un pequeño orificio para la entrada de los adultos. El número de trampas empleadas por explotación es variable y éstas se usan con cebos atrayentes para adultos.

Según Madrigal, (1997) el funcionamiento de las trampas se basa en el hábito de las moscas de volar siempre hacia arriba después de alimentarse; por tal razón, se debe colocar el cebo en un plato debajo de la trampa, de modo que los bordes del plato no sobresalgan por los lados de la trampa. La altura de este recipiente no debe ser superior a la arista o borde inferior de la trampa porque las moscas no entrarían, debe estar 1 a 1.5 cm por debajo de dicho borde o arista; si queda mucho espacio entre el plato y la trampa, las moscas se alimentan y escapan.

El cebo debe revisarse cada dos días y en caso de estar seco, recebarse con cebo nuevo, suero de leche, leche o agua con un poco de cerveza. Si el cebo no está seco debe revolverse con una paleta de madera. Cuando las moscas atrapadas en la trampa, después de muertas alcanzan dos o tres centímetros de espesor, éstas deben ser retiradas y destruidas o colocadas en los recipientes de basura (Madrigal, 1997).

El cebo para usar en las trampas puede ser un producto comercial formulado para este fin. También puede usarse cualquier tipo de materia orgánica en descomposición, pero esta tiene el inconveniente de que las moscas ovipositan allí, y cada trampa se constituiría en un nuevo foco de cría si no se tiene la precaución de cambiar el cebo cada tres días. (Figuras 1 y 2) (Tomado de Madrigal, 1997).

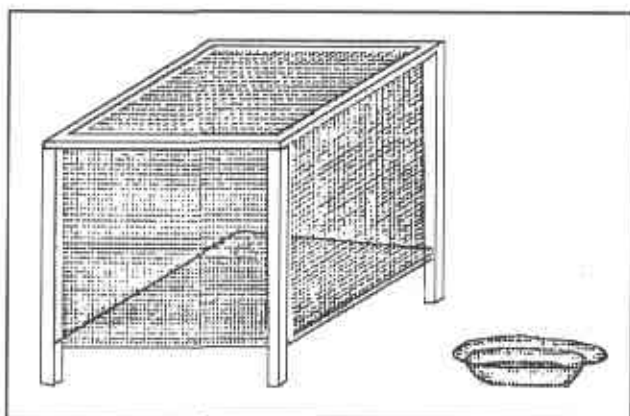


FIGURA 1. Trampa cubo cónica

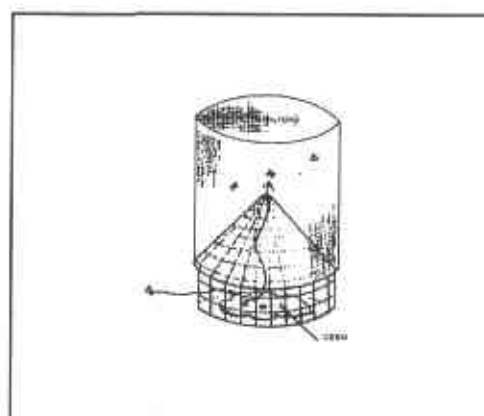


FIGURA 2. Trampa cilindro-cónica

Prácticas Biológicas

El complejo de moscas comunes en las instalaciones pecuarias presenta enemigos naturales entre los que se pueden mencionar: parasitoides de pupas de la familia Pteromalidae; ácaros depredadores de huevos y/o larvas del primer instar; y coleópteros de la familia Histeridae que predatan huevos y larvas del primer estadio (Axtell, 1990).

Depredadores. Los ácaros depredadores más comunes son: *Macrocheles muscadomesticae* (Macrochelidae), *Fuscuropoda vegetans* (Uropodidae) y *Poecilochirus monospinosus* (Parasitidae). Estos ácaros predan los huevos y las larvas pequeñas (primer instar) de las moscas y se les encuentra en la parte superior de los estiércoles donde las presas se ubican. En el caso de *Macrocheles*, las hembras tienen hábitos foréticos y los adultos de moscas las distribuyen a nuevos microhabitats. Los Uropodidae y Parasitidae se asocian en forosis a coleópteros, en sus estados de deutoninfas. Los ácaros son afectados por la alta humedad que favorecen a las moscas. Los ácaros bajo condiciones favorables tan solo requieren de dos a tres días para completar su ciclo de huevo a adulto (incluye los estados de larva, protoninfa y deutoninfa) (Axtell, 1990).

Los ácaros predan más huevos que larvas de moscas y son generalistas. Es decir, también se alimentan de nemátodos, otros ácaros, huevos y larvas de otros dípteros.

El coleóptero *Carcinops pumilio* (Histeridae) tiene un ciclo de vida prolongado. Desde huevo hasta adulto (incluyendo dos estados larvales y la pupa), esta especie requiere 40 días, si no existe exceso de humedad en las excretas. A unos 27°C los adultos han alcanzado una longevidad de 100 días. Consumen en sus estados adulto y de larva, huevos y larvas de dípteros. La distribución de *C. pumilio* es más común a profundidades menores (Axtell, 1990).

Entomopatógenos. Aunque no se ha profundizado en el empleo de estos agentes de control, se sabe que el hongo *Entomophthora muscae* (Cohn) Fresenius, es un patógeno de adultos de moscas (Mullens *et al.*, 1987).

Este patógeno se ha encontrado infectando varias especies de las familias Muscidae, Calliphoridae, Antomyiidae, Sarcophagidae, Drosophilidae y Syrphidae. Es de común ocurrencia en América, Europa y la India. El patógeno *E. muscae* está estrechamente asociado con poblaciones de *Musca domestica* y fue descrito por Cohn en 1855 y para 1871 Brefeld ya había estudiado en detalle el proceso de invasión y propagación del hongo. El mayor control de adultos lo hace el patógeno en regiones cálidas. Entre otras especies, Mullens *et al.*, (1987), mencionan como controladas por *E. muscae* las siguientes: *Fannia canicularis*

(L.), *Ophyra aenescens* (Wiedemann), *Muscina stabulans* (Fallen); *Fannia femoralis* (Stein) y *Stomoxys calcitrans* (L.).

Parasitoides. Se han utilizado en diferentes países para el control de pupas de moscas comunes, especies de la familia Pteromalidae como un método biológico para reducir las poblaciones. Estas especies se multiplican en laboratorios de crías masivas. En Colombia se ha logrado éxito con liberaciones de *Spalangia endius* Walker; *S. cameroni* Perkins; *Muscidifurax raptor* Girault & Sanders; *M. zaraptor* Kogan & Legner y *Pachychrepoideus vindemiae* (Rondani).

Keinding, (1986) presenta un listado de enemigos naturales de moscas entre predadores, parasitoides y patógenos y afirma que, bajo condiciones del trópico pueden regular y destruir entre un 70 a 90% de la población de moscas.

Es factible que los parasitoides de moscas sean diferentes de acuerdo a las regiones. En Alberta (Canadá), Lysyk, (1995) adelantó un inventario de insectos benéficos asociados a moscas presentes en los estiércoles de explotaciones lecheras. Logró identificar siete especies: *Muscidifurax raptor* Girault & Sanders; *M. zaraptor* Kogan & Legner; *Spalangia cameroni* Perkins; *Urolepis rufipes* (Ashmead); *Trichomalopsis* sp.; *Dibrachys cavus* (Walker) (Pteromalidae) y *Phygadeun* sp. (Ichneumonidae). El parasitismo hallado sobre pupas estuvo entre el 2% y 30%, con mayor actividad en temperaturas altas.

Estos parasitoides se ofrecen en porciones de cinco mil pupas de mosca doméstica parasitadas, las cuales se pueden colocar colgadas bajo los aleros de las porquerizas, establos, caballerizas, gallineros, etc. o dispersas, sin la bolsa de tul, en los lugares más secos de las pilas de excretas u otros lugares que las larvas busquen para empupar. Cuando las porciones se colocan colgadas en los aleros, deben dejarse allí por lo menos durante un mes y sacudirse bien antes de retirarlas, dado que las avispidas a veces tienden a refugiarse entre los puparios vacíos (Madrigal, 1997).

El número de parasitoides a liberar depende de la especie animal con que se esté trabajando, como se indica a continuación:

Tabla 1. Número de avispidas a liberar quincenalmente y número de trampas necesarias (Madrigal, 1997)

Especies	P/a/L *	1 Trampa/x animal **
Vacuno	1000	1/10
Equinos	1000	1/10
Porcinos	1000	1/10
Aves - ponedoras	20	1/50000

* P/a/L: No. de parasitoides por animal por liberación (quincenal)

** Una trampa por cada x animales.

Dado que el ciclo biológico de los parasitoides dura aproximadamente un mes y el de la mayoría de las especies de moscas dura solo quince días, y que el potencial biótico de las moscas es diez veces mayor que el de los parasitoides citados, es necesario hacer las liberaciones cada quince días tratando de equilibrar las poblaciones del parasitoide con las de su hospedero, lo cual no será posible sin la ayuda de un cuidadoso programa de control cultural (Tabla 2).

Como parasitoide *Spalangia endius* presenta características bioecológicas que constituyen ventajas para su desempeño. Donaldson y Walter, (1984) demostraron que es un parasitoide solitario, que el sexo y el tamaño no dependen del tamaño del hospedero; a nivel de laboratorio y de campo siempre emerge mayor cantidad de hembras (rangos respectivamente entre 79 al 87% y 65 al 75%); en el caso de la emergencia del parasitoide, desde las pupas tanto hembras como machos ocasionan la mortalidad de los puparios.

En estudios de laboratorio a 21°C, *Spalangia nigra* Latreille cumplió en un promedio de 29.3 días su ciclo, desde la exposición de pupas a la emergencia de la primera progenie. Cuando la temperatura se elevó a 27°C este tiempo se redujo a 26.6 días y la mayoría de adultos de avispa emergieron de las pupas de *Musca domestica*, entre los 29 a 40 días después de la oviposición. La proporción sexual obtenida fue de 1.4 a 1.8 hembras por macho. Los machos vivieron de 6.8 a 15 días y las hembras de 11 a 17.8 días a 27°C. Al adicionar miel de abejas como alimento se logró incrementar la longevidad. De acuerdo con Hall y Fischer, (1988), *S. nigra* no demostró preferencia por pupas de *M. domestica* o *Stomoxys calcitrans*.

Tabla 2. Crecimiento de la progenie de una pareja de moscas en ausencia de factores adversos y relación de sexos 1:1 durante 60 días y de una pareja de parasitoides de pupas (Pteromalidae), con reproducción partenogénica arrenotoquia

	Progenie a los:			
	15 días	30 días	45 días	60 días
1 pareja de moscas	1000	500.000(1)	250.000.000	125.000.000.000
1 pareja de avispietas		100		10.000

(1) Se asume una relación de sexos 1:1

Es importante conocer los factores físicos que pueden afectar a los parasitoides. Para los benéficos *M. raptor*; *M. zaraptor*; *S. cameroni* y *S. endius*, empleando pupas de *Musca domestica* y diferentes temperaturas, Mann, Axtell y Stinner, (1990), estudiaron el tiempo promedio de desarrollo (días desde la oviposición a la emergencia del adulto); el número promedio de pupas muertas por parasitoide y los promedios de progenie por parasitoide. Los resultados encontrados fueron:

- Tiempo promedio de desarrollo a temperaturas de 20, 25, 30 y 35°C: *M. raptor* (28.4; 20.7; 14.3; 14.5); *M. zaraptor* (30.6; 22.8; 14.1; 14.2); *S. cameroni* (55.6; 35.2; 21.8; 25.0) y *S. endius* (52.4; 31.5; 16.3 y 14.6), valores en días,
- Número de pupas muertas por parasitoide a 15, 30, 25, 30 y 35°C: *M. raptor* (1.4; 7.4; 10.5; 13.7; 14.1); *M. zaraptor* (0.0; 3.3; 8.9; 14.4; 15.0); *S. cameroni* (0.0; 7.8; 11.0; 11.9; 7.4) y *S. endius* (0.6; 4.0; 7.5; 12.0; 11.7).
- Promedios de progenie por parasitoide *M. raptor* (0.2; 5.2; 7.9; 11.8; 11.6); *M. zaraptor* (1.3; 4.4; 8.2; 13.0; 13.7); *S. cameroni* (0.0; 2.4; 4.7; 5.1; 1.0) y *S. endius* (0.0; 0.9; 3.4; 7.5; 4.9).

Para la especie *S. cameroni* se verificó que el desarrollo y capacidad de oviposición se reducía notablemente llegando a inhibirse a 35°C.

La acción de los parasitoides de pupas de moscas, reflejada en su nivel de mortalidad del hospedero está determinada principalmente por la respuesta del parasitoide a la densidad del hospedero, o sea la respuesta funcional. Además, influye sobre los niveles de parasitismo, el patrón de distribución espacial del hospedero debido a que el mismo incide en las relaciones de búsqueda, encuentro, eficiencia y reproducción de las especies benéficas. Mann, Stinner y Axtell, (1990) precisaron que puede darse una competencia intraespecífica entre *Spalangia endius* y *M. raptor*. Estos autores estudiaron el parasitismo de cuatro especies de pteromalidos basados en las relaciones de hospedero-parasitoide y la distribución del hospedero. Se logró precisar que al incrementarse la relación parasitoide-hospedero, se aumentaba la progenie de los pteromalidos, en la siguiente forma: *M. raptor* (12.3; 9.3); *M. zaraptor* (12.3; 9.3); *S. cameroni* (16.9; 5.5); *S. endius* (14.8; 9.7). El primer valor es el número de pupas muertas por parasitoide y el segundo la progenie/parasitoide.

Un aspecto de interés en la producción masiva de *Muscidifurax zaraptor*, es su aceptación de pupas congeladas de dípteros como hospederos. En efecto, Petersen y Matthews, (1984), expusieron pupas con tiempos de congelación de 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas al parasitoide, hallando que los niveles de parasitismo no se afectaron notablemente y se redujeron en pupas con más de 96 horas de congelamiento. Lo anterior se debe a la desecación que sufre el hospedero.

Existe una posibilidad de incrementar la actividad de los parasitoides mediante la hibridación. Legner, (1988) trabajó con cepas de *Muscidifurax zaraptor* Kogan, provenientes de diferentes lugares de los Estados Unidos, Perú y Chile, logrando aumentar la agresividad y tasas de reproducción de los parasitoides. Este autor recomienda estudiar los cruces por cuanto en ocasiones se presentan resultados no deseables para un buen parasitoide.

Jiménez, (1987) registra porcentajes de mortalidad de pupas superiores al 90% y debido a que el ciclo de vida de los pteromalidos es casi el doble del de las moscas, los niveles de parasitismo y por ende de mortalidad de las pupas, asciende progresivamente con el tiempo transcurrido, con la cantidad de parásitos liberados y con el número de liberaciones.

Patiño, Roldán y Vergara, (1985) estudiaron bajo condiciones de clima frío 13.4°C y 77% de H.R., la efectividad de *S. endius* y *M. raptor* sobre las poblaciones de *M. domestica* logrando mortalidades del 57%, no obstante, que las temperaturas bajas afectan a *S. endius*.

Sobre *Stomoxys calcitrans* (L.) se han realizado crías de *Spalangia cameroni* Perkins en diferentes partes del mundo, en especial en USA, de acuerdo con lo expresado por Moon et al., (1982). En Colombia (Valle del Cauca) se ha encontrado *S. cameroni* como nativa, aunque en porcentajes muy bajos (Ortiz y Torres, 1983).

Para el control de *M. domestica* empleando *S. endius*, Morgan et al., (1981) han encontrado registros de 100% de parasitismo, después de cinco semanas de iniciar las liberaciones inundativas.

Los efectos de liberaciones inundativas han sido evaluados por diversos investigadores. Andres y Campbell, (1994), hallaron que los parasitoides *Muscidifurax raptor* Girault and Sanders y *Spalangia nigroaenea* Curtis, redujeron significativamente las poblaciones de *Stomoxys calcitrans* (L.), con liberaciones semanales. En los trabajos que adelantaron con ganado de ordeño, lograron verificar que efectivamente los parasitoides controlaban la plaga. Estos autores liberaban entre 595 a 2.976 parasitoides por animal cada semana, con costos menores para control que empleando insecticidas.

En condiciones de campo y en explotaciones de ganado de carne, Petersen, Watson y Pawson, (1992) evaluaron los efectos de las liberaciones de *M. zaraptor* y *Pachycrepoides*

vindemiae sobre pupas de *M. domestica* y *S. calcitrans*. Las liberaciones se hicieron cada dos semanas. Las evaluaciones se hicieron empleando el método de la pupa centinela (o sea pupas de dípteros sin parasitar). Los rangos de parasitismo variaron desde 28 a 42%. La emergencia de los benéficos fue del 87% en *M. zaraptor* y 12% de *P. vindemiae*.

Recomendaciones para Evaluar el PMIM

A menudo resulta innecesario intentar desarrollar un método para evaluar la eficiencia de los controles que se están aplicando, los problemas ocasionados por las moscas comunes, así sea la simple molestia que ocasiona su presencia, son tan evidentes y notorios que en la mayoría de los casos basta con sentir la comodidad que implica el cambio de su profusión a su escasez, y ésta será más elocuente que el resultado de cualquier modelo estadístico de evaluación por complicado y completo que éste sea. Estas apreciaciones de Madrigal, (1997) son lógicas. No obstante, los productores y empresarios requieren que se les muestre las bondades del PMIM, y es por eso que este autor sugiere emplear:

- Métodos directos:

1. Conteo de moscas por unidad de superficie en un lugar frecuentado por éstas.
2. Conteo de capturas en trampas cubo-cónicas, cilindro-cónicas o pegajosas, entre otras.
3. Conteo de moscas en la cara o en las paletas de los animales en campo o en establo.
4. Porcentaje de parasitismo en pupas colectadas en los sitios naturales de pupación.
5. Porcentaje de parasitismo en pupas frescas colocadas en cajitas con anejo que permita la entrada de parasitoides y excluya la mayoría de los predadores

- Métodos indirectos:

1. Conteo de manchas fecales sobre tabletas de acrílico transparente o acrílico lechoso.
2. Incremento en producción de leche o carne cuando se comparan lotes ubicados en áreas tratadas con otros similares en áreas no tratadas.
3. Merms en la incidencia de enfermedades comprobadamente transmitidas por las moscas.

No importa cual sea el método empleado, siempre debe acudir a patrones de comparación ya sea animales tratados y no tratados observados simultáneamente; animales antes y después de los tratamientos; lugares tratados y no tratados; lugares antes y después de los tratamientos, por mencionar sólo algunos.

El Control Biológico de Moscas: Consideraciones finales

En diferentes países y también en Colombia, se han desarrollado programas exitosos de Manejo Integrado de Moscas en explotaciones pecuarias. Estos han sido extensivos a zonas rurales (comunidades) y áreas de recreación, así como fábricas, restaurantes y otros. En estos programas el control biológico ha jugado un papel determinante. La producción de los parasitoides se hace a escala comercial en laboratorios que han logrado eficiencia en cuanto al volumen de insectos multiplicados. Existen diferentes ejemplos de estos éxitos con el PMIM.

Jiménez, (1987) desarrolló el primer resultado exitoso en explotaciones avícolas, en la granja «Sierra Morena» en el municipio de Pereira (Colombia), iniciándose en enero de 1981. La

explotación consistía de 50.000 gallinas ponedoras en jaulas en donde la mortalidad de moscas antes de iniciar el MIM era tan sólo de 20%, en un proceso integrado donde las liberaciones fueron de 300 mil adultos de los parasitoides cada 15 días, al cuarto mes con una liberación inundativa de 2'500.000 parasitoides, la mortalidad de las moscas fue del 97%, manteniéndose el éxito hasta la renovación de las gallinas a los 11 meses.

Desde ese entonces los programas de MIM se han incrementado. Patiño, Roldán y Vergara, (1985) manejaron la Granja «Coimbra» en Paipa (Boyacá, Colombia), logrando incrementar la mortalidad de moscas, especialmente *Musca domestica* L. mediante liberaciones sostenidas durante tres meses, pasando de un porcentaje de 5% al 57% y reduciendo picos poblacionales con base en trampas cubocónicas. Para 1987, el programa MIM, se aplicó con éxito total en la Granja Avícola «Buenos Aires» en Ibagué (Tolima) en galpones que albergan un millón de gallinas enjauladas (Jiménez, 1987).

Debe destacarse el programa adelantado por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda -Carder, y la empresa Productos Biológicos Perkins Ltda., en el corregimiento de La Florida, Pereira, Colombia en 1988 se decidió adelantar el MIM en una zona caracterizada por un monocultivo de cebolla *Allium* spp. en unas 400 hectáreas y explotación de minifundio, con un uso excesivo de gallinaza como fertilizante a razón de un promedio de 200 toneladas/hectárea/año, un excesivo empleo de agroquímicos y un problema de moscas proveniente de la explotación de 250.000 aves de corral. Se liberaron 275 millones de parasitoides entre Noviembre de 1988 y Diciembre de 1990 y se instalaron 746 trampas. Al evaluar los resultados se encontró una mortalidad de 80% de moscas y una reducción ostensible del problema en dicha zona (Jiménez, 1990).

En la actualidad se adelantan MIM en varios lugares del país. En el caso del Departamento de Antioquia, en la zona de San Pedro en explotaciones porcícolas y de ganado de leche funcionan varios MIP. En esta zona los problemas con moscas comunes son dramáticos, pero hasta el presente los usuarios de este sistema dan referencia positiva de los resultados que se han logrado en la reducción de poblaciones de moscas. Se está liberando un millón de parasitoides cada mes/finca de los géneros *Spalangia* y *Muscidifurax*, además de tener en funcionamiento los diferentes elementos que conforman esta metodología de control.

Para quienes trabajan con estos parasitoides de moscas, en programas de MIM es satisfactorio resaltar las ventajas que presenta este control biológico.

- Es de fácil consecución, por cuanto existen laboratorios en el país dedicados a su producción. Se pueden conseguir además en países como Argentina, Brasil, México, Honduras, Estados Unidos y Canadá.
- La implementación del control biológico es sencilla y las liberaciones inundativas no representan esfuerzos adicionales.
- Es un método limpio, seguro y eficaz, no es contaminante, ni deja residuos tóxicos como el control químico.
- Después de su establecimiento es fácil darle continuidad mediante liberaciones periódicas.
- Es un método de fácil transferencia a las empresas y comunidades afectadas por problemas de moscas comunes.

En cada región, lugar o país es factible la existencia de especies nativas enemigas naturales de las moscas. Sería de gran utilidad realizar estos inventarios, seleccionar los insectos benéficos con mayor potencialidad para el control biológico y darles oportunidad de ejercer su actividad. Esto se logra no sólo utilizando parasitoides como *Muscidifurax* y *Spalangia*, sino también reduciendo el control químico e implementando el PMIM.

Bibliografía

- Andress, E.; Campbell, J. 1994. Inundative releases of pteromalid parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) for the control of stable flies, *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) at confined cattle installations in West Central Nebraska. *In: Journal of Economic Entomology*. Vol. 87, No. 3, p.714-722.
- Axtell, C. 1990. Integration of chemical and biological methods for mosquito and filth fly control. *In: Pesticides and Alternatives*. Elsevier Science, p.195-203.
- Donaldson, J.; Walter, G. 1984. Sex ratios of *Spalangia endius* (Hymenoptera: Pteromalidae) in relation to current theory. *In: Ecological Entomology*. Vol. 9; p.395-402.
- Gallego, R.; Guzman, R. 1988. Evaluación de la entomofauna presente en gallineros en la terraza alta de Ibagué. Ibagué: Universidad del Tolima, 125p.
- Gold, C.; Dahlsten, D. 1981. A new host record for *Tachinaephagus zealandicus* (Hym.: Encyrtidae). *In: Entomophaga*. Vol. 26, No. 4, p.459-460.
- Hall, R.; Fischer, F. 1988. Laboratory studies on the biology of *Spalangia nigra* (Hym.: Pteromalidae). *In: Entomophaga*. Vol.33, No.4 p.495-504.
- Harwood, R.; James, M. 1987. Entomología médica y veterinaria. México: Limusa, 615p.
- Jimenez, J. 1990. Informe general en el programa de control integrado de moscas en el corregimiento de La Florida y veredas aledañas Pereira, (Colombia). Palmira: Productos Biológicos Perkins, 10p.
- Jiménez, J. 1987. Manejo integrado de moscas comunes. Palmira: Productos Biológicos Perkins, 9p.
- Keinding, J. 1986. The house-fly. Biology and control. Switzerland: World Health Organization, 64p.
- Legner, E. 1988. Hybridization in principal parasitoids of synanthropic diptera: The genus *Muscidifurax* (Hymenoptera: Pteromalidae). *In: Hilgardia*. Vol. 56, No. 4, 36p.
- Londoño, H.; Pirajon, C.; Vergara, R. 1986. Estudios básicos de dípteros de importancia económica en explotaciones pecuarias y salud pública. Tunja: U.P.T.C. - FACIAT, 125p.
- Loomis, E. 1982. Integrated management of pest flies on the dairy. California: University of California, Leaflet 2329, p.15.
- Loomis, E. 1985. Integrated management of pest on poultry ranches. California: University of California, Leaflet 2505, p.17.
- Lysyk, T. 1995. Parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae, Ichneumonidae) of filth fly (Diptera: Muscidae) pupae at dairies in Alberta. *In: Journal of Economic Entomology*. Vol. 88, No. 3, p.659-665.
- Madrigal, A. 1997. Las moscas una verdadera amenaza. *En: La importancia de la artropofauna en la producción animal*. Memorias. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 136p.
- Mann, J.; Axtell, R.; Stinner, R. 1990. Temperature-dependent development and parasitism rates of four species of Pteromalidae (Hymenoptera) parasitoids of house fly (*Musca domestica*) pupae. *In: Medical and Veterinary Entomology*. Vol. 4 p.245-253.
- Mann, J.; Stinner, R.; Axtell, C. 1990. Parasitism of house fly (*Musca domestica*) pupae by four species of Pteromalidae (Hymenoptera): effects of host-parasitoid densities and host distribution. *In: Medical and Veterinary Entomology*. Vol. 4 p.235-243.
- Mateus, G. 1967. El nucho y su ciclo de vida. *En: Revista ICA*, Bogotá. Vol. 2, No. 1 p.3-20.
- Moon, R.; Berry, I.; Petersen, J. 1982. Reproduction of *Spalangia cameroni* Perkins (Hymenoptera: Pteromalidae) on stable fly (Diptera: Muscidae) in the laboratory. *In: Journal of the Kansas Entomological Society*. Vol. 55, No. 1 p.77-85.
- Morgan, P.; Wejdhaas, D.; Patterson, R. 1981. Host-parasite relationship: augmentative releases of *Spalangia endius* Walker used in conjunction with population modeling to suppress field populations of *Musca domestica* L. (Hymenoptera: Pteromalidae and Diptera: Muscidae). *In: Journal of the Kansas Entomological Society*. Vol.54, No.3 p.496-504.

- Mullens, A.; Rodriguez, J.; Meyer, J. 1987. An epizootiological study of *Entomophthora muscae* in muscoid fly populations on Southern California poultry facilities, with emphasis on *Musca domestica*. In: Hilgardia. Vol. 55, No. 3 p.1-41.
- Ortiz, R.; Torres, J. 1983. Ciclo de vida y hábitos de *Spalangia cameroni* Perkins (Hymenoptera: Pteromalidae) en condiciones de laboratorio. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 57p.
- Patiño, J.; Roldan, M.; Vergara R. 1985. Contribución al control de la mosca casera *Musca domestica* L. en clima frío. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - FACIAT, 109p.
- Petersen, J.; Matthews, J. 1984. Effects of freezing of host pupae on the production of progeny by the filth fly parasite *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). In: Journal of the Kansas Entomological Society. Vol. 57, No. 3 p.387-393.
- Petterson, J.; Watson, D.; Pawson, B. 1992. Evaluation of *Muscidifurax zaraptor* and *Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) for controlling flies associated with confined beef cattle. In: Biological Control. Vol. 2 p.44-50.
- Rodriguez, V. 1991. Combata los parásitos y mejore la alimentación. En: Carta Ganadera. Vol. 28, No. 10 p.44-46. (Informe Técnico).
- West, L. 1951. The house fly, its natural history, medical importance and control. New York: Comstock, 583p.
- Zapater, C.; Martinez, R.; Mazzolil, J. 1995. Uso de insectos benéficos para combatir plagas: control biológico de moscas en establecimientos de cría intensiva. Buenos Aires, Argentina: s.n. 25p. (Documento Mecanografiado).