

ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA ERRADICACIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO, *Cochliomyia hominivorax* (COQUEREL, 1858), EN COLOMBIA

Forero, EF1, Cortés, JA2, Villamil, LC3

Laboratorio de Parasitología

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Maestría en Ciencias Veterinarias – Universidad de La Salle, Bogotá

RESUMEN

La miasis causada por la mosca *Cochliomyia hominivorax*, no solo es desagradable y perjudicial, también puede facilitar procesos patológicos que conducen a la muerte del individuo afectado. Dentro de las estrategias de control y erradicación de esta enfermedad sobresale la técnica de insecto estéril, diseñada para afectar la eficiencia reproductiva de este parásito mediante la inducción de mutaciones letales dominantes en el ADN de las células sexuales de los machos que generan progenie no viable. El programa de erradicación de esta mosca ha sido un éxito en algunos países de América, pero a un costo elevado. La mayoría de los países, con la infestación natural de esta plaga, corresponden a los denominados en vías de desarrollo. En esta revisión se presentan los estudios efectuados sobre la evaluación económica de los programas de lucha, señalando a su vez la carencia de estudios detallados y continuos sobre la vigilancia epidemiológica y la evaluación económica de la erradicación del parásito, y de su biología, ecología y control en los países endémicos, lo cual en la práctica dificulta un análisis pormenorizado. La sostenibilidad del programa de eliminación demanda la obtención de recursos económicos suficientes por cuenta de capitales públicos, privados y extranjeros, que aseguren la viabilidad del mismo mediante la cooperación internacional, la participación activa de los productores, y una estructura sanitaria que garantice una vigilancia activa. Se deben analizar también el panorama político y otros aspectos de seguridad en el área rural, así como los aspectos ambientales. Una de las alternativas de control integrado debe incluir la adecuada vigilancia epidemiológica, tanto de los casos animales como de los seres humanos, el tratamiento individual oportuno con insecticidas, la implementación permanente del sistema SWASS y, en lo posible, la restricción de aquellas prácticas de manejo animal que ocasionan lesiones dérmicas.

Palabras clave: *Cochliomyia hominivorax*, análisis de costos y beneficios, control.

ECONOMICAL ASPECTS OF SCREWWORM ERADICATION, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858), IN COLOMBIA

ABSTRACT

The screwworm myiasis (*Cochliomyia hominivorax*) is unpleasant and harmful zoonotic disease, and it could lead to death in appropriate conditions. From many control strategies, sterile insect technique stand out because its design affects parasite reproductive efficiency through induction of dominant lethal mutations on DNA inside male germ cells producing

1 egforerob@unal.edu.co

2 jacortesv@unal.edu.co

3 levillamilj@unal.edu.co

non viable offspring. Screwworm eradication program has been successful in some countries of Americas, but its costs are considerable. Mostly of countries naturally infested are named in development. In this review, studies of economical evaluation about area-wide programs control are presented, pointed out lack of detailed and continual information as epidemiologic surveillance and economical evaluation of screwworm eradication as its biology, ecology and control in endemic countries that prevents detailed analysis. Eradication program sustainable could demands to get enough economical support of public, particular and foreign capitals. They will secure its viability through international cooperation, active participation of animal producers and sanitary structure for warranty active surveillance. Political panorama and other aspects of rural security should be analyzed. Environmental aspects must be analyzed. An integrated control alternative of screwworm should include epidemiological surveillance appropriate of animal and human cases, timely insecticide treatment of individual cases, permanent carrying out of SWASS method and, as possible as it can be, restriction of injure livestock practices causing dermical lesions.

Key words: *Cochliomyia hominivorax*, cost-benefits analysis, control.

INTRODUCCIÓN

La mosca *Cochliomyia hominivorax* cumple su ciclo de vida como un parásito en animales de sangre caliente y seres humanos. Causa importantes pérdidas en diferentes sistemas de producción animal, a la vez que se considera una enfermedad zoonótica con serias implicaciones en salud pública. Esto condujo a desarrollar un método de control tan efectivo que las poblaciones de este parásito pueden ser erradicadas de amplias zonas geográficas.

El programa de erradicación de esta plaga, creado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) a mediados del siglo XX, se ha utilizado para liberar a varias naciones de infestaciones naturales y accidentales, exige mucho dinero y un largo plazo. Este parásito ha sido erradicado desde el sur de Estados Unidos hasta la margen derecha del canal de Panamá, incluyendo algunas islas del Caribe. Actualmente, Suramérica se encuentra naturalmente infestada por esta mosca, pero para pensar en un programa de erradicación de escala continental, se deben superar desafíos económicos, políticos y ambientales.

El presente artículo tiene como objetivo discutir la relación de costos y beneficios del

programa de erradicación del gusano barrenador del ganado en Colombia, a través del análisis de las recomendaciones de varias publicaciones sobre la favorabilidad de los costos de un programa de erradicación de *C. hominivorax* y los beneficios que genera. Tomando como base algunos aspectos prioritarios sobre su biología y control, se discuten ventajas y desventajas del programa de erradicación, así como su viabilidad en el territorio colombiano. Como punto final, se señalarán alternativas de control efectivas de esta mosca a largo plazo.

LA MIASIS TRAUMÁTICA DE LA MOSCA DEVORADORA DE HOMBRES

Una de las enfermedades parasitarias más desagradables y perjudiciales, pero a la vez menos vigiladas, tanto en los servicios veterinarios como en los sistemas de salud pública es la miasis. La palabra miasis es de origen griego y literalmente significa enfermedad causada por moscas (1). Pero su importancia médica y veterinaria radica en el hecho de que las miasis son una condición donde larvas de moscas infestan

órganos y tejidos de personas y animales (2). Los casos de miasis pueden ser definidos, por las áreas anatómicas afectadas, como miasis traumática (en heridas), gástrica, rectal, urogenital, auricular, entre otras, o por la relación parasitaria con el hospedero como miasis obligatoria o primaria, miasis facultativa o secundaria y miasis accidental o pseudomiasis (3). Por tanto, la etapa larvaria de la mosca *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Diptera: Calliphoridae) causa miasis traumática, ya que debe desarrollarse como parásito obligado en heridas abiertas u orificios naturales de animales de sangre caliente, incluso seres humanos, condición que si no es tratada adecuada y oportunamente, puede causar daños temporales o permanentes, y conducir a la muerte, principalmente a los individuos más susceptibles como los jóvenes y los viejos, cuando se presentan reinfestaciones sucesivas (4, 5).

En Hispanoamérica, el nombre común de este parásito es gusano barrenador del ganado (GBG), que se origina a partir de las observaciones de sus hábitos larvarios, que profundizan las heridas abiertas dándoles un aspecto similar a bolsillos (6). En español también se le conoce como gusano tornillo, gusanera, mosca de las queresas, gusano barrenador primario y gusano barrenador del ganado del nuevo mundo. En inglés, el nombre común es *screwworm* debido al aspecto que presenta la larva al estar rodeada en casi

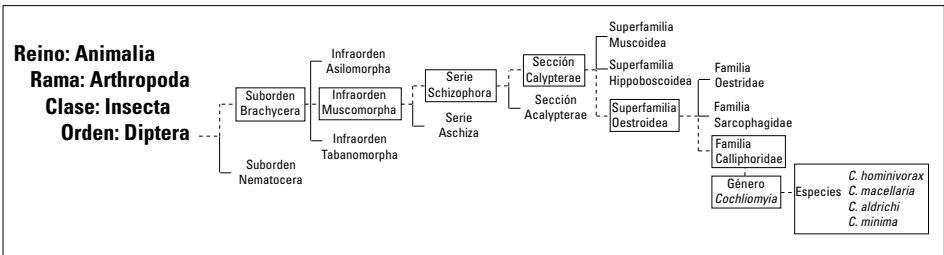
todos sus segmentos corporales por anillos de espinas separados entre sí. En Brasil, este parasitismo es ampliamente identificado como *Bicheira*. Esta mosca es nativa del continente americano, y actualmente se encuentra confinada a Suramérica y algunas islas del Caribe. El gusano barrenador del viejo mundo, *Chrysomya bezziana*, no está presente en América, y se distribuye en el África subsahariana, el Medio Oriente y el sudeste asiático (7), aunque aún no se ha reportado en Australia (8).

Para su correcta identificación es necesario distinguir al GBG de otras especies de moscas que eventualmente pueden infestar las heridas de animales y seres humanos como el gusano barrenador secundario *Cochliomyia macellaria* (Fabricius) (9), *Phormia regina* (Meigen), *Lucilia (Phaenicia) sericata* (Meigen), *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy) y *Chrysomya rufifacies* (Maquart) (10). La clasificación taxonómica del GBG se presenta en el cuadro 1.

CICLO DE VIDA DEL GBG Y LA TÉCNICA DE INSECTO ESTÉRIL

La mosca hembra del GBG se aparea una sola vez, mientras que el macho lo hace varias veces. Después del apareamiento, la mosca debe buscar un hospedero favorable, es decir, un animal de sangre caliente con una herida reciente o un orificio natural expuesto para realizar allí la oviposición.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858).



Fuente: Wall *et al.* (3), FAO (11).

Desde las heridas causadas por el manejo, como la castración o el marcaje, hasta la picadura de una garrapata pueden convertirse en ambientes favorables para la oviposición (11). La hembra coloca en promedio 200 huevos dispuestos en masas ordenadas, los cuales eclosionan 12 horas después (12). Las larvas migran hacia lo más profundo de la herida y allí se alimentan de los líquidos exudados por el tejido (13). Luego de 5 a 7 días, las larvas desarrolladas caen al suelo, se entierran y sufren el proceso de pupa (14), donde los tejidos de la larva son reemplazados por las estructuras de la mosca. Después de una semana, el adulto emerge de la pupa, excava hasta la superficie del suelo y debe esperar entre 2 y 4 días para alcanzar la madurez sexual (15). La mosca hembra vive en promedio 30 días (4) y puede hacer hasta

10 oviposiciones a un intervalo de 3 días. El ciclo de vida del GBG se resume en el Gráfico 1.

Debido al comportamiento reproductivo, tanto de la hembra como del macho, en la década de 1930, un entomólogo del USDA planteó el control de este parásito al esterilizar a los machos, sin efectos perjudiciales sobre competitividad reproductiva (16). Empero, el método de esterilización solamente fue factible hasta la década de 1950, primero con el uso de rayos X y después con rayos gamma (principalmente con Cesio 137) para provocar mutaciones letales dominantes en el esperma de los machos. Tales mutaciones suceden en el ADN de las células sexuales masculinas. Estas células son capaces de fecundar los gametos femeninos, pero poco después de formada la mórula, las mutacio-

Gráfico 1. Ciclo de vida de la mosca *Cochliomyia hominivorax*.



Fuente: OIE (4).

nes masculinas generan desarreglos cromosomales que irremediablemente conducen a la muerte del embrión (17). Así, la hembra fértil que se aparea con el macho estéril buscará y colocará los huevos en las heridas de sus hospederos, pero estos jamás eclosionarán. Entonces, como la progenie no es viable, la población del GBG de la siguiente generación será menor que la anterior y así de manera sucesiva, hasta que finalmente desaparece (18). Debido a que se requiere la cría artificial de millones de moscas, el uso de radiación ionizante para el proceso de esterilización, y la dispersión aérea semanal de las moscas estériles sobre extensas áreas geográficas, el programa de erradicación del GBG es muy costoso y exige un largo plazo (19).

COSTOS Y BENEFICIOS DE LA ERRADICACIÓN DEL GBG

Thomas (20) ha señalado que las especies que con mayor frecuencia causan miasis en las ganaderías de los trópicos del continente americano, siendo un problema costoso y común, son el GBG, *Cochliomyia hominivorax*, y el tórsalo o nuچه, *Dermatobia hominis* (Linnaeus Jr.). Sin embargo, en comparación con el nuچه, el GBG suele ser causa habitual de muerte en animales muy jóvenes, especialmente cuando infesta el área del ombligo (11), o en seres humanos abandonados, descuidados y en precarias condiciones de higiene (21, 22, 23). Además, sus consecuencias económicas son innegables (24, 19).

El GBG puede atacar diferentes especies de animales silvestres como venados, armadillos, tamandúas, pacas, elefantes, lobos marinos, avestruces y varias especies de felinos (19), y también animales domésticos como bovinos, ovinos, caprinos, equinos, porcinos y caninos (25), pero se considera que es más frecuente en los bovinos (20), debido a que esta población es más abundante

y más agregada que las demás en muchos de los territorios naturalmente infestados. La miasis por el GBG causa daños permanentes en el cuero, disminución en la ganancia de peso y producción de leche, aumenta la susceptibilidad a enfermedades, favorece la reinfestación, tanto de la misma especie como de otras especies de moscas, así como la contaminación bacteriana de la herida, que puede conducir a toxemia y la muerte (11). No obstante, el principal impacto económico del GBG para la industria ganadera no es solamente la mortalidad, sino también el costo de la profilaxis y el tratamiento de las heridas infestadas, el cual puede ser más relevante para el cálculo de las pérdidas económicas (26, 27, 28). El estimado anual de pérdidas debido a vigilancia y medicación, sin tomar en cuenta una mayor demanda de mano de obra ni las pérdidas de producción, oscila en varios países de Suramérica entre 4,82 a 10,71 dólares por animal (29), aunque en este caso particular no se discrimina por la especie animal afectada. Estas cifras coinciden con la estimada por la FAO (11) de 5,5 dólares/animal/año, en donde se supone que cada animal es examinado dos o tres veces por semana, y las heridas se tratan con un insecticida cuyo costo está incluido y fue calculado en 1,5 dólares/animal/año, para prevenir la miasis y curar las infestaciones. A partir de estimados como el anterior, se han estimado las pérdidas económicas para algunos países al multiplicar por el total de bovinos en un determinado territorio (19).

Steelman (30) menciona que el sufrimiento que ha causado la presencia del GBG en la relativamente reciente ganadería del suroeste de Estados Unidos por más de un siglo, ha resultado en el registro de pérdidas anuales estimadas de 100 millones de dólares. Moya-Borja (19) reseña que los costos por la convivencia con el GBG en Estados Unidos fueron de 120 millones de dólares para 1960, de 156 millones en México para

1982, de 43 millones de dólares al año en América Central y Panamá, y de 150 millones de dólares anuales en Brasil. Si bien se ha manifestado el desconocimiento de los perjuicios provocados por el GBG en otros países de América del Sur (19), la IAEA (29) estima que las pérdidas anuales para Suramérica son de 3.600 millones de dólares y de 135 millones de dólares para la región Caribe.

Así las cosas, la mortalidad y morbilidad significativas de la enfermedad parasitaria causada por el GBG, asociada con la demostración de un costo económico para los productores y la sociedad en general, justifica no solo el establecimiento de medidas de control, sino además su erradicación (24). Entre 1958 y 1960 el exitoso Programa de Erradicación del GBG en la Florida (sureste de Estados Unidos) costó 11 millones de dólares (31). De 1962 a 1964, el costo de la erradicación fue alrededor de 15 millones de dólares, de los cuales el 50% fueron financiados con fondos del gobierno federal, el 25% con fondos del estado de Texas, y el resto con fondos de los propietarios de ganado (30). La erradicación completa de este parásito de Estados Unidos (en 1966) y de México (en 1991), tuvo un costo aproximado de 750 millones de dólares (31). El costo del programa de erradicación en América Central fue de 268,4 millones de dólares, según lo reseñan Vargas-Terán *et al.* (32). Si bien el costo del programa de erradicación en Libia, luego de que una infestación accidental de 26.000 km² puso en riesgo a los países del mediterráneo y el Medio Oriente en 1988, fue estimado en 82 millones de dólares (31), la erradicación exitosa fue llevada a cabo invirtiendo 35 millones de dólares provenientes de un fondo conformado por múltiples donantes (32). Los costos estimados del programa de erradicación en Cuba están entre 70 a 110 millones de dólares, y en Haití y República Dominicana ascienden

a 38 millones de dólares (33). Snow considera que el costo de erradicación del GBG por una milla² es de 2.000, lo que equivale a 800 dólares por un km² (33).

Los beneficios anuales obtenidos por la industria ganadera en las áreas donde la erradicación del GBG se ha llevado a cabo son de 796 millones de dólares en Estados Unidos, de 292 millones en México, y de 79,7 millones de dólares en América Central (34). Las proporciones de costo-beneficio han sido estimadas en 1:10 para Estados Unidos, 1:4 en México y 1:10 en Libia (35), aunque este último ha alcanzado cifras tan altas como 1:50 cuando se vio en un contexto regional (29). De esta manera, la reinfestación de Centro y Norteamérica con el GBG tendría un costo potencial de 652 millones de dólares, lo que sugiere que los beneficios de la erradicación se acumularían a una tasa del 69% para Estados Unidos, 24% para México y 7% para América Central (25). Este panorama muestra que los altos costos de la erradicación del GBG son compensados con creces por los beneficios obtenidos por los ganaderos y por la sociedad en general. Por tanto, la erradicación del GBG requiere la cooperación internacional, tanto por los costos, como por el hecho mismo de desplazar la frontera de este parásito tanto como sea posible, tomando como base programas de cooperación exitosos como los de la fiebre aftosa o la peste porcina clásica en algunos países latinoamericanos (35).

Aun cuando existe la necesidad de realizar análisis de costos y beneficios en aquellas áreas donde esta información no está disponible, para asegurar la financiación del programa de erradicación del GBG antes de su inicio (29), la ausencia de información económica clara impide un análisis riguroso que ofrezca un método de evaluación y comparación entre las estrategias que se han desarrollado (24). Es más, la información sobre la cual las pérdidas causadas por el GBG

se han estimado puede requerir un examen minucioso. En el brote que se presentó en el suroeste de Estados Unidos en 1972 hubo 94.551 casos registrados, el número más grande de casos hasta ese momento, de tal forma que al asumir que solo el 50% de los casos se registró, y que el costo para los productores de ganado fue en promedio de 350 dólares por caso, las pérdidas causada por el GBG serían alrededor de 66'185.700 dólares, o aproximadamente la mitad de las pérdidas estimadas publicadas de 100 millones de dólares anuales (30). En este sentido, Moya-Borja (19) afirma que aparentemente las pérdidas económicas provocadas por el GBG en América Latina no son tan altas como las calculadas en las áreas ya erradicadas, pues al tomar como base el costo de inspección y tratamiento de los animales infestados con este parásito en el brote ocurrido en África del Norte (5 dólares/animal/año) y multiplicarlo por el número de bovinos en Brasil (160 millones de cabezas) el costo sería de 800 millones de dólares al año, mientras que las ventas de productos contra el GBG en Brasil, para tratar todas las especies animales, apenas alcanzan los 8 millones de dólares al año en ese país.

Por otro lado, una de las formas de justificar un programa de erradicación de una plaga está en argumentar que no será necesario continuar con los gastos para su control. En general, los programas de erradicación suelen ser aconsejados cuando la plaga objetivo es de reciente introducción (36), o cuando el impacto en la producción animal o la salud pública es intolerable (37). No obstante, Myers *et al.* (31) aseguran que el costo de un programa de liberación de insectos estériles usualmente es tan alto que requiere ser amortizado sobre un largo periodo de tiempo para balancear los costos y beneficios, teniendo en cuenta que los esquemas de amortización largos podrían involucrar predicciones menos confiables, debido

a que los factores ecológicos, económicos y sociológicos varían en formas impredecibles con el tiempo. Steelman (30) argumenta que, para el caso de las pérdidas causadas por el GBG a los productores de ganado, se requiere especificar la información que muestra las pérdidas monetarias basadas sobre el promedio del costo por caso, en relación con el número total de casos del GBG. Este número se obtendría del número real de casos más el número estimado razonable de casos no reportados. De acuerdo con Myers *et al.* (31), los análisis de costo-beneficio son usados para evaluar el potencial de los programas de erradicación, y aunque su concepto es simple, la conducción de un análisis riguroso es extremadamente difícil ya que la identificación y comparación de los costos y beneficios de todas las acciones y omisiones se convierte crecientemente en inmanejable a medida que los grupos de interés afectados proliferan. Myers *et al.* (31) agregan que los beneficios, por lo regular, son medidos como la suma de las pérdidas para los productores y comercializadores que sería evitada por el proyecto de erradicación, en tanto que los costos con frecuencia solo incluyen los gastos directos como personal, materiales y equipos. En la Tabla 1 se resumen los principales factores de un adecuado análisis de costos y beneficios para un programa de erradicación de una plaga.

El proceso por el cual se asignan los costos y beneficios de un programa de erradicación para la sociedad en general debe estar abierto al escrutinio público (31). Luego de que la información al respecto se acumula, ésta debe ser distribuida a los productores de ganado, políticos y científicos, y entonces la pregunta de si el gobierno, los productores de ganado o ambos deben costear el programa de erradicación se podrá responder (30).

Por último, un proyecto de acuerdo con varios países, principalmente Estados Unidos, organizaciones de cooperación inter-

Tabla 1. Supuestos y errores de un análisis de costos-beneficios de un programa de erradicación.

Análisis económico de los programas de erradicación		
Supuestos del análisis de costo-beneficio	Razones para sobreestimar los beneficios de la erradicación	Razones para subestimar los costos de la erradicación
1 Todas las consecuencias significativas se pueden enumerar con antelación.	1 La carencia de información científica conlleva una evaluación subjetiva de los impactos potenciales.	1 La eliminación del último 1-10% puede ser tan costosa como el primer 90-99% de la población y más costosa por insecto eliminado.
2 La evaluación de costos y beneficios significativos se puede efectuar.	2 Decisiones potencialmente sesgadas si la evaluación de la erradicación es realizada por la industria afectada y los servicios de apoyo.	2 Diferentes grupos de la sociedad pueden evaluar plagas potenciales de diferentes formas.
3 La desigualdad frecuente de costos y beneficios puede ser comparada de alguna forma.	3 La evaluación económica del impacto puede estar potencialmente sesgada si se concentra sobre los efectos inmediatos en los productores.	3 La reducción inicial antes del inicio del programa o el monitoreo de la población a bajas densidades pueden aumentar los costos.
4 Hay claridad sobre los métodos de valoración de las diferentes consecuencias hoy y en el futuro.		4 Los costos de la prevención de reintroducciones potenciales no son estimados e incluidos en el análisis de costo-beneficio.
5 Se busca maximizar las diferencias entre los beneficios y las pérdidas esperadas.		5 Los costos de las relaciones públicas pueden ser muy altos.
		6 La probabilidad de demandas potenciales no es estimada.
		7 Los riesgos para la salud humana no son estimados.
		8 Los costos de todos los posibles errores humanos no siempre son incluidos.

Fuente: Myers *et al.* (31).

nacional y Colombia para el sostenimiento de un programa de erradicación del GBG, podría tomar como base el acuerdo entre Estados Unidos y México, donde el primero aportaba el 80% de los fondos y el último el 20%, según las pérdidas que por el GBG tenía cada país (9). Es necesario señalar que cuando una región o nación ha erradicado al GBG, el peligro de una nueva invasión le obliga a realizar un gasto anual relativamente alto para mantener una barrera protectora, cuya eficacia no puede garantizarse (11).

VIABILIDAD DE LA ERRADICACIÓN DEL GBG EN COLOMBIA

A pesar de los grandes desafíos que representa la geografía del subcontinente suramericano para la erradicación del GBG, se acepta que técnicamente es posible conseguir la eliminación de este parásito si Suramérica se considera como una sola región (19, 35). Como primera medida, se debe definir la ruta de erradicación en Suramérica, es decir, si se debe comenzar desde el norte hacia el sur o a la inversa, o considerar la erradicación al oeste de los Andes, así como los lugares estratégicos para nuevas plantas de cría de moscas estériles (29), aspecto que no parece económicamente conveniente en territorio colombiano.

Si se define la ruta norte-sur, el programa de erradicación comenzaría en la frontera colombo-panameña, en donde se deberá definir la conveniencia de erradicar más allá de la cordillera oriental, en las regiones de la Orinoquía y la Amazonia, o erradicar dentro de los límites de las cordilleras, la costa atlántica y la región del Pacífico, hasta que las condiciones técnicas y económicas de una cooperación internacional sean favorables para un programa más amplio. En cualquier caso, aun con ayuda financiera extranjera, la posibilidad del mantenimiento de una

barrera de dispersión de moscas estériles en una región geográfica colombiana diferente al tapón del Darién, parece insuperable. La cantidad de moscas estériles que deben ser liberadas por km², así como la frecuencia, dirección y espacio entre las rutas de vuelo, dependerán tanto de los estudios epidemiológicos realizados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como de los estudios de factibilidad operacional, que deberán incluir a la Aeronáutica Civil de Colombia. Se acepta que la presencia de moscas del GBG es poco frecuente por encima de los 2.000 msnm (4), aunque no existen estudios en Colombia que respalden esta afirmación. Además, se deberá tener en cuenta que una vez que se ha desplazado la frontera natural de dispersión del GBG, las plantas de cría de moscas estériles se convierten en un riesgo creciente para las áreas erradicadas a medida que se alejan de los territorios naturalmente infestados (38).

La viabilidad económica dependerá de la obtención de recursos suficientes, públicos, privados y extranjeros, para el sostenimiento del Programa de Erradicación hasta a la eliminación completa del GBG del territorio colombiano, o al menos de aquellas áreas declaradas como críticas por una comisión internacional. Para conseguir financiación a largo plazo serán necesarias alianzas estratégicas (35, 29) entre las entidades gubernamentales como el ICA y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y organizaciones de productores como la Federación Nacional de Ganaderos (Fedegan) y la Asociación Colombiana de Porcicultores (ACP), así como el apoyo económico de Estados Unidos y de un fondo de múltiples donantes internacionales. Tal vez podría ser necesaria la creación de un impuesto a los productores y comercializadores para contribuir al programa de erradicación. No obstante, en los actuales momentos, Colombia se enfrenta a desafíos de comercio internacional, a un

permanente programa de desmovilización, a emergencias invernales cada vez más frecuentes, a urgentes demandas sociales en salud, educación y vías de comunicación, y a un incremento sostenido en los costos de la gasolina, condiciones que retrasarían la decisión gubernamental de un compromiso con el programa de erradicación del GBG, aun en el mediano plazo.

La viabilidad política estaría basada en dos aspectos principalmente. En primer lugar, buenas relaciones diplomáticas con el dueño de la patente de la TIE, es decir, Estados Unidos. En segundo lugar, el convencimiento y apoyo de los diferentes sectores de la sociedad al programa de erradicación, el cual podría encontrar matices políticos en su discusión según el gobernante de turno y los intereses involucrados. Por ejemplo, la probable incompatibilidad entre la dispersión de moscas estériles y la fumigación con glifosato en aquellas áreas con cultivos ilícitos, podría representar un costo político, principalmente a nivel internacional. Por otro lado, un punto clave estaría en garantizar la inocuidad de la dispersión de moscas estériles sobre las comunidades rurales y los beneficios que éstas obtendrían. La amplia difusión de información oportuna y veraz sobre el proyecto de erradicación del GBG en Colombia, podría llegar a ser la principal herramienta para conseguir el apoyo político a nivel nacional.

Finalmente, la viabilidad ambiental del programa de erradicación del GBG se deberá discutir con entidades gubernamentales, con organizaciones no gubernamentales, universidades e institutos de investigación afines. En Colombia no existe ningún estudio de la ecología del GBG en las diferentes regiones del país, que permita siquiera vislumbrar el impacto de su erradicación en los principales ecosistemas.

Se han señalado las consecuencias indeseables de la erradicación de este parásito como alergias en los pilotos de los aviones que dispersan moscas estériles (39), posible estrés de las comunidades sobre las que se realiza el “rociado” aéreo (31), el aumento de grandes mamíferos silvestres (11) y con ellos el incremento de parásitos artrópodos que afectarían a las producciones ganaderas (11, 40), la disponibilidad de millones de moscas estériles como forentes de los huevos de *Dermatobia hominis* (19), el olvido de las prácticas de control del GBG que favorecería una nueva modalidad de ganaderías “abandonadas” (40, 41), la eventual resistencia a la TIE (42), y las reacciones colectivas cercanas a la histeria ante la reinfestación por el GBG en regiones donde se erradicó mucho tiempo atrás (41).

Las consecuencias ambientales de la erradicación del GBG no parecen significativas. En la revisión de literatura realizada para el soporte de este artículo no se encontraron referencias a ningún daño ambiental significativo, potencial o irreversible en las áreas erradicadas. De hecho, los programas de erradicación en América Central se llevaron a cabo sin estudios previos de la ecología del GBG (43). Empero, Moya-Borja (19) asegura que las consecuencias de la erradicación en la región amazónica son impredecibles. Desde el año 2003, se están dispersando miles de moscas estériles sobre el territorio colombiano en la región del Darién (Brito 2005, Grupo Análisis y Prevención de Riesgos Internacionales del Instituto Colombiano Agropecuario, comunicación personal). A este respecto no se encontraron estudios sobre las consecuencias de la eliminación del GBG en una de las áreas con mayor biodiversidad del planeta, ni denuncias sobre algún posible disturbio ambiental en la región involucrada.

ALTERNATIVAS DE CONTROL EFECTIVAS DEL GBG A LARGO PLAZO

Hasta el momento se acepta que para eliminar a *C. hominivorax* de amplias regiones geográficas, la principal herramienta es la TIE, siempre y cuando esté acompañada de adecuadas medidas de control. Sin embargo, los costos económicos que demanda, el largo plazo que exige (19), y el desafío permanente al que están expuestos los territorios erradicados hasta que la mosca del GBG sea erradicada del hemisferio occidental (44), hacen que se examinen otras formas de control de este parásito, que si bien no buscarían su eliminación, apuntarían a una reducción de su población lo suficientemente baja para mantener la manifestación clínica o el umbral de daño económico dentro de límites tolerables (45).

Los intentos para controlar las poblaciones del GBG en aquellas áreas naturalmente infestadas, por medio del control biológico, han sido infructuosos hasta el momento. Una de las principales razones de la escasez de enemigos naturales altamente específicos es la baja densidad de la población en condiciones naturales, de 100 a 200 moscas por milla cuadrada (46), situación que se explica en parte por la distribución dispersa no concentrada de las pupas, lo que ocurre porque uno de los factores de tal distribución es la salida de las larvas desde el hospedero que hace que caigan distantes unas de otras, lo que hace prácticamente imposible la agregación de larvas y pupas del GBG en el suelo (47).

En un estudio realizado en el Estado de Chiapas en México, Welch (48) encontró que 26 especies de arañas de 12 géneros, la mayoría de las familias Tetragnathidae y Araneidae, como depredadoras de las moscas del GBG causaron una mortalidad estimada del 4,5% (389 moscas de 8.710 moscas liberadas en el suelo), en un área de

2.250 m² durante septiembre de 1984. Así mismo, Ribeiro-Silveira (47) registra 8 especies de micro himenópteros parasitoides, de las familias Pteromalidae (6 especies), Encyrtidae (1 especie) y Diapriidae (1 especie), encontradas en pupas de *C. hominivorax* expuestas al parasitismo en condiciones de campo cerca de corrales de animales de granja, donde había materia orgánica en descomposición, que es utilizada como criadero de diversas especies de moscas de importancia médico-veterinaria. Ribeiro-Silveira (47) encontró que las pupas más jóvenes son más intensamente parasitadas, pero en cualquier caso, no se pudo determinar especificidad de estos parasitoides hacia las pupas del GBG en la medida que pertenecen a las mismas especies que atacan las pupas de otras moscas que se reproducen en esos lugares. Igualmente, se afirma que las larvas de *C. hominivorax* que abandonan el hospedero y caen al suelo al final de su desarrollo larvario son depredadas por las hormigas (49), y con frecuencia solamente del 5 al 20% de las larvas del GBG logran sobrevivir y transformarse en moscas (50). Finalmente, Moya-Borja (19) reseña el fracaso del control del GBG en Estados Unidos al liberar grandes cantidades del braconido *Alysia ridibunda*, así como el hallazgo de dos especies de ácaros en las moscas adultas de *C. hominivorax* en Libia, pero sin efectos parasitarios conocidos.

De otro lado, es de amplia aceptación que no existen razas resistentes a la miasis por el GBG, como se ha señalado para *Dermatobia hominis* (51) o algunas especies de garrapatas (52, 53). El uso de productos naturales, como es el caso de las hojas de albaca (*Ocimum basilicum*), como larvicidas en Cuba, está en investigación (29). El desarrollo de una vacuna exitosa, tomando como base los estudios y logros alcanzados en otros artrópodos como *Boophilus microplus*, *Lucilia cuprina* y *Chrysomya bezziana* (54,

8), no ha sido investigado para *C. hominivorax*. Los enfoques de los métodos de control para el GBG se resumen en la Tabla 2.

En general, para eliminar las larvas del GBG se han utilizado diferentes sustancias como el hidrocarburo clorinado γ -hexaclorociclohexano, organofosforados como clorfenvinfos, diazinon, bromofos etil, piretroides sintéticos como permetrina, cipermetrina y ciprotrina, y derivados de la avermectina como la ivermectina (6).

Dado que el tratamiento de los animales infestados requiere un enfoque curativo, se han desarrollado insecticidas, tanto de acción tópica, como de aplicación sistémica. Aunque se han criticado los insecticidas de aplicación tópica ante un parásito que barreña tan agresivamente dentro de su hospedero (8), dentro de esta categoría resalta un organofosforado, el coumaphos (11), cuya presentación en polvo facilita su aplicación directamente en la herida. Tiene la desventaja de requerir la inmovilización física del animal para realizar su aplicación. Dentro de este grupo también se destacan los insecticidas en aerosol acompañados de una tinción de

color violeta. Su principal desventaja es que ejercen un efecto repelente, lo que obliga a la mosca del GBG a buscar otras zonas anatómicas u hospederos más favorables (55). También se han utilizado reguladores del crecimiento de insectos (IGR, por sus siglas en inglés) como el metoprene, el cual, al ser aplicado tópicamente en bovinos intencionalmente infestados, no mostró efectos sobre el desarrollo del GBG, aunque pudo haber interferido con el tiempo de cicatrización de las heridas de los animales (56). Anziani *et al.* (55) muestran que la aplicación tópica sobre terneros castrados de una única dosis de 20 ml de una formulación de diciclanil al 5% (un IGR), permitió la oviposición por parte de las moscas hembras del GBG, pero actuó como larvicida y evitó el desarrollo de la miasis en los animales, lo que reduce el potencial reproductivo de la mosca. Por otra parte, la aplicación tópica de 10 mg/kg de peso vivo de una solución al 1% de fipronil, un insecticida neurotóxico de la familia de los fenilpirazoles (3), sobre la línea media dorsal de 100 toros castrados, resultó en una eficacia curativa del 100% de los animales

Tabla 2. Métodos para el control del GBG.

Enfoque	Descripción	Fase del ciclo de vida intervenido
Preventivo	Persiguen una disminución de los niveles poblacionales del GBG, de forma que los daños económicos no sean un gran problema. Incluyen la restricción del movimiento y cuarentenas a los hospederos potenciales, así como tratamientos en masa y adecuadas prácticas de manejo a los rebaños en riesgo.	Actúan contra las etapas de pupa o adulto del GBG.
Curativo	La miasis es tratada caso por caso, aplicando insecticidas o repelente de insectos directamente en las heridas.	Actúan contra la etapa larvaria en el hospedero.

Fuente: Ribeiro-Silveira (47), FAO (11).

infestados con GBG, y en un efecto profiláctico del 95 y del 50% a los 17 y 21 días postratamiento, respectivamente (26).

En cuanto a los insecticidas sistémicos, se menciona la prevención exitosa de miasis en perros con el uso de lufenuron, un IGR, a una dosis de 10 mg/kg vía oral, una vez al mes (57). Sin embargo, son los compuestos farmacológicos derivados de la familia de la avermectina los que han tenido un éxito muy grande, tanto en la prevención como en el tratamiento de la miasis causada por el GBG. Moya-Borja *et al.* (58), al comparar la eficacia profiláctica de la doramectina y la ivermectina a sus niveles de uso recomendados (200 µg/kg SC) en terneros, encontraron que el tratamiento con doramectina fue 100% efectivo en prevenir la infestación por el GBG hasta 21 días postratamiento, mientras que la eficacia de la ivermectina fue incompleta. Estas observaciones están de acuerdo con las realizadas por Anziani *et al.* (27) y Cramer-Ribeiro (57). Suárez (59) recomienda la utilización de drogas sistémicas y de efecto prolongado para el tratamiento de los ovinos infestados con el GBG, porque un solo tratamiento con organofosforados o piretroides de aplicación tópica local no es suficiente para prevenir reinfestaciones, ya que tanto el lamido de los hospederos, como el drenaje propio de la herida, o las inclemencias del clima eliminan el producto aplicado. Se prefiere la acción residual de los insecticidas para tratar las miasis por el GBG, porque ofrece algún grado de profilaxis a los animales en producción ganadera extensiva (27).

Aun cuando los estudios anteriores muestran que los endectocidas son útiles en producciones pecuarias bajo condiciones extensivas de campo, los efectos no objetivo de la ivermectina son de considerable interés, pues al ser un antiparasitario de amplio espectro, usado para el control de artrópodos y nemátodos que afectan los bovinos,

dosis relativamente grandes, sin importar la formulación, son eliminadas sin cambios en el estiércol de los animales tratados (60). La degradación del estiércol en el ambiente se hace más lenta y las comunidades de organismos, particularmente insectos, que lo utilizan como un recurso se ven afectadas por una mortalidad incrementada, así como por los efectos subletales en los parámetros reproductivos, fisiológicos, morfológicos y de comportamiento (61). No obstante, en la miasis ocular por el GBG en seres humanos se prefiere el uso de la ivermectina oral, ya que hace innecesario el procedimiento de remoción mecánica de las larvas (62). En cualquier caso, es preciso tener en cuenta que en ausencia de insecticidas efectivos, y a menudo costosos, particularmente los sistémicos, los ganaderos menos acomodados recurren como último recurso a una variedad de tratamientos indeseables y no efectivos (8), como polvos para pies, sopa, gasolina y hasta el sacrificio del animal (41).

Finalmente, el sistema de supresión de adultos del GBG (SWASS, por sus siglas en inglés) ha sido considerado como un método de apoyo importante a la TIE en los programas de erradicación del parásito. El SWASS, según lo reseñan Foster y Harris (63), consiste en una formulación peletizada que contiene un atrayente químico artificial muy específico para el GBG (Swormlure-4), harina de sangre como comida, un estimulante de alimentación (azúcar) y un insecticida. Estos pellets se colocan una estación que protege el cebo, la cual puede durar entre 45 y 60 días.

Ante el anterior panorama, tal parece que la mejor alternativa de control del GBG a largo plazo sería un método integrado que incluya adecuada vigilancia epidemiológica, tanto de los casos animales como de los seres humanos, el tratamiento individual oportuno con insecticidas, la implementación permanente del sistema SWASS, y la

restricción de aquellas prácticas de manejo que causan heridas, tanto como sea posible.

CONCLUSIONES

El GBG representa un desafío constante e intolerable para los sistemas de producción animal y salud pública en Colombia, en la medida en que causa pérdidas económicas, daños temporales o permanentes en las zonas anatómicas afectadas, tratamientos relativamente costosos o dispendiosos, y riesgos potenciales para las personas que conviven con rebaños infestados.

La relación de costos y beneficios encontrada en la literatura revisada fue siempre positiva. Sin embargo, al no disponer de los estudios económicos de base, no fue posible evaluar los métodos empleados para calcular los costos y beneficios.

No existen estudios de la relación entre los costos causados por la infestación por el GBG y los beneficios obtenidos de su eventual erradicación en Colombia. Cualquier estudio que al respecto se realice en el futuro deberá tener en cuenta que los costos y los beneficios no se distribuyen por igual entre productores de los diferentes animales de producción implicados, y la sociedad en general.

La realización de un programa de erradicación del GBG en Colombia dependerá de estudios serios y convincentes, donde participen entidades públicas y privadas, tanto nacionales como extranjeras, que determinen la viabilidad técnica, política, económica y ambiental de este proyecto.

No existe una alternativa de erradicación de *Cochliomyia hominivorax* de amplias zonas geográficas tan efectiva como la TIE. Sin embargo, los métodos integrados de control podrían mantener las poblaciones de este parásito lo suficientemente bajas como para que no representen una amenaza importante para los sistemas de producción ganadera.

REFERENCIAS

1. A dictionary of entomology. Edited by George Gordh, David H. Headrick. New York: CABI Publishing; Myiasis; p. 602; 2001.
2. Goddard J. Myiasis (Invasion of Human Tissues by Fly Larvae). In: Physician's Guide to Arthropods of Medical Importance. 2nd Edition. Boca Raton (Florida): CRS Press, Inc.; Chapter 6; 1996.
3. Wall R, Shearer D. Myiasis Chapter 5. In: Veterinary Ectoparasites: biology, pathology and control. 2nd Edition. United Kingdom: Blackwell Science Ltd. 2001.
4. OIE (World Organization for Animal Health). Screwworm Myiasis; 2004. Disponible en: URL: <http://www.oie.int>. Fecha de consulta: febrero de 2007.
5. Reichard RE. Area-wide biological control of disease vectors and agents affecting wildlife. Rev Sci Tech Off Int Epiz; 21(1):179-185; 2002.
6. Hendrix CM, Wohl JS, Bloom BC, Ostrowski SR, Benefield LT. International Travel with Pets. Part II. The Threat of Foreign Pathogens. The Compendium; 29 (11):1239-1243; 1998.
7. Vargas-Terán M, García-Rodríguez R. El gusano barrenador del ganado del nuevo y del viejo mundo: su problemática en el ámbito internacional. Imagen Veterinaria; 3 (1):35-43; 2003.
8. Sukarsih, Partoutomo S, Satria E, Wijffels G, Riding G, Eisemann C, Willadsen P. Vaccination against the Old World screwworm fly (*Chrysomya bezziana*). Parasite Immunology; 22:545-552; 2000.
9. Quiroz H. Historia de la campaña de erradicación contra el gusano barrenador del ganado. Imagen Veterinaria; 3 (1):4-10; 2003.
10. Figarola JL, Skoda SR, Berkebile DR, Foster JE. Identification of screwworms, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) (Diptera: Calliphoridae) with a monoclonal antibody based enzyme-linked immunosorbent assay

- (Mab-ELISA). *Veterinary Parasitology*; 102:341-354; 2001.
11. (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Manual para el control de la mosca del gusano barrenador del ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel), Roma; 1992.
 12. Mangan RL, Welch JB. Classification of Screwworms (Diptera: Calliphoridae) by Larval Spine Morphology. *Journal of Medical Entomology*; 27 (3):295-301; 1990.
 13. Berkebile DR, Chirico J, Leopold RA. Permeabilization of *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) Embryos. *Journal of Medical Entomology*; 37 (6):968-972; 2000.
 14. Davis RB. Contour Maps of Infestation Incidence Useful in Epizootiology of Screw-Worms, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel). *Ecology*; 48 (6):985-991; 1967.
 15. Bushland RC, Hopkins DE. Sterilization of Screw-worm Flies with X- Rays and Gamma-Rays. *Journal of Economic Entomology*; 46(4):648-656; 1953.
 16. Smith CN, LaBrecque GC, Borkovec AB. Insect Chemosterilants. *Annual Review of Entomology*; 9:269-284; 1964.
 17. Proverbs MD. Induced Sterilization and Control of Insects. *Annual Review of Entomology*; 14:81-102; 1969.
 18. Knipling EF. Possibilities of Insect Control or Eradication Through the Use of Sexually Sterile Males. *Journal of Economic Entomology*; 48 (4):459-462; 1955.
 19. Moya-Borja GE. ¿Erradicación ou manejo integrado das miíases neotropicais das Américas? *Pesquisa Veterinária Brasileira*; 23 (32):131-138; 2003.
 20. Thomas DB. Incidence of Screwworm (Diptera: Calliphoridae) and Torsalo (Diptera: Cuterebridae) Myiasis on the Yucatan Peninsula of Mexico. *Journal of Medical Entomology*; 24:498-502; 1987.
 21. Da Silva BB, Borges US, Pimentel ICC. Human vaginal myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax*. *Brief Communication. International Journal of Gynecology and Obstetrics*; 89:152-153; 2005.
 22. Gomez RS, Perdigão PF, Pimenta FJGS, Rios Leite AC, Tanos De Lacerda JC, Custódio Neto AL. Oral myiasis by screwworm *Cochliomyia hominivorax*. *Short Communication. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*; 41:115-116; 2003.
 23. Visciarelli EC, García SH, Salomón C, Jofré C, Costamagna SR. Un caso de miiasis humana por *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) asociado a pediculosis en Mendoza, Argentina. *Experiencia Clínica. Parasitología Latinoamericana*; 58:166-168; 2003.
 24. Colwell DD. Economic aspects. In: Management of myiasis: current status and future prospects. Edited by DD Colwell, Ph Dorchie. *Veterinary Parasitology*; 125:93-104; 2004.
 25. Snow JW, Whitten CJ, Salinas A, Ferrer J, Sudlow WH. The Screwworm, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae), in Central America and Proposed Plans for its Eradication South to Darien Gap in Panama. *Journal of Medical Entomology*; 22 (4):353-360; 1985.
 26. Lima WS, Malacco MAF, Bordin EL, Oliveira EL. Evaluation of the prophylactic effect and curative efficacy of fipronil 1% pour on (Topline®) on post-castration scrotal myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle. *Veterinary Parasitology*; 125:373-377; 2004.
 27. Anziani OS, Flores SG, Moltedo H, Derozier C, Guglielmone AA, Zimmermann GA *et al*. Persistent activity of doramectin and ivermectin in the prevention of cutaneous myiasis in cattle experimentally infested with *Cochliomyia hominivorax*. *Short communication. Veterinary Parasitology*; 87:243-247; 2000.
 28. Muniz RA, Anziani OS, Ordoñez J, Errecalde J, Moreno J, Rew RS. Efficacy of doramectin in the protection of neonatal calves and post-parturient cows against field strikes

- of *Cochliomyia hominivorax*. Veterinary Parasitology; 58:155-161; 1995.
29. IAEA (International Atomic Energy Agency). Thematic Plan for the Sterile Insect Technique for Old and New World Screwworm. IAEA-TP-NA-D4-01 Limited Distribution. Vienna, Austria. 1998. Disponible en URL:
 30. www-naweb.iaea.org/nafa/ipc/public/TP-NA-D4-01_SW_TP.pdf
 31. Steelman CD. Effects of External and Internal Arthropod Parasites on Domestic Livestock Production. Annual Review of Entomology; 21:155-178; 1976.
 32. Myers JH, Savoie A, Van Randen E. Eradication and Pest Management. Annual Reviews of Entomology; 43:471-491; 1998.
 33. Vargas-Terán M, Hofmann HC, Tweddle NE. Impact of Screwworm Eradication Programmes Using the Sterile Insect Technique, Chapter 7.1. Part VII. Impact of Area-Wide Integrated Pest Management Programmes that integrate the Sterile Insect Technique. In: Sterile Insect Technique: Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. Dyck VA, Hendrichs J, Robinson AS. Editores; p. 629-50; 2005.
 34. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - Asociación Panameña de Médicos Veterinarios (FAO-APM). Taller regional para definir la estrategia en la erradicación del gusano barrenador del ganado en el Caribe. TCP/RLA/8927 (A) Control del gusano barrenador del ganado (GBG) *Cochliomyia hominivorax* en Cuba, Jamaica, Haití y la República Dominicana. Ciudad de Panamá, 16 de septiembre del 2000. Disponible en URL: www.rlc.fao.org/prior/segalim/animal/miasis/pdf/doc5.pdf
 35. Wyss JH. Screwworm Eradication in the Americas. Annals of the New York Academy of Sciences; 916:186-193; 2000.
 36. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La cooperación internacional en el control, erradicación y prevención del gusano barrenador del ganado. FAO, Rome, Italy. 2005. Fecha de consulta: febrero de 2007. Disponible en: URL:
 37. <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/animal/miasis/pdf/doc8.pdf>.
 38. Popham WL, Hall DG. Insect Eradication Programs. Annual Review of Entomology; 3:335-354; 1958.
 39. Geier PW. Management of Insect Pests. Annual Review of Entomology; 11:471- 490; 1966.
 40. Servicio Nacional de Sanidad Animal, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-México. Operativo de emergencia por el gusano barrenador del ganado en el estado de Chiapas. Informe Ejecutivo Final: 29 de enero-30 de mayo de 2003. Imagen Veterinaria; 3 (1):22-30; 2003.
 41. Wirtz RA. Allergic and Toxic Reactions to Non-Stinging Arthropods. Annual Reviews of Entomology; 29:47-69; 1984.
 42. Bushland RC. Screwworm Eradication Program. Science, New Series; 184 (4140):1010-1011; 1974.
 43. Tannahill FH, Coppedge JR, Snow JW. Screwworm (Diptera: Calliphoridae) myiasis on Curaçao: Reinvasion after 20 years. Journal of Medical Entomology; 17 (3):265-267; 1980.
 44. Boake CRB, Shelly TE, Kaneshiro KY. Sexual Selection in Relation to Strategies Pest-Management. Annual Reviews of Entomology; 41:211-229; 1996.
 45. Matlock RB Jr, Welch JB, Parker FD. Estimating Population Density per Unit Area from Mark, Release, and Recapture Data. Ecological Applications; 6 (4):1241-1253; 1996.
 46. Chaudhury MF. Sterile insect technique: success against *Cochliomyia hominivorax*. In: Management of myiasis: current status and future prospects. Edited by DD Colwell, Ph Dorchies. Veterinary Parasitology; 125:93-104; 2004.
 47. Grønvoold J, Henriksen SA, Larsen M, Nansen P, Wolstrup J. Biological control: Aspects

- of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminthes of domesticated animals. *Veterinary Parasitology*; 64:47-64; 1996.
48. Bush GL, Neck RW, Barrie Kitto G. Screwworm Eradication: Inadvertent Selection for Noncompetitive Ecotypes during Mass Rearing. *Science, New Series*; 193 (4252):491-493; 1976.
49. Ribeiro-Silveira GA. Microhimenópteros parasitóides de *Cochliomyia hominivorax* Coq. (Diptera: Calliphoridae): Ocorrência e aspectos da relação Hóspede-Hospedeiro [tesis de maestría]. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP (Brasil); 1991.
50. Welch JB. Predation by Spiders on Ground-Released Screwworm Flies, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) in a Mountainous Area of Southern Mexico. *The Journal of Arachnology*; 21:23-28; 1993.
51. Norris KR. The Bionomics of Blow Flies. *Annual Review of Entomology*; 10:47-68; 1963.
52. Lindquist AW. The Use of Gamma Radiation for Control or Eradication of the Screw-Worm. *Journal of Economic Entomology*; 48 (4):467-469; 1955.
53. Villar Cleves V. Parasitismo por la mosca del nuche (*Dermatobia hominis*) en Colombia. *Revista Acovez*; 37 (2):26-28; 2007.
54. Gashaw Kebede A. Seasonal dynamics of ticks (*Amblyomma cohaerens* and *Boophilus decoloratus*) and development of a management plan for tick and tick born diseases control on cattle in Jimma zone, Southwestern Ethiopia [tesis doctoral]. Faculty of Agriculture, Institute of Agronomy and Animal Production in the Tropics Georg-August-University, Göttingen (Germany); 2004.
55. De La Fuente J, Kocan KM. Strategies for development of vaccines for control of ixodid tick species. Review Article. *Parasite Immunology*; 28:275-283; 2006.
56. Willadsen P. The molecular revolution in the development of vaccines against ectoparasites. *Veterinary Parasitology*; 101:353-367; 2001.
57. Anziani OS, Guglielmone AA, Schmid H. Efficacy of dicyclanil in the prevention of screwworm infestation *Cochliomyia hominivorax* in cattle castration wounds. Short communication. *Veterinary Parasitology*; 76:229-232; 1998.
58. Wright JE, Smalley HE, Yonger RL, Crookshank HR. Hormones for the Control of Livestock Arthropods: Effects of 2 Juvenile Hormone Analogues against the Screwworm, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel), *In Vitro* and In Infested Bovine Host. *Journal of Medical Entomology*; 11 (4):385-389; 1974.
59. Cramer-Ribeiro BC, Sanavria A, Monteiro HHMS, Oliveira MQ, Souza FS. Inquiry of cases of myiasis by *Cochliomyia hominivorax* in dogs (*Canis familiaris*) of the Northern and Western zones of Rio de Janeiro city in 2000. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*; 40:13-20; 2003.
60. Moya-Borja GE, Muniz RA, Umehara O, Gonçalves LCB, Silva DSF, Mckenzie ME. Protective efficacy of doramectin and ivermectin against *Cochliomyia hominivorax*. *Veterinary Parasitology*; 72:101-109; 1997.
61. Suárez V. Prevalencia y costos de las miasis en el ganado ovino y bovino en la región semiárida pampeana. *Boletín de Divulgación Técnica No. 73*. INTA, Argentina; 2002.
62. Floate KD, Fox AS. Indirect effects of ivermectin residues across trophic levels: *Musca domestica* (Diptera: Calliphoridae) and *Muscidifurax zaraptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Bulletin of Entomological Research*; 89:225-229; 1999.
63. Petney TN. Ecological implications of control strategies: arthropods of domestic and production animals. *International Journal for Parasitology*; 27 (2):155-165; 1997.
64. De Tarso P, Pierre-Filho P, Minguini N, Pierre LM, Pierre AM. Use of Ivermectin in the Treatment of Orbital Myiasis Caused by *Cochliomyia hominivorax*. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*; 36:503-505; 2004.

65. Foster SP, Harris MO. Behavioral Manipulation Methods for Insect Pest-Management. Annual Review of Entomology; 42:123-146; 1997.

Recibido 24-08-07 y aprobado 30-01-07