

# MOSCA DE LOS CUERNOS (*Haematobia irritans*):

## Control Sustentable y Resistencia a Los Insecticidas

Antonio Thadeu Barros<sup>1</sup>, Alberto A. Guglielmone<sup>2</sup> & João R. Martins<sup>3</sup>

### Introducción

La mosca de los cuernos, *Haematobia irritans irritans* (L.), presenta una amplia distribución geográfica (Europa, norte de África, Asia y América). La subespecie, *Haematobia irritans exigua* (mosca de los búfalos o “buffalo fly”) se encuentra en el sur de Asia, islas del Pacífico y Oceanía. La introducción de la mosca de los cuernos en el continente americano ocurrió al final del siglo XIX con bovinos trasladados de Europa a los EE UU (Riley, 1889). Fue detectada en Panamá a principios del siglo XX y en 1937 en Venezuela (Vogelsang & De Armas, 1940) donde ingresó, supuestamente, desde Colombia. Se la detectó en el norte de Brasil (Roraima) en 1976-1977 y en el sur de ese país (San Pablo) en 1990 (Honer *et al.*, 1990). A fines de 1991 se la encontró en el norte argentino (Luzuriaga *et al.*, 1991) y luego en todas las áreas de importancia ganadera de la Argentina (Anziani *et al.*, 1993). Para esta misma época se la detectó también en el Uruguay (Carballo & Martínez, 1991).

La infestación por la *H. irritans* afecta a los bovinos, ocasionando pérdidas en la producción de carne, leche y daño en los cueros. Las medidas de control se basan, principalmente, en el uso de insecticidas que, a su vez, conducen al desarrollo de poblaciones de moscas resistentes a los mismos y al incremento de los costos para ese fin.

En este artículo se discutirán aspectos relativos al control de la mosca de los cuernos y el fenómeno de la resistencia a los insecticidas. Se previene al lector que son más frecuentes las preguntas que las respuestas definitivas para varios problemas asociados al tema.

### Aspectos Epidemiológicos

Las moscas adultas permanecen la mayor parte del tiempo sobre los bovinos, alimentándose de su sangre varias veces por día. Las hembras depositan sus huevos en la materia fecal fresca de los bovinos y las larvas derivadas de ellas, pasan por tres estadios hasta convertirse en pupa. Este estadio puede alcanzar el estado de diapausa, un fenómeno observado aún en poblaciones del trópico

---

<sup>1</sup> Embrapa-Pantanal, Corumbá, MS, Brasil. E-mail: [thadeu@embrapa.br](mailto:thadeu@embrapa.br)

<sup>2</sup> INTA, EEA Rafaela, Santa Fe, Argentina. E-mail: [aguglielmone@rafaela.inta.gov.ar](mailto:aguglielmone@rafaela.inta.gov.ar)

<sup>3</sup> Fepagro-Centro de Pesquisa Veterinária Desidério Finamor, Eldorado do Sul, RS. E-mail: [joaorsm@zaz.com.br](mailto:joaorsm@zaz.com.br)

(Mendes & Linhares, 1999), que se acentúa en climas templados por la exposición de la pupa a temperaturas relativamente bajas (Lysyk & Moon, 1994). El período de huevo hasta adulto para el ciclo no diapaúsico en Brasil fue de 9 a 17 días. Este estuvo directamente relacionado a la temperatura media que osciló entre 23,2 y 30,2 ° C (Barros, 2002a).

Los estudios sobre la estacionalidad de *H. irritans* indican que, entre los paralelos de 31° S y 31° N ocurre un pico a fin de la primavera-principio de verano y otro a fin de verano-mediado de otoño (Kunz & Cunningham, 1977; Bianchin *et al.*, 1993; Barros, 2001a; García *et al.*, 2001; Guglielmonne *et al.*, 2001a; Castro, 2001; Martins *et al.*, 2002). Las temperaturas al inicio y al final de cada temporada de *H. irritans* aparentan ser el factor de mayor peso para incrementar y disminuir el número de moscas. Otras variables, como exceso de calor y lluvias no favorecen el desarrollo de esta mosca.

## **Control**

El control de la mosca de los cuernos con insecticidas está íntimamente asociado al desarrollo de resistencia. El problema de la resistencia a los piretroides es creciente en algunas áreas de producción ganadera (Guglielmonne *et al.*, 2001b). Recientemente se diagnosticaron poblaciones de *H. irritans* resistentes a insecticidas organofosforados en EE UU (Barros *et al.*, 1999b, 2001b). La dispersión de este problema puede comprometer el control de la mosca de los cuernos tal como se realiza actualmente. Una población de México es sospechosa de ser resistente al coumafós (Kunz *et al.* 1995) pero no existe ninguna evidencia de tal fenómeno para la Argentina y Brasil (Guglielmonne *et al.*, 2001b; Barros *et al.*, 2002).

Los métodos de control alternativo a los insecticidas químicos (control biológico, razas resistentes, uso de trampas mecánicas, entre otros) no tienen aún opciones comerciales masivas, por lo tanto los ganaderos recurren al uso de los insecticidas convencionales. A continuación se discutirán algunos aspectos que pueden afectar la eficacia de los insecticidas; entre ellos algunos hipotéticos que, sin embargo, pueden contribuir para ampliar esta discusión.

## **Determinación del umbral económico**

El conocimiento del umbral económico que justifica el tratamiento de los vacunos para evitar pérdidas económicas de importancia, es esencial para realizar un control racional de esta mosca. Sin embargo la determinación de esos niveles en *H. irritans* no es una tarea sencilla . Algunas de las dificultades residen en:

- los bovinos tratados y controles no pueden ser mantenidos en el mismo terreno;
- la infestación con otros dípteros hematófagos como *Stomoxys calcitrans* es frecuente en áreas con mosca de los cuernos, creando confusión acerca del origen de las probables pérdidas;
- la infestación con cantidades conocidas de moscas bajo condiciones de laboratorio es de difícil ejecución;

- sistemas de autocontrol (evaluación de los mismos vacunos antes y después del tratamiento, Morgan & Bailey, 1980) bajo condiciones de campo son sólo factibles de ser realizadas por períodos cortos de tiempo y, cualquier cambio climático o de alimentación en ese período, torna inútil cualquier inferencia acerca de los resultados;
- si, eventualmente, se determinara el umbral de daño económico, el mismo no necesariamente, sería aplicable en forma directa a otras situaciones.

Autores como Palmer & Bay (1981) cuestionan con argumentos válidos los resultados de numerosos estudios realizados para estimar la importancia económica de *H. irritans*. Mientras que es difícil desafiar la conclusión de Palmer & Bay (1981), también es cierto que los ganaderos consideran que esta mosca afecta la productividad de su ganado y, algunos estudios avalan esas pérdidas (Haufe, 1987). Algunos trabajos en América Latina indican que *H. irritans* podría en ciertas circunstancias afectar la producción de leche (Suárez *et al.*, 1996, Guglielmonne *et al.*, en prensa), carne (Suárez & Buseti, 1996), la calidad de los cueros bovinos (Guglielmonne *et al.*, 1999) y la *libido* de los toros afectando, a su vez, la tasa de preñez (Bianchin *et al.*, 1993).

Ahora bien, afirmar que *H. irritans* afecta a los vacunos, no soluciona el problema de determinar un umbral de daño económico. Se utilizó con frecuencia al estudio de Haufe (1987) que afirma que los mayores perjuicios en bovinos en crecimiento ocurre cuando se supera una infestación promedio de 230 moscas por animal. Sin embargo otros autores detectaron efecto económico con niveles de infestación mayores o menores a 230 moscas promedio. Las dificultades para interpretar estos estudios se sintetizan en Clymer (1995) quién afirmó: "El umbral de daño económico se está debatiendo desde hace varios años en la comunidad científica sin que haya consenso en un número determinado. Se acepta, generalmente, que el umbral se encuentra en algún punto de infestaciones promedio de 50 a 300 moscas por bovino".

Habida cuenta de las dificultades de determinar el umbral de perjuicio económico y, hasta que ellos se hayan determinado se considera que la mejor alternativa es utilizar la información sobre distribución estacional para la recomendación de tratamientos.

### **Control táctico y estratégico**

La diferencia en la planificación y la acción de los tratamientos conducen a diferenciarlos entre tácticos y estratégicos. Los tácticos refieren a una acción inmediata, provocada por la ocurrencia de niveles de infestación considerados dañinos por quién debe tomar la decisión (independiente de si tal umbral está científicamente justificado o no). El tratamiento estratégico se basa en conocimientos epidemiológicos que permite conocer las épocas de mayor peligro de daño económico y trata de evitarlos.

Bajo estas circunstancias los tratamientos estratégicos apuntan a evitar la ocurrencia de los picos poblacionales de moscas. Dichos tratamientos podrían ser implementados, una vez superado un nivel pre-establecido de infestación (i.e., 70 % del umbral seleccionado) de poblaciones de moscas evaluadas semanalmente. Cabe señalar que no se encontró información científica que demuestren la validez de esta hipótesis. En estas circunstancias un tratamiento táctico se basaría en el monitoreo

semanal de la población de moscas y efectuando el tratamiento una vez alcanzado el nivel seleccionado de presunción de daño.

Kunz *et al.*, (1983) fueron capaces de demorar significativamente la ocurrencia del pico de primavera tratando previamente las poblaciones de fin de verano-principio de otoño que originan las poblaciones en diapausa, en Texas. Sería de interés repetir tal experiencia en algunas de las condiciones de América Latina para ser aplicado (o no) en la planificación de controles estratégicos.

### **Control integrado y control simultáneo de parásitos**

El control integrado involucra el uso de más de una técnica para combatir un parásito (incorporando el control biológico u otra técnica no contaminante) para disminuir la dependencia del uso exclusivo de insecticidas. El control biológico con predadores de los estadios de *H. irritans* en la materia fecal de los bovinos aparenta ser una alternativa. Pese a que se reconocen numerosos predadores de esta mosca no existe, en conocimiento de los autores, técnicas listas para ser aplicadas en forma masiva por los productores. Las trampas mecánicas pueden ser un aporte para minimizar la dependencia de los insecticidas (Tozer & Sutherst, 1996) pero su uso no está aparentemente difundido. La selección de ganado resistente es también una alternativa para el control de *H. irritans* (Steelman *et al.*, 1991, 1994) pero, el ganado *Bos indicus* x *Bos taurus* resistente a garrapatas *Boophilus microplus* no necesariamente es resistente a esta mosca (Guglielmonne *et al.*, 2000a).

La mayoría de los ectoparasiticidas presentan escasa especificidad. Los insecticidas convencionales utilizados para el control de la mosca de los cuernos en América latina son los piretroides y los organofosforados-carbamatos (insecticidas con un modo de acción similar). Los dos grupos se utilizan también para el control de *B. microplus*. Ergo, el control de la mosca puede producir efectos colaterales en el control de esta garrapata y viceversa. Productos tales como el fipronil también tienen un efecto conjunto sobre garrapatas y moscas (Guglielmonne *et al.*, 2000c; Alberti *et al.*, 2001, Davey *et al.*, 1998). Por otra parte los garrapaticidas en base a formamidinas o inhibidores de la quitina no afectan a la *H. irritans*. En el otro extremo del espectro las avermectinas (abamectina, doramectina, ivermectina) actúan sobre *B. microplus*, *H. irritans* y parásitos gastrointestinales. Se reconocen poblaciones de *Cooperia* (Anziani *et al.*, 2001), *Haemonchus* (Paiva *et al.*, 2001) y de *B. microplus* (Martins & Furlong, 2001) resistentes a las avermectinas.

Por lo anterior surge que las estrategias con enfoque hacia el control de un sólo parásito deben considerar un posible efecto negativo sobre otros, acelerando el desarrollo de resistencia. Así, una estrategia de control adecuada para la mosca de los cuernos puede comprometer una estrategia inicialmente eficiente contra la garrapata y viceversa. Son necesarias investigaciones para responder al interrogante de como preservar la susceptibilidad del conjunto de parásitos a un pesticida determinado.

## Resistencia

Tal como se expresara anteriormente, los métodos alternativos para el control de *H. irritans*, son escasos y el control se basa casi exclusivamente en la aplicación de insecticidas. Esto conduce, inevitablemente, a la selección de individuos resistentes y, consecuentemente, a la disminución de la eficiencia del control.

La resistencia puede ser considerada como un fenómeno natural provocado por mutaciones aleatorias (Crow, 1957) o bien inducido por la aplicación de un tóxico (Wallace & Mac Swiney, 1976). La frecuencia de los genes inductores de resistencia es mínima al inicio del fenómeno (Georghiou & Taylor, 1986). La selección de los individuos genéticamente aptos para resistir a un insecticida determinado es promovida, usualmente, por el hombre por el uso continuo del mismo. Esta selección está directamente relacionada al número de tratamientos en una unidad de tiempo (Georghiou, 1986) y al número de generaciones de la población en esa misma unidad (Georghiou, 1980).

*Haematobia irritans* tiene potencial para desarrollar varias generaciones anuales (ver aspectos epidemiológicos). Esto induce a los productores a tratar a los bovinos varias veces por año para disminuir directamente las poblaciones de moscas y, en forma indirecta puede afectar el control de otros parásitos (i.e., *B. microplus*). Esto puede haber contribuido para el desarrollo de resistencia a los piretroides por la mosca de los cuernos. Esta situación es grave pues la resistencia a un determinado piretroide es indicativo de resistencia a los otros componentes del grupo (Byford *et al.*, 1985; Sparks *et al.*, 1985). Esta situación se considera, en general, irreversible y, casi una certeza para el caso de *H. irritans*. La no utilización de piretroides por períodos de 2 a 6 años no retornó la susceptibilidad a los mismos (Jamroz *et al.*, 1998; Weinzerl *et al.*, 1990; Guglielmonne *et al.*, 2002). Esto es una fuerte indicación que los individuos resistentes no tienen un potencial biótico disminuído y los genes de resistencia se mantendrán en niveles elevados a través del tiempo.

En las áreas donde está establecida la resistencia a los piretroides los productores están utilizando, usualmente, insecticidas organofosforados para el control de *H. irritans*. Las alternativas a estos insecticidas son pocas en la actualidad, fipronil o avermectinas, cuyo uso no está permitido en vacas lecheras. Además drogas alternativas con capacidad de controlar *H. irritans* como el clorfenapir (Sheppard & Joyce, 1998; Barros *et al.*, 1999a; Guglielmonne *et al.*, 2000b) no se comercializan. Bolos con inhibidores del crecimiento de insectos se utilizan en EEUU pero éstos no se comercializan en la mayor parte de América Latina. En algunos países se puede obtener bloques con metoprene pero los autores desconocen de pruebas científicas acerca de su eficacia bajo condiciones locales.

## Monitoreo de la susceptibilidad-resistencia

Las pruebas de laboratorio para determinar la resistencia-susceptibilidad de una población de *H. irritans* se basan, generalmente, en la exposición de especímenes a diferentes concentraciones de insecticidas por un período determinado de tiempo. Los resultados se sintetizan en la concentración letal del 50 % (CL50); el cociente de este valor con la CL50 de una población susceptible al insecticida evaluado es conocido como la relación de la resistencia (RR). Valores cercanos a 1

indican, en un sentido general, susceptibilidad. Valores superiores indican sospecha de resistencia que se considera más certera cuanto mayor es tal cifra. Las técnicas más comunes para obtener el valor de RR consiste en la exposición de moscas a papeles de filtro (Sheppard & Hinkle, 1987) o frascos de vidrio (Cilek & Knapp, 1986) tratados con diferentes concentraciones de un insecticida.

La determinación de valores altos de RR (i.e., 50) no necesariamente implica la presencia de una población con una resistencia mayor a otra con un RR de 8. En todos los casos valores que indican la sospecha de resistencia deben ser confirmados con pruebas de eficacia sobre la población problema (Barros *et al.*, 2001). Es la conjunción de ambas pruebas lo que confiere validez al diagnóstico que puede ser resumida en presencia o ausencia de resistencia. Lamentablemente, este tipo de diagnóstico es redundante, pues para diagnosticar resistencia la misma debe ocurrir bajo condiciones naturales. Una vez que ello ocurre el problema sólo puede ser resuelto por el cambio de principio activo para el control.

Una herramienta más útil para el monitoreo de la resistencia sería el uso de técnicas para detectar la frecuencia de ocurrencia de genes involucrados en la resistencia. Esto permitiría diagnosticar al problema incipiente y tomar medidas antes que la situación sea incontrolable. Tomemos el caso de la resistencia de la mosca de los cuernos a los piretroides; su resistencia puede ser causada por la detoxificación (Sparks *et al.*, 1985), insensibilidad en el sitio de acción (Guerrero *et al.*, 1997) o por comportamiento (Lockwood *et al.*, 1985) sin que se conozca cual mecanismo prevalece bajo condiciones de campo. Sólo se desarrollaron técnicas para determinar la frecuencia de genes para la insensibilidad en el sitio de acción (Guerrero *et al.*, 1997), por lo tanto las herramientas para diagnosticar resistencia incipiente son aún escasas.

### **Manejo de Resistencia**

El manejo de la resistencia para *H. irritans* está acotado por las pocas opciones disponibles para su control aparte del control químico. Esto es particularmente grave en las regiones productoras de leche donde la resistencia a piretroides deja como única alternativa a los organofosforados-carbamatos (insecticidas con similar modo de acción). Bajo estas circunstancias se considera necesario el uso acotado de insecticidas que deberían ser aplicados en baja frecuencia sólo a las vacas en el período seco. Esto significa que para prolongar la eficacia de estos insecticidas es necesario sufrir, quizá, alguna pérdida de productividad. Las opciones son mayores para la ganadería de carne; estas posibilidades se aumentan en aquellas regiones donde la poblaciones de *H. irritans* son aún susceptibles a los piretroides. Igualmente estas opciones deben ser usadas con prudencia por la capacidad de esta mosca de generar resistencia por la exposición continua en sólo 20 generaciones para los piretroides y en 30 generaciones para los organofosforados y avermectinas (Mckenzie & Byford, 1993).

Aunque es común justificar el desarrollo de resistencia al uso inadecuado de los insecticidas es necesario enfatizar que el uso correcto también conduce en forma irreversible al mismo camino. Este uso correcto de los insecticidas se puede aplicar de cuatro maneras:

1. secuencialmente: significa el uso de un mismo principio activo hasta agotar su eficacia; llegado a este punto se reemplaza por un nuevo principio activo;

2. rotación de insecticidas: significa el uso de un tipo de insecticidas por un período determinado de tiempo cuando es reemplazado por insecticidas con otro modo de acción, para luego volver al anterior o continuar con otro tipo de insecticida antes de utilizar nuevamente el primero;
3. mezcla: uso combinado de dos principios activos en el mismo momento. Cabe señalar que esta práctica está contraindicada cuando exista resistencia a uno de los principios activos utilizados en la mezcla (Kunz & Kemp, 1994). Pese a ello en áreas con resistencia a los piretroides es común el uso de ellos en mezcla con organofosforados (Guglielme *et al.*, 2001b);
4. mosaico: uso simultáneo de dos o más insecticidas en diferentes grupos de bovinos en el mismo establecimiento. Se considera que esta alternativa puede ser afectada por la capacidad migratoria de *H. irritans*. Es conocido que en establecimientos donde nunca se utilizaron piretroides la resistencia de sus poblaciones no es necesariamente diferente a la de poblaciones de aquéllos donde sí los aplicaron (Weinzerl *et al.*, 1990; Sheppard & Joyce, 1992; Guglielme *et al.*, 1998). También se podría considerar que el tratamiento en mosaico podría favorecer el exterminio de las moscas resistentes a un insecticida que migran hacia el rebaño tratado con otro principio activo. Sin embargo no hay evidencias de una migración diferenciada de las moscas resistentes y esta ventaja es hipotética.

La alternativa con mayor consenso aparenta ser la rotación de insecticidas aunque las evidencias de su utilidad bajo condiciones de campo necesitan de mayor validación. En cualquier caso, ya sea utilizando los insecticidas en rotación, secuencialmente o aún en mosaico, se debe considerar que el resultado final será el desarrollo de resistencia en un tiempo indeterminado. Por lo tanto se destaca que la restricción en el uso de insecticidas, aún a costa de sufrir alguna pérdida económica, es la estrategia más conveniente para preservar los principios activos aún efectivos para el control de *H. irritans*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alberti, H., Alberti, A.L.L., Rinaldi, P.L.F., Lamberti, P.;L.F., Lamberti, D.D.G., Rodrigues, L.G., Lima, G.L. de. Avaliação da eficácia do fipronil e da deltametrina, formulação "pour on", no controle da *Haematobia irritans*, parasitando bovinos em regime de campo, na região oeste do estado de São Paulo. Hora Vet., 20: 48-51, 2001.
- Anziani, O.S., Guglielme, A.A., Signorini, A.R., Aufranc, C., Mangold, A.J. *Haematobia irritans* in Argentina. Vet. Rec. 132: 588, 1993.
- Anziani, O.S., Zimmermann, G., Guglielme, A.A., Vazquez, R., Suarez, V. Avermectin resistance in *Cooperia pectinata* in cattle in Argentina. Vet Rec. 149: 58-59, 2001.
- Barros, A.T.M. Dynamics of *Haematobia irritans irritans* (Diptera: Muscidae) infestation on Nelore cattle in the Pantanal, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 96: 445-450, 2001a.
- Barros, A.T.M. Desenvolvimento de *Haematobia irritans* em massas fecais de bovinos mantidas em laboratório. Pesq. Agropec. Bras. 37: 217-221, 2002a.
- Barros, A.T.M., Andress, E., Doscher, M.E., Foil, L.D. Evaluation of chlorfenapyr ear tag efficacy and susceptibility of horn flies to chlorfenapyr. Southwest. Entomol. 24: 331-338, 1999a.

- Barros, A.T.M., Alison Jr., M.W., Foil, L.D. Evaluation of a yearly insecticidal ear tag rotation for control of pyrethroid-resistant horn flies (Diptera: Muscidae). *Vet. Parasitol.*, 82: 317-325, 1999b.
- Barros, A.T.M., Ottea, J., Sanson, D., Foil, L.D. Horn fly (Diptera: Muscidae) resistance to organophosphate insecticides. *Vet. Parasitol.* 96: 243-256, 2001b.
- Barros, A.T.M., Gomes, A., Ismael, A.P.K., Koller, W.W. Susceptibility to diazinon in populations of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in central Brazil. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, 97 (6):905-907, 2002b.
- Bianchin, I., Honer, M.R., Koller, W.W., Gomes, A., Schenk, J.A.P. Dinâmica populacional e efeito da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) sobre vacas e bezerros Nelore. An. 8º Sem. Bras. Parasitol. Vet., 12-16 setembro, Londrina, Brasil, pp. A30, 1993.
- Byford, R.L., Quisenberry, S.S., Sparks, T.C., Lockwood, J.A. Spectrum of insecticide cross-resistance in pyrethroid resistant populations of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 768-773, 1985.
- Castro, E.J. Flutuação populacional de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) e impacto produtivo da infestação sobre um rebanho de cria no Uruguai. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Julho/2001.
- Carballo, M., Martínez, M. Hallazgo de *Haematobia irritans* en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)* 27: 20-21, 1991.
- Cilek, J.E., Knapp, F.W. A field test kit for the determination of insecticide resistance in horn fly populations. *J. Agric. Entomol.* 3: 201-206, 1986.
- Clymer, B.C. *Haematobia irritans* control in the United States and Australia. In: Seminário Internacional de Parasitologia Animal, Acapulco, México, pp.124-128, 1995.
- Crow, J.F. Genetics of insect resistance to chemicals. *Annu. Rev. Entomol.* 2: 227-246, 1957.
- Davey, R.B., Ahrens, E.H., George, J.E., Hunter, J.S., Jeanin, P. Therapeutic and persistent efficacy of fipronil against *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on cattle. *Vet. Parasitol.* 74: 261-276, 1998.
- García, C.A., Salas, S.C., Osti, J.L., Vázquez, Z.G. Dinámica poblacional de *Haematobia irritans* en un hato de bovinos de Soto La Marina, Tamaulipas, México. *Vet. Méx.* 32: 149-152, 2001.
- Georghiou, G.P. Insecticide resistance and prospects for its management. *Residue Rev.* 76: 131-145, 1980.
- Georghiou, G.P. The magnitude of the resistance problem. In, *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. National Academy Press, Washington D.C., U.S.A., 1986, pp. 14-43.
- Georghiou, G.P., Taylor, C.E. Factors influencing the evolution of resistance. In, *Pesticide resistance: strategies and tactics for management*. National Academy Press, Washington D.C., U.S.A., 1986, pp. 157-169.
- Guerrero, F.D., Jamroz, R.C., Kammlah, D., Kunz, S.E. Toxicological and molecular characterization of pyrethroid-resistant horn flies, *Haematobia irritans*: identification of *kdr* and super-*kdr* point mutations. *Insect Biochem. Molec. Biol.* 27: 745-755, 1997.
- Guglielmonne, A.A., Kunz, S.E., Volpogni, M.M., Anziani, O.S., Flores, S.G. Diagnóstico de poblaciones de la *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) resistente a la cipermetina en Santa Fe, Argentina. *Rev. Med. Vet. (Buenos Aires)* 79: 353-356, 1998.
- Guglielmonne, A.A., Gimeno, E., Idiart, J., Fisher, W.F., Volpogni, M.M., Quaino, O., Anziani, O.S., Flores, S.G., Warnke, O. Skin lesions and cattle hide damage from *Haematobia irritans* infestations. *Med. Vet. Entomol.*, 13: 324-329, 1999.
- Guglielmonne, A.A., Curto, E., Anziani, O.S., Mangold, A.J. Cattle breed-variation in infestation by the horn fly *Haematobia irritans*. *Med. Vet. Entomol.* 14: 272-276, 2000a.
- Guglielmonne, A.A., Volpogni, M.M., Scherling, N., Muñoz Cobeñas, M., Mangold, A.J., Anziani, O.S., Ioppolo, M., Doscher, M. Chlorfenapyr ear tags to control *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae) on cattle. *Vet. Parasitol.* 93: 77-82, 2000b.
- Guglielmonne, A.A., Volpogni, M.M., Mangold, A.J., Anziani, O.S., Castelli, M.E. Evaluación de una formulación comercial "pour on" con fipronil al 1 % para el control de *Haematobia irritans* en vaquillonas Holando naturalmente infestadas. *Vet. Arg.*, 17: 108-113, 2000c.

- Guglielmono, A.A., Volpogni, M.M., Quaino, O.R., Anziani, O.S., Mangold, A.J. Long term study of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) seasonal distribution in central Argentina with focus on winter fly abundance. *Parasite* 8: 369-373, 2001a.
- Guglielmono, A.A., Castelli, M.E., Volpogni, M.M., Medus, P.D., Martins, J.R., Suárez, V.H., Anziani, O.S., Mangold, A.J. Toxicity of cypermethrin and diazinon to *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in its American southern range. *Vet. Parasitol.* 101: 67-73, 2001b.
- Guglielmono, A.A., Volpogni, M.M., Anziani, O.S., Mangold, A.J., Castelli, M.E. Estudio preliminar del efecto de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) en la producción de leche en vacas Holando Argentino. *Rev. FAVE*, en prensa.
- Guglielmono, A.A., Castelli, M.E., Volpogni, M.M., Anziani, O.S., Mangold, A.J. Dynamics of cypermethrin resistance in the field in the horn fly *Haematobia irritans*. *Med. Vet. Entomol.* 16:310-315, 2002.
- Haufe, W.O. Host-parasite interaction of blood feeding dipterans in health and productivity of mammals. *Int. J. Parasitol.* 17: 607-614, 1987.
- Honer, M.R., Bianchin, I., Gomes, A. Mosca-dos-chifres: histórico, biología e controle. EMBRAPA Campo Grande, 34 pp., 1990.
- Jamroz, R.C., Guerrero, F.D., Kammlah, D.N., Kunz, S.E. Role of the *kdr* and super-*kdr* sodium channel mutation in pyrethroid resistance: correlation of allelic frequency to resistance level in wild and laboratory populations of horn flies (*Haematobia irritans*). *Insect Biochem. Molec. Biol.* 28: 1031-1037, 1998.
- Kunz, S.E., Cunningham, J.R. A population prediction equation with notes on the biology of the horn fly in Texas. *Southwest. Entomol.* 2: 79-87, 1977.
- Kunz, S.E., Kemp, D.H. Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.* 13: 1249-1286, 1994.
- Kunz, S.E., Kinzer, H.G., Miller, J.A. Area wide treatments on populations of horn flies (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 525-528, 1983.
- Kunz, S.E., Ortiz Estrada, M., Fragoso Sánchez, H. Status of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in northeastern Mexico. *J. Med. Entomol.*, 32: 726-729, 1995.
- Lockwood, J.A., Byford, R.L., Story, R.N., Sparks, T.C., Quisenberry, S.S. Behavioral resistance to the pyrethroids in the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.* 14: 873-890, 1985.
- Luzuriaga, R., Eddi, C., Caracostantogolo, J., Botto, E., Pereira, J. Diagnóstico de parasitación con *Haematobia irritans* (L.) en bovinos de Misiones, República Argentina. *Rev. Med. Vet. (Buenos Aires)* 72: 262-263, 1991.
- Lysyk, T.J., Moon, R.D. Diapause induction in the horn fly (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.* 28: 387-397, 1994.
- Martins, J.R., Furlong, J. Avermectin resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* in Brazil. *Vet. Rec.* 132: 64, 2001.
- Martins, J.R., Porciúncula, J.A., Vieira, M.I.B. Dinâmica populacional da mosca-dos-chifres, *Haematobia irritans*, em São Gabriel, região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária, Rio de Janeiro, 1º-5 de setembro de 2002.* CD-Rom.
- McKenzie, C.L., Byford, R.L. Continuous, alternating, and mixed insecticides affect development of resistance in the horn fly (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 86: 1040-1048, 1993.
- Mendes, J., Linhares, A.X. Diapause, pupation, sites and parasitism of the horn fly, *Haematobia irritans*, in south-eastern Brazil. *Med. Vet. Entomol.* 13: 185-190, 1999.
- Morgan, D.W.T., Bailey, H.D. A field trial to determine the effect of fly control using permethrin on milk yields in dairy cattle in UK. *Vet. Rec.* 106: 212-213, 1980.
- Paiva, F., Sato, M.O., Acuña, A.H., Jensen, J.R., Bressan, M.C.R.V. Resistencia a ivermectina constatada em *Haemonchus placei* e *Cooperia punctata* em bovinos. *Hora Vet.* 20: 29-32, 2001.
- Palmer, W.A., Bay, D.E. A review of the economic importance of the horn fly, *Haematobia irritans irritans* (L.). *Protec. Ecol.* 3: 237-244.
- Riley, C.V. The horn-fly. *Insect Life* 2: 93-103, 1889.
- Sheppard, D.C., Hinkle, N.C. A field procedure using disposable materials to evaluate horn fly insecticide resistance. *J. Agric. Entomol.* 4: 87-89, 1987.

- Sheppard, D.C., Joyce, J.A. High levels of pyrethroid resistance in horn flies (Diptera: Muscidae) selected with cyalothrin. *J. Econ. Entomol.* 85: 1587-1593, 1992.
- Sheppard, D.C., Joyce, J.A. Increased susceptibility of pyrethroid-resistant horn flies (Diptera: Muscidae) to chlorfenapyr. *J. Econ. Entomol.* 91: 398-400, 1998.
- Sparks, T.C., Quisenberry, S.S., Lockwood, J.A., Byford, R.L., Roush, R.T. Insecticide resistance in the horn fly, *Haematobia irritans*. *J. Agric. Entomol.* 2: 217-233, 1985.
- Steelman, C.D., Brown, A.H., Gbur, E.E., Tolley, G. Interactive response of the horn fly (Diptera: Muscidae) and selected breeds of beef cattle. *J. Econ. Entomol.* 84: 1275-1282, 1991.
- Steelman, C.D., McNew, R.W., Brown, M.A., Tolley, G., Phillips, J.M. Efficacy of Brahman breeding in the management of insecticide resistant horn flies (Diptera: Muscidae) on beef cattle. *J. Econ. Entomol.* 87: 7-14, 1994.
- Suárez, V.H., Busetti, M.R. Variación estacional y efecto de la mosca de los cuernos en novillos de invernada en la región semiárida pampeana. *Vet. Arg.* 13: 654-660, 1996.
- Suárez, V.H., Fort, M.C., Busetti, M.R. Observaciones del efecto de la mosca de los cuernos en el comportamiento y la productividad de la cría bovina en la región semiárida pampeana. *Rev. Med. Vet. (Buenos Aires)*, 76: 83-87, 1996.
- Tozer, R.S., Sutherst, R.W. Control of horn fly (Diptera: Muscidae) in Florida with an Australian trap. *J. Econ. Entomol.* 89: 415-420, 1996.
- Vogelsang, E.G., De Armas, J.C.. La mosquilla del ganado, *Lyperosia irritans* (L.) en Venezuela. *Rev. Med. Vet. Parasitol.* 2: 95-98, 1940.
- Wallace, M.E., MacSwiney, F. A major gene controlling warfarin resistance in the house mouse. *J. Hyg. Camb.* 76: 173-181, 1976.
- Weinzerl, R.A., Schmidt, C.D., Faulkner, D.B., Cmarik, G.F., Zinn, G.D. Chronology of permethrin resistance in southern Illinois populations of the horn fly (Diptera: Muscidae) during and after selection by pyrethroid use. *J. Econ. Entomol.* 83: 690-697, 1990.