Situación de la resistencia a la cipermetrina y diazinon en mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) en Tamaulipas, México

Horn fly (*Haematobia irritans*) resistance to cypermethrin and diazinon in the state of Tamaulipas, Mexico: current situation

Consuelo Almazán García*
Antonio Cantú Covarruvias**
Alfredo Vega Flores*
Zeferino García Vázquez***
Sindey Kunz†
Antonio Medellín Ledezma*

Abstract

The aim of this study was to determine resistance to the pesticides cypermethrin (pyrethroid) and diazinon (phosphate) in the horn fly (*Haematobia irritans*) in the state of Tamaulipas, Mexico. A total of 36 farms were evaluated: 11 in the north, 14 in the central and 11 in the southern part of the state. For the cypermethrin diagnosis, impregnated filter papers with LD_{50} and LD_{99} were used, as well as glass vials impregnated with diazinon with LD_{50} and LD_{99}. Horn flies were collected from each farm, and exposed to 2.5, 6 and 0 µg/cm^2 of cypermethrin, and 0.01, 0.06 and 0 µg/cm^2 of diazinon. Three repetitions for each concentration were carried out. Mortality percentage was obtained after two hours of exposure to the insecticides. All ranches were resistant to cypermethrin in the northern part, while only two of them were resistant to diazinon. All ranches in the central part, except for one, showed resistance to cypermethrin, while in most of the farms the horn flies were susceptible to diazinon. Resistance to cypermethrin was found in all ranches in the southern part; however, eight of them (72%) were also resistant to diazinon. Therefore, we suggest that enhanced toxicity of diazinon (or negative cross-resistance), as observed in pyrethroid-resistant horn fly field population, could be used as a resistance management practice in the state of Tamaulipas.

Key words: RESISTANCE, HORN FLY, *HAEMATOBIA IRRITANS*, CYPERMETHRIN, DIAZINON.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue determinar la situación de la resistencia de la mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) a los insecticidas cipermetrina (piretroide) y diazinón (fosforado) en Tamaulipas, México. Con ese propósito se evaluaron 36 ranchos infestados con esta mosca: 11 ubicados en el norte, 14 en el centro y 11 en el sur del estado. Para el diagnóstico de cipermetrina se utilizó la técnica de papel filtro impregnado con la dosis letal DL_{50} y DL_{99} y para diazinón se utilizaron viales impregnados con DL_{50} y DL_{99}. Las moscas recolectadas en cada predio fueron expuestas a concentraciones de 2.5, 6 y 0 µg/cm^2 de cipermetrina y de 0.01, 0.06 y 0 µg/cm^2 de diazinón; de cada tratamiento se realizaron tres repeticiones. El porcentaje de mortalidad se obtuvo después de dos horas de exposición. En la zona norte se encontró resistencia a la cipermetrina en todos los ranchos, pero aún existe susceptibilidad al diazinón, ya que se encontró resistencia a este producto sólo en dos ranchos. En la zona centro, con excepción de un rancho, todos los demás mostraron resistencia a la cipermetrina, y en la mayoría de los predios las moscas fueron susceptibles al diazinón. En la zona sur se encontró resistencia a la cipermetrina en todos los ranchos; en ocho (72%) también se encontró resistencia al diazinón, por lo que se sugiere que el aumento de la toxicidad del diazinón (o resistencia cruzada negativa), como la

Recibido para su publicación el 20 de enero de 2004 y aceptado el 2 de junio de 2004.
* Departamento de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Km 5, Carretera Victoria-Mante, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Correo electrónico: almazan@fmvz.uat.mx
** Centro de Investigación Regional del Noreste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Km 18.5, Carretera Estación Manuel-Aldama, Aldama, Tamaulipas, 89670, México.
*** Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigaciones Disciplinarias en Parasitología Veterinaria, Apartado Postal 206, CIVAC, 62550, Morelos, México.
† Knipling-Bushland U.S., Livestock Insect Research Laboratory, USDA, ARS 2700, Fredericksburg Road, Kerville, Tx, USA, 78028.

que se ha observado en las poblaciones de moscas de campo, podría ser utilizada como práctica para el manejo de la resistencia en Tamaulipas.

Palabras clave: RESISTENCIA, MOSCA DEL CUERNO, *HAEMATOBIA IRRITANS*, CIPERMETRINA, DIAZINÓN.

Introduction

Haemabotia irritans, known as horn fly or fly of the shoulder, is a blood feeding ectoparasite of the cattle, was introduced in the United States in 1880 by cattle brought from Europe; it is distributed from Canada to Argentina.[1] In Mexico *H. irritans* is found in tropical and subtropical regions. In the last years it has become one of the most important pests in the cattle industry.[2] The life cycle last from ten to 14 days; the adult flies spent most of their time on the cattle, and only leave them to ovoposite in fresh cattle manure.[3,4] The short life cycle allows the build up of fly population and in some regions the fly population reaches 100 to 2 500 flies per animal. This produces economic losses in the cattle raised under extensive conditions. [5]

H. irritans is not considered an important vector for disease transmission.Its importance is due to the direct losses caused by blood feeding, nuisance, stress and irritation of animals, which predispose the animal to stop of feeding. Some studies in the United States showed that the weight gain of steers in pastures with the presence of flies was reduced 14%,[6] while in Australia it was shown that dairy cattle infested with 200 flies per animal (*H. irritans exigua*) lost 520 ml of milk and 28 g of body weight per animal every day.[7] Therefore, the economic losses caused by *H. irritans* were calculated in one thousand million dollars per year in the United States.[8]

The control of *H. irritans* has been done mainly by the application of chemical products by dipping bats and spray on the cattle. At the end of 1970 several formulas were developed based on organophosphate compounds, which were useful for fly control. In 1981 ear tags with synthetic pyrethoids, fenvalerate and permethrin were introduced, and the effect against flies lasted up to five months. However, after two years of continuous use, the first control failures were reported in Florida, USA.[9] In 1982 resistance to fenvalarate, cypermethirn and DDT was detected in *H. irritans* in Australia.[10] Later pyrethorid resistance was reported in the United States, in the states of Florida, Texas and California;[9] in Canada the resistance was reported in 1993. [11]

In Mexico in early 1990 failures in the control of *H. irritans* were detected, and in 1992 there was a follow-up of seven ranches from the states of Tamau-

Introducción

Haematobia irritans, conocida como la mosca del cuerno o de la paleta, es un ectoparásito hematófago del ganado bovino, que fue introducido a Estados Unidos en 1880 por ganado de Europa; se encuentra distribuida desde Canadá hasta Argentina.[1] En México, *H. irritans* se le halla en zonas tropicales y subtropicales; en los últimos años se ha convertido en la plaga más importante de la ganadería bovina.[2] El ciclo biológico dura de diez a 14 días; las moscas pasan toda su vida sobre el ganado, y sólo lo abandonan para ovipositar sobre las heces frescas.[3,4] El hecho de que el ciclo biológico sea tan corto propicia que las poblaciones aumenten a tal grado que en algunas zonas se encuentran poblaciones que van de 100 a 2 500 moscas por animal, ello provoca grandes pérdidas a la ganadería bovina en explotaciones extensivas.[5]

H. irritans no es considerada transmisor importante de enfermedades, más bien su importancia radica en las pérdidas directas ocasionadas por el consumo de sangre, molestias, estrés e irritación, lo cual provoca que el animal deje de alimentarse. Estudios realizados en Estados Unidos de América demuestran que la ganancia de peso de novillos en pastoreo con presencia de moscas se reduce en 14%,[6] mientras que en Australia se demostró que en el ganado lechero infestado con 200 moscas por animal (*H. irritans exigua*) se pierden 520 ml de leche y 28 g de peso vivo por animal por día.[7] Asimismo, las pérdidas económicas por *H. irritans* se calculan en mil millones de dólares por año en Estados Unidos.[8]

El control de *H. irritans* se ha realizado principalmente mediante la aplicación de productos químicos a través de baños de inmersión o aspersión sobre los animales. A finales de 1970 se desarrollaron diversas formulaciones a base de organofosforados, útiles para el combate de las moscas. En 1981 se introdujeron aretes a base de piretroides sintéticos, como el fenvalerato y la permetrina; con ello se consiguió aumentar la duración del efecto hasta por cinco meses. Sin embargo, después de dos años de uso continuo se tuvieron las primeras fallas de control en Florida, EUA.[9] En 1982 se detectó resistencia al fenvalerato, a la cipermetrina y al DDT en *H. irritans* exigua en Australia.[10] Más tarde se demostró que la resistencia a los piretroides estaba dispersa en Estados

lipas, Veracruz and San Luis Potosi, in which in all the ranches pyrethoird resistance of *H. irritans* was shown, and in one premise, organophosphate resistance was diagnosed. [12]

From the first pyrethoid resistance diagnostic, the use of organophosphate insecticides increased in Mexico; however, it has been found *H. irritans* resistant populations to this insecticide.[13] Therefore is necessary to know the resistance situation for the establishment of control measures to this pest. The objective of this study was to determine the resistance to cypermethirn (pyrethroid) and diazinon (organophosphate) in the horn fly *H. irritans* in Tamaulipas.

Material and methods

Thirty six cattle ranches in Tamaulipas, Mexico were studied, they were divided into three regions: northern region, nine ranches from Reynosa, two from Diaz Ordaz; central region, ten from Victoria, one in Padilla, two in Villa de Casas and one in Guemez; southern region, seven in Aldama and four in Soto la Marina. The study was carried out from March 1999 to September 2000. The selection of the ranches was by convenience, as long as they had horn fly infestation and insecticide control.

In each of the premises visited, flies were collected with the aid of an entomological net. Twenty-five flies were deposited in a Petri dish which contained filter paper impregnated with a discriminating-dose concentration of 2.5, 6.0 and 0 $\mu g/cm^2$ of cypermethirn diluted in acetone and in glass vials impregnated with diazinon with a discriminating-dose concentration of 0.01, 0.06 and 0 $\mu g/cm^2$. The discriminating doses used were obtained from the LD_{50} and LD_{99} from one laboratory susceptible strain of *H. irritans* maintained in the Livestock Insects Research Laboratory in Kerrville, Texas, USA. It was observed that the mortality was not greater than 5%, due to the temperature conditions of the place. The tests were done under environmental temperature in each of the ranches studied.

Each treatment had three replicates, the first concentration was the LD_{50}, the second was the LD_{99} and the third was acetone and was the control. The test was read two hours after the exposure to insecticides. At the end of each period the mortality percentage was calculated for each concentration used. The resistance was determined after two hours of insecticide exposure and in each treatment the mortality was adjusted with the control using the Abbot formula.[14,15]

The mortality data from all the field samples were compared with the mortality rate determined with the susceptible *H. irritans* strain from USDA-ARS Knipling

Unidos, esto último en Florida, Texas y California;[9] en Canadá esta situación se registró en 1993.[11]

En México a principios de 1990 se detectaron fallas en el control de *H. irritans*, en 1992 se realizó un seguimiento en siete ranchos de Tamaulipas, Veracruz y San Luis Potosí, donde se encontró que todos los predios presentaban resistencia de *H. irritans* a los piretroides, en tanto que en un predio de San Luis Potosí se encontró resistencia al grupo de los fosforados.[12]

A partir del diagnóstico de la resistencia a piretroides, el uso de insecticidas organofosforados se ha incrementado en México; sin embargo, ya se han encontrado poblaciones de *H. irritans* resistentes a este grupo de insecticidas,[13] por lo que es necesario conocer la situación de la resistencia para establecer el control adecuado de esta plaga. De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la resistencia a cipermetrina (piretroide) y diazinón (fosforado) en la mosca del cuerno, *H. irritans*, en Tamaulipas.

Material y métodos

Se estudiaron 36 explotaciones ganaderas de Tamaulipas, México, que se dividieron en tres zonas: Zona norte, nueve ranchos de Reynosa y dos de Díaz Ordaz; zona centro, diez ranchos en Victoria, uno en Padilla, dos en Villa de Casas y uno en Güemez; zona sur, siete en Aldama y cuatro en Soto la Marina. El estudio se realizó durante marzo de 1999 a septiembre de 2000. La selección de los ranchos fue por conveniencia, siempre que el ganado estuviera infestado con mosca del cuerno y que se hubieran aplicado tratamientos mosquicidas.

En cada uno de los predios visitados se colectaron moscas con ayuda de una red entomológica, y se depositaron aproximadamente 25 moscas en cajas de Petri que contenían un papel filtro impregnado con concentraciones de dosis discriminantes de 2.5, 6 y 0 $\mu g/cm^2$ de cipermetrina diluida en acetona y en viales de vidrio impregnados con diazinón con concentraciones de dosis discriminantes 0.01, 0.06 y 0 $\mu g/cm^2$. Las dosis discriminantes utilizadas fueron obtenidas de la DL_{50} y DL_{99} de una cepa susceptible de laboratorio de *H. irritans* que se mantiene en el laboratorio Livestock Insects Research Laboratory, en Kerrville, Texas, Estados Unidos de América. Se observó que la mortalidad no fue mayor al 5%, debido a las condiciones de temperatura del lugar. Las pruebas fueron realizadas a temperatura ambiente en cada uno de los ranchos estudiados.

Cada tratamiento tuvo tres réplicas, la primera concentración correspondió a DL_{50}, la segunda a DL_{99} y la tercera donde sólo se usó acetona, fue el testigo.

Bushland U.S. Livestock Insects Research Laboratory, Kerrville, TX.

The frequencies of positive cases from the three regions studied were analyzed by the Fisher test[16] using the Epinfo statistical package.

Results

The percentage of ranches with cypermethrin resistance of *H. irritans* was high in the northern region (100%), only in one ranch the fly mortality after two-hour exposure was above 80%. The diazinon resistance only was found in two ranches (20%), and the other eight ranches, the percentage of mortality after two-hour exposure was from 98 to 100 (Figure 1, Table 1).

From the 14 ranches in the central region, 13 (92%) were resistant to cypermethrin. The fly mortality obtained after insecticide exposure was low (4% to 41%). However, in 11 ranches diazinon susceptibility was found, and in only three ranches the fly mortality was lower than 61% (Figure 2).

In the southern region, cypermethrin resistance was found in all the premises (100%), and the mortality ranged from 0% to 69 %. The diazinon resistance was found in 8 ranches where the mortality ranged from 16% to 81% and in three of them the mortality was higher than 95% (Figure 3).

There was no statistical difference ($P > 0.05$) between the frequencies of ranches positive to cypermethrin-resistance among the three regions. But the frequency of ranches positive to diazinon resistance was statisticaly different ($P < 0.05$) between the southern region and central region, but does not between northern and central regions.

El tiempo de lectura se realizó dos horas después de la exposición a los insecticidas. Al final de cada periodo se obtuvo el porcentaje de mortalidad en cada una de las concentraciones utilizadas. La resistencia se determinó cuando después de dos horas de exposición a los insecticidas y en cada tratamiento se hizo un ajuste de mortalidad con el testigo, usando la formula de Abbot.[14, 15]

Los datos de mortalidad de las muestras de campo fueron comparados con las determinaciones de mortalidad obtenidas en la cepa susceptible de *H. irritans* de USDA-ARS Knipling Bushland U.S. Livestock Insects Research Laboratory, Kerrville, TX.

La frecuencia de casos positivos entre las tres regiones estudiadas se analizó por medio de la prueba de Fisher,[16] utilizando el paquete estadístico Epinfo.

Resultados

El porcentaje de ranchos con resistencia de *H. irritans* obtenido para la cipermetrina fue muy alto en la zona norte (100 %), ya que sólo en un rancho la mortalidad de moscas después de la exposición durante dos horas a este insecticida se encontró por encima del 80%. En cuanto al diazinón, sólo en dos ranchos (20%) se encontró resistencia, mientras que en los ocho predios restantes, el porcentaje de mortalidad a las dos horas de exposición fue del 98 al 100 (Figura 1, Cuadro 1).

En cuanto a la zona centro, de los 14 ranchos, 13 (92%) fueron resistentes a cipermetrina. La mortalidad de moscas obtenida después de la exposición a este insecticida fue muy baja (4% a 41%). Sin embargo, en 11 de los ranchos se encontró susceptibilidad al diazinón y sólo en tres de ellos la mortalidad de moscas estuvo abajo de 61% (Figura 2).

Cuadro 1

NÚMERO DE RANCHOS CON MOSCA DEL CUERNO (*H. irritans*) RESISTENTE A CIPERMETRINA Y DIAZINON EN TAMAULIPAS, MÉXICO

NUMBER OF RANCHES WITH HORN FLY (*H. irritans*) RESISTANCE TO CYPERMETHRIN AND DIAZINON IN TAMAULIPAS, MEXICO

			Ranches with resistance	
Regions	*Municipality*	*N*	*Cypermehtrin*	*Diazinon*
Northern	Reynosa	9	9	2
	Diaz Ordaz	2	2	0
Central	Victoria	10	9	2
	Padilla	1	1	0
	Villa de Casas	2	2	0
	Guemez	1	1	1
Southern	Aldama	7	7	6
	Soto la Marina	4	4	2
Total		36	34	13

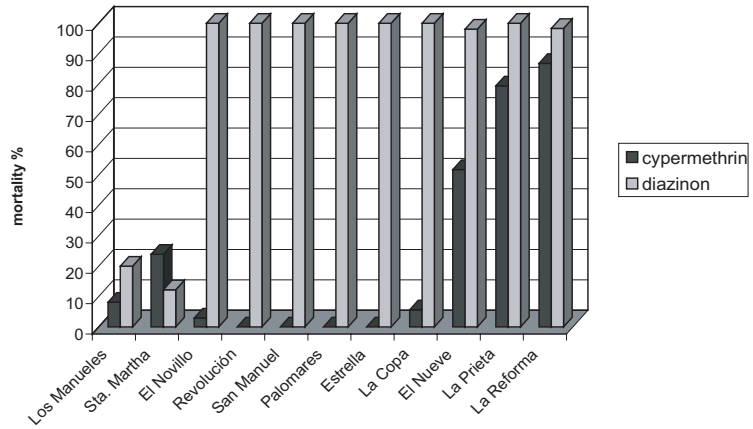

Figura 1. Porcentaje de mortalidad de mosca del cuerno (*H. irritans*) después de dos horas de exposición a cipermetrina (6 mg/cm^2) y diazinón (0.06m/cm^2) (Zona Norte: Reynosa y Díaz Ordaz)
Percentage of horn fly mortality (*H irritas*) after 2 h of exposure to cypermethrin (6 mg/cm^2) and diazinon (0.06m/cm^2) (Northern region: Reynosa y Díaz Ordaz)

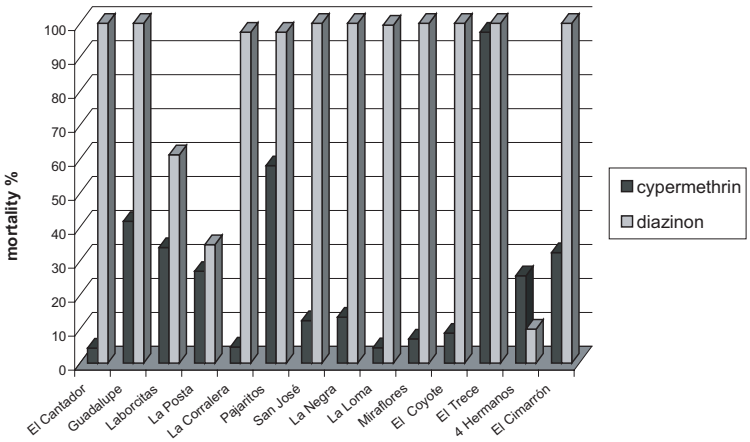

Figura 2. Porcentaje de mortalidad de mosca del cuerno (*H. irritans)* después de dos horas de exposición a cipermetrina (6 mg/cm^2) y diazinón (0.06m/cm^2)(Zona Centro: Victoria, Güemez, Padilla)
Percentage of horn fly mortality (*H irritas*) after 2 h of exposure to cypermethrin (6 mg/cm^2) and diazinon (0.06m/cm^2) (Northern region:Victoria, Güemez, Padilla)

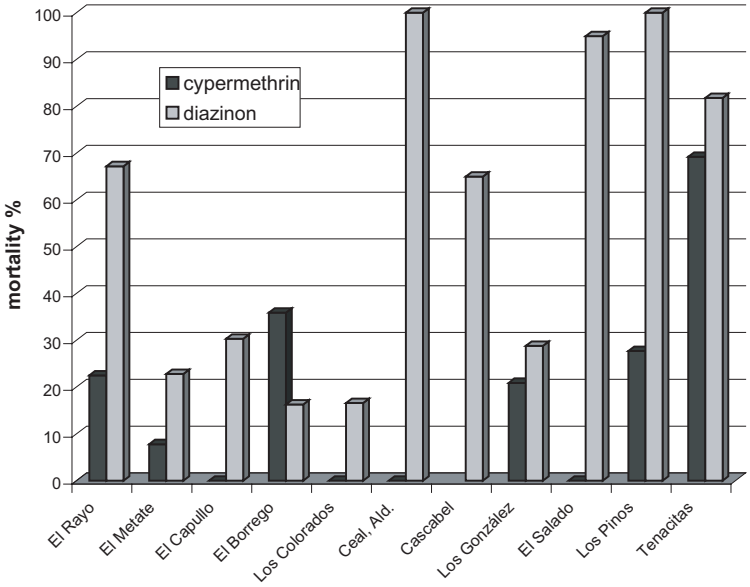

Figura 3. Porcentaje de mortalidad de mosca del cuerno (*H. irritans*) después de dos horas de exposición a cipermetrina (6 mg/cm^2) y diazinón (0.06 m/cm^2) (Zona Sur: Aldama y Soto la Marina)
Percentage of horn fly mortality (*H irritas*) after 2 h of exposure to cypermethrin (6 mg/cm^2) and diazinon (0.06m/cm^2) (Northern region:Aldama y Soto la Marina)

Discussion

In the present study cypermethrin-resistance of *H. irritans* was found to be widely distributed in the cattle ranches of Tamaulipas. In 88% of the studied ranches

Con respecto a la zona sur, en todos los predios (100%) se encontró resistencia a la cipermetrina, dado que la mortalidad de moscas después de la exposición a la cipermetrina osciló entre 0% y 69 %. Con respecto al diazinón, se encontraron ocho

was found resistance and only in 12% the fly mortality was higher than 70%. A previous study had reported cypermethrin resistance in horn flies in six ranches in the state of Tamaulipas. [12]

In Mexico, from 1975 to 1985 coumaphos (organophosphate) was used for the *Boophilus* spp tick control by dipping bats at a concentration of 0.02% to 0.03% every 15 to 21 days, this situation produced the development of resistance to this chemical compound, therefore, it was replaced by pyrethroids. Due to its efficacy pyrethroids were used in an indiscriminating way producing the development of resistance in ticks to this group of compounds; for this reason the organophosphate were used again, but the pyrethroid[12] and organophosphate resistance in *H. irritans* were already established, but in lesser extent with the latter compound.[17,18] The short life cycle of horn fly and the insecticide control produce a continuous selective pressure on the population which has contributed with a rapid presentation of resistance.

The data reported in this study showed that the fly mortality percentage after diazinon exposure was high in most of the ranches; however, in 12 ranches (34%) the mortality percentage had a range from 10% to 70%. It is important to point out that in most of the ranches the mortality was lower for diazinon than in the municipality of Aldama, where the insecticides were used intensively for cattle tick and horn fly control.

It has been reported that cypermethrin resistance in the horn fly has a negative correlation with the diazinon toxicity; when the susceptibility to cypermethrin decreased, the toxicity to diazinon increased. This observation correlates with the findings in this study, in which ranches with horn fly populations with high cypermethrin resistance, also were highly susceptible to diazinon.[19,20]

Although in this study only was tested for cypermethrin, it has been reported cross resistance among the family of pyrethroids compounds,[21] therefore we assume that in this region exist resistance to all pyrethroid compounds. The resistance management strategies of pyrethroids insecticides should include some methods to reduce the frequency of resistant individuals and maintained the susceptible individuals, for this reason diazinon could be used in fly control programs in premises with pyrethrois resistance.

The difference found between the frequency of positive cases between the southern region *versus* the northern and central regions could be due to the management of the control program of horn flies. In the southern region the fly control is more intensive due to the higher *H. irritans* populations and the presence of a rotation program of insecticide.

ranchos resistentes, con mortalidad del 16% al 81% y en tres de ellos la mortalidad fue superior al 95% (Figura 3). No se observó diferencia estadísticamente significativa ($P > .05$) entre la frecuencia de ranchos positivos a la resistencia con cipermetrina entre las tres regiones. Pero la frecuencia de casos resistentes a diazinón observó una diferencia estadísticamente significativa ($P < .05$) entre la regiones sur y centro; sur y norte, pero no entre las regiones norte y centro.

Discusión

De acuerdo con lo obtenido en el presente estudio, la resistencia de *H. irritans* a la cipermetrina se encuentra ampliamente distribuida en la ganadería de Tamaulipas. El 88% de los ranchos estudiados presentan resistencia y sólo en 12% de éstos la mortalidad fue superior a 70%. Anteriormente fue publicada la presencia de resistencia a la cipermetrina en mosca del cuerno en seis ranchos del municipio de Aldama, Tamaulipas.[12]

En México, de 1975 a 1985 se usó el coumaphos (fosforado) para el control de la garrapata *Boophilus* spp en baños de inmersión a concentraciones de 0.02% a 0.03% con frecuencia de 15 a 21 días, lo que originó la resistencia a este grupo químico, por lo que fue sustituido por los piretroides. Por su eficacia este producto se utilizó indiscriminadamente, lo que provocó resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a este grupo de insecticidas; por esta razón los fosforados volvieron a utilizarse, pero se ocasionó resistencia de *H. irritans* a los piretroides[12] como a los fosforados, aunque en este grupo en menor grado.[17,18] Lo anterior aunado al ciclo tan corto de esta mosca, que el control con insecticidas provocan una presión de selección continua en la población, que ha contribuido a la rápida presentación de resistencia.

Los datos presentes en este estudio muestran que el porcentaje de mortalidad de moscas después de la exposición al diazinón fue alto en la mayoría de los ranchos; sin embargo, en 12 de ellos (34%) el porcentaje de mortalidad estuvo en un rango del 10 a 70. Es importante señalar que la mayoría de los ranchos donde la mortalidad fue baja para diazinón se encuentran en el municipio de Aldama, donde los insecticidas se han utilizado intensivamente tanto para el control de garrapatas como para mosca del cuerno.

Se ha notificado que la resistencia de la mosca del cuerno a la cipermetrina correlaciona negativamente con la toxicidad al diazinón; es decir, que al disminuir la susceptibilidad a la cipermetrina, la toxicidad al diazinón se ve incrementada, lo cual concuerda con lo obtenido en el presente estudio, en el que se observó que los ranchos con poblaciones de moscas

In conclusion, the pyrethroid resistance is widely spread in the horn fly populations in Tamaulipas. Although most of the ranches studied were susceptible to diazinon, there is evidence of organophosphate resistance in the southern region (Aldama) and in less extent in the northern and central regions. There is a need to continue the investigation on the insecticide resistance in *H. irritans* in the state and produce sufficient information to control this pest in the cattle.

Acknowledgements

We thank to Dr John George, Director of the Knipling-Bushland U.S. Livestock Insect Research Laboratory, USDA, for all the facilities and support to perform the resistance tests in the laboratory, also to Alfred Siebenaler and Diane Kamlah for their advised during the performing the tests. To the cattle owner, who supported this study.

Referencias

1. Guglielmone AA, Anziani OS, Mangold AJ, Giogi RE, Volpogny MM, Flores SG. Seasonal variation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in recently infested region of central Argentina. Bull Entomol Res 1997; 87:55-59.
2. Consejo Técnico Consultivo de Sanidad Animal. Importancia zoosanitaria y económica de la mosca del cuerno *Haematobia irritans* en México. Memorias de la Segunda Reunión Anual del Consejo Consultivo Nacional de Salud Animal; 1993 noviembre 15-19; México D.F. Unidad de Posgrado Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1993:71-75.
3. Cicchino AC, Abrahamovich AH, Torres AH, Núñez JL, Prieto OH. Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758), (Diptera: Muscidae). Contribuciones para su conocimiento en la Argentina I: aspectos morfológicos básicos. Rev Med Vet 1993;75:170-186.
4. Chiu AD, Chiu AL. Biología y comportamiento de las moscas *Haematobia irritans* y *Stomoxys calcitrans*. Top Parasitol Anim. 1996; 3: 98-114.
5. Santamaría VM, Ortiz EM, Franco BR, Fragoso SH, Osorio MJ. Evaluación biológica de mosquicidas para el control de *Haematobia irritans* en México y situación actual de la resistencia. III Seminario Internacional de Parasitología Animal; 1995 octubre 11-13; Acapulco, Guerrero, México. Jiutepec, Morelos, México. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Recursos Hidráulicos, 1995:119-122.
6. Kunz SE, Miller A, Phillip L, Sims A, Meyerhoeffer DC. Economics of controlling horn flies (Diptera: Muscidae) in range cattle management. J Econ Entomol 1984;77:657-660.
7. Jonsson NN, Mayer DG. Estimation of the effects of buffalo fly (*Haematobia irritans exigua*) on the estimation of dairy cattle based on a meta-analysis of literature data. Med Vet Entomol 1999;13:372-376.
8. Cupp EW, Cupp MS, Ribeiro JM, Kunz SE. Blood-feeding strategy of *Haematobia irritans* (Diptera:Muscidae). J Med Entomol 1999;35:591-595.
9. Kunz SE, Schmidt DCh. The pyrethroid resistance problem in the horn fly. J Agric Entomol 1985;2:358-363.
10. Schitzerling HJ, Noble PJ, Macqueen A, Dunham RJ. Resistance of the buffalo fly *Haematobia irritans exigua* (De Meijere), to two synthetic pyrethroids and DDT. J Agric Entomol Soc 1982;21:77-80.
11. Mwangala FS, Galloway TD. Susceptibility of horn flies, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae), to pyre-

altamente resistentes a la cipermetrina, también fueron altamente susceptibles al diazinón.[19,20]

Aunque en este trabajo se probó sólo la cipermetrina, está documentada la resistencia cruzada entre el grupo de los piretroides,[21] por lo que se asume que en esta región existe resistencia a todo este grupo; por tanto, las estrategias para el manejo de la resistencia a insecticidas piretroides deben incluir métodos para reducir la frecuencia de individuos resistentes y conservar las susceptibles, por lo que el diazinón puede ser utilizado en programas de control de esta mosca en los predios resistentes a piretroides .

Las diferencias encontradas entre la frecuencia de casos positivos entre las regiones sur *versus* norte y centro puede ser debido al programa de manejo del control de moscas, ya que en la parte sur el control es más intensivo debido a mayor presencia de poblaciones de moscas *H. irritans* y existe una mayor rotación de insecticidas para el control de *H. irritans*.

En conclusión, la resistencia hacia los piretroides se encuentra distribuida ampliamente en las poblaciones de mosca del cuerno en Tamaulipas. Aunque la mayoría de los predios estudiados fueron susceptibles al diazinón, existe evidencia de resistencia a este fosforado en la zona sur (Aldama) y en menor grado en las zonas norte y centro. Se requiere continuar con el seguimiento de resistencia a insecticidas en *H. irritans* en el estado, con el fin de generar la información necesaria para el control de esta plaga del ganado.

Agradecimientos

Se agradece al Dr. John George, director del Knipling-Bushland U.S. Livestock Insect Research Laboratory, USDA, las facilidades y apoyo durante la elaboración de las pruebas de resistencia en su laboratorio; asimismo, a Alfred Siebenaler y Diane Kamlah por la asesoría en la realización de las pruebas, y a todos los ganaderos que apoyaron este estudio.

throids in Manitoba. Can Entomol 1993;125: 47-53.
12. Kunz SE, Ortiz EM, Fragoso SH. Status of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in northeastern Mexico. J Med Entomol 1995;32:726-729.
13. Kunz SE. Dynamics of permethrin resistance in a colony of horn flies (Diptera: Muscidae). J Med Entomol 1991;28:63-66.
14. Abbott WS. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol 1925:18; 265-267.
15. Sheppard DC, Hinkle NC. A field procedure using disposable materials to evaluate horn fly insecticide resistance. J Agric Entomol 1987:4;87-89.
16. Daniel WW. Bioestadistica. 4 ed. México. Limusa-Wiley. 2002.
17. Ortiz EM, Franco BR. Susceptibilidad a los organosfosforados en poblaciones de mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) resistencia a piretroides y el manejo de la resistencia a insecticidas. IV Seminario Internacional de Parasitología Animal; 1999 octubre 20-22; Puerto Vallarta, Jalisco; México. Jiutepec, Morelos, México. Comisión Nacional de Salud Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias , 1999:242-249.
18. Cilek JE, Knapp FW. A field test kit for the determination of insecticide resistance in horn fly populations J Agric Entomol 1986:3;201-206
19. Cantú CA, Almazán GC, García VZ, Kunz SE. Evaluación de la resistencia a los mosquicidas contra la mosca del cuerno (*Haematobia irritans*) en Tamaulipas. IV Seminario Internacional de Parasitología Animal. 1999 octubre 20-22 Puerto Vallarta, Jalisco, México. Jiutepec, Morelos, Mexico, Comisión Nacional de Salud Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarias, 1999:193.
20. Cilek JE, Knapp W. Enhanced diazinon susceptibility in pirethroid-resistant horn flies (Diptera:Muscidae): potential for insecticide resistance management. J Econ Entomol 1993;86:1303-1307.
21. Byford RL, Quisenberry SS, Sparks TC, Lockwood JA. Spectrum of insecticide cross-resistance in pyrethroid-resistant horn flies (Diptera: Muscidae). J Econ Entomol 1985;81:562-1566.