

## Veterinaria México

Volumen 36  
Volume

Número 2  
Number

Abril-Junio 2005  
April-June

*Artículo:*

Susceptibilidad de *Haematobia irritans* de las zonas norte de Veracruz y centro de Nuevo León, México, a permetrina y diazinón

Derechos reservados, Copyright © 2005:  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

**Otras secciones de  
este sitio:**

- 👉 [Índice de este número](#)
- 👉 [Más revistas](#)
- 👉 [Búsqueda](#)

***Others sections in  
this web site:***

- 👉 [Contents of this number](#)
- 👉 [More journals](#)
- 👉 [Search](#)

# Susceptibilidad de *Haematobia irritans* de las zonas norte de Veracruz y centro de Nuevo León, México, a permetrina y diazinón

## Susceptibility of *Haematobia irritans* to permethrin and diazinon, in northern Veracruz and central Nuevo Leon zones, Mexico

Ema Maldonado Simán\* Carlos Apodaca Sarabia\* Héctor Sumano López\*\*  
Luis Bermúdez-Villanueva\*\*\* Zeferino García Vázquez† Erasmo Gutiérrez Ornelas‡

### Abstract

The objective of this study was to assess the percentage of resistance of *Haematobia irritans* (L.) by means of an *in vitro* test of mortality percentage to permethrin (2.5 and 6.0  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) and diazinon (0.01 and 0.06  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ). Flies were collected from 14 beef-cattle production units. A detailed survey on pesticide management at northern Veracruz (Mexico) during 1998 and 2000 and the central part of Nuevo Leon in 2000 (Mexico) were carried out as well. Bioassays to assess mortality of horn flies were carried out based on jars soaked in two discriminating doses of permethrin or diazinon. Horn flies were directly collected from cattle under field conditions and immediately exposed to permethrin and diazinon. Fly mortality was recorded for no longer than 2 h. Results showed that the mortality percentage for permethrin in Nuevo Leon and Veracruz was either very low or non-existent, respectively. In contrast, the mortality percentage exhibited by diazinon was much higher ( $P < 0.05$ ) in both experimental areas. However, this percentage decreased in Veracruz from one year to the next. Also, a survey through questionnaires on the use of these and other pesticides revealed that organophosphates were widely used for pest control in Nuevo Leon, whereas pyrethroids were more often used in Veracruz. The survey revealed that product inefficiency was the main reason for changing chemical group. Treatments on cattle were mostly applied by spraying the pesticides in both Mexican States. In most of the cases (86.7%), producers and/or veterinarians sprayed animals for more than 10 treatments along the year. This study allows the conclusion that there is a generalized resistance to permethrin in these two States and that horn fly populations did not show resistance to diazinon in either working areas.

**Key words:** PYRETHROIDS, ORGANOPHOSPHATES, RESISTANCE, HORN FLY, BEEF CATTLE.

### Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la susceptibilidad de *Haematobia irritans* (L.) a los insecticidas por medio de una prueba *in vitro* permetrina (2.5 y 6.0  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) y diazinón (0.01 y 0.06  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ). Las moscas se recolectaron en 14 ranchos dedicados a la producción de bovinos productores de carne. También se realizó un estudio detallado por encuesta del tipo de manejo de los pesticidas al norte de Veracruz (México) durante 1998 y 2000 y la parte central de Nuevo León (México) en 2000. Para valorar el porcentaje de mortalidad de la mosca del cuerno se utilizaron bioensayos con dos dosis discriminantes de permetrina o diazinón, impregnados en

Recibido el 4 de junio de 2004 y aceptado 1 de diciembre de 2004.

\*Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo, km 38.5, Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, 56230, México, Correo electrónico: emamaldonado@correo.chapingo.mx

\*\*Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

\*\*\*Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo, km 38.5, Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, 56230, México.

†CENID-PAVET- INIFAP, Apartado Postal 206, CIVAC, 62550, Morelos, México.

‡Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Apartado Postal 358, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

frascos. Las moscas del cuerno fueron recolectadas en el campo directamente de los bovinos y expuestas inmediatamente a permetrina y diazinón. La mortalidad de las moscas se registró hasta no más de dos horas. Los resultados mostraron que el porcentaje de mortalidad para permetrina en Nuevo León y Veracruz fue poco significativo e inexistente, respectivamente. En contraste, el porcentaje de mortalidad exhibido para diazinón fue más alto ( $P < 0.05$ ) en ambas áreas experimentales. Sin embargo, el porcentaje de mortalidad disminuyó en Veracruz de un año a otro. La aplicación de una encuesta a través de cuestionarios sobre el uso de éstos y otros pesticidas también reveló que los organofosforados fueron los más utilizados para el control de esta plaga en Nuevo León, mientras que los piretroides fueron los más utilizados en Veracruz. La encuesta reveló que la ineficiencia de los productos fue la razón principal para el cambio del grupo químico. La aplicación por aspersión fue el método más generalizado en los tratamientos a los bovinos en ambos estados. En la mayoría de los casos (86.7%), los ganaderos y veterinarios aplicaron más de diez tratamientos durante todo el año. Este estudio permite concluir que existe una resistencia generalizada a permetrina en los ranchos evaluados en los dos estados y que las poblaciones de la mosca del cuerno no mostraron resistencia al diazinón en ninguna de las áreas de trabajo.

**Palabras clave: PIRETROIDES, ORGANOFOSFORADOS, RESISTENCIA, MOSCA DEL CUERNO, BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE.**

## Introduction

The horn fly *Haematobia irritans* (L.) is considered as one of the main pests with economic importance within the livestock industry. It is estimated that this pest in the United States of America has caused more than 700 million dollars in annual losses to livestock.<sup>1</sup> Initially, control of this fly was based upon the use of commercially available insecticides.<sup>2</sup> Nevertheless, during the decade of the eighties, resistance of *H. irritans* to pyrethroids was reported in the United States and it was considered to be a problem due to the use of ear tags.<sup>3</sup> In Mexico, the resistance to synthetic pyrethroids was documented at the end of the nineties decade, initially in the northeastern part of Mexico and after that in Veracruz, Chiapas, Tabasco, Jalisco, Sinaloa,<sup>4</sup> and recently in Tamaulipas,<sup>5</sup> places characterized by a high level of populations of this dipteran. The resistance to pyrethroids has also been documented in the south of Argentina and in Canada.<sup>6,7</sup>

On the other hand, the resistance of the horn fly to organophosphates has been recognized since the decade of the sixties<sup>8</sup> and up until now.<sup>9-12</sup> The first indications of resistance to diazinon were detected through bioassays.<sup>10</sup> It was confirmed that resistance to diazinon was due largely to ear tagging,<sup>11</sup> and that there was cross resistance with other organophosphates such as ethion, phenthiem, methyl pyrimphos, and tetrachlorophenvinphos.<sup>12</sup> However, in spite of the low efficacy observed in organophosphates, there is scarce information about the resistance of this pest to that group of products in Mexico. Moreover, many authors still consider diazinon as one of the best options for the control of *H. irritans*.<sup>13</sup> In a study that was done in the central part of Brazil, the use

## Introducción

La mosca del cuerno *Haematobia irritans* (L.) es considerada como una de las principales plagas de importancia económica en el sector pecuario. Se calcula que esta plaga en Estados Unidos de América ha ocasionado pérdidas por más de 700 millones de dólares anuales a la ganadería de ese país.<sup>1</sup> El control aplicado contra esta mosca se basó en un inicio en la utilización de insecticidas comerciales disponibles en el mercado.<sup>2</sup> Sin embargo, durante la década de 1980 se informó presencia de resistencia en *H. irritans* a piretroides en Estados Unidos y se consideró este problema como consecuencia del uso de aretes.<sup>3</sup> En México, la resistencia a piretroides sintéticos se documentó a finales de la década de 1990, inicialmente al noreste de México y después en Veracruz, Chiapas, Tabasco, Jalisco, Sinaloa,<sup>4</sup> y recientemente en Tamaulipas,<sup>5</sup> lugares caracterizados por elevada población del díptero. La resistencia a piretroides también se ha documentado en el sur de Argentina y Canadá.<sup>6,7</sup>

Por otra parte, se reconoce la resistencia de la mosca del cuerno a organofosforados desde la década de 1960<sup>8</sup> y hasta nuestros días.<sup>9-12</sup> Los primeros indicios de la existencia de resistencia al diazinón se detectaron mediante bioensayos.<sup>10</sup> Se confirmó que la resistencia a diazinón se debía en buena medida a la aplicación de los aretes<sup>11</sup> y por resistencia cruzada con otros organofosforados, como el etión, fentión, pirimifós metil y tetraclorfenvinfos.<sup>12</sup> Sin embargo, a pesar de la observación de baja eficacia de organofosforados, son escasos los informes acerca de la resistencia de esa plaga a este grupo en México. Más aún, muchos autores siguen considerando al diazinón como una de las mejores opciones para el control de

of diazinon was proposed as one of the best alternatives for control in areas with *H. irritans* resistant to pyrethroids;<sup>14</sup> and the same was proposed for several areas of Argentina and the southeast of Brazil.<sup>15</sup>

Since the populations of *H. irritans* generate a notorious economic loss to livestock and due to the fact that fly strains resistant to pyrethroids and organophosphates are originated, it has been proposed that it is essential these insecticides be used rationally. A suggestion to achieve this purpose is the application of these pesticides, in each cattle zone, whenever they surpass a limit naturally tolerated by cattle.<sup>16</sup> And thus, it is necessary to carry out studies that define the resistance rates and susceptible populations, as well as the population variation of this fly.<sup>16</sup> Population dynamics studies have already been carried out for this fly in Veracruz and Nuevo Leon, Mexico,<sup>17</sup> therefore the objective of this study was to determine their susceptibility to the insecticides diazinon and permethrin, as well as know the handling practices for these insecticides in the cattle regions of the northern part of Veracruz and north-eastern part of Nuevo Leon, Mexico.

## Material and methods

The study had three field phases: the first one was the fly collection for identification; the second one, consisted in bioassays to determine mortality percentage of *H. irritans*; and the third one was the description of the strategy for handling the insecticides in beef-cattle farms. The first and second phase of this work were done in 14 farms. In the municipality of Tuxpan, Veracruz, Mexico, nine ranches were visited during November and December, five in 1998 and four 2000, and in Nuevo Leon, during September 2000, five ranches were visited in three municipalities: Agualeguas, Dr. Gonzalez and General Bravo. The ranches were selected from the ranches registered in the Cattlemen's Associations that reported high infestation and resistance problems with *H. irritans* during the last three years. In both states, every year, nine or twelve applications of diverse insecticides are used. In Veracruz, cattle are grazed during all the year, while in Nuevo Leon the animals are kept in semi-confinement. In both States, the animals receive feed supplements additional to the grazing process.

Flies without sexual differentiation and different ages were collected directly from the bovines.<sup>18</sup> The identification of the *H. Irritans* flies was done in the National Center for Verification Services in Animal Health of the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (National Animal Health Verification Center CENAPA-SAGARPA). The flies were captured with an entomological net in the

*H. irritans*.<sup>13</sup> En un estudio realizado en la parte central de Brasil, se propone utilizar el diazinón como una de las mejores alternativas de control en zonas con poblaciones de *H. irritans* resistentes a piretroides;<sup>14</sup> lo mismo se propuso para varias poblaciones de Argentina y sureste de Brasil.<sup>15</sup>

Como consecuencia de que las poblaciones de *H. irritans* generan notables pérdidas en la ganadería y debido a que se originan cepas de moscas resistentes a piretroides y organofosforados, se ha postulado como esencial la racionalización en el uso de estos insecticidas. Una forma sugerida para tal fin es la aplicación, en cada zona ganadera, de estos pesticidas cuando sobrepasan un límite naturalmente tolerado por los bovinos.<sup>16</sup> Para ello, es necesario llevar a cabo estudios que definan las tasas de resistencia y de poblaciones susceptibles, así como las variaciones poblacionales de esta mosca.<sup>16</sup> Ya se han hecho estudios sobre la dinámica de poblaciones de esta mosca en Veracruz y Nuevo León, México,<sup>17</sup> por lo que el objetivo de este estudio fue determinar la susceptibilidad a los insecticidas diazinón y permetrina, así como conocer las prácticas de manejo de los insecticidas en las zonas ganaderas del norte de Veracruz y noreste de Nuevo León, México.

## Material y métodos

El estudio tuvo tres fases de campo: la primera fue la recolección de moscas para su identificación; la segunda consistió en las pruebas de bioensayos para determinar el porcentaje de mortalidad de *H. irritans*; y la tercera fue la descripción de la estrategia de manejo de plaguicidas en ranchos con bovinos productores de carne. La primera y segunda fases de este trabajo se realizaron en 14 ranchos. En el municipio de Tuxpan, Veracruz, México, se visitaron nueve ranchos durante noviembre y diciembre, cinco en 1998 y cuatro en 2000; y en Nuevo León se visitaron cinco ranchos en tres municipios durante septiembre de 2000: Agualeguas, Dr. González y General Bravo, en 2000. Se seleccionaron los ranchos registrados en el padrón de las Asociaciones Ganaderas que informaron altas infestaciones y problemas de resistencia con *H. irritans* durante los tres últimos años. En ambos estados se registraron anualmente de nueve a 12 aplicaciones de diversos insecticidas. En Veracruz, los bovinos permanecían en pastoreo durante todo el año, mientras que en Nuevo León se mantenían los animales en semiestabulación. En las dos entidades los animales recibieron además suplementación alimentaria adicional al proceso de pastoreo.

Se recolectaron moscas sin sexar y de diferentes edades directamente sobre los bovinos.<sup>18</sup> La identificación de las moscas de *H. irritans* se hizo en

herds of each ranch and transferred to the jars by an electrical entomological aspirator. Field tests to evaluate the resistant populations were performed during the day in a shaded place, at the recollection site.

To determine mortality percentages of *H. irritans* the flies were exposed to different insecticide concentrations. In this research we applied the Cilek and Knapp technique,<sup>19</sup> that establishes the limit of activity of permethrin and diazinon in its concentrations known as “discriminatory doses”, since it can distinguish a susceptible population from a resistant one. Twenty ml glass jars were used with 1 ml insecticide diluted in acetone, using discriminatory doses of permethrin ( $2.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = a lethal dose 50%, and  $6.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = lethal dose 99%) and diazinon ( $0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = lethal dose 50%, and  $0.06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = lethal dose 99%), and only acetone for controls. Discriminatory doses represent the values of the lethal concentration 50% (LC<sub>50</sub>), and LC<sub>90</sub> of a mortality dose analysis of each one of the insecticides in an *in vitro* test done in a susceptible colony of *H. irritans*, maintained in the Knipling-Bushland U. S. Livestock Insect Research Laboratory in Kerville, Texas.

For this test ten flies were exposed to the insecticide in each jar. Mortality was recorded after one and two hours in three replicates for each one of the dosages per ranch. The establishment of the discriminatory doses for the mortality percentage analysis was generated in relation to mortality *vs.* concentration of permethrin or diazinon, as is show in Table 1. The data were studied through probit analysis with the POLO-PC program.<sup>20,21</sup>

A questionnaire previously validated by CENAPA-SAGARPA was used for the third field phase. Fifty-eight surveys were applied in the municipality of Tuxpan, Veracruz, and 86 in the municipalities of Nuevo Leon, besides the ones applied in the ranches subject of the insecticide susceptibility tests. The ranches, registered in the census of the Livestock Associations, that notified high infestations with problems in the control of this dipteron were selected. The direct interview format was used for one person only. The database was analyzed through category variables and logistic regression procedure.<sup>22</sup>

## Results

Mortality percentages with both discriminatory doses used for permethrin and diazinon in Veracruz and Nuevo Leon during 1998 and 2000 are shown in Table 1. The analysis of the results indicates that, even though there is a statistically significant difference ( $P < 0.05$ ) between the mortalities observed with the discriminatory doses, there was not a mortality rate close to 50% or 99% for permethrin in both States.

el laboratorio del Centro Nacional de Servicio de Constatación en Salud Animal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Servicio de Constatación en Salud Animal CENAPA-SAGARPA). Las moscas fueron capturadas con una red entomológica en los hatos de cada rancho y transferidas a los frascos por medio de un aspirador eléctrico entomológico. Las pruebas de campo para evaluar a la población resistente se realizaron durante el día y en un lugar sombreado en el mismo sitio de recolección.

Para determinar el porcentaje de mortalidad de *H. irritans* se expusieron las moscas a diferentes concentraciones de insecticidas. En esta investigación se aplicó la técnica de Cilek y Knapp,<sup>19</sup> que establece los límites de actividad de permetrina y diazinón en sus concentraciones denominadas “dosis discriminatorias”, pues distinguen la población susceptible de la resistente. Para ello se utilizaron frascos de vidrio de 20 ml tratados con 1 ml de insecticida diluido en acetona, utilizando dosis discriminatorias con permetrina ( $2.5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = a dosis letal, 50%, y  $6.0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = dosis letal, 99%) y diazinón ( $0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = a dosis letal, 50%, y  $0.06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  = dosis letal, 99%), y sólo con acetona para los testigos. Las dosis discriminatorias representan los valores de la concentración letal, 50% (CL<sub>50</sub>), y CL<sub>90</sub> de un análisis de dosis de mortalidad a cada uno de los insecticidas de una prueba *in vitro* en una colonia de *H. irritans* susceptible, mantenida en el Laboratorio de Knipling-Bushland U. S. Livestock Insect Research Laboratory en Kerville, Texas.

Para esta prueba se expusieron al insecticida diez moscas en cada frasco. Se registraron las mortalidades después de una y dos horas en tres réplicas para cada una de las dosificaciones por rancho. El establecimiento de las dosis discriminatorias para los análisis del porcentaje de mortalidad se generaron con una relación de mortalidad *vs* concentración permetrina o diazinón, como se muestra en el Cuadro 1. Los datos se estudiaron por medio del análisis probit mediante el programa POLO-PC.<sup>20, 21</sup>

Para la tercera fase de campo se utilizó un cuestionario previamente validado por el CENAPA-SAGARPA. Se aplicaron 58 encuestas en el municipio de Tuxpan, Veracruz, y 86 en los municipios de Nuevo León, además de los ranchos sujetos al estudio de susceptibilidad a los insecticidas. Se seleccionaron los ranchos registrados en el padrón de las Asociaciones Ganaderas que notificaron altas infestaciones y problemas de control del díptero. Se utilizó la entrevista directa por una sola persona. La base de datos se analizó mediante el procedimiento para variables categóricas y regresión logística.<sup>22</sup>

| Cuadro 1                                                                                                                                |         |                        |                        |                         |                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE <i>H. irritans</i> EXPUESTAS A PERMETRINA Y DIAZINÓN EN VERACRUZ EN 1998 Y 2000, Y DE NUEVO LEÓN EN 2000    |         |                        |                        |                         |                         |
| MORTALITY PERCENTAGE OF <i>H. irritans</i> EXPOSED TO PERMETHRIN AND DIAZINON, IN VERACRUZ, IN 1998 AND 2000, AND IN NUEVO LEON IN 2000 |         |                        |                        |                         |                         |
| Year /<br>municipality /<br>ranch                                                                                                       | Control | Doses                  |                        |                         |                         |
|                                                                                                                                         |         | Permethrin             |                        | Diazinon                |                         |
|                                                                                                                                         |         | 2.5 µg/cm <sup>2</sup> | 6.0 µg/cm <sup>2</sup> | 0.01 µg/cm <sup>2</sup> | 0.06 µg/cm <sup>2</sup> |
| Veracruz                                                                                                                                |         |                        |                        |                         |                         |
| 1998                                                                                                                                    |         |                        |                        |                         |                         |
| Tuxpan                                                                                                                                  |         |                        |                        |                         |                         |
| 1                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 5.1                    | 100                     | 100                     |
| 2                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 2.2                    | 100                     | 100                     |
| 3                                                                                                                                       | 0       | 4.7                    | 7.6                    | 100                     | 100                     |
| 4                                                                                                                                       | 0       | 4.7                    | 7.6                    | 100                     | 100                     |
| 5                                                                                                                                       | 0       | 1.8                    | 0.0                    |                         |                         |
| 2000                                                                                                                                    |         |                        |                        |                         |                         |
| 1                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 6.6                    | 60.5                    | 100                     |
| 2                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 6.8                    | 72.7                    | 97.4                    |
| 3                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 3.3                    | 76.2                    | 100                     |
| 4                                                                                                                                       | 0       | 0                      | 1.5                    | 81.5                    | 97.3                    |
| Nuevo Leon                                                                                                                              |         |                        |                        |                         |                         |
| 2000                                                                                                                                    |         |                        |                        |                         |                         |
| Agualeguas                                                                                                                              |         |                        |                        |                         |                         |
| 1                                                                                                                                       | 0       | 3.2                    | 28.2                   | 87.5                    | 100                     |
| 2                                                                                                                                       | 0       | 9.6                    | 18.5                   | 97.4                    | 100                     |
| General Bravo                                                                                                                           |         |                        |                        |                         |                         |
| 1                                                                                                                                       | 0       | 5.3                    | 3.3                    | 86.3                    | 100                     |
| 2                                                                                                                                       | 0       | 3.4                    | 18.3                   | 95.5                    | 100                     |
| Dr. Gonzalez                                                                                                                            |         |                        |                        |                         |                         |
| 1                                                                                                                                       | 0       | 6.9                    | 14.2                   | 100.0                   | 100                     |

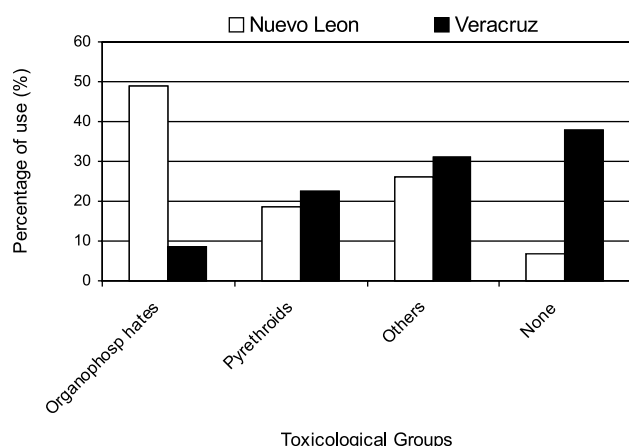
\* Care was taken so that the number of specimens per jar, for the controls as well as for the different doses (three replicates), was not less than nine nor more than 15 live flies / jar.

For diazinon, the fly populations registered susceptibility close to 50% and 99%, in Veracruz as well as in Nuevo Leon, even though a reduction of mortality was detected in the ranches assessed in the year 2000 in the State of Veracruz.

In the ranches of Tuxpan, Veracruz evaluated in 1998, the mortality percentage averages of *H. irritans* with permethrin, to the discriminating dose  $CL_{50}$ , was 2.2% and 0% in those assessed in 2000. In contrast, the average percentage for diazinon for the same State was 98.6% in 1998 and 72.7% in 2000. In relation to the State of Nuevo Leon in the only year it was evaluated (2000), the mortality average was 5.7% and 93.3% for permethrin and diazinon, respectively. The mortality averages mentioned above show in the field of the municipalities included in the study in both States a high resistance to permethrin, and this resistance was not observed with diazinon.

In the analysis of the data contained in the questionnaires, it was observed that, in relation to the percentage of use of insecticides for the control of the horn fly in the municipalities of each state included in the study (Figure 1), most of the cattlemen of Nuevo Leon used organophosphates (48.8%), and most of them used diazinon (85% of the total organophosphates that were reported); while in Veracruz it was applied in less than 9% of the plots. The percentage of pyrethroids use was higher in Veracruz (22.4%). Cattlemen of Veracruz, as well as Nuevo Leon applied other insecticides, chlorates and ivermectins, 25.9% and 31%, respectively. More than a third part of cattlemen in Veracruz indicated that they do not apply any chemical control of this pest, in contrast, only 6.6% did not carry it out in Nuevo Leon.

Product change to control this pest was reported by 89.6% of the sample, the percentage in each State



**Figura 1.** Uso de los grupos toxicológicos aplicados para el control de *H. irritans* en Nuevo León y Veracruz, durante 2000.

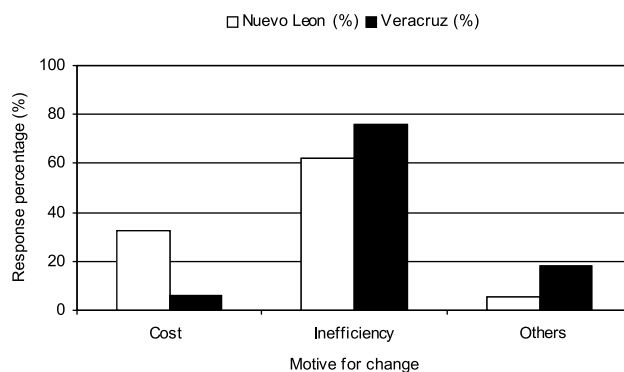
Usage of toxicological groups applied for the control of *H. irritans* in Nuevo Leon and Veracruz, during 2000.

## Resultados

Los porcentajes de mortalidad con las dos dosis discriminadoras usadas para permetrina y diazinón en Veracruz y Nuevo León durante 1998 y 2000 se presentan en el Cuadro 1. El análisis de los resultados indica que, aunque hay una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre la mortalidad observada con la dosis discriminadora, no se presentó una mortalidad cercana al 50% ni al 99% para permetrina en los dos estados. Para el diazinón, las poblaciones de mosca registraron susceptibilidad cercana al 50% y al 99%, tanto en Veracruz como en Nuevo León, aunque se detectó una disminución de la mortalidad en los ranchos evaluados en 2000 en Veracruz.

El promedio de porcentaje de mortalidad de *H. irritans* a permetrina en los ranchos evaluados en 1998 de Tuxpan, Veracruz, a la dosis discriminante  $CL_{50}$ , fue de 2.2% y 0% para aquellos valorados en 2000. En contraste, el promedio de porcentaje para el diazinón en el mismo estado fue de 98.6 puntos en 1998 y 72.7% en 2000, respectivamente. En lo que respecta al estado de Nuevo León en el único año evaluado (2000), el promedio porcentual de mortalidad fue de 5.7% y 93.3% para permetrina y diazinón, respectivamente. Los anteriores promedios de porcentajes de mortalidad muestran alta resistencia a permetrina en campo en los municipios incluidos en el estudio en ambos estados, resistencia no observada con diazinón.

En el análisis de los datos del cuestionario se observó que, respecto del porcentaje de uso de los insecticidas aplicados para el control de la mosca del cuerno en los municipios de cada estado del estudio (Figura 1), la mayoría de los ganaderos en Nuevo León utilizaron organofosforados (48.8%), en su mayoría diazinón (85% del total de organofosforados referidos), mientras que en Veracruz lo aplicaron en



**Figura 2.** Razones de cambio de los pesticidas en el control de *H. irritans* en Nuevo León y Veracruz, durante 2000.

Motives for change of pesticide in the control of *H. irritans* in Nuevo Leon and Veracruz, during the year 2000.

was 34.7 for Veracruz and 54.9 for Nuevo Leon. The reasons for change were classified under three headings: inefficiency as a main reason, cost, and others (availability of the product and difficulties in application) (Figure 2). Changing of product due to inefficiency was reported by 76% and 62.3% of cattlemen in Veracruz and Nuevo Leon, respectively. In contrast, changing of pesticides due to cost was higher in Nuevo Leon (32.5%) and the change for other reasons predominated in Veracruz (18%). Application of the insecticides by aspersion was used by 86.2% of cattlemen of Veracruz while in Nuevo Leon 34.9% used this method of application. In this State, the next important application type was immersion (33.7%), while only 11.6% use a combination of immersion/pour-on. The rest (19.8%) was made up by cattlemen that used insecticide shots or a combination of application techniques.

Information on the frequency of application of pesticides was classified based upon the number and season of treatments all year long (Table 2). Applications were more than ten per year in 86.7% of the sample, while only 13.3% applied  $\leq 10$  treatments. In Veracruz, 72.4% of cattlemen used more than 10 applications during the year, while in Nuevo Leon this number is reduced to 51.2 %.

Chemical treatments to the entire herd were applied by 88.2% of cattlemen. Applications exclusively applied to productive adult animals and finishing steers in terminal phase in semi-confinement were performed by 11.8% of the cattlemen. On the other hand, the incidence of anaplasmosis recorded in Veracruz was 38% while in Nuevo Leon it was 15%.

## Discussion

menos de 9% de los predios. El porcentaje de uso de piretroides fue mayor en Veracruz (22.4). Tanto los ganaderos de Veracruz como de Nuevo León aplicaron otros insecticidas (clorados e ivermectinas), que se ubican entre 25.9% y 31%, respectivamente. Más de una tercera parte de los ganaderos de Veracruz indicó que no realizan ningún tipo de control químico para esta plaga, en contraste con Nuevo León, donde sólo 6.6% dejó de hacerlo.

El 89.6% de la muestra informó haber cambiado de producto para el control de la plaga, mientras que el porcentaje en cada estado fue 34.7 para Veracruz y 54.9 para Nuevo León. Las razones de cambio se clasificaron en tres rubros: ineficiencia como principal razón, costo y otras (disponibilidad del producto y difícil aplicación) (Figura 2). El 76% y 62.3% de los ganaderos de Veracruz y Nuevo León, respectivamente, cambiaron el producto por razones de ineficiencia. En contraste, el cambio de pesticidas por razones de costo fue superior en Nuevo León (32.5%) y el cambio por otras razones predominó en Veracruz (18%). El 86.2% de los ganaderos en Veracruz utilizaron aspersion para la aplicación de los insecticidas, mientras que en Nuevo León 34.9% usaron este método de aplicación. En dicho estado, el siguiente tipo de aplicación en orden de importancia fue la inmersión (33.7%), mientras que sólo 11.6% utilizan un tipo de aplicación combinada con la inmersión/pour-on. El resto (19.8%) estuvo conformado por ganaderos que utilizaban insecticidas inyectables o combinaciones de técnicas de aplicación.

La información sobre la frecuencia de aplicación de pesticidas se clasificó con base en el número y época de tratamientos a lo largo del año (Cuadro 2). El 86.7% de la muestra realizaron más de diez aplica-

**Cuadro 2**

PORCENTAJES DE RESPUESTAS DEL USO DE INSECTICIDAS DE 144 ENCUESTAS APLICADAS EN VERACRUZ Y NUEVO LEÓN, EN 2000

RESPONSE PERCENTAGES OF THE USE OF INSECTICIDES IN 144 SURVEYS APPLIED IN VERACRUZ AND NUEVO LEON, IN 2000

|                               | <i>Nuevo Leon</i>    |                 | <i>Veracruz</i>      |                 | <i>Total</i>         |                 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
|                               | <i>Num. (%)</i>      |                 | <i>Num. (%)</i>      |                 | <i>Num. (%)</i>      |                 |
|                               | <i>Any season of</i> |                 | <i>Any season of</i> |                 | <i>Any season of</i> |                 |
| <i>Number of applications</i> | <i>All year</i>      | <i>the year</i> | <i>All year</i>      | <i>the year</i> | <i>All year</i>      | <i>the year</i> |
| 4-10 applications             | 2 (2.33)             | 10 (11.63)      | 4 (6.90)             | 3 (5.17)        | 6 (4.17)             | 13 (9.03)       |
| > 10 applications             | 44 (51.16)           | 30 (34.88)      | 42 (72.41)           | 9 (15.52)       | 86 (59.72)           | 39 (27.08)      |
| Total                         | 46 (53.49)           | 40 (46.51)      | 46 (79.31)           | 12 (20.69)      | 92 (63.89)           | 52 (36.11)      |



The results that were obtained show that there is resistance of *H. irritans* to permethrin, which is in agreement with findings previously recorded in other States such as Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí and Sinaloa, where resistance to pyrethroids was also found in beef cattle<sup>4-6,23</sup> and in Aguascalientes in dairy herds.<sup>24</sup> It is probable that the development of resistance to permethrin is due to selection pressure on *H. irritans* in the farms and a lack of adequate control program, because, the farms use pyrethroids as a common practice for the control of the *Boophilus microplus* tick and thus promote the development of resistance to pyrethroids.

From the proposed methodology for the application of bioassay in the field<sup>19</sup> that was used in this study, it is possible to conclude that there is resistance to permethrin in beef cattle production zones. Moreover, according to the mortality rate that was observed (1.2% in Veracruz and 5.7% in Nuevo Leon), the results suggest a generalized resistance to permethrin in the municipalities of both States, even though the problem is of greater intensity in Veracruz. As it has been informed in other studies,<sup>2,6</sup> time will tell if, when resistance by *H. irritans* to one pyrethroid develops, this shall extend to include the majority of the derivatives of this group. These data are relevant from a geographic perspective since in Aguascalientes, with different climatic conditions resistance to pyrethroids was not found in dairy cattle.<sup>24</sup> This low resistance may be explained, in part, by the low proportion in which cattlemen use pyrethroids for the control of the horn fly in the studied municipalities. A similar phenomenon was documented in Argentina.<sup>25</sup> Nevertheless, it must be underlined that this proportion does not reflect what is being done for tick control with pyrethroids. In contrast, there are no indications that in Nuevo Leon or Veracruz diazinon and other insecticides that belong to the same group are inefficient for the control of the fly, as was documented in the central part of Brazil.<sup>14</sup> Notwithstanding these differences in potency and low resistance to diazinon in relation to permethrin, this study detects that the susceptibility to diazinon has been significantly reduced from one year to the other in Veracruz.

The constant application of insecticides for the control of ticks and horn fly has been considered as a key factor to quickly generate resistant variants.<sup>7,23,14</sup> From the beginning of the decade of the seventies the use of organophosphates began as tick control for *B. microplus* and also the horn fly, even though in the last ten years the populations of *H. irritans* have increased considerably and greater attention has been given for their control to the diverse insecticides that

ciones anuales y sólo 13.3% efectuó  $\leq 10$  aplicaciones. En Veracruz 72.4% de los ganaderos utilizaron más de diez aplicaciones durante el año, mientras que en Nuevo León este porcentaje se reduce a 51.2 puntos.

El 88.2% de los ganaderos aplicaron tratamientos químicos a todo el hato. El 11.8% indicaron efectuar aplicaciones exclusivamente a los animales adultos productivos y a los novillos en fase terminal de engorda semiestabulados. Mientras que, por otro lado, la incidencia de anaplasmosis registrada en Veracruz fue de 38% y en Nuevo León de 15%.

## Discusión

Los resultados encontrados muestran que existe resistencia de *H. irritans* a permetrina, lo cual concuerda con los hallazgos previamente registrados en otros estados como Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí y Sinaloa, en los que se identificó también resistencia a los piretroides en ganado productor de carne<sup>4-6,23</sup> y en Aguascalientes en ganado lechero.<sup>24</sup> Es probable que el desarrollo de la resistencia a la permetrina se deba a la presión de selección ejercida sobre *H. irritans* en las explotaciones y a la falta de un programa adecuado para su control, ya que, además, en estas explotaciones se utilizan los piretroides como una práctica común para el control de la garrapata *Boophilus microplus*, lo cual favorece el desarrollo de la resistencia a los piretroides.

Dada la metodología propuesta en la aplicación de los bioensayos en campo<sup>19</sup> y utilizada en este estudio, es posible concluir que existe resistencia a permetrina en zonas productoras de bovinos de carne. Más aún, de acuerdo con la tasa de mortalidad observada (1.2% en Veracruz y 5.7% en Nuevo León), los resultados sugieren resistencia generalizada a permetrina en los municipios de los dos estados, aunque el problema tiene una gravedad mayor en Veracruz. Como se ha informado en otros estudios,<sup>2,6</sup> habrá que esperar si al presentarse la resistencia de *H. irritans* a un piretroide, ésta se hace extensiva a la mayoría de los derivados de este grupo. Estos datos son relevantes desde una perspectiva geográfica, ya que en Aguascalientes con otras condiciones climáticas no se encontró resistencia a piretroides en ganado lechero.<sup>24</sup> Esta resistencia se puede explicar, en parte, por la baja proporción de ganaderos que utilizan piretroides para el control de la mosca del cuerno en los municipios estudiados; un fenómeno similar se ha documentado en Argentina.<sup>25</sup> Sin embargo, cabe destacar que esta proporción no refleja lo que se hace con piretroides para el control de la garrapata. En contraste, no existen indicios en Nuevo León ni en Veracruz de que el diazinón y otros insecticidas pertenecientes al mismo grupo sean inefficientes para el

are available in Mexico. This reflects the fact that the control of ectoparasites, in general, is based more on the programs associated to the control of ixodidae. The findings are similar in studies performed in the northeastern part of Mexico.<sup>23</sup>

The inefficiency of the insecticides for the control of the horn fly has been attributed in many of the cases to the inappropriate use of these products: lower concentrations than recommended, improper spraying and inappropriate manner of product combination. It is important for the control of *H. irritans* to establish a proper program of population dynamics, in order to treat at the time the population curve climbs and thus reduce the population curves along a time span. The use of husbandry tactics or the combination of them has shown to be an efficient tool for the control of the horn fly in the handling of resistant populations.<sup>26</sup>

Another important problem that was reflected in the survey was the use of organochlorated compounds that are prohibited for veterinary use, since they are contaminants in beef or milk of bovines. Nevertheless, in field conditions, cattlemen with agricultural activities use them, since it is a cheap product, but it has a high public health risk. Climatic conditions represent an important factor for horn fly populations. It has been confirmed that most producers carry out more than ten applications during the year in order to control the fly, but they did not know about the dynamics of the population so there is a constant selection pressure, and the resistance problems happen very quickly. Treatment frequency is an important factor to accelerate the presence of resistance.

In studies performed in Argentina,<sup>6</sup> similar to the surveys performed in this study, inefficacy is the main cause of change of chemical product. Even though this does not necessarily indicate resistance, since the inappropriate use of the product could constitute another cause of inefficacy, and since it can be considered as a variable that suggests this situation, then, it must be confirmed by assays *in vitro*.

It is possible to conclude then that there is resistance to pyrethroids in the ranches evaluated in Veracruz, as well as in Nuevo Leon, although not so to organophosphates. Nevertheless, it is important that we underline that the use of insecticides in both States should be established with strategic basis and not empirically. For this, it is necessary to identify the infestation levels and the economic threshold for each one of the livestock areas. This means that it is necessary to observe tick as well as horn fly levels, so that cattlemen only apply chemical products whenever the pests are above that economic threshold. This, no doubt, will delay the presence of resistance, reduce production costs and preserve the environment.

control de la mosca, tal y como se documentó en la parte central de Brasil.<sup>14</sup> A pesar de estas diferencias en potencia y en baja resistencia del diazinón con respecto a la permetrina, este estudio detecta que la susceptibilidad con diazinón ha presentado detrimentos significativos de un año a otro en Veracruz.

La relevancia de conocer esta forma de aplicación casi constante de insecticidas para el control de garrapatas y la mosca del cuerno ha sido considerada como factor clave, para generar rápidamente variantes resistentes.<sup>7,23,14</sup> Desde principio de la década de 1970 se empezaron a utilizar compuestos organofosforados como control de la garrapata *B. microplus* y también para la mosca de cuerno, aunque en los últimos diez años las poblaciones de *H. irritans* han aumentado considerablemente y se ha puesto mayor atención en su control con los diversos insecticidas disponibles en México, ello refleja que el control de ectoparásitos en general se basa más en los programas asociados con el control de ixódidos. Esta misma práctica es vigente en estudios hechos en el noreste de México.<sup>23</sup>

La ineficiencia de los insecticidas para el control de la mosca del cuerno se ha atribuido en muchos de los casos al uso inapropiado de estos productos: concentraciones menores que las recomendadas, mal asperjado y combinación de producto en forma inapropiada. Es importante señalar que para el control de *H. irritans* es necesario establecer un programa adecuado a la dinámica poblacional, para dar tratamiento en el momento que la curva poblacional asciende y disminuir así las curvas poblacionales a lo largo del tiempo. La utilización de tácticas de manejo o la combinación de ellas demostraron ser una herramienta eficiente para el control de la mosca del cuerno en el manejo de poblaciones resistentes.<sup>26</sup>

Otro problema importante reflejado en la encuesta es el uso de compuestos organoclorados, que están prohibidos para uso veterinario, ya que son contaminantes en la carne o leche de los bovinos. Sin embargo, en condiciones de campo, los productores con actividades agrícolas los utilizan por ser un producto barato, pero con un alto peligro para la salud pública. Las condiciones climáticas representan un factor importante en las poblaciones de la mosca del cuerno. Se ha confirmado que la mayoría de los productores realizan más de diez aplicaciones durante todo el año para el control de la mosca, pero no tenían conocimiento de la dinámica poblacional; por tanto, cuando se ejerce presión de selección constante, los problemas de resistencia se presentan muy rápidamente. La frecuencia de tratamiento es un factor importante para acelerar la presentación de la resistencia.

En estudios similares realizados en Argentina,<sup>6</sup> al igual que las encuestas realizadas en este ensayo,

## Acknowledgements

We thank for their helping in this study John George and Diane Kammlah, of the Knippling-Bushland U. S. Livestock Insects Research Laboratory, United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service, Kerrville, TX; Hugo Fragoso Sanchez, of the National Center for Verification Services in Animal Health, of the Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (CENAPA-SAGARPA), the Regional Cattlemen's Unions of Tuxpan, Veracruz, and Nuevo Leon, as well as Luis Sandoval and Luis Sandoval Saqui for their helping in the field work.

## Referencias

Drummond RO, Lambert H, Smalley E, Terril CE. Estimated losses of livestock to pests. In: Pimentel D; editor.

1. Handbook of Pest Management in Agriculture. Boca Raton, FL. CRC Press Inc, 1981, p 400-597  
Sparks TC, Quisenberry SS, Lockwood JA, Byford RL, Roush RT. Insecticide resistance in the horn fly, *Haematobia irritans*. J Agric Entomol 1985; 2: 217-233.
2. Kunz SE, Schmidt CD. The pyrethroid resistance problem in the horn fly. J Agric Entomol 1985; 2: 358-363.
3. Santamaría VM, Ortiz EM, Franco BR, Fragoso SH, Osorio MJ. Evaluación biológica de mosquicidas para el testigo de *Haematobia irritans* en México y situación actual de la resistencia. III Seminario Internacional de Parasitología Animal. Resistencia y Control en Garrapatas y Moscas de Importancia Veterinaria; 1995 octubre 11-13; Acapulco (Guerrero) México. Acapulco, Gro. México. SAGAR-CANIFARMA-FAO-IICA-INIFAP. 1995:119-122.
4. Li AY, Guerrero FD, Almazan GC, George JE. Survey of resistance to permethrin and diazinon and the use of a multiplex polymerase chain reaction assay to detect resistance alleles in the horn fly, *Haematobia irritans* (L.). J Med Entomol 2003; 40: 942-949.
5. Guglielmone AA, Kunz SE, Volpogni MM, Anziani OS, Flores SG. Diagnóstico de poblaciones de la *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) resistentes a la cipermetrina en Santa Fe, Argentina. Rev Med Vet 1998; 79: 353-356.
6. Mwangala F, Galloway TD. Susceptibility of Horn Flies, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae), to pyrethroids in Manitoba. Can Entomol 1993; 125: 47-53.
7. Burns EC, Wilson BH. Field resistance of horn flies to the organic phosphate insecticide Ronnel. J Econ Entomol 1963; 56: 718.
8. Harvey TL, Brethour JR, Broce AB. Loss in effectiveness of insecticide ear tags for horn fly (Diptera:

revelan que la ineficacia es la causa principal para realizar cambio de producto químico. Aunque esto no es necesariamente indicativo de resistencia dado que el uso inapropiado del producto podría constituir otro factor para la ineficacia, sí puede ser considerada como una variable que sugiere este fenómeno y que, como tal, debió confirmarse mediante los ensayos *in vitro*.

Se puede concluir que existe resistencia a los piretroides en los ranchos evaluados tanto en Veracruz como en Nuevo León, no así aún para los organofosforados. Sin embargo, es importante señalar que el uso de insecticidas en los dos estados debe establecerse con bases estratégicas y no de manera empírica. Para ello es necesario identificar los niveles de infestación del umbral económico en cada unas de las áreas pecuarias. Esto significa que es necesario observar tales niveles tanto de garrapatas como de la mosca del cuerno, para que los ganaderos sólo hagan aplicaciones químicas cuando las plagas estén por encima de dicho umbral económico. Lo anterior, sin duda, conduce a una reducción del uso de pesticidas y, por tanto, retarda la presencia de la resistencia, con disminución en los costos de producción y la conservación del medio ambiente.

## Agradecimientos

Se agradece la asistencia en este estudio a John George y a Diane Kammlah, del Knippling-Bushland U. S. Livestock Insects Research Laboratory, United States Department of Agriculture- Agricultural Research Service, Kerrville, TX; a Hugo Fragoso Sánchez, del Centro Nacional de Servicio de Constatación en Salud Animal, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Servicio de Constatación en Salud Animal CENAPA- SAGARPA), a las Uniones Ganaderas Regionales de Tuxpan, Veracruz, y de Nuevo León, así como a Luis Sandoval y Luis Sandoval Saqui por su apoyo en el trabajo de campo.

---

Muscidae) control. J Kans Entomol Soc 1984; 57: 715-717.

9. Cilek JE, Steelman CD, Knapp FW. Horn fly (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in Kentucky and Arkansas. J Econ Entomol 1991; 84: 756-762.
10. Byford RL, Craig ME, DeRouen SM, Kimball MD, Morrison DG, Wyatt WE, *et.al*. Influence of permethrin, diazinon and ivermectin treatments on insecticide resistance in the horn fly (Diptera: Muscidae). Int J Parasitol 1999; 29: 125-135.
11. Barros AMT, Ottea J, Sanson D, Foil LD. Horn fly

12. (Diptera : Muscidae) resistance to organophosphate insecticides. *Vet Parasitol* 2001; 96: 243-256.
13. Cilek JE, Dahlman DL, Knapp FW. Possible mechanism of diazinon negative cross-resistance in pyrethroid-resistant horn flies (Diptera: Muscidae). *J Econ Entomol* 1995; 88: 520-524.
14. Barros AMT, Gomez A, Ismael PK, Koller WW. Susceptibility to Diazinon in Populations of the Horn Fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in Central Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2002; 97: 905-907.
15. Guglielmone AA, Kunz SE, Castelli ME, Volpogni MM, Kammalah D, Martins JR, *et al.* Susceptibilidad al diazinon de la *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) de diferentes localidades argentinas y del sur de Brasil. *Rev Med Vet* 2000; 91: 184-186.
16. Barros AMT. Horn Fly Resistance to Insecticides in South America: History and Current Status. V International Seminar of Animal Parasitology. World Situation of Parasite Resistance in Veterinary Medicine; 2003 October 1-3; Merida. (Yucatan) Mexico. Merida, Yucatan, Mexico. SENASICA-INIFAP-INFARVET-UADY-FAO-AMPAVE. 2003: 173 -176.
17. Maldonado SE, Bermudez VL, Cadena MJ, Sumano LH, Kunz SE. Seasonal Fluctuation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) on Beef Cattle in Tuxpan, Veracruz State, Mexico. *Afr Entomol* 2004; 12: 125-129.
18. Schmidt CD, Kunz SE, Petersen HD, Robertson JL. Resistance of horn flies (Diptera: Muscidae) to permethrin and fenvalerate. *J Econ Entomol* 1985; 78: 402-406.
19. Cilek JE, Knapp FW. A field test kit for the determination of insecticide resistance in horn fly populations. *J Agri Entomol* 1986; 3: 201-206.
20. Russell RM, Robertson JL, Savin NE. POLO: A new computer program for probit analysis. *Bull Entomol Soc Am* 1977; 23: 209-213.
21. Steel GR, Torri HJ. Bioestadística: principios y procedimientos. 2a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1985.
22. SAS SAS/STAT User's Guide for Personal Computers (version 6.0). (1998) Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1999.
23. Kunz SE, Ortiz EM, Fragozo SH. Status of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in northeastern Mexico. *J Med Entomol* 1995; 32: 726-729.
24. Cruz-Vazquez C, Altamira G, Ramos M, Medina L, Garcia-Vazquez Z, George J, *et al.* Susceptibility of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) to Permethrin in Dairies in Aguascalientes, Mexico. *J Med Entomol* 2002; 39: 939-941.
25. Anziani OS, Guglielmone AA, Signorini AR, Aufranc C, Mangold AJ. *Haematobia irritans* in Argentina. *Vet Rec* 1993; 344.
26. Steelman CD, McNew RW, Simpson RB, Rorie RW, Phillips JM, Rosenkrans CF. Evaluation of alternative tactics for management of insecticide-resistant horn flies (Diptera: Muscidae). *J Econ Entomol* 2003; 96: 892-901.