

Resistencia al amitraz de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en unidades de producción del estado de Chiapas

Resistance to amitraz in Rhipicephalus (Boophilus) microplus in production units in the state of Chiapas

Gabriela Aguilar Tipacamú¹
Paula Mendoza Nazar¹
Benigno Ruiz Sesma¹
María Ángela Oliva Llaven¹
Carlos Enrique Ibarra Martínez¹
Gerardo Uriel Bautista Trujillo¹

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la frecuencia de unidades de producción con poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistentes al amitraz en bovinos de Villaflores, Chiapas. El tamaño de muestra fue de 23 unidades de producción (UP) y en cada UP seleccionada se eligieron al azar bovinos y se colectaron de 30 a 50 hembras repletas de *R. microplus* según las recomendaciones de FAO (1999), que son necesarias para detectar al menos una garrapata resistente. Para el diagnóstico de la resistencia al amitraz se utilizó la prueba de paquete de larvas usando la dosis discriminante (DD) a una concentración de 0.0002% y larvas de 14 días de edad fueron analizadas para su diagnóstico. Durante el muestreo se aplicó una encuesta y los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y medidas de tendencia central por medio del programa SAS Ver. 8. Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que de las 23 UP muestreadas tres de ellas presentaron evidencia de la presencia de garrapatas *R. microplus* resistentes al amitraz (3/23), es decir una frecuencia del 13.04% de las unidades de producción presentan problemas en el uso del amitraz como medida de control.

Palabras clave: garrapatas, bovinos, paquete de larvas.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the frequency of production units with populations of amitraz-resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks in calves of Villaflores, Chiapas. The sample size was of 23 production units (UP) and in each UP, animals were chosen randomly; also, 30-50 females infested with *R. microplus* were collected, necessary to detect resistant ticks, according to recommendations of FAO (1999). For the amitraz-resistance diagnostic the larval packet test by using the discriminating dose (DD) of (0.0002%), and larvae of 14 days of age were analyzed for their diagnosis. During the sampling period, a survey was applied and the data were analyzed by means of descriptive statistics and measures of central tendency using the program SAS Ver. 8. The results obtained in the present study, indicate that three of the 23 UP show the presence of amitraz-resistant ticks; this means a frequency of 13.04% in the UP that present problems in the use of amitraz as a tool to control *R. microplus*.

Key words: ticks, calves, larval packet test.

INTRODUCCIÓN

La garrapata *Boophilus (Rhipicephalus) microplus* es considerada uno de los ectoparásitos tropicales más importantes en la ganadería bovina por las pérdidas económicas que ocasiona al dañar las pieles, y por actuar como vector en la transmisión de enfermedades como la babesiosis y anaplasmosis (Solario y Rodríguez, 1997; Aguilar-Tipacamú et al., 2008). Por su importancia económica y sanitaria *R. microplus* es la especie en control en México (Fragoso et al., 1999), utilizando como principal método la aplicación de ixodicidas (Aguilar-Tipacamú y Rodríguez-Vivas, 2003; Rodríguez-Vivas et al., 2005); sin embargo, el uso frecuente de estos compuestos ha propiciado la aparición de ga-

rrapatas resistentes y como resultado, cada vez es más complicado manejar a estas poblaciones (Rodríguez-Vivas et al., 2007). El uso intensivo ha desarrollado resistencia a todas las clases de ixodicidas en muchos países, incluyendo Australia, México y Brasil (Li et al., 2005).

En México, el fenómeno de resistencia ha evolucionado rápidamente, encontrándose cepas resistentes a organofosforados (OF), piretroides sintéticos (PS) (Aguirre et al., 1986, Fragoso et al., 1995). El amitraz fue introducido en México para controlar garrapatas *R. microplus* resistentes a organofosforados y piretroides sintéticos, sin embargo, en el año 2001 se reportó el primer caso de resistencia en el estado de Tabasco y más poblaciones de garrapatas resistentes al amitraz fueron encontradas en otros estados

¹ Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Rancho San Francisco Km. 8 Carretera Ejido Emiliano Zapata, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Correo-e: gabriela.aguilar@unach.mx ó gabsipaca@yahoo.com.mx

(Soberanes et al., 2002; Li et al., 2005). El amitraz ha sido utilizado para el control de la garrapata del ganado por más de 40 años en varias partes del mundo, sin embargo, el desarrollo de la resistencia hacia este producto ha sido baja comparada con otros acaricidas (Li et al., 2005). Actualmente el amitraz requiere de un control en su uso, ya que es el producto más utilizado y la prevalencia de la resistencia ha ido incrementando, hasta niveles que en un futuro cercano podría ser un problema para la ganadería del sureste del país (Rodríguez et al., 2005).

Las investigaciones sobre la resistencia de las garrapatas a los ixodicidas en el sureste del país han sido escasas a pesar que los ganaderos han observado en ocasiones fallas en su garrapaticida; sin embargo, la falta de eficacia de los productos utilizados muchas veces es atribuible a los productos químicos directamente, sin tomar en cuenta otros factores como son el mal uso de la aplicación de los ixodicidas, dando como consecuencia la resistencia (Rodríguez et al., 2005).

Chiapas es un estado considerado como ganadero; recientemente ha tenido un avance importante en las campañas sanitarias, sin embargo, la situación propia del estado favorece la amplia distribución de las garrapatas entre las que se encuentran las de la especie *Rhipicephalus microplus*, incidiendo directamente en la producción y productividad e indirectamente en la comercialización tanto de ganado como de pieles, representando la resistencia una barrera sanitaria, ya que las garrapatas resistentes pueden sobrevivir en animales bañados que se movilizan a otras explotaciones o regiones. En estudios previos realizados en la región IV Frailesca para conocer la prevalencia de la resistencia al amitraz, organofosforados y piretroides sintéticos, se reportó una prevalencia del 60.8% para el amitraz, 77.2% a los organofosforados y 90.8% a los piretroides en la región (Rodríguez et al., 2005). Considerando este dato previo significativo y que el producto químico más utilizado en la zona es el amitraz como método de control para *R. microplus*, se realizó la presente investigación con la finalidad de conocer la situación actual del este problema de resistencia únicamente en el municipio de Villaflores; así mismo, el resultado de estas investigaciones en el estado generan información básica sobre la problemática de la resistencia y permite implementar estrategias de control que ayuden a retardar el problema de la resistencia a los ixodicidas, ya que es un

problema serio para la ganadería en los últimos años; por lo anteriormente citado, el objetivo de la presente investigación fue determinar la frecuencia de unidades de producción con poblaciones de garrapatas *Boophilus (Rhipicephalus) microplus* resistentes al amitraz en bovinos de Villaflores, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en el municipio de Villaflores, Chiapas, localizado en los límites de la Depresión Central y de la Sierra Madre del Sur. Geográficamente se sitúa entre los paralelos 15° 35' y 16° 33' de latitud norte y entre los meridianos 92° 12' y 93° 45' de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Suchiapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, al este con Chiapa de Corzo y Villa Corzo, al sur con Villa Corzo y Tonalá, al oeste con Jiquipilas y Arriaga. Su extensión territorial es de 1,232.1 km² y su altitud es de 540 msnm. El clima varía de cálido subhúmedo a semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación y temperatura media anual promedio es de 1,200 mm y 24.9 °C respectivamente. En el municipio hay nueve Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), integrados por 160 productores, los cuales cuentan con 3,769 cabezas de bovinos, en una superficie de 2,398 ha (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2010).

Determinación del tamaño de muestra

Se utilizó un muestreo estratificado con asignación Neyman (Scheaffer et al., 1987) basado a un marco lista de 160 unidades de producción, siendo la superficie de los predios la base de la estratificación utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(\sum_{i=1}^L N_i s_i)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i s_i}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

L = número de estratos.

N_i = número de unidades de muestreo en el estrato i.

N = total de unidades de muestreo en la población.

s = varianza del i-esimo estrato.

D = límite del error de estimación.

Asignación de la muestra a cada estrato;

$$n_i = n \left[\frac{N_i s_i}{\sum_{i=1}^L N_i s_i} \right]$$

Donde:

n_i = tamaño de la muestra en el estrato i .

n, L, N_i, N, s_i = Definidas anteriormente

El tamaño de muestra se calculó con una precisión del 15% y de 95% de confiabilidad dando un total de 23 unidades de producción. Las unidades de producción fueron distribuidas en tres estratos: Estrato I: 1-20 ha en el que se muestrearon 7 UP, Estrato II: 21-40 ha 10 UP y Estrato III: 41 o más ha 6 UP (Scheaffer et al., 1987).

Durante el muestreo se aplicó una encuesta, la cual proporcionó información relacionada a la ubicación y tamaño del rancho, tipo de ganado explotado y antecedentes de uso de anti-parasitarios. La información se obtuvo a través de una entrevista semi-estructurada dirigida al propietario y/o encargado del rancho. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y medidas de tendencia central por medio del programa SAS Ver. 8 SAS (2001).

En cada UP seleccionada se eligieron al azar los animales a muestrear y se colectaron de 30-50 hembras repletas de *R. microplus* según las recomendaciones de la FAO (1999), que fueron necesarias para detectar al menos una garrapata resistente.

Procesamiento de las muestras biológicas

Las garrapatas colectadas fueron depositadas en cajas de Petri identificadas con el nombre de cada unidad de producción, fecha de recolección y fueron trasladadas al laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chiapas. Una vez que se identificaron las muestras de garrapatas *R. microplus* obtenidas de cada unidad de producción, fueron limpiadas y depositadas en cajas de Petri con perforaciones con la finalidad de permitir la entrada de aire, y se colocaron según lo recomendado por la FAO (1999) en cajas húmedas (80-90% de humedad), en completa oscuridad a una temperatura de 27-28 °C, con el fin de proveerles condiciones ambientales propicias para la oviposición. Posteriormente a los 15 días, los huevos fueron transferidos

a un vial de cristal con tapones de algodón, y se mantuvieron bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad antes descritas hasta la eclosión de las larvas (aproximadamente 40 días post-colección).

Bioensayos

La técnica recomendada por la FAO como pruebas oficiales para el diagnóstico de resistencia son los bioensayos, para lo cual, se utilizan pesticidas a una concentración comercial o a llamadas dosis discriminantes. Estas pruebas tienen una sensibilidad que les permite detectar un aumento significativo de individuos dentro de una misma especie capaces de resistir dosis de ixodicidas que han probado ser letales para el resto de los individuos de la misma población. Existen técnicas que utilizan larvas y garrapatas adultas para el diagnóstico, sin embargo el uso de técnicas basadas en el uso de larvas son las más difundidas, teniendo como principal ventaja la posibilidad de trabajar con un mayor número de individuos y evaluar cantidades importantes de principios activos y concentraciones de producto (Rodríguez et al., 2005).

Para identificar la resistencia al amitraz, se utilizó la prueba de paquete de larvas (Stone y Haydock, 1962) y la dosis usada fue la dosis discriminante (DD) utilizando una concentración de 0.0002%. La DD para diagnosticar la resistencia se obtuvo duplicando la dosis letal 99.9% (DL99.9) de una cepa de referencia homocigótica susceptible, por lo que al tratar una muestra de larvas con la DD, se requiere obtener 100% de mortalidad en la población expuesta y al no ocurrir esto, cuando queda al menos un sobreviviente se interpreta que hay garrapatas resistentes al ixodicida probado (amitraz) y que están presentes en la muestra (Kemp et al., 1998). El grupo control utilizado es una cepa susceptible de referencia del Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA).

Análisis de los datos

Se evaluó la mortalidad obtenida de cada una de las cepas de garrapatas utilizando la dosis discriminante (DD).

Para determinar la frecuencia de garrapatas resistentes se consideró el número de poblaciones de garrapatas resistentes entre el número de poblaciones estudiadas por 100 es decir:

$$\text{Proporción: } \frac{\text{No. de ranchos resistentes}}{\text{No. de ranchos estudiados}} \times 100$$

Mediante el programa de SAS Ver. 8 (2001), se analizaron los resultados obtenidos de la encuesta de los productores, calculándose la estadística descriptiva y medidas de tendencia central.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las pruebas toxicológicas utilizando las dosis discriminantes fueron los siguientes:

De un total de 23 ranchos muestreados, 3 resultaron resistentes a la prueba de DD, obteniéndose una frecuencia de 13.04% (Figura 1). Para determinar la frecuencia de ranchos con garrapatas *R. microplus* resistentes al amitraz en el municipio de Villaflores, Chiapas, se muestrearon 23 UP dedicadas a la producción de ganado bovino, de los cuales 68.4% se dedican a la producción de ganado de doble propósito, 26.3% a la producción de leche y 5.3% a la producción de carne. El 100% de las UP pertenecen al sistema de producción extensiva.

Los resultados de la encuesta demuestran que existe una preferencia por parte de los productores de la zona a criar ganado de la raza suiza (78.9%), y como se sabe esta raza es más propensa a ser infestada por garrapatas, que las de tipo cebuino y sus cruzas (Aguilar-Tipacamú y Rodríguez Vivas 2003), el 5.3% de los ranchos cría cruza cebú x suizo, 5.3% Santa Gertrudis, 5.3% cebú y otro 5.3% Simmental.

En lo referente a los grupos químicos y principios activos de los ixodicidas utilizados en las unidades de producción del municipio de Villaflores, los resultados del Cuadro 1 muestran que el grupo químico más usado es el amitraz,

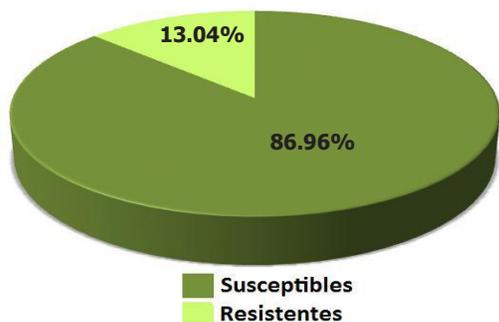


Figura 1. Porcentaje de Unidades de Producción resistentes al amitraz por la prueba de paquete de larvas.

Cuadro 1. Producto y principios activos, utilizados para el control de la garrapata *R. microplus* en bovinos de Villaflores, Chiapas

Producto	Principio activo	Frecuencia	Porcentaje
Bovitraz	Amitraz	5	21.74
Garraban	Permetrina	1	4.35
Taktic	Amitraz	8	34.78
Track	Amitraz	1	4.35
Amitraz	Amitraz	8	34.78

encontrándose además que 100% (23/23) de las unidades de producción utilizan productos químicos para el control de las garrapatas. Estos resultados concuerdan con lo informado por Rodríguez et al., (2005) en un estudio realizado en los estados de Yucatán, Quintana Roo, Chiapas (región Frailesca) y Tabasco (región de los ríos), estudiando 98, 64, 98 y 68 ranchos, respectivamente. En este estudio se informa que el 100% de los productores de los cuatro estados utilizan ixodicidas como método de control para la garrapata *R. microplus*, utilizando como producto principal el amitraz. En lo que respecta a la asesoría para el manejo y uso de ixodicidas se observó que sólo 21.10% de los ranchos cuenta con asesoría y es proporcionada por los promotores de las compañías comerciales; en 94.7% de los ranchos se utiliza la dosis del producto recomendada comercialmente (dosis correcta), además de que el 84.2% de los productores conoce el principio activo del producto que utiliza. El 73.7% de las unidades de producción tiene como criterio para determinar la frecuencia de los baños con ixodicidas, la presencia de garrapatas, este factor es importante ya que reduce la probabilidad de la aparición de garrapatas resistentes, al reducir los baños durante el año; aunque es necesario señalar que la resistencia es debida a muchos factores, es decir es multifactorial. El 26.3% lo realiza de forma rutinaria con intervalos cada 15 días sin tomar en cuenta la presencia de éstas (Figura 2). Con relación en la forma de aplicación de los productos, 94.7% utiliza el método de aspersión y 5.3% combina el método de aspersión e inmersión.

El 52.6% de los ranchos ha cambiado de ixodicida por razones de fallas en el control; asumen que es debido a la resistencia al producto; 47.4% restante cambió de producto debido a recomendaciones de otros productores o a la introducción de nuevos productos por parte de los promotores de los laboratorios.

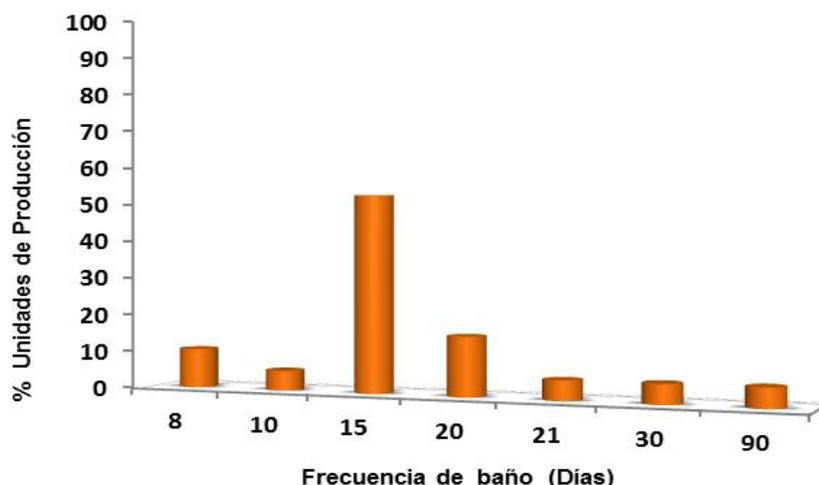


Figura 2. Intervalo de frecuencia para aplicación de los baños garrapaticidas en las unidades de producción.

Los datos obtenidos en la presente investigación son importantes, ya que unas de las recomendaciones para prolongar la vida útil de un producto, es el uso de los ixodicidas apropiadamente siguiendo las recomendaciones de uso del fabricante y conocer el producto que se está utilizando, además de realizar un diagnóstico cuando menos una vez al año, para poder determinar el uso del mismo producto o realizar un cambio con ayuda de expertos en el área. Además de utilizar un litro de solución preparada por cada 100 kg de peso del animal (Rodríguez et al., 2005).

Asimismo, 47.4% de los encuestados mencionaron utilizar otras alternativas de control, de los cuales 36.8% utilizan ivermectinas, 5.3% productos orgánicos (Neem, sulfocalcicidas) y otro 5.3% quema de potreros como medida alterna. En cuanto al movimiento de animales entre ranchos, únicamente el 26.3% de los encuestados mencionaron que bañan a los animales antes de ingresarlos al rancho. El 21.1% de los ranchos lleva utilizando el ixodicida que aplican en su unidad de producción un año y el 15.8% cinco años. El uso de métodos alternativos de control como son vacunas, rotación de productos, endectocidas, productos orgánicos, son de gran utilidad para contribuir a retrasar el proceso de selección genética de la resistencia de las garrapatas a los productos químicos, sin embargo, al utilizar sustancias que sirven para controlar endo y ectoparásitos propician la aparición de parásitos internos resistentes al producto, ocasionado por el uso continuo para controlar a los ectoparásitos. Un factor de riesgo importante en

la aparición de garrapatas resistentes es el uso del mismo producto por más de dos años (Rodríguez et al., 2005).

La prueba de paquete de larvas para el diagnóstico de la garrapata *R. microplus* resistente al amitraz, la cual se realizó a garrapatas de 23 UP, presentó evidencia de la presencia de garrapatas *R. microplus* resistentes al amitraz (3/23), es decir que 13.04% de los ranchos empiezan a presentar pocas perspectivas del futuro uso del amitraz como herramienta de control para la garrapata *R. microplus*. En un estudio realizado por Rodríguez et al., (2005) como parte de un proyecto CONACYT-SAGARPA, realizaron una investigación para conocer el problema de la resistencia de la garrapata *R. microplus* a los ixodicidas en ranchos bovinos del estado de Yucatán, Quintana Roo, Chiapas (región IV Frailesca) y Tabasco (región de los ríos) estudiando 98, 64, 98 y 68 ranchos respectivamente, encontrando una prevalencia del 60.8% en la región, este dato es elevado comparado con los encontrados en este estudio; sin embargo es importante mencionar que los ranchos muestreados en esta investigación fueron los municipios de Villaflores, Villa Corzo, La Concordia, Ángel Albino Corzo y Montecristo de Guerrero, por consiguiente el tamaño y la población a muestrear fue mayor. Es importante mencionar que posiblemente otros factores de riesgo de los otros municipios pudieran estar ocasionando la resistencia elevada.

En un estudio realizado por Rodríguez et al., (2002) en el estado de Yucatán, encontraron 19.40% de frecuencia de ranchos con garrapatas resistentes al amitraz. Los resultados encontrados

en la presente investigación son menores a lo reportado por Rodríguez et al., (2002), posiblemente debido al poco tiempo de uso del amitraz como método de control en los ranchos estudiados. Kemp et al., (1998) mencionan que el desarrollo de la resistencia al amitraz en diferentes partes del mundo ha surgido después de un promedio de siete años de uso intensivo en poblaciones naturales de la garrapata *R. microplus*. Soberanes et al., (2002) mencionan que en México la presencia de resistencia ha tenido un período de aparición con las diferentes familias de ixodíidas (organofosforados y piretroides) también de aproximadamente siete años. El amitraz en el país se empezó a utilizar en forma intensiva a principios de 1993, debido a la presencia y dispersión de la resistencia de *R. microplus* a los piretroides, por lo que se utilizó como una alternativa de control y posteriormente dentro de los programas intensivos de control en algunas explotaciones. La resistencia al amitraz ha seguido el mismo patrón de aparición que lo anteriormente citado, ya que a principios del año 2001 fue detectada en el estado de Tabasco la cepa "San Alfonso" primer caso de garrapatas *R. microplus* resistentes al amitraz en zonas de alto riesgo para la aparición de la resistencia (estados del Golfo de México), posteriormente se han encontrado 13 casos de garrapatas resistentes a amitraz, en cinco diferentes estados de la República Mexicana (Li et al., 2005; Soberanes et al., 2002).

Debido al problema de la resistencia de las garrapatas a los ixodíidas, es recomendable que los productores realicen un diagnóstico de resistencia por lo menos una vez al año, así como también elegir el producto en función de los resultados de laboratorio obtenidos y rotar los productos químicos de acuerdo con la situación de cada unidad de producción (previo análisis de la resistencia) y esta rotación darse por un profesional en el área, considerando el principio activo y no el nombre comercial del producto. Para reducir la frecuencia de tratamientos se sugiere la aplicación del producto previo a la valoración del riesgo infestación del hospedero y para esto se realiza un conteo estimando del número de garrapatas por animal.

CONCLUSIONES

La frecuencia de Unidades de Producción con poblaciones de garrapatas resistentes al amitraz en el municipio de Villaflores, Chiapas es baja

(13.04%); sin embargo, a pesar de ser un porcentaje bajo puede observarse que la utilización del amitraz como método de control para la garrapata *R. microplus* empieza a presentar problemas en su aplicación, por lo que es necesario realizar más estudios para conocer el comportamiento de la resistencia en el estado.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo de Consolidación del Modelo Educativo, Reincorporación de Exbecarios Convocatoria 2009 por el recurso financiero otorgado para la presente investigación.

REFERENCIAS

- Aguilar-Tipacamu, G. & Rodríguez-Vivas, R.I. (2003). Effect of moxidectin against natural infestation of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acarina: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Vet. Parasitol.* 11(2):211-216.
- Aguilar-Tipacamu, G., Miller, R.J., Hernandez-Ortiz, R., Rodríguez-Vivas, R.I., Vasquez-Peláez, C., García-Vázquez, Z., Olvera-Valencia, F. & Rosario-Cruz, R. (2008). Inheritance of pyrethroid resistance and a sodium channel gene mutation in the cattle tick *Boophilus microplus*. *Parasitol. Res.* 103:633-639.
- Aguirre, J.A. (1986). Resistencia de las garrapatas hacia los productos ixodíidas. Campaña contra la garrapata. Programa de acreditación de Médicos Veterinarios Zootecnistas. México, D.F. 2:149-154.
- FAO (1999). Resistance of Ecto- and Endo-parasite: Current and future solution, 67th General session. International Comitee. OIE, Paris, France. pp. 17-21.
- Fragoso, S.H., Ortiz, E.M., Soberanes, C.N., Santamaría, V.M. y Ortiz, N.A. (1995). Epidemiología de la resistencia a ixodíidas en garrapatas *Boophilus microplus*, en la República Mexicana. En: III Seminario internacional de parasitología animal. Resistencia y control en garrapatas y moscas de importancia veterinaria. Acapulco Gro. Méx. 11-13 Oct pp 45-57.
- Fragoso, S.H., Ortiz E.M., De Labra, V., Ortiz, N.N., Rodríguez, M., Redondo, M., De la Fuente, J., y Hernández P.V. (1999). Evaluación de la vacuna contra la garrapata Bm86 (Gavac) para el control de *Boophilus microplus*. En: IV Seminario internacional de parasitología. Control de la resistencia en garrapatas y moscas de importancia veterinaria y enfermedades que transmiten. Puerto Vallarta, Jalisco, México. 20-22 Octubre, pp. 141-148.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2010).
- Kemp, D.H., Thulner, F., Gale, K.R., Nari, A. & Sabatini, G.A. (1998). Acaricide resistance in the cattle ticks *Boophilus microplus* and *Boophilus decoloratus*. Report to the Animal Health Services FAO. 1-32 pp.
- Rodríguez, A.J.F. (2002). Prevalencia de ranchos ganaderos con garrapatas *Boophilus microplus* resistentes a organofosforados y amidinas, y algunos factores de riesgo para su presentación en el estado de Yucatán, México. Tesis de Maestría. Mérida, Yucatán.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Quiñones, A.F. y Fragoso, S.H. (2005). Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en

- México. En: Enfermedades de importancia económica en producción animal. Rodríguez-Vivas, R.I. editor. México D.F. McGraw-Hill-UADY, pp. 571-592.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Rivas, A.L., Chowell, G., Fragoso, S.H., Rosario-Cruz, R., García, Z., Smith, S.D., Williams, J.J. & Schwager, S.J. (2007). Spatial distribution of acaricide profiles (*Boophilus microplus* strains susceptible or resistant to acaricides) in southeastern Mexico. *Veterinary Parasitology*. 146:158-169.
- SAS Institute Inc. (2001). User's guide: Statistics. The SAS system for Windows V8. Cary, NC, USA.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W. y Ott, L. (1987). Elementos de muestreo. Traducción de Elementary survey sampling, traducido por G. Rendón Sánchez y JR Gómez Aguilar. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 321 pp.
- Soberanes, C.N., Santamaría, V.M., Fragoso, S.H. y García, V.Z. (2002). Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *B. microplus* en México. *Téc. Pec. Méx.* 40 (1):81-92.
- Solorio, J.L. y Rodríguez, V.R.I. (1997). Epidemiología de la babesiosis bovina I. Componentes epidemiológicos. *Rev Biomed.* 8:37-47.
- Stone, B.F. & Haydock P (1962). A method for measuring the acaricide susceptibility of the cattle *B. microplus*. *Bulletin of Entomology Research* (53):563-57.
- Li, Y.A., Davey, B.R., Miller, J.R. y George, J. (2005). Mode of inheritance of amitraz resistance in a Brazilian strain of the southern cattle tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Exp Appl Acarol* 37:183-198.