

Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a acaricidas organofosforados y piretroides sintéticos en el departamento del Huila¹

.....

Resistance of the tick *Boophilus microplus* to organophosphate and synthetic pyrethroid acaricides in the department of Huila

.....

Alvaro Romero Nasayo²
Efraín Benavides Ortiz²
Cándido Herrera González²
María Helena Parra Trujillo²

Resumen

Se evaluaron muestras de 40 fincas infestadas con la garrapata *Boophilus microplus* en el departamento del Huila, utilizando la prueba de larvas en paquetes de papel de filtro (Kits de la FAO), para determinar la frecuencia de genes resistentes en las muestras hacia los acaricidas: diazinón, coumafós, cipermetrina, deltametrina y dieldrin. Los resultados de laboratorio indicaron la presencia de resistencia a los piretroides sintéticos en 25 fincas, mientras que en 4 fincas, se presentó marcada resistencia hacia los organofosforados evaluados (coumafós, diazinón), en tanto el organoclorado dieldrin demostró resistencia intermedia en todas las muestras. Mediante una encuesta realizada en cada una de las fincas, se estableció la asociación existente entre el manejo de los acaricidas y la presentación de resistencia. Se encontró asociación estadística significativa entre la presencia de resistencia hacia el dieldrin y el tipo de pastoreo continuo

($p=0.04$), con un Riesgo Relativo (R.R) de 2.3. Igualmente, se presentó asociación estadística significativa entre la presencia de resistencia hacia cipermetrina y los factores de riesgo tipo de explotación (Leche y doble propósito, $p=0.01$ y R.R=2.7) y la frecuencia de baño (más de 12 baños/año, $p=0.01$ y R.R=1.7).

Palabras claves: Garrapatas, *Boophilus microplus*, Acaricidas, Resistencia a acaricidas, Manejo Integrado de Garrapatas.

Summary

40 samples of *Boophilus microplus* ticks collected in farms in the department of Huila were evaluated using the larval packet test (FAO kit) to determine their level of susceptibility to the acaricides: diazinon, coumaphos, cypermethrin, deltamethrin and dieldrin. Laboratory results showed the presence of resistance to the synthetic pyrethroids on 25 farms; whilst, marked resistance to the organophosphates evaluated was found on 4 farms. Dieldrin showed intermediate resistance on all samples. The association between acaricide management and the presence of resistance was established by means of a questionnaire applied on each farm. A significant association ($p=0.04$) was found between resistance to dieldrin and continuous grazing; with a relative risk (R.R) of 2.3. Likewise, significant associations were detected between resistance to cypermethrin and the risk factors: type of production (milk and dual purpose, $p=0.01$, R.R=2.7) and the frequency of treatments (more than 12 dips/year, $p=0.01$, R.R=1.7)

Key words: Ticks, *Boophilus microplus*, Acaricides, Resistance to Acaricides, Integrated Management of Ticks.

Introducción

En las áreas tropicales y subtropicales del mundo como es el caso de Colombia, existen serias limitantes para el desarrollo de la industria bovina por la presencia en estas áreas de muchas especies de garrapatas y hemoparásitos que estos artrópodos transmiten, considerados como causa importante de pérdidas en la productividad ganadera, debido a daños tales como: mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción, alteraciones reproductivas y los altos costos del control, entre otros (Vizcaino 1992).

Los estudios sobre identificación de garrapatas en el país coinciden en presentar a *Boophilus microplus* como la especie predominante en bovinos (Betancourt 1992). Tradicionalmente, el control de la garrapata se ha basado en el uso continuo de acaricidas, sin embargo en diversos lugares del mundo esta práctica se ha vuelto ineficaz debido a la aparición de resistencia de las garrapatas a los acaricidas (Grillo 1976).

En gran parte, esta problemática se debe a una concepción equivocada del control de la garrapata y a la forma inapropiada de aplicar los sistemas de tratamiento (Benavides 1995), ocasionando mayores costos en el control de estos parásitos, no sólo debido al valor de nuevos productos químicos, sino a la resurgencia de brotes de enfermedades hemoparasitarias debido al aumento de velocidad de transmisión de estos agentes, en áreas que se han tornado inestables debido al control intensivo de las garrapatas (Benavides 1985).

En la actualidad se ha propuesto disminuir la dependencia del uso de químicos y dar un enfoque pragmático al manejo del control de las garrapatas, tal como se sugiere en los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual está basado en el uso de diferentes métodos de control tales como la disminución en el uso e intensidad de aplicación de los acaricidas (tratamientos de acuerdo a niveles críticos y estratégicos) basados en estudios de dinámica poblacional, utilización de métodos no químicos (uso de animales resistentes a la garrapata y rotación de praderas) y aplicación de vacunas antigarrapatas, entre otros (Walker *et al.* 1988). Sin embargo, para la implementación de programas MIP, se deben recolectar conocimientos sobre la epidemiología de estos parásitos, los que integrados a la posibilidad de disponer de información acerca de cómo diversos factores de manejo del hato influyen sobre las poblaciones de los parásitos en diferentes agroecosistemas donde se asientan los sistemas de producción, permitirán una adecuada integración de las diferentes herramientas disponibles para el control (Benavides 1993). Parte de la información requerida tiene que

¹ Contribución del Programa Nacional de Epidemiología Veterinaria. Centro de Investigación en Salud y Producción Animal. CEISA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA. Apartado Aéreo 240142, Las Palmas, Santafé de Bogotá.

² Respectivamente., M.V. Investigador Principiante. Programa Nacional de Epidemiología Veterinaria. CORPOICA.; M.V., MSc., PhD., Coordinador Programa Nacional de Epidemiología Veterinaria. CORPOICA; M.V. Director UMATA, La Plata (Huila); M.V.Z. Investigador Asistente. Creced Norte del Huila. CORPOICA.

ver con el conocimiento de la situación de las garrapatas en cuanto a la presencia de genotipos resistentes en las poblaciones para los distintos tipos de compuestos, así como también de los factores que están incidiendo en su presentación (Grillo 1976).

En Colombia se han llevado a cabo algunos estudios tendientes a conocer la situación de quimioresistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a diversos productos. Benavides *et al.* (1989), evaluaron la susceptibilidad a acaricidas de una colonia de *B. microplus* mantenida en Villavicencio, mediante la técnica de inmersión de larvas y teleoginas, encontrando alta susceptibilidad al amitraz, clorfenvinfós, coumafós, ethión y deltametrina; se sugirió la presencia de resistencia a cipermetrina. En los Llanos Orientales, Hernández (1993) hizo un amplio estudio sobre resistencia en cepas recolectadas de 40 fincas del departamento del Meta utilizando la prueba de Kits de la FAO y el emparedado de Shaw. Los resultados mostraron resistencia intermedia hacia los organofosforados y organoclorados. Altos niveles de resistencia se encontraron hacia los piretroides sintéticos.

El presente trabajo constituye un aporte al conocimiento de la presencia de genes de resistencia a los acaricidas en el departamento del Huila, y un intento por establecer los posibles factores de riesgo que están influyendo en su presentación.

Materiales y Métodos

Diseño experimental y criterios de selección de la muestra

Se realizó un muestreo por conveniencia clasificado como no probabilístico (Otte 1991) ante la imposibilidad de considerar a todas las fincas dentro del muestreo debido a que en la mayoría de ellas no se cumplía con el requisito de que el último baño hubiese sido realizado mínimo con tres semanas de anterioridad, con el fin de evitar la recolección de individuos preseleccionados por el tratamiento (FAO, 1984b).

En total se obtuvieron muestras de bovinos de 40 fincas, pertenecientes a 13 municipios del departamento del Huila. En cada finca fueron recolectadas entre 30 y 50 garrapatas hembras adultas ingurgitadas de *Boophilus microplus*. Las muestras se depositaron en un recipiente de vidrio, proveído de gasa y se protegieron de temperaturas extremas. En esta forma se llevaron al laboratorio. Una vez allí las garrapatas fueron lavadas, secadas y colocadas en frascos de vidrio sellados con tapón de gasa y en cada uno de ellos se depositaron aproximadamente 10 garrapatas (FAO 1984a). Posteriormente, se llevaron a incubar a 28°C y 80% de humedad relativa, para permitir el proceso de oviposición y eclo-

sión de los huevos, que ocurriría a las 4 semanas, aproximadamente. Las pruebas de laboratorio se realizaron entre 1 y 4 semanas de ocurrida la eclosión.

Pruebas de laboratorio

Fue utilizada la prueba de mortalidad larvaria en paquetes de papel de filtro (Kits de la FAO), reconocida por el Centro Mundial de Referencia para Resistencia a Acaricidas de la FAO (WARRC, World Acaricide Resistance Reference Center) como referencia en estudios de resistencia a acaricidas. La prueba mide mortalidad larvaria luego de una exposición por 24 horas en paquetes de papel filtro impregnados de acaricidas a diferentes concentraciones disueltos en aceite de oliva. Para los organofosforados se utilizaron como marcadores al diazinón y coumafós; para los organoclorados se utilizó como marcador al dieldrín y para los piretroides sintéticos la cipermetrina y deltametrina (FAO 1984a).

Interpretación de resultados

Inicialmente se obtuvo la mortalidad larvaria corregida mediante la fórmula de Abbott (FAO 1984a) y se graficó en papel Próbit (escala de dosis en logaritmo en base 10). Cada

curva fue categorizada de acuerdo a los criterios establecidos por la FAO (1984b) (Tabla 1).

Cepa de referencia susceptible

La detección y medición de resistencia se realizó sobre comparaciones entre los resultados de las muestras de las poblaciones de campo y aquellos obtenidos en la curva base de la cepa australiana Yeerongpilly, cepa susceptible a todos los principios químicos evaluados, la cual fue mantenida en el Centro de Investigación en Salud y Producción Animal (CEISA), por el Programa Nacional de Epidemiología Veterinaria de CORPOICA, Santafé de Bogotá.

Encuesta sobre modo de utilización de los acaricidas

Con el ánimo de conocer el tipo de manejo que los productores realizan en el control de garrapatas, se aplicó una encuesta en cada finca, teniendo en cuenta las sugerencias de Otte (1991) sobre el diseño de cuestionarios. Con base en los resultados obtenidos en la encuesta, inicialmente se reagruparon las fincas en expuestas y no expuestas de acuerdo a la presencia de medidas o condiciones favorecedo-

Tabla 1. Categorización de diversos grados de resistencia a los acaricidas, acorde a los resultados obtenidos en la prueba de mortalidad larvaria en paquetes de papel filtro. (Adaptada a partir de FAO, 1984b)

Categoría	Grado de resistencia	Característica
S	Cepa homogéneamente susceptible, no presenta genes resistentes.	Alta mortalidad en todas las diluciones
I	Cepa constituida homogéneamente por individuos heterocigotos (en el locus del gen hay un alelo resistente y uno susceptible).	La mortalidad oscila entre 0 y 100% sin presentar marcadas partes planas en la curva.
R	Cepa constituida por homocigotos resistentes.	La mortalidad es cercana a 0 en las diluciones bajas y no llega al 100% en las más altas.
A	Cepa heterogénea constituida por una mezcla de individuos susceptibles y resistentes. Contiene menos del 20% de genes resistentes.	La curva presenta un comportamiento sigmoideo, con la parte plana por encima del 80% de mortalidad.
B	Cepa heterogénea constituida por una mezcla de individuos susceptibles y resistentes.	La curva presenta un comportamiento sigmoideo, con la parte plana cercana al 50% de la mortalidad.
C	Cepa heterogénea, presenta más del 50% de genes resistentes.	Curva de comportamiento sigmoideo, con la parte plana por debajo del 50% de la mortalidad

ras para la ocurrencia de resistencia (Tabla 2). De esta forma, se consideraron fincas expuestas: los sistemas de producción de leche y doble propósito; la utilización de animales con altos contenidos de genes *Bos taurus*; el reporte de baja efectividad de los baños reportados por los productores y el pastoreo continuo. Otros factores de tipo operativo considerados favorecedores del desarrollo de resistencia están relacionados con el uso inadecuado de los productos y las prácticas deficientes de manejo de baños (Riddles & Nolan 1986; Grillo 1976) tales como: subdosificación (concentración no indicada), uso intensivo e innecesario de productos (más de 12 baños/año). Los resultados de la encuesta demostraron que los productores utilizaban bajos volúmenes de solución garrapaticida por cabeza de ganado (máx. 2 ó 3 litros) por lo tanto, se determinó considerar como factor de riesgo el uso de menos de 1.3 /litro de solución garrapaticida por animal.

Análisis estadístico

Para establecer posibles asociaciones entre los factores de riesgo y la presencia de resistencia, se elaboraron tablas de contingencia (Thursfield 1990), siendo necesario reclasificar la fincas de acuerdo con los resultados de resistencia obtenidos en el laboratorio. De esta manera, se consideraron fincas con condición de alta resistencia (R) a aquellas que presentaban un claro predominio de genes resistentes (fincas categorizadas como B, C y R) y Susceptibles (S) a las que poseían poblaciones susceptibles ó con una mínima introducción de genes resistentes (categorías S, I y A).

Resultados y Discusión

Generalidades

Para la recolección de las muestras fue necesario visitar 110 explotaciones; en 29 fincas no se logró obtener muestras de garrapatas. En 34 explotaciones, el número de especímenes para realizar la prueba era insuficiente. En las restantes 10 se obtuvieron mortalidades superiores al 10% en los controles, y solo fue posible volver a recolectar muestras en 3 de ellas. Todas las muestras se trabajaron en doble réplica para cada una de las concentraciones de los principios activos evaluados.

Comportamiento de la cepa referencia

La curva base se obtuvo mediante la realización de 5 réplicas de la prueba utilizando la cepa *Yeerongpilly*. En la tabla 3 se muestran las concentraciones en las que se obtiene el 50% y el 99% de mortalidad en la cepa de referencia (DL50 y DL 99, respectivamente).

Interpretación de resultados de las curvas dosis-efecto

Para cada muestra, en cada producto evaluado, las curvas dosis-efecto en escala log-probit, se evaluaron acorde a su comportamiento, en cuanto a su ajuste lineal o sigmoideo (FAO, 1984b) comparándolas con el comportamiento obtenido en la curva de la cepa de referencia. Así en la figura 1 se presenta a manera de ejemplo, el comportamiento de las muestras 25 y 28 para los productos organofosforados evaluados. En el caso del coumafós (Fig. 1a), en la muestra 25, las mortalidades se encuentran entre el 0 y el 100%, sin presentar marcadas partes planas en la curva, esto significa que existe una población homogénea constituida por individuos heterocigotos (categoría I). Para la muestra 28, la parte plana de la curva se localiza sobre el 80%, lo que indica que el 20% de la población contiene genes resistentes, por lo tanto es categorizada como A. Para el caso del Diazinón (Fig. 1b), en ambas curvas se observa un comportamiento lineal, y son clasificadas en la cate-

goría I. Para la cepa referencia se encontró una mortalidad alta en todas las concentraciones.

La figura 2 ilustra las curvas dosis-efecto de las muestras 4 y 5 para los piretroides sintéticos comparadas con la cepa de referencia. Ambas muestras demostraron igual comportamiento al exponerse a la cipermetrina y deltametrina. En el caso de la muestra 4, existe un comportamiento A, esto indica que la población contiene menos del 20% de genes resistentes y la muestra 5 un comportamiento R (para este último caso, en la mayoría de las concentraciones se presentan bajas mortalidades larvianas).

Resultados de la evaluación para organofosforados

Se detectaron diferentes grados de frecuencia de genotipos de resistencia en las poblaciones para los organofosforados evaluados (Fig. 3). En cuanto al diazinón, se presentó susceptibilidad total (Categoría S) en 10 (25%) de las fincas, 26 explotaciones (65%) se clasificaron como I, y una (2.5%) como A.

Tabla 2. Clasificación de los factores de riesgo asociados con la presencia de resistencia a los acaricidas en las fincas, según los resultados de la encuesta.

Factor de riesgo	Expuesto	No expuesto
Tipo de explotación	Leche y doble propósito	Cría y ceba
Raza	<i>Bos taurus</i>	<i>Bos indicus</i>
Concentración utilizada	No indicada	Indicada
Número de baños/año	Más de 12	Menos de 12
Reporte baja efectividad	Si	No
Tipo de pastoreo	Continuo	Rotacional
Litros de solución por animal	Menos de 1.3	Más de 1.3

Tabla 3. Dosis Letal 50 y 99 promedio en partes por millón (p.p.m) obtenidas a partir de los resultados de 5 réplicas en pruebas de mortalidad larvaria en los Kits de la FAO, utilizando la cepa de garrapatas de referencia.

Principio activo	DL50 (p.p.m)	DL99(p.p.m)
Diazinón	102	905
Coumafós	155	415
Dieldrín	88	480
Deltametrina	66	135
Cipermetrina	153	326
Flumetrina	3	10

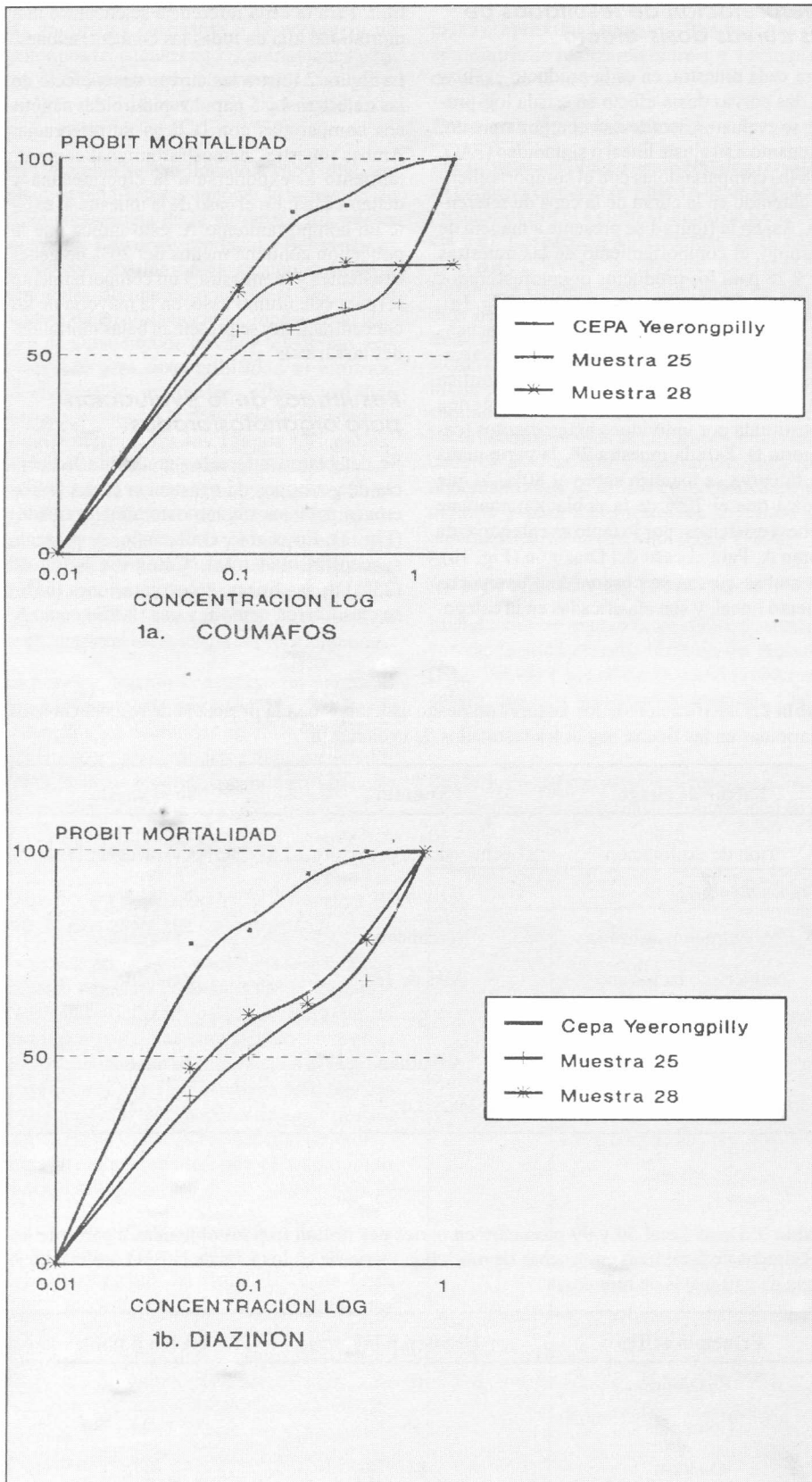


Figura 1. Curvas dosis-efecto de mortalidad larvaria obtenidas al exponer muestras de garrapatas *Boophilus microplus* ante sobres impregnados con acaricidas organofosforados, comparando los resultados de las fincas con la curva de la cepa de referencia Yeerongpilly. (1a) Respuesta al coumafós. (1b) Respuesta al diazinón.

mientras que las muestras de 3 fincas (7.5%) resultaron resistentes (R). Para el coumafós, se presentó susceptibilidad total (S) en 14 (35%) fincas, 9 (22.5%) fueron clasificadas como I, en 15 muestras (37.5%) se presentó resistencia moderada (A) y solamente en una (2.5%) se demostró alto grado de resistencia (R).

Resultados de evaluación para organoclorados y piretroides sintéticos

En general se encontraron bajos niveles de resistencia al organoclorado dieldrin (Fig. 4). De las 26 fincas evaluadas para este compuesto, en 16 (61.5%) fincas se observó alta susceptibilidad (S), una (3.8%) se categorizó como I, mientras que 9 (34.6%) se categorizaron como A.

De 40 fincas evaluadas hacia la cipermerina, 4 (10%) fueron totalmente resistentes (R), 15 (37.5%) se clasificaron como C, 6 (15%) como B, 12 (30%) como A y solamente 2 (5%) presentaron total susceptibilidad (Fig. 4). Estos resultados demuestran una mayor proporción de fincas con presencia de resistencia a los piretroides sintéticos que los encontrados para este mismo grupo químico en el Meta por Hernández (1993).

Al evaluar la curva dosis-efecto de la deltametrina se encontró que 14 (35%) fincas eran completamente susceptibles, en 9 (22.5%) la población estaba compuesta homogéneamente por individuos heterocigotos (I), en 15 explotaciones (37.5%) los individuos resistentes no pasaban del 20% (categoría A). Solo en 2 fincas (5%) se encontraron altos niveles de resistencia, una se categorizó como B y la otra como R (Fig. 4).

En general se observó que, en las fincas en donde se presenta resistencia hacia cipermetrina también la hay hacia la deltametrina, demostrándose que la ocurrencia de resistencia de un integrante de los piretroides sintéticos puede estar indicando la ocurrencia de resistencia hacia los demás compuestos de este mismo grupo. Según Riddles y Nolan (1986) esta situación tiene graves implicaciones por cuanto la introducción de nuevos compuestos que presenten una estructura similar a los que existen en el mercado, representa otro riesgo para la aparición de resistencia, debido a la presencia de genes modificadores.

Los resultados del estudio demuestran la existencia de los diferentes tipos de combinación genética que se puede encontrar en las poblaciones. En las fincas con un claro predominio de genes susceptibles (S), el uso de pesticidas es mínimo y bajo condiciones de campo los compuestos aún son efectivos. Cuando se presenta un comportamiento tipo A, el porcenta-

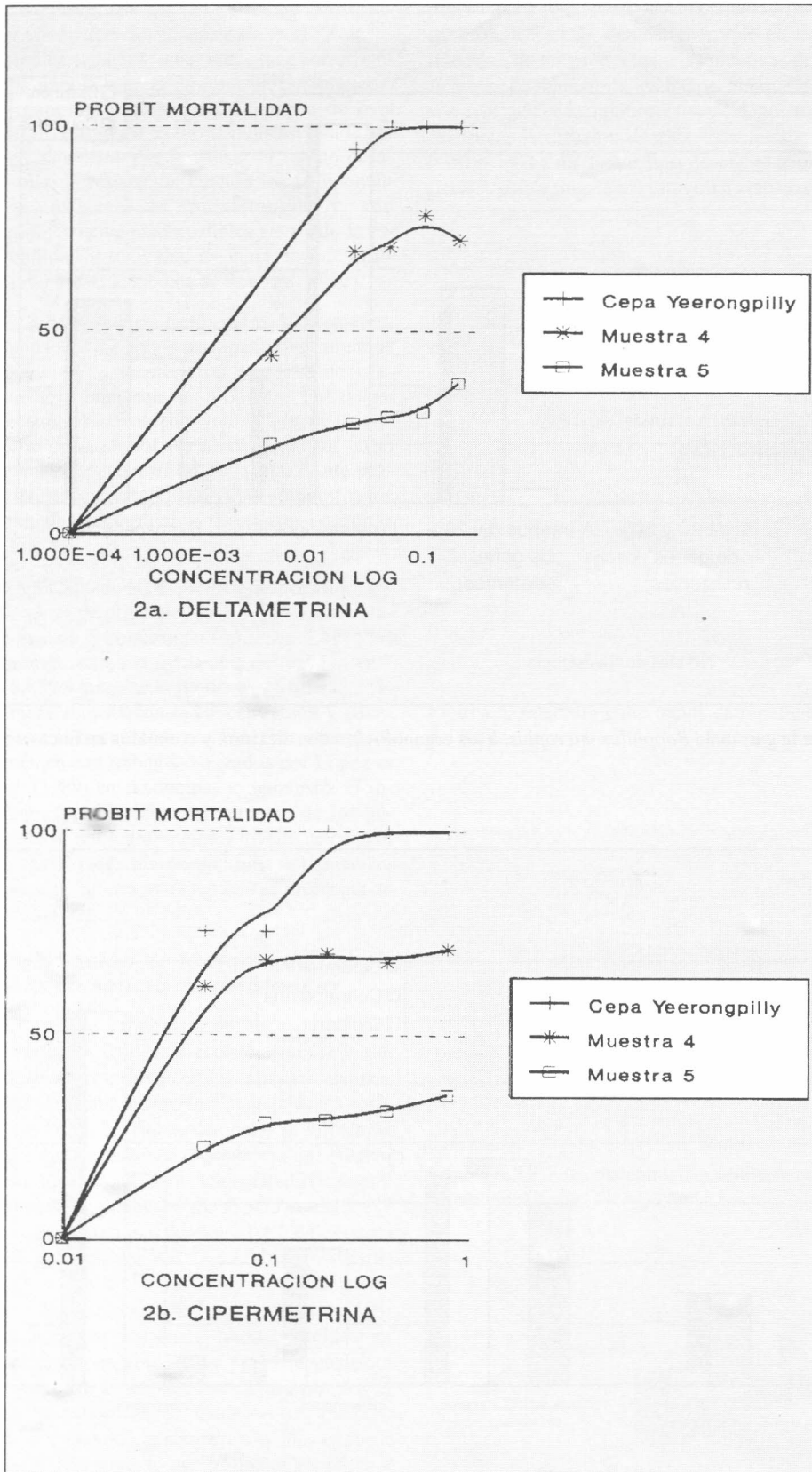


Figura 2. Curvas dosis-efecto de mortalidad larvaria obtenidas al exponer muestras de garrapatas *Boophilus microplus* ante sobres impregnados con acaricidas piretroides sintéticos, comparando los resultados de las fincas con la curva de la cepa de referencia Yeerongpilly. (2a) Respuesta a la deltametrina. (2b) Respuesta a la cipermetrina.

je de individuos resistentes es bajo (≤ 20) y la eficacia del control aún no se reduce de manera apreciable. Este estado puede coincidir con la segunda etapa del desarrollo de resistencia propuesta por Riddles y Nolan (1986), en donde los homocigotos resistentes son escasos y la selección ocurrirá más rápido si los heterocigotos presentan dominancia parcial, que si éstos son recesivos.

En las muestras donde se detectan mayores niveles de resistencia (categorías B y C) se hace evidente la baja efectividad de los baños garrapaticidas, y es en esta fase donde los ganaderos recurren infructuosamente a medidas tales como el incremento de dosis, mayor frecuencia de baños, mezcla de productos, medidas que representan riesgo de agravar el problema de resistencia y pasar rápidamente a un estado crítico, donde el pesticida es abandonado. El retorno al estado susceptible dependerá del vigor y actitud competitiva de los homocigotos resistentes, con relación a los heterocigotos y homocigotos susceptibles en condiciones de selección natural. Sin embargo, en ausencia de inmigrantes de individuos susceptibles este proceso es lento (Benavides 1995).

Acerca de la encuesta

El análisis de los datos recolectados durante la encuesta sobre uso de acaricidas demostró que hay un uso intensivo de los productos en las fincas. La frecuencia de baños garrapaticidas varía: en 6 fincas (15%) lo hacían cada dos semanas, en 16 (39%) cada tres semanas, en 10 (25%) cada 4 semanas, en 1 (3%) cada 5 semanas y en 7 (18%) irregularmente (Fig. 5). Esta excesiva presión causa graves problemas de resistencia a los acaricidas que hay disponibles para el control.

Se demostró además que sólo en 13 fincas (32,5%) los ganaderos utilizaban la concentración de acaricida recomendada por la casa matriz, en 3 fincas (7,5%) utilizaban menores concentraciones, mientras que en 9 (22,5%) se mezclaban productos. En 15 fincas (37,5%) era común el uso de mayores concentraciones de acaricidas en los baños (Fig. 6).

En las fincas encuestadas se utiliza la bomba manual de aspersión (con una capacidad de 18-20 litros) y se aplican menos de 2.5 litros de solución acaricida para el tratamiento de un animal. En lo relacionado con los acaricidas utilizados, el 67% (27 fincas) emplea el producto amitraz y el 23% de las fincas usan los piretroides sintéticos (Fig. 7). Según lo señalado por los productores, el mayor uso de los compuestos a base de Amidinas se debe a la baja efectividad de la mayoría de piretroides sintéticos, sin descartarse la presión publicitaria ejercida por los laboratorios farmacéuticos.

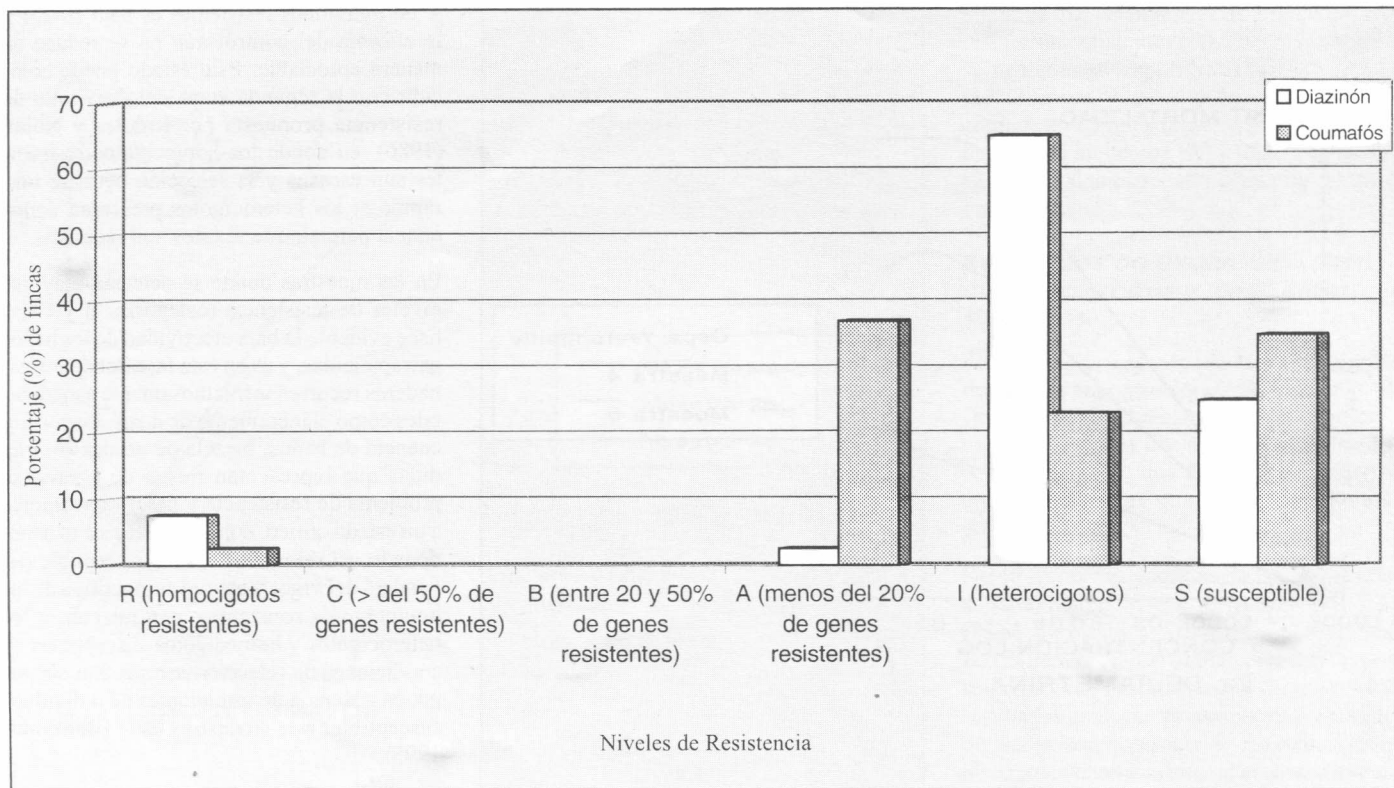


Figura 3. Niveles de resistencia de 40 muestras de la garrapata *Boophilus microplus*, a los organofosforados diazinón y coumatofós en fincas del departamento del Huila.

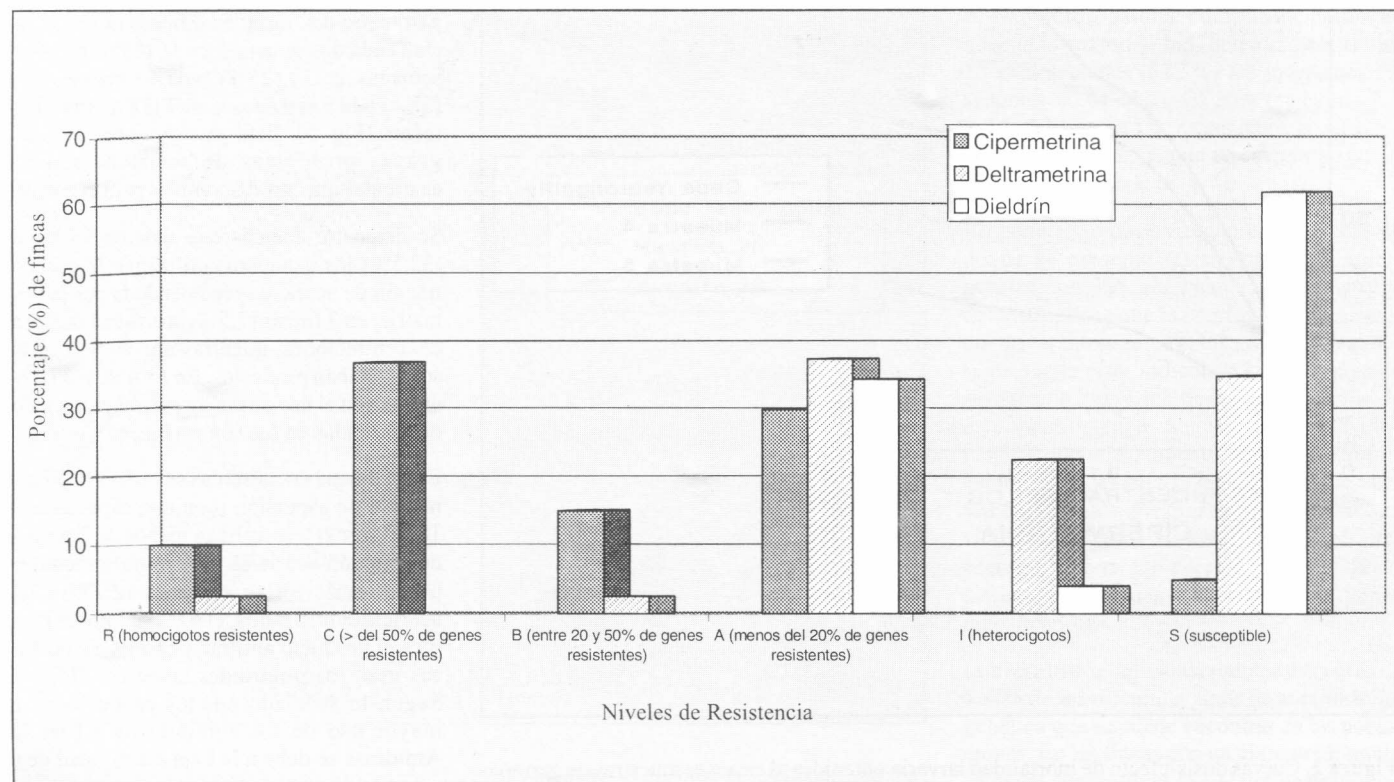


Figura 4. Niveles de resistencia de 26 muestras de la garrapata *Boophilus microplus* al organoclorado dieldrín y de 40 muestras hacia los piretroides sintéticos cipermetrina y deltametrina en fincas del departamento del Huila.

La aplicación de mezclas de amitraz-organofosforados era utilizada en el 5% de los predios visitados; igual porcentaje correspondió para la mezcla de piretroides sintéticos-organofosforados. La utilización de esta última estrategia en forma indiscriminada por los ganaderos puede causar el rápido desarrollo de resistencia cuando los componentes difieren en persistencia y son químicamente incompatibles alterando la estabilidad y toxicidad de cada uno de ellos (FAO 1994; Denholm & Rowland 1992).

El 75% de los ganaderos indicó la poca efectividad de los baños garrapaticidas, mientras que el 25% manifestaron no tener inconveniente alguno con los productos utilizados. La encuesta también reveló la falta de un criterio definido por parte del productor en el manejo del control de garrapatas. Ante problemas de efectividad de los compuestos los ganaderos emplearon diferentes opciones (Fig. 8).

En 8 (20% de las explotaciones) optaron por cambiar de producto, en 10 (25%) aumentaron de concentración, en 6 (15%) incrementaron la frecuencia del baño y en 7 (17.5%) mezclaban productos. En 5 (12.5%) fincas aumentaban la concentración y bañaban más frecuentemente. Estos resultados coinciden con trabajos realizados por López *et al.* (1989) en Antioquia, y demuestra el intento (posiblemente infructuoso) de los ganaderos por lograr mejores niveles de control de estos parásitos, pero al mismo tiempo representa un riesgo de agravar el problema de resistencia.

Asociación de factores de riesgo y la presencia de resistencia

El análisis estadístico de las asociaciones planteadas entre la frecuencia media y alta de genes resistentes en las muestras analizadas y algunos factores del manejo de los compuestos en las fincas demostró la influencia que ejercen éstos en la presencia de resistencia. Se encontró asociación estadística entre la presencia de resistencia hacia el dieltrín y el tipo de pastoreo continuo ($p=0.04$), con un Riesgo Relativo $R.R=2.3$ (Tabla 4), significando que, en fincas donde se utiliza pastoreo continuo existe 2.3 veces más de riesgo de presentar resistencia hacia el dieltrín en relación con fincas que realizan pastoreo rotacional. Esto puede ser explicado por el hecho que en fincas donde no hay rotación de potreros los animales están más expuestos a infestarse, lo que obliga al ganadero a aumentar la frecuencia de baños garrapaticidas generando un aumento en la presión de selección de individuos resistentes. La alta frecuencia de baños (más de 12 baños/año) se asoció estadísticamente con la

presencia de resistencia hacia la cipermetrina ($p=0.01$, $R.R=1.7$), demostrando que el uso intensivo de los productos y las prácticas deficientes de manejo de los baños, aunque no son el origen de la quimiorresistencia, pueden favorecer la difusión de esta característica (Grillo 1976). El factor tipo de explotación (leche y doble propósito) estuvo asociada con

la presencia de resistencia hacia la cipermetrina ($p=0.01$, $R.R=2.7$), esta situación, también encontrada en los Llanos Orientales, es explicada por la introducción de genes de razas europeas poco hábiles para prevenir el ataque de garrapatas, necesiéndose mayor número de baños garrapaticidas que, si se adiciona un manejo inadecuado de los baños, dis-

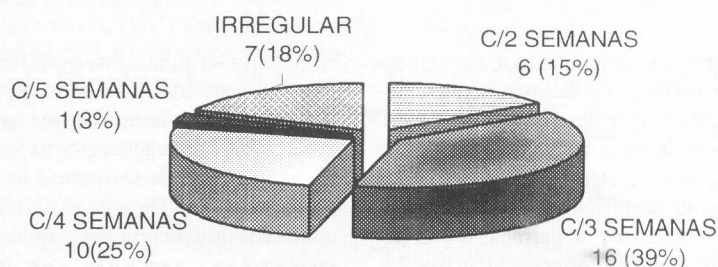


Figura 5. Intervalo entre baños garrapaticidas realizado por los ganaderos del departamento del Huila.

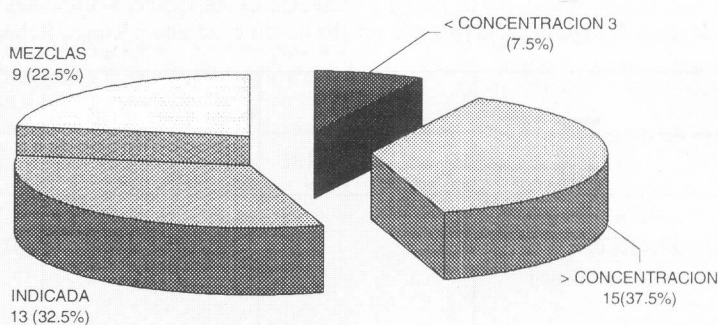


Figura 6. Tipo de concentración utilizada en los baños acaricidas por los ganaderos del departamento del Huila.

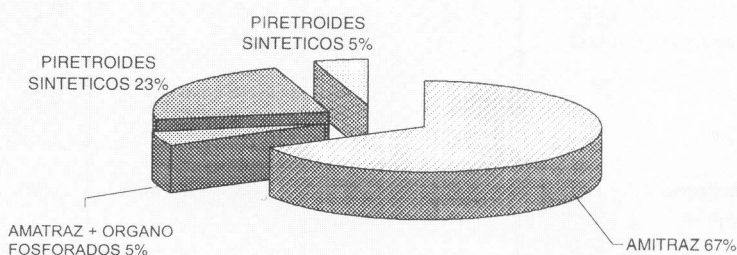


Figura 7. Principios activos más frecuentemente utilizados en las fincas por ganaderos del departamento del Huila.

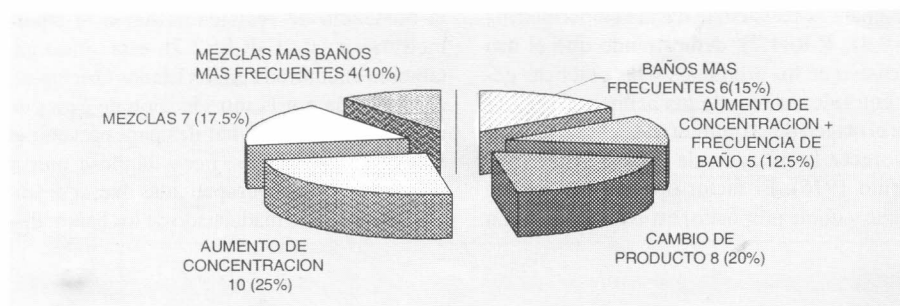


Figura 8. Alternativas utilizadas por los ganaderos del Huila ante la baja efectividad de los productos acaricidas.

minuyen la proporción de individuos susceptibles en la población y facilitan la proliferación de genes resistentes (Benavides 1995). La detección de estos factores de riesgo demuestra la gran influencia que estos tienen sobre la rápida extensión de esta característica en las poblaciones de garrapatas y la necesidad de darle un adecuado uso a los pesticidas que aún son eficaces para que lo sigan siendo durante el mayor tiempo posible, lo que solo se logrará mediante el empleo más racional de ellos. De otro lado, la implementación de medidas de control de garrapatas debe basarse en el conocimiento de la situación de las poblaciones de garrapatas

en cuanto a su quimiosusceptibilidad a los diferentes acaricidas para poder determinar si los problemas de control de las garrapatas se deben a fallas en la aplicación de los acaricidas o a la presencia de resistencia en el seno de las poblaciones. De aquí se deriva la conveniencia de utilizar pruebas diagnósticas de resistencia a acaricidas que garanticen repetibilidad de los resultados y que no demanden de equipos sofisticados para su aplicación como lo es la técnica de los Kits de la FAO.

Estos resultados solo representan la situación de quimiorresistencia de las poblaciones de

garrapatas encontradas en 40 fincas y no representan la situación general del departamento, por lo tanto, en zonas donde se deseen implantar programas de lucha contra garrapatas se debe considerar la realización de este tipo de estudios.

Conclusiones

- Los kits de la FAO son una herramienta de sencilla aplicación que permite determinar si la baja efectividad de los baños garrapaticidas es debida a la presencia de resistencia en el seno de las poblaciones o por la mala aplicación de los productos.
- La prueba detecta tempranamente resistencia en las poblaciones de garrapatas de campo permitiéndole al ganadero tomar medidas correctivas en forma oportuna.
- Se demostró una alta frecuencia de genes de resistencia a los piretroides sintéticos en la ganadería bovina del departamento del Huila. En el 65% de las fincas evaluadas se demostró que las garrapatas poseían un nivel superior de 20% de genes resistentes en sus poblaciones.
- Los resultados confirman las continuas quejas de los ganaderos acerca de la baja efectividad de los productos que utili-

Tabla 4. Asociación de factores de riesgo y presencia de resistencia a diferentes compuestos acaricidas en fincas del departamento del Huila. Cálculo de nivel de significancia (p) en la prueba de chi-cuadrado y Riesgo Relativo (R.R).

Factores de riesgo	Coumafós		Diazinón		Dieldrín		Cipermetrina		Deltametrina	
	p	R.R	p	R.R	p	R.R	p	R.R	p	R.R
Tipo de explotación (Leche y doble propósito)	0.8	-	0.8	-	0.39	1.4	0.01*	2.7	0.15	1.2
Frecuencia de baños (más de 12 baños)	0.29	1.8	0.5	-	0.14	-	0.02*	1.7	0.07	1.6
Reporte de baja efectividad (Si)	0.55	-	0.55	-	0.16	2	0.07	1.7	0.11	1.7
Concentraciones utilizadas (Menor, mayor ó mezclas)	0.45	-	0.45	1	0.25	1.2	0.09	1.5	0.14	1.4
Raza (<i>Bos taurus</i>)	0.5	1.2	0.34	2.4	0.23	1.2	0.19	1.2	0.23	1.1
Tipo de pastoreo (Continuo)	0.43	2.3	0.08	4.7	0.04*	2.3	0.25	-	0.29	-
Litros de solución por animal (Menor de 1.3)	0.13	-	0.45	1.2	0.19	1.5	0.25	-	0.1	1.5

*Significativo (p≤0.05)

zan. La situación de resistencia varía de finca en finca de acuerdo al tipo de manejo que le dé cada productor a las acaricidas, es preocupante encontrar que en la mayoría de las fincas se encuentran genes resistentes.

El control de garrapatas se ejecuta en forma ineficiente debido a la falta de criterio de los ganaderos para la utilización de los productos tales como: rotación indebida de productos, uso de concentraciones inadecuadas, insuficiente cantidad de solución acaricida por animal y alta frecuencia de baños.

Bibliografía

- BENAVIDES, O. E. 1985. Consideraciones con relación a la epizootiología de anaplasmosis y babesiosis en los bovinos. Revista ACOVEZ, v. 8 no. 31, p. 4-11.
- _____. 1993. Control integral de ecto y hemoparásitos en la ganadería bovina en el trópico. Revista ACOVEZ v. 17 no. 3, p. 5-9.
- _____. 1995. Resistencia de artrópodos a pesticidas. Factores que favorecen su desarrollo y estrategias para combatirla. Revista ACOVEZ v. 20 no. 2, p. 26-33.
- _____. ; GONZALEZ, L. R.; MARTINEZ, R. H.; PARRA G. D.; VILLAR, C. C. 1989. Espectro de sensibilidad a acaricidas de una colonia de garrapatas *Boophilus microplus* establecida en el Piedemonte Llanero. Revista ICA v. 24 no. 1, p. 24-31.
- BETANCOURT, E. A. 1992. Situación actual de la garrapata en Colombia. En: Memorias I Foro Nacional sobre la situación de garrapatas y moscas en la ganadería. Asociación Nacional de Laboratorios de Productos Veterinarios. APROVET. Santafé de Bogotá. Julio 29, 1992, p. 62-81.
- _____. 1993. Susceptibilidad de varias cepas de la garrapata *Boophilus microplus* a diferentes acaricidas. Revista Cebú v. 272, p. 86-91.
- DENHOLM, I.; ROWLAND, M. W. 1992. Tactics for managing pesticide resistance in arthropods: Theory and Practice. Annual Review of Entomology v. 37, p. 91-112.
- DRUMMOND, R. O.; GLANDEY, W.; WHETSTONE, T.; ERNEST, S. 1971. Laboratory testing of insecticides for control of the winter tick. Journal of Economic Entomology v. 64, p. 686-688.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO 1984a. Acaricide Resistance Test Kit. Instructions for use. World Acaricide Resistance Reference Center, WARCC. 12p.
- _____. 1984b. Tick and tick borne diseases control: A practical field manual, Roma v. 2, 297 p.
- _____. 1994. Resistencia a Acaricidas en la Garrapata del Ganado *Boophilus microplus*. Relatoría del Seminario. Porto Alegre. Brasil. Noviembre 21-25, 37p.
- GRILLO, J. M. 1976. El problema de la resistencia a los acaricidas en los programas de control de la garrapata. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana v. 81 no. 3, p.246-251.
- HERNANDEZ, M. L. 1993. Resistencia a acaricidas en cepas de la garrapata *Boophilus microplus* recolectadas en municipios del Meta. Villavicencio. 173 p:il. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Tecnológica de los Llanos. (Tesis Médico Veterinario y Zootecnista).
- LOPEZ, V. G.; JIMENEZ, C.; VASQUEZ, W.; PELAEZ, J. 1989. Distribución de garrapatas en 61 municipios de Antioquia y efectividad de los ixodicidas comerciales sobre *Boophilus microplus*. fase III. En: Documento interno de trabajo. Secretaria de Agricultura de Antioquia-Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Medellín. Septiembre. 49p.
- OTTE, J. 1991. El diseño de investigaciones epidemiológicas. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario. ICA-GTZ-UNISALLE. 40p.
- RIDDLES, P. W.; NOLAN, J. 1986. Prospects for the management of arthropod resistance to pesticides. En: "Parasitology. Quo Vadit?". Proceedings 6th International Congress of Parasitology, Brisbane. Australian Academy of Science (Camberra) p. 679-687.
- THRUSFIELD, M. 1990. Epidemiología Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza. Traducción de la edición Inglesa. 339 p.
- VIZCAINO, G. O. 1992. Enfermedades transmitidas por garrapatas y por dípteros hematófagos. En: Memorias I Foro Nacional sobre la situación de garrapatas y moscas en la ganadería. Asociación Nacional de Laboratorios de Productos Veterinarios APROVET. Santafé de Bogotá. Julio 29, 1997. p. 62-81.
- WALKER, A. R.; BENAVIDES, O. E.; BETANCOURT, A. 1988. Uso del concepto del manejo integrado de plagas para el control de garrapatas. Carta Ganadera v. 25 no. 8, p. 52-57.