

16.343

Reg 19646

3 cop

ANAPLASMOSIS Y BABESIOSIS BOVINA EN COLOMBIA

Editado por

Dr. Ewald Otte

Consultor Proyecto Colombo-Alemán ICA-GTZ

Proyecto para la "Introducción de un Sistema de Asistencia Técnica Integral Pecuaria", ICA/GTZ; hasta el 28/2/89 llamado: "Intensificación del Control de las Enfermedades Animales en Colombia". Santafé de Bogotá, 1992.

PREFACIO

Las enfermedades parasitarias han sido siempre objeto de mucha atención por parte de las autoridades veterinarias en Colombia, área a la cual se ha dedicado en el pasado una considerable cantidad de investigaciones de campo y de laboratorio. No obstante, las actividades del proyecto y en particular los resultados de la encuesta inicial realizada en Córdoba, evidenciaron la necesidad de complementar estas investigaciones, en especial con miras a suministrar una base sólida para medidas de control económicamente viables. A este respecto fueron de primordial interés el complejo de las garrapatas y las enfermedades transmitidas por las mismas (babesiosis y anaplasmosis), la tripanosomiasis causada por *T. vivax* y las infestaciones con helmintos. En consecuencia, el proyecto acordó cooperar con los científicos colombianos en algunas de las investigaciones complementarias identificadas como necesarias, proporcionando equipo y suministros de laboratorio, personal (consultores, Expertos Asociados de la FAO, doctorandos de las universidades de Alemania) y becas. Al igual, el proyecto se constituyó en el eslabón de conexión con el Instituto de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria de Hannover, de donde provenía la mayoría de los doctorandos y en donde se efectuaron algunas de las investigaciones que requerían un ambiente altamente sofisticado. La mayor parte del trabajo, sin embargo, se llevó a cabo en el campo (Córdoba y Valle del Cauca) y se terminó en Hannover. Los supervisores fueron Prof. Dr. K. Friedhoff, Prof. Dr. A. Liebisch y Prof. Dr. M. Stoye.

Las siguientes publicaciones fueron el resultado de este programa cooperativo:

1. Zuerner, U. 1983. Seroepidemiologie der bovinen Babesien- und Anaplasmainfektionen in Kolumbien: I. Einleitende Untersuchungen mit dem indirekten Immunofluoreszenz-Test. Dissertation, Hannover.
2. Mueller, I. 1984. Seroepidemiologie der bovinen Babesien- und Anaplasmainfektionen in Kolumbien: II. Verbesserung der Antigenherstellung fuer Indirekte Immunofluoreszens mit *Babesia bovis*. Dissertation, Hannover.
3. Tropberger, G. 1989. Seroepidemiologie der bovinen Babesien- und Anaplasmainfektionen in Kolumbien. III. Verlaufsuntersuchungen an Jungtieren einiger selektierter Bestaende. Dissertation. Hannover.
4. Zips, S.G. 1989. Epidemiologische Untersuchung der *Babesia bovis* infektion in Córdoba, Kolumbien. Dissertation. Hannover.
5. Nowak, F. 1990. Epidemiologische Untersuchungen an Rinderbestaenden im mittleren Sinútal, Córdoba, Kolumbien. Dissertation. Hannover.
6. Zintz, R. 1990. Untersuchungen zur Epidemiologie der Haemoparasiten in milchproduzierenden Betrieben in Valle und Quindío, Kolumbien. Dissertation. Hannover.
7. Doherr, M.E.C. 1990. Emzymserologisches Verfahren (ELISA) unter Verwendung von Kulturantigen zum Nachweis von *Babesia bovis* Infektionen. Dissertation. Hannover.

8. Friedhoff, K.T., I. Mueller und E. Otte. 1990. Isolation and characterization of **Babesia bigemina** and **Babesia bovis** from Colombia. Hannover.
9. Duehnen, W. 1987. Untersuchungen zum Befall landwirtschaftlicher Nutztiere mit Zecken (Ixodidea: Ixodidae) und zur Zeckenbekaempfung im Departamento Córdoba, Kolumbien. Dissertation. Hannover.
10. Thullner, F. 1990. Untersuchungen zu Vorkommen, Epidemiologie und wirtschaftlicher Bedeutung von Helminthen bei Kaelbern im Departamento Córdoba, Kolumbien. Dissertation. Hannover.

Los resultados de las investigaciones detalladas en los números 9 (garrapatas) y 10 (helmintos) han sido publicadas por separado en Informes Técnicos (Nos. 7 y 10), mientras que la tripanosomiasis se trató en el Informe Técnico No. 8.

El presente Informe Técnico está basado en los trabajos detallados en los numerales 3, 4, 5, 6, 7 y 8. El informe hace referencia a las características de aislamientos de cepas colombianas de **B. bovis** y **B. bigemina** y a los resultados de investigaciones epidemiológicas realizadas en Córdoba y el Valle del Cauca, igual que a una tentativa de mejorar las técnicas serológicas de identificación de infecciones por **B. bovis** usando la prueba ELISA.

La revisión de literatura es la síntesis de los capítulos correspondientes de todos los autores interesados.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
I. Revisión de Literatura E. Otte	1
II. Investigaciones epidemiológicas de la infección por Babesia bovis en Córdoba (Colombia) ... S.G. Zips.	25
III. Seroepidemiología de las infecciones por babesia y anaplasma bovinos en Colombia. III. Estudios longitudinales en terneros en algunas fincas seleccionadas G. Tropberger	55
IV. Investigaciones epidemiológicas en fincas ganaderas en el Valle del Sinú medio (Córdoba, Colombia) F. Nowak	83
V. Investigaciones sobre la epidemiología de las hemoparasitosis en fincas productoras de leche en los departamentos del Valle y del Quindío (Colombia) R. Zintz	117
VI. Aislamiento y caracterización de cepas de Babesia bigemina y Babesia bovis procedentes de Colombia K.T. Friedhoff, I. Mueller y E. Otte	165
VII. Técnica del ensayo inmunoenzimático (ELISA) para demostrar infecciones por B. bovis basados en un antígeno de cultivo de B. bovis M.G.E. Doherr	187
VIII. Referencias	221

I. REVISION DE LITERATURA

Por

Dr. Ewald Otte

Extractado de las disertaciones y artículos de los autores contribuyentes.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
1. BABESIA Y ANAPLASMA: TAXONOMIA Y DISTRIBUCION	7
1.1 Babesia spp.	7
1.2 Anaplasma marginale	8
2. HEMOPARASITOS EN COLOMBIA	8
3. PATOGENESIS Y CURSO DE LAS INFECCIONES POR BABESIA	9
3.1 Ciclo de desarrollo de la babesia	9
3.2 Curso de la enfermedad y síntomas clínicos	10
3.3 Resistencia e inmunidad	11
3.4 Diagnóstico	12
3.4.1 Demostración directa de la infección con hemoparásitos	12
3.4.2 Demostración indirecta de la infección con hemoparásitos	13
3.5 Control	14
3.6 Vectores	15
3.6.1 Transmisión de Anaplasma	16
3.6.2 Transmisión de Babesia	16
3.6.3 Influencia climática en la población de garrapatas	17
3.6.4 Influencia topográfica en la población de garrapatas	17
3.6.5 Influencia estacional en la población de garrapatas	17
3.6.6 Influencia de las medidas de control en las poblaciones de garrapatas	18
3.7 Epidemiología de enfermedades hemoparasitarias	18
3.7.1 Estabilidad e inestabilidad endémica	18
3.7.2 Investigaciones epidemiológicas en Latinoamérica	20
3.7.3 Investigaciones epidemiológicas en Colombia	21
3.7.3.1 Anaplasmosis	21
3.7.3.2 Babesiosis	22

INDICE DE TABLAS

	Página
TABLA 1	
Quimioterapia más comúnmente utilizada para algunas enfermedades hemoparasitarias	14

1. **BABESIA Y ANAPLASMA: TAXONOMIA Y DISTRIBUCION**

1.1 **Babesia spp.**

Las babesiosis son enfermedades causadas por protozoarios intracelulares, transmitidas por garrapatas que ocurren en particular en bovinos de las regiones tropicales y subtropicales; ocasionan considerables pérdidas y en consecuencia, constituyen un factor económico importante (McCosker, 1981).

Los parásitos correspondientes han sido descritos inicialmente por Babes (1888) y pertenecen a la subclase Piroplasmia Levine y a la familia Babesidae Poche (Levine, 1971; Levine, 1981). Entre tanto, se han identificado más de 70 especies de ocurrencia en varios tipos de hospederos, pero sólo las siguientes seis son parásitos de bovinos (Levine, 1971):

Babesia bovis (Babes, 1888; Starcovici, 1893)

Sinónimos: **Babesia argentina** (Ligniere, 1903)
Babesia berbera (Sergent et al., 1924)

Babesia bigemina (Smith and Kilburn, 1893)

Babesia divergens (M'Fadyean y Stockman, 1911)

Babesia major (Sergent et al., 1926)

Babesia ovata

Babesia beliceri (sinónimo: **Babesia occultans**) (citado en: Kuttler, 1988b)

Entre estas seis especies se confiere particular importancia a **B. bovis**, debido a la enfermedad relativamente severa que por lo general ocasiona. **B. bovis** ocurre en todos los continentes del globo terráqueo entre 32 grados al norte y 30 al sur y constituye una amenaza potencial al 70% de la población bovina en el mundo de 1.2 billones de animales (Kuttler, 1988b; Ristic y Montenegro-James, 1988).

Inicialmente se presentaron algunas dificultades en la clasificación de **B. bovis**, **B. argentina** y **B. berbera**. Mientras Sergent et al. (1945) describieron **B. berbera** como una especie separada con base en los resultados de estudios de inmunidad cruzada, Goldmann y Rosenberg (1974) llegaron a la conclusión que los miembros de este grupo representaban una sola especie, después de haber observado extensas reacciones cruzadas entre ellas en las pruebas serológicas de fluorescencia. Sin embargo, como los antisueros de **B. bovis** y **B. argentina** reaccionaron con el antígeno de **B. bigemina** en sus pruebas, mientras que el antisuero de **B. berbera** no, ellos sugirieron clasificar este parásito en un subgrupo y **B. bovis** y **B. argentina** en otro. Finalmente, sin embargo, la mayoría de los taxonomistas acordaron **B. bovis** como el nombre para la especie y **B. argentina** y **B. berbera** como designaciones de sinónimos (Anon. 1978), aunque aún en algunas ocasiones se utilizan los nombres antiguos en la literatura.

La babesia, dependiendo de la ocurrencia de sus garrapatas vectores, está ampliamente distribuida en los países tropicales y subtropicales. **B. bigemina** ha sido el agente causal de la Fiebre de Texas en los

Estados Unidos; fuera de esto es de particular importancia en los estados del occidente de Africa. En el resto de Africa, **B. bovis** es de mayor importancia que **B. bigemina**, al igual que en el caso de Australia, Asia y Latinoamérica. **B. divergens** sólo se presenta en Europa occidental, central y oriental, mientras que **B. major** está limitada a Europa y al norte de Africa. Esta última es menos patógena que las otras especies de Babesia.

1.2 **Anaplasma marginale**

El Manual de Bergey (8a. Ed.) cataloga al **Anaplasma marginale** como la especie-tipo del género **Anaplasma**, familia **Anaplasmataceae**, orden **Rickettsiales**. La segunda especie del género, **Anaplasma centrale**, causa una forma relativamente moderada de anaplasmosis bovina y ocurre en Africa (Ristic y Carson, 1977).

El **A. marginale** es endémico en las regiones tropicales y subtropicales del globo, pero también se presenta en zonas templadas, tales como el noroeste de los Estados Unidos (Ristic y Carson, 1977).

2. HEMOPARASITOS EN COLOMBIA

El clima es tropical en el 80% de la superficie de Colombia; subtropical en el 10% y el resto del país es templado o aún frío (cordilleras de montañas altas) (Vizcaino, 1979). Las regiones tropicales y subtropicales del país mantienen los más altos porcentajes de bovinos y la región de la costa norte es el área más importante de producción bovina (Anon., 1974b). Allí, la temperatura promedio para el año fluctúa aproximadamente en 27 grados C (26.6-27.4) (Anon., 1984).

Los hemoparásitos están ampliamente diseminados en las áreas tropicales y subtropicales, en particular si sus climas son también húmedos, lo cual ofrece las condiciones ideales para el desarrollo de variadas especies de hemoparásitos y sus vectores (Desowitz y Fairbairn, 1955; Ouhelly y Schein, 1988).

Se ha demostrado la ocurrencia de nueve especies de hemoparásitos en cinco géneros diferentes de animales de vida salvaje en los Llanos Orientales de Colombia (Ayala et al., 1973).

Las infecciones por babesia han sido reconocidas en Colombia por varios autores como las causas de enfermedades ampliamente diseminadas (Todorovic, 1976). Luego, Todorovic (1976), González y Todorovic (1977), Corrier y Guzmán (1977), Corrier, et al. (1978) y Vizcaino (1979), estudiaron y describieron los problemas de las infecciones por babesia y anaplasma en Colombia.

En Córdoba, la encuesta realizada por el presente proyecto en 1982-1984 demostró la ocurrencia en esta región de los siguientes hemoparásitos: **A. marginale**, **B. bigemina**, **B. bovis**, **Tripanosoma vivax** y **Tripanosoma theileri**.

Además, Otte (1986) encontró evidencia morfológica en un extendido, de una vaca procedente de Córdoba, de la presencia de **Eperythrozoon wenyoni** en la región. La amplia diseminación de la ocurrencia de **T. theileri** y **T. vivax** han sido reportadas por Wells (1969), Betancourt (1978), Kuttler et al. (1969) y Otte (1989).

Se estimó que las pérdidas generales ocasionadas por garrapatas, babesia y anaplasma habían ascendido a 1.3 millones de dólares en 1979, mientras que el ingreso anual per capita en Colombia era de US\$1.410. Una proporción relativamente alta de esta pérdida (31%, equivalente a US\$0.4 millones) se contrajo en las áreas relativamente reducidas de producción bovina de los valles del Magdalena y del Cauca y en las partes bajas de la planicie de los Andes (Peña et al., 1980).

Según Nowak (1990), en Córdoba, el 16% de la mortalidad de los terneros es causada por hemoparásitos. La importancia de ésta pérdida aumenta si se considera la reducción en las ventas de leche debido a que las vacas que pierden su ternero no completan su lactancia (Otte, 1989). Además, se encontró que las ganancias en peso de terneros con más del 25% de genes *Bos taurus* que habían presentado seroconversión a *B. bovis* eran significativamente más bajas que la de aquellos que no habían tenido seroconversión (Otte et al., 1985).

Por otra parte, se encontró que la infestación con garrapatas por sí misma no causaba pérdidas significativas, expresados por ejemplo por las reducidas ganancias de peso y por los costos de los acaricidas. Otte (1989) calculó que éstas eran inferiores al 2% de la producción.

Una finca lechera en el Valle del Cauca calculó sus pérdidas debidas a hemoparasitismo (mortalidad, costos de las drogas, aumento en la mano de obra), durante el período de 1970 a 1975, entre US\$1.030 y US\$3.210 por año, es decir, US\$5-13 por cabeza/año (Anon., 1975). En otra finca en la misma región, el hemoparasitismo en promedio causó tasas de mortalidad del 4% en bovinos menores de 24 meses y del 3% en animales de mayor edad. La producción promedio de leche de las vacas que habían contraído la enfermedad fue de 2.900 lt. de leche por lactancia y tuvieron un período seco de 92 días, mientras que aquellas que habían permanecido sanas presentaron una producción promedio de lactancia de 3.100 lt y estuvieron secas por sólo 67 días. Las diferencias fueron estadísticamente significativas (González et al., 1978a).

Se pueden esperar pérdidas más elevadas en áreas marginales para garrapatas, con un estado de inestabilidad endémica reinante, o donde la reproducción y cría de terneros se lleva a cabo en fincas distantes del área infestada con garrapatas y la producción dentro de ésta, como es el caso en ciertas regiones de Colombia.

3. PATOGENESIS Y CURSO DE LAS INFECCIONES POR BABESIA

3.1 Ciclo de desarrollo de la babesia

Los esporozoitos de la babesia, una vez introducidos en el huésped vertebrado, invaden los eritrocitos y se desarrollan vía los trofozoitos y merontes a su estadio final, los merozoitos. Estos son ingeridos por la garrapata vector y se transforman en gametos vía gamontes. Según Drolesky et al. (1984), Weber y Friedhoff (1977), Rudzinska et al. (1979) y Mehihorn et al. (1980), existe evidencia de un primer estadio de reproducción sexual, inmediatamente después de la ingestión de la sangre del huésped, en las células epiteliales de los intestinos de la garrapata en las especies *B. bigemina*, *B. microti* y *B. canis*. En el caso de *B. bovis* no hay tal evidencia.

Los gametos se acumulan formando células esféricas, los cigotos, los cuales invaden selectivamente las

células epiteliales basofílicas de los intestinos de las garrapatas donde se dividen eventualmente en esporoquinetos en forma de palo. Estas están sometidas a fisión múltiple en los varios órganos internos de la garrapata, incluyendo los ovarios y también invaden los óvulos asegurando así la infección de las larvas de la siguiente generación de garrapatas. Luego, en el caso de *B. bigemina* hay una transmisión vertical de las larvas a las ninfas, lo cual no sucede con *B. bovis*; las ninfas de *B. bovis* están libres de babesia y, por lo tanto, no transmiten la enfermedad.

En forma variada, según las especies de babesia y de garrapatas, los esporozoitos se transmiten de las glándulas salivares de larvas, ninfas o adultos infectados al huésped vertebrado e invaden sus glóbulos rojos.

Usualmente se encuentra *B. bovis* en el centro de las células y, dado su tamaño de 2.4 x 1.5 micrones, se cuenta entre las babesias pequeñas (Mahoney, 1977).

La ocurrencia de *B. bovis* está limitada a los bovinos. Son escasos los reportes de infecciones en otros hospederos (búfalos por ejemplo) (Muraleedharan et al., 1984). Hasta ahora no se han identificado huéspedes reservorios importantes (Friedhoff y Smith, 1981).

3.2 Curso de la enfermedad y síntomas clínicos

Muchos de los autores concuerdan en que la mayoría de las enfermedades hemoparasitarias no causan frecuentemente manifestaciones clínicas severas en áreas endémicas.

La enfermedad causada por *B. bovis* en bovinos está caracterizada por fiebre, apatía, anorexia y anemia, a menudo acompañada por síntomas de shock. Estos últimos no se deben esencialmente a la destrucción de los eritrocitos por los parásitos sino más bien a causas secundarias, tales como por ejemplo, la activación de la calicreina (Wright y Mahoney, 1974; Wright, 1975; Mahoney, 1977; Wright y Goodger, 1988).

Una característica especial de la infección por *B. bovis* es la preferencia de la babesia por los capilares de órganos internos más que por la sangre periférica, en particular el cerebro. En éste último caso, puede ocurrir acumulación intravascular de eritrocitos con perturbaciones severas del sistema nervioso central y muerte, aunque en esta fase no existe aún parasitemia significativa en la sangre periférica de muchos de los animales (Mahoney, 1977). Este fenómeno es causado por citoadherencia de eritrocitos parasitados, lo cual a su turno se debe a la formación de protrusiones en sus membranas (Aikawa et al., 1985; Wright y Goodger, 1988). Las cepas virulentas de *B. bovis* producen la formación de una cantidad más elevada de estas protrusiones de lo que harían cepas menos o no virulentas (Igarashi et al., 1988).

Además de las manifestaciones severas y agudas de la enfermedad, también pueden presentarse infecciones subagudas o aún subclínicas. Esta última forma es llamada babesiasis (Mahoney, 1977).

Como el bazo desempeña un papel de particular importancia en la eliminación de los parásitos de la sangre (Garnham, 1970; Schnitzer et al., 1972), es posible producir en ciertos animales manifestaciones agudas de babesiosis esplenectomizando animales con babesiasis.

3.3 Resistencia e Inmunidad

El curso y el grado de severidad de la babesiosis depende de la virulencia del agente infectante, la cual puede variar considerablemente de una cepa a otra y la dosis de infección (Mahoney et al., 1979), pero también de la edad y del grado de susceptibilidad de los hospederos. Usualmente no se presentan casos de babesiosis aguda en áreas endémicas con poblaciones estables de garrapatas (Joyner y Donnelly, 1979) ya que los terneros están protegidos inicialmente por anticuerpos maternos (Hall, 1960, 1963), que luego son reemplazados gradualmente por inmunidad adquirida. Ross y Loehr (1970) encontraron que los anticuerpos calostrales de *B. bigemina*, demostrados por la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (IFAT), persistieron durante 110 días, pero Berry et al. (1981) observaron que los anticuerpos maternos para *B. bovis* se reducían al mínimo ya en el transcurso de 38 días, cuando los títulos empezaron a subir nuevamente. Esto, asumen ellos, se debe a las infecciones naturales adquiridas en ese lapso de tiempo.

Repetidamente se ha expresado que los terneros, independientemente de si han recibido calostro o no, son menos susceptibles que los bovinos de mayor edad, o completamente refractarios a las infecciones por babesia hasta la edad de 7 a 9 meses (Callow y Dalglish, 1982). Trueman y Blight (1978) llamaron este fenómeno "resistencia natural", mientras que Callow y Dalglish (1982) usaron el término "inmunidad inespecífica". Este fenómeno es considerado un factor epidemiológico importante. Según Levy et al. (1982) se debe a dos elementos diferentes: un factor eritrocítico (basado posiblemente en la estructura de la hemoglobina fetal) que dura solamente un corto período, y un factor sérico de más larga duración. Este proporciona suficiente protección como para evitar una enfermedad severa más no una infección que luego induce inmunidad activa (Joyner y Donnelly, 1979). La situación parece ser similar en el caso de *A. marginale*, en la cual las infecciones también permanecen moderadas hasta la edad de un año (Ristic, 1981).

La inmunidad siguiendo a una infección con *B. bovis*, frente a la reinfección con cepas homólogas dura por lo menos cuatro años. Los bovinos infectados pueden permanecer portadores del parásito durante años, a pesar de ser sólidamente inmunes; las parasitemias que ocurren en ocasiones durante este período, las cuales pueden tener conexión con recidivas de enfermedad aguda (Curnow, 1973; Young, 1988), se deben probablemente a diferencias en la estructura del antígeno del nuevo parásito que está invadiendo.

Ross y Mahoney (1974) han desarrollado un modelo computarizado basado en las tasas de parasitemia de *B. bovis* observadas en un hato *Bos taurus*. Ellos utilizaron este modelo para el cálculo de la capacidad potencial de la población de *B. bovis* correspondiente para la formación de variantes del antígeno. El resultado fue: más de 100.

En consecuencia, no es sorprendente que se haya identificado la existencia de un número considerable de cepas diferentes de *B. bovis* en Centro y Suramérica. La inmunidad contra una de estas cepas, cuya ocurrencia se encontró en Argentina, Ecuador, México, Colombia y Venezuela, no necesariamente protege contra otras cepas de cualquiera de estos países (Montenegro-James y Ristic, 1985), aunque existía una inmunidad cruzada sólida entre algunas de ellas. Esto indica que hay antígenos protectores comunes para algunas de las cepas más no para todas (James, 1988). Después de la infección con varias de estas cepas, se observaron títulos IFAT altos sin haber un efecto protector frente a la infección con cepas heterólogas (Montenegro-James y Ristic, 1985).

El hecho observado con frecuencia de ser las razas *Bos indicus* en general menos susceptibles a las infecciones con babesia (Daly y Hall, 1955; Utech y Wharton, 1982), según Miller et al. (1984) y O'Kelly y

Spiers (1978), se debe en parte a un nivel más alto de resistencia a las garrapatas en estos animales. En realidad se ha advertido que las tasas de infestación con garrapatas aumentan exponencialmente a medida que decrecen los niveles de los genes *Bos indicus* en los hatos (Bourne et al., 1988). Además, cuando se compararon las tasas de infestación de animales *Bos indicus* puro y *Bos indicus* x *Bos taurus* (5/8 Aberdeen Angus x 3/8 Nelore; o Nelore x Fleckvieh; o Nelore x Chianina; o Nelore x Charolais), los Nelore puros tenían una tasa promedio de infestación de 3.3 hembras ingurgitadas/día y los cruzados de 21 a 60 (Gómez et al., 1989). Mahoney et al. (1981) observaron que los cruces de Cebú y razas Europeas no necesitaban control de garrapatas, aunque en su investigación la tasa de inoculación decayó por debajo de 0.005.

Aprovechando los hechos arriba mencionados, se han establecido nuevas razas lecheras con grados relativamente altos de resistencia a las garrapatas, tales como Cebú lechero Australiano (toros Sahiwal x vacas Jersey) y Frisosahiwal Australiano (toros Sahiwal x vacas Holstein) mediante una selección adecuada (Benavides, 1988). Existen individuos también en razas Europeas - aunque se encuentran con mucho menos frecuencia que en las razas Cebú - con niveles relativamente elevados de resistencia a las garrapatas, factor que debería ser tenido en cuenta en los programas de mejoramiento genético en los trópicos. Por otra parte, el nivel de resistencia a las garrapatas en los individuos Cebú no es uniforme; siempre existen algunos que portan unas pocas o ninguna y un bajo porcentaje de otros que en realidad sostienen la mayoría de la carga total de garrapatas del hato. La eliminación selectiva de estos individuos puede reducir en una forma drástica la infestación total de garrapatas del hato y de las praderas (Anon. 1984a; Benavides, 1988).

Además, en infecciones experimentales se encontró que también existía un nivel verdaderamente más alto de resistencia natural a las infecciones con babesia (Johnston, 1967; Rogers, 1971b) en las razas *Bos indicus* comparado con el de animales *Bos taurus*.

3.4 Diagnóstico

Los hemoparásitos se pueden demostrar directamente en extendidos colorados o en preparaciones de gota gruesa (Mahoney y Saal, 1961; Bishop y Adams, 1973) y en extendidos de material cerebral (Hadani et al., 1983). La ocurrencia de las infecciones hemoparasitarias también se pueden demostrar por métodos indirectos (serología) indispensables en estudios epidemiológicos, en los cuales se involucran grandes cantidades de animales.

3.4.1 Demostración directa de la infección con hemoparásitos

La base de las investigaciones hemoparasitarias es la demostración directa de parásitos en la sangre a través de extendidos coloreados con Giemsa (Anon. 1984). Este método permite la diferenciación morfológica de varias especies de parásitos, el cálculo de las tasas de parasitemia y las evaluaciones de las alteraciones en el cuadro hemático. Para garantizar la captación de densidades de parasitemia aún bajas, es conveniente utilizar para estos exámenes sangre capilar más que yugular, en particular cuando el parásito de interés es *B. bovis*.

La sensibilidad del método directo para la demostración de hemoparásitos mejora utilizando el método de gota gruesa (Mahoney y Saal, 1961; Bishop y Adams, 1973), aunque los parásitos sufren algunas alteraciones morfológicas durante el proceso. La sensibilidad de esta técnica aún se puede incrementar

coloreando la gota gruesa con Naranja-Acrídina y realizando luego el examen en microscopio de fluorescencia (Winter, 1967; Trees, 1974). Gasse-Dumrath (1986), encontró una tasa de parasitemia de 65.2% en animales serológicamente positivos a *B. divergens* mediante éste método, 13.6% más que con la preparación de gota gruesa coloreada con Giemsa.

Tropberger (1987), observó sólo 10.6% menos extendidos positivos microscópicamente mediante la técnica de extendido colorado con tinción Giemsa, de los que resultaron positivos a la prueba serológica para *B. bigemina*. En el caso de *B. bovis*, sin embargo, la diferencia fue de 45%, lo cual no es sorprendente conociendo la tendencia que tiene este organismo de concentrarse en el sistema capilar de órganos internos (Mahoney y Saad, 1961; Rogers, 1971a). Por otra parte, este efecto puede ser utilizado en diagnóstico. Hadani, et al. (1982) por ejemplo demostraron por este método, *B. bovis* en frotis de cerebro de 28 de 39 bovinos sacrificados en Argentina, mientras sólo 16 de estos animales habían reaccionado en una forma claramente positiva a la prueba IFAT. En una investigación posterior (Hadani, et al., 1983), 50.7% de los animales investigados reaccionaron positivamente a la prueba IFAT, mientras que en el 42% se encontró *B. bovis* en capilares del cerebro.

Para la demostración directa de *B. bovis* vía sondas-DNA se requieren tasas de parasitemia de por lo menos 0.1%. El método implica una gran inversión de tiempo y trabajo intensivo, a la vez el nivel de sensibilidad es insuficiente (McLaughlin et al., 1986; Reiter y Welland (1989).

La infección crónica con *B. bovis* se puede demostrar directamente por esplenectomía o transfusión de sangre. La parasitemia en animales infectados crónicamente aumenta después de la extirpación del bazo y se hace evidente en el extendido fresco (Donnelly, 1984). Las transfusiones de sangre de donantes infectados, ocasionan enfermedad en los receptores, como por ejemplo Gerbils (Ullmann, 1983) o bovinos esplenectomizados (Donnelly, 1984).

3.4.2 Demostración indirecta de la infección con hemoparásitos

Las pruebas serológicas son indispensables en las investigaciones epidemiológicas. Las más importantes son fijación del complemento (FC), varias pruebas de aglutinación, la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (IFAT) (actualmente es el método estándar), el Radioinmuno Ensayo (RIA descrito por Kahl et al., 1982) y recientemente la prueba de enzimas ligadas a los anticuerpos (ELISA). Revisiones detalladas de estas técnicas fueron proporcionadas por Zuerner (1983), Mueller (1984), Welland y Reiter (1988), Reiter y Welland (1989) y Doherr (1990) (ver también la parte II de este Informe Técnico).

Al emplear las técnicas descritas anteriormente para la demostración indirecta de babesia y anaplasma, se debe tener en cuenta que se pueden presentar reacciones cruzadas (Todorovic y Carson, 1981) y que puede ser difícil la interpretación de sueros con títulos bajos (Reiter y Welland, 1989).

Las pruebas utilizadas con más frecuencia son FC e IFAT, algunas pruebas de aglutinación (a saber, la aglutinación en tarjeta (PAT)) y ELISA (Blewett y Adam, 1978a).

La ventaja de la IFAT, comparando IFAT y la PAT, reside en el hecho que también se pueden demostrar infecciones latentes. Además, IFAT es más rápida y simple de realizar, fuera de ser más económica que la FC (Kuttler et al., 1977; Todorovic y Long, 1976). Se ha encontrado que la sensibilidad de la FC es baja en el caso de babesiosis bovina; por lo tanto, se recomienda el uso de IFAT (Anon., 1984b). Sin embargo, una desventaja sería de ésta última radica en que su estandarización es en extremo difícil (Todorovic y

Long, 1976; Blewett y Adam, 1978a).

Las pruebas de ELISA desarrolladas hasta ahora no han sido ampliamente aceptadas en la práctica por razones de especificidad insuficiente (Reiter y Welland, 1989). Las pruebas de ELISA desarrolladas más recientemente parecen haber superado este obstáculo (Doherr, 1990).

Las pruebas de aglutinación presentan métodos más simples particularmente aptos para utilizarlos en la práctica. Sus ventajas radican en la simplicidad y rapidez de su ejecución y en la economía en costos (Welland y Reiter, 1988); sus desventajas son reacciones inespecíficas y un bajo grado de sensibilidad (Reiter y Welland, 1989).

3.5 Control

Existen posibilidades de tratamiento quimioterapéutico (Tabla 1) de animales infectados por hemoparásitos. Kuttler (1988a) ofrece un recuento extenso de drogas disponibles y su dosis para este fin. En casos severos, la quimioterapia tiene que acompañarse de transfusiones de sangre u otros medios de sustitución de los fluidos y electrolitos corporales. La quimioterapia masiva en las primeras fases de la infección puede prevenir el establecimiento de inmunidad (Kuttler, 1988a). El control por este medio es factible sólo en hatos pequeños bajo estrecha observación (Ristic y Montenegro-James, 1988).

TABLA 1 QUIMIOTERAPIA MAS COMUNMENTE UTILIZADA PARA ALGUNAS ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS (Kuttler, 1980)

Droga	Dosis (mg/kg peso corporal)		
	Anaplasmosis	Babesiosis	Trypanosomiasis
Tetraciclina	11.0	?*	-
Imidocarb	5.0	1-3	-
Diminacen aceturato (Berenil)	-	3-5	3-5

* La eficacia de la Oxitetraciclina contra Babesia no es completamente clara (Pipano et al., 1985, 1987, 1988; Kuttler, 1980)

Se han sugerido varios métodos para el control inmunoproláctico. Sin embargo, el desarrollo de una vacuna para una inmunización activa contra *B. bovis* presenta problemas debido a que el antígeno está sujeto a variación antigénica (Curnow, 1973) y dadas las variadas respuestas inmunes a las cepas heterólogas (Montenegro-James y Ristic, 1985).

El método de premunición con cepas virulentas de babesia bajo control quimioterapéutico es muy exigente

pero se puede aplicar en casos de introducción de animales susceptibles en áreas infectadas. En el caso de anaplasmosis, no ha tenido éxito este método (Todorovic y Téllez, 1975).

Las posibilidades de producir inmunidad estéril se ofrecen en la forma de vacunas muertas de antígeno derivado de cultivo (Montenegro-James y Ristic, 1985). Sin embargo, éstas no proporcionan una inmunidad duradera a menos que se garantice la ocurrencia de infección natural poco tiempo después de la vacunación (Todorovic et al., 1973).

La aplicación de vacunas vivas ofrece una protección perdurable. En este caso, el agente infeccioso es atenuado por varios pases en terneros esplenectomizados (Callow y Mellors, 1966; Todorovic y González, 1975; González et al., 1979; Todorovic et al., 1979). Las cepas de campo de baja virulencia también pueden ser empleadas como vacunas vivas, como lo demostraron Zaraza y Parra (1977) en el caso de infecciones con *A. marginale*. La dosis mínima infectiva en este caso fue 10^5 parásitos (Vizcalno y Betancourt, 1983).

Desde 1897 se ha empleado la inmunización activa contra *B. bovis*, utilizando inóculos que variaban desde vacunas con base en parásitos vivos sin atenuar (sangre de animales infectados) hasta los extractos de las proteínas del parásito, los cuales proporcionaron protección a la enfermedad aguda en la mayoría de los casos de infección con cepas homólogas y heterólogas (Ristic y Montenegro-James, 1988; Timms, 1989). Hasta ahora han fracasado los intentos de vacunas con DNA recombinante (Timms y Barry, 1988).

Hay concordancia en la literatura sobre la necesidad de vacunación en las partes marginales de regiones endémicas, o en los casos de introducción de animales susceptibles en estas regiones (Mahoney, 1977; Corrier et al., 1978; Todorovic et al., 1979). En cuanto a las mismas regiones endémicas, las opiniones están divididas. Algunos autores recomiendan la vacunación para *B. bovis* y *A. marginale* incluso dentro de estas regiones (Todorovic, 1976; Ristic and Carson, 1977), pero otros la consideran de valor cuestionable (Corrier, 1977; Corrier et al., 1978) o "evitable" (Mahoney, 1972).

Recientemente, investigadores argentinos (Guglielmo, 1990) han tenido éxito en el desarrollo de una vacuna triple, viva, congelada contra babesiosis y anaplasmosis, basada en cepas atenuadas de *B. bigemina*, *B. bovis* y en *A. centrale*. La concentración de organismos en la fracción de *B. bigemina* es 2.5×10^7 , en la de *B. bovis* es 10^8 y en la de anaplasma 5×10^7 . La vacuna tiene que utilizarse en el transcurso de 30 minutos después de su descongelación y por lo tanto, es un prerrequisito la existencia de una cadena de frío, cuyo funcionamiento sea fiable, desde el laboratorio productor de la vacuna hasta el usuario final en la finca. El autor también hace énfasis en que, aunque los organismos que componen la vacuna son atenuados o de una patogenicidad natural baja, ocasionarán reacciones moderadas (un ligero incremento en la temperatura coincidiendo con el pico de parasitemias modestas en el caso de babesias y un ligero descenso del volumen globular), las cuales sin embargo, pasarán rápidamente. La vacuna no tiene efectos adversos en las ganancias de peso en los novillos; no se pretende que sea de uso general sino sólo en áreas y situaciones de inestabilidad endémica.

3.6 Vectores

La distribución de hemoparásitos está limitada a la ocurrencia de sus vectores. Algunos de los géneros de los artrópodos detallados por Dunn (1929) como parásitos del hombre, Page (1972) demostró que eran parásitos también de los bovinos en Turipaná, Córdoba. Además de los tabánidos (*T. nebulosus*, *T. claripennis*, *T. pungens*, *Lepiselaga crassipes*), Culicidae e Ixodidae, él encontró *Haematobia* (*Siphona*;

Lyperosia) spp. y Stomoxys calcitrans en ganado vacuno de Córdoba.

Las encuestas sobre garrapatas realizadas en Colombia (Abeche, 1984; Betancourt et al., 1984a; Duehnen, 1987) han resultado todas en la identificación de *Boophilus microplus* como la especie dominante (más del 90% de la población de garrapatas). De acuerdo con Otte (1989), y según lo determinado durante el estudio seccional-cruzado llevado a cabo en 1982/83, las tasas de infestación en Córdoba medidas como el número de garrapatas estándar (hembras ingurgitadas de *B. microplus* de más de 4.5 mm de longitud) fueron: 0 garrapatas en 44.1% , entre 1 y 10 en 36.7%, entre 11 y 50 en 12.7% y más de 50 en 6.5% de los animales incluidos en la encuesta. Las cargas de garrapatas de más de 50 fueron significativamente más comunes durante la época de verano.

Las simulaciones en Córdoba con el modelo CLIMEX desarrollado por Sutherst y Maywald (1985) confirmaron que las condiciones ambientales son muy favorables para el desarrollo de *B. microplus*; se pueden desarrollar hasta 7 generaciones por año (Betancourt et al., 1984c). Aunque al finalizar el verano las condiciones fueron las menos propicias para las garrapatas, fue durante este período cuando se observaron las más altas infestaciones con garrapatas si no se realizaba adecuadamente el control (Betancourt et al., 1984c; Duehnen, 1987), lo cual según Otte (1989), sugiere que los factores relacionados con el huésped pueden tener una influencia en las dinámicas de la población de garrapatas.

Otte (1989) también cree que el alto nivel de genes de Cebú en los bovinos (básicamente *Bos taurus*) en Córdoba, es la razón fundamental de los niveles generalmente bajos encontrados en la infestación con garrapatas, lo cual está demostrado por la relación exponencial que él halló entre la cantidad de sangre exótica de *Bos taurus* en hatos mejorados genéticamente y la cantidad de acaricida utilizada por animal y por año (más de 40 lt en hatos con 25% o más de genes exóticos versus menos de 20 lt en los hatos restantes).

3.6.1 Transmisión de anaplasma

Se ha comprobado que el anaplasma es transmitido a través de por lo menos 20 especies diferentes de garrapatas (Ristic, 1968; Gothe, 1974), entre las cuales *B. microplus* es la más importante. Además, el organismo puede ser transmitido por una variedad de dípteros hematófagos, tales como varias especies de tabánidos (Wilson y Meyer, 1966), *Stomoxys calcitrans*, *Haematobia (Siphona) spp.* (Dikmans, 1950), Simuliidae y Culicidae (Ristic, 1960).

Se ha demostrado repetidamente que los tabánidos transmiten anaplasma (Dikmans, 1950; Ristic, 1960). Pueden transmitir hasta por lo menos dos horas después de la interrupción de una comida de sangre. Para infectar un animal esplenectomizado son suficientes diez especímenes que se hayan alimentado en un bovino con anaplasmosis aguda (Hawkins et al., 1982).

Además, son de importancia las infecciones latrógenas. Se han observado elevaciones en las incidencias de anaplasmosis después de las campañas de vacunación (Corrier, 1977) y se ha comprobado que anaplasma se puede transmitir a través de agujas sin esterilizar que han sido usadas en varios animales (Wiesenhuetter, 1975). No se conoce el agente transmisor de *E. wenyoni*.

3.6.2 Transmisión de babesia

La mayoría de los autores concuerdan en que las babesias son transmitidas biológicamente y sólo por

garrapatas del género *Boophilus*, en particular por las especies *B. microplus* y *B. annulatus*; se sospecha que *B. gelgyl* y *Rhipicephalus bursa* también las transmiten. En el caso de *B. microplus* y aún probablemente de *B. annulatus*, *B. bovis* es transmitida sólo hasta el quinto día de infestación y exclusivamente por las larvas de la garrapata; *B. bigemina* únicamente por las ninfas y los adultos (Friedhoff, 1988).

No hay una evidencia concluyente de la transmisión mecánica de babesia por artrópodos hematófagos o garrapatas; las infecciones iatrógenas o prenatales no son de significancia epidemiológica (Friedhoff, 1988).

La mayoría de las manifestaciones clínicas y de los brotes son causados por *B. bovis* (Mahoney, 1974; Callow, 1976, 1979; Friedhoff y Smith, 1981), ya que la *B. bigemina* es bastante menos patógena y se transmite en una forma más efectiva, lo cual asegura la estabilidad endémica en la mayoría de los casos (Callow, 1979; Friedhoff 1988).

3.6.3 Influencia climática en la población de garrapatas

El clima en las tierras bajas tropicales de Colombia es caliente y húmedo. Existe isotermita durante todo el año a una temperatura diaria promedio de 27 °C y una humedad promedio de 70-85%. La luz día, un factor que también influye en el desarrollo de las garrapatas (Friedhoff y Smith, 1981), varía muy poco en todas las estaciones. El mínimo es 11.5 h/día y el máximo 12.5 h/día (Duehnen, 1987). Estas condiciones permiten actividades de las garrapatas prácticamente durante todo el año, incluyendo aún la corta época de verano (tres meses), en los microhabitats que permanecen húmedos y por lo tanto, el desarrollo de por lo menos cinco generaciones por año (Evans, 1978; Duehnen, 1987).

3.6.4 Influencia topográfica en la población de garrapatas

La planicie de la costa en el norte de Colombia varía en altitud sobre el nivel del mar sólo por unas pocas centenas de metros (Corrier y Guzmán, 1977). Las garrapatas de los géneros *Boophilus* son endémicas en Colombia hasta la altitud de 2.000 m. Las áreas de más de 2.500 m. son libres de *B. microplus* (Evans, 1978).

3.6.5 Influencia estacional en la población de garrapatas

Las estaciones en la costa norte de Colombia están caracterizadas por variaciones en la cantidad de precipitación, a saber:

Enero - Marzo	época seca ("verano")
Abril - Mayo	transición a época de lluvias
Junio - Octubre	época de lluvias ("invierno")
Novbre.-Diciembre	transición a época seca (Duehnen, 1987)

Según Duehnen (1987), la carga de garrapatas en el ganado vacuno de Córdoba aumenta durante la época de verano y alcanza su más alto nivel al final de abril/principios de mayo. Tropberger (1987) observó tres

picos en la carga de garrapatas durante 1985: una en mayo, otra en octubre y otra en febrero. Estos resultados se obtuvieron en fincas donde las medidas de control de las garrapatas (acaricidas) se aplicaban a intervalos irregulares.

3.6.6 Influencia de las medidas de control en las poblaciones de garrapatas

Las áreas en las cuales existe estabilidad endémica para babesiosis se pueden volver inestables por el uso de acaricidas (Ristic y Levy, 1987), con la posibilidad de que ocurran brotes cuando se dejan aumentar nuevamente las poblaciones de garrapatas después de un período de control intensivo (Norval et al., 1983). El desarrollo de cepas de garrapatas resistentes a los acaricidas puede producir el mismo efecto (Wharton y Roulston, 1975). La introducción de larvas infecciosas de áreas endémicas vecinas, por animales con parasitemia constituye una amenaza constante bajo estas circunstancias (Curnow, 1973).

3.7 Epidemiología de enfermedades hemoparasitarias

La epidemiología, originalmente concerniente sólo a las enfermedades contagiosas, hoy en día se ocupa de la ocurrencia y distribución de enfermedades contagiosas o no y sus determinantes físicos y químicos (Anon., 1986). Su meta es evaluar la morbilidad y mortalidad debida a varios factores patógeno-biológicos u otros, y ésto, en lo que se refiere a la medicina veterinaria, dentro del contexto económico del proceso de producción.

Uno de los medios diagnósticos de mayor importancia que puede acercarse a estas metas es la serología la cual, según Mahoney y Ross (1972) y Mahoney (1974) deberá ser simple pero exacta, aunque en realidad prácticamente todos los métodos serológicos tienen algunas fallas. Más aún, la fiabilidad de sus resultados está perjudicada por la existencia de inmunidad pasiva en terneros; por el hecho que existen reacciones cruzadas entre las especies de parásitos y que las inflamaciones agudas debidas a causas ajenas pueden provocar reacciones positivas falsas (Cox, 1986).

3.7.1 Estabilidad e inestabilidad endémica

La estabilidad endémica usualmente impera en las regiones donde la gran mayoría de los bovinos han tenido la oportunidad de una inmunización activa precoz durante sus primeros nueve meses de vida (resistencia de la juventud) hasta cierto punto interferida por inmunidad pasiva; por eso el número de garrapatas infectadas debe ser correspondientemente alto y su presencia constante durante todo el año.

En regiones estables endémicamente, aunque los casos agudos de babesiosis y anaplasmosis pueden ser ocasionales, la prevalencia de parasitemias patentes es alta, ya que pueden persistir durante períodos considerables después de la infección, constituyéndose así en la fuente más importante de infección para las garrapatas (Joyner y Donnelly, 1979).

Las garrapatas se infectan con babesia durante las últimas 24 horas antes de la repleción. Si el huésped se encuentra en la fase inicial de (aún baja) parasitemia para este tiempo, se presentarán tasas altas de infección con garrapatas (Friedhoff y Smith, 1981). El efecto será contrario si las garrapatas se alimentan en los huéspedes con tasas altas de parasitemia, dado que las babesias son patógenas para las garrapatas y muchas de estas últimas morirán. El grado de intensidad del efecto patógeno de la babesia en las garrapatas también depende del grado de su susceptibilidad a las diferentes cepas de babesia (Friedhoff,

1988). Smith (1984) estima que el grado de parasitemia más favorable para la infección con garrapatas y la propagación de la babesiosis sería de 0.1%.

También existe una influencia de la temperatura en el desarrollo de la babesia en la garrapata. La infección transovárica no se efectuará en temperaturas ambientales inferiores a 20 °C. en el caso de *B. microplus*; y el desarrollo a esporozoitos sólo puede llevarse a cabo en garrapatas activadas por la temperatura corporal del huésped (Smith, 1984; Friedhoff, 1988).

La prevalencia de parasitemias en las poblaciones bovinas en regiones endémicas es más alta a la edad de 6 a 24 meses. Después de ésta cuando, con un alto grado de probabilidad, los animales han sido expuestos a un gran número de variantes del antígeno, el estado inmune correspondiente impide el desarrollo de parasitemias patentes (Mahoney y Ross, 1972). La inmunidad se desarrolla antes y a un grado más alto para *B. bigemina* que para *B. bovis* (Mahoney, 1962).

La probabilidad diaria de infección con babesia (transmisión a través de garrapatas infectadas) en una población o un grupo de edad determinado se expresa mediante la "tasa de inoculación" (Mahoney, 1974). Esta se puede establecer con base en las tasas de parasitemia en una población, en la tasa de infección (prevalencia) en diversos grupos etarios, o en la tasa de infección de garrapatas (larvas) con babesia (Benavides, 1985). El estimativo de mayor confiabilidad surge de la tasa de infección establecida serológicamente en grupos de bovinos y principalmente aquellos de 9 meses de edad, (Mahoney, 1974; Friedhoff y Smith, 1981), según la siguiente fórmula:

$$I = 1 - e^{-ht}$$

y

$$h = \frac{\ln(1 - I)}{t}$$

t

donde *I* es el porcentaje de bovinos infectados

h es la tasa de inoculación

t es la edad de los terneros en días, corregida por el tiempo requerido para producir anticuerpos

e es la base del logaritmo natural

ln es el logaritmo natural

Con base en la tasa de inoculación es posible estimar el riesgo de la ocurrencia de manifestaciones agudas (incidencia) y se pueden comparar las situaciones epidemiológicas básicas de las regiones (Smith, 1984).

En los hatos *Bos taurus*, las tasas de inoculación <0.005 indican inestabilidad endémica y entre 0.005 y 0.0005 debe contarse con manifestaciones clínicas frecuentes. A una tasa de inoculación de 0.001, se puede esperar que aproximadamente el 50% de una población investigada se infecte entre los 10 y los 48 meses de edad y cerca del 20% permanecerá sin infectarse hasta la edad de 48 meses. Por otra parte, si la tasa de inoculación es inferior a 0.0005, el riesgo de enfermedad decrece ya que es improbable que la

gran mayoría de los animales en la población adquiere la infección en cualquier época. Alrededor del 90% de los animales de un hato permanecen sin infección a una tasa de inoculación de 0.0001 (Mahoney y Ross, 1972; Mahoney, 1974; Friedhoff y Smith, 1981; Anon., 1984b).

En los hatos **Bos indicus** puro, las manifestaciones de **B. bovis** serán ocasionales aún si las tasas de inoculación son inferiores a 0.005 y dentro del rango de 0.005 a 0.0005, establecido como crítico en el caso de hatos **B. taurus**. Es probable que los animales cruzados (**B. taurus** x **B. indicus**) tomen una posición intermedia, dependiendo posiblemente de la proporción de genes **B. indicus** en estos animales, ya que Mahoney et al. (1981) observaron que los animales mestizos no necesitaban control de las garrapatas mientras su tasa de inoculación había descendido a menos de 0.005.

Existen varios modelos matemáticos que incluyen los componentes del complejo de la relación vector-parásito-huésped (Ross y Mahoney, 1974; Smith, 1983; Sutherst y Maywald, 1985; Suthers, 1986) que pueden ser útiles en la planificación de programas estratégicos de control.

3.7.2 Investigaciones epidemiológicas en Latinoamérica

Las tasas de prevalencia para **B. bigemina** y **A. marginale** son en general altas en los países de Centro y Suramérica. Se informa que la ocurrencia de las infecciones con **B. bovis** es más frecuente en El Salvador, Bolivia y Guayana que en Colombia, Venezuela y México.

En el Brasil, la babesiosis es considerada endémica en el estado de Minas Gerais, a tasas de prevalencia de 79.04% para **B. bigemina** y de 82.53% para **B. bovis** (Salcedo et al., 1987).

En Santa Lucía, Hugh-Jones et al. (1988) encontraron tasas de prevalencia de 68% para **B. bigemina** y de 56% para **B. bovis**.

Según estimativos de veterinarios en Argentina, el 3.5% de las pérdidas por muerte en hatos productores de leche, es ocasionado por **A. marginale** vs. 1.5% por **B. bovis** (Spaeth et al., 1988). En ganado de carne, las pérdidas por causa de ambos patógenos fueron del 3.5%.

Sólo en muy pocas ocasiones se han realizado informes acerca de estudios longitudinales sobre la ocurrencia e implicaciones de las infecciones con hemoparásitos en Latinoamérica.

En México, Teclaw et al. (1985a,b) realizaron investigaciones epidemiológicas en 190 animales de 5 hatos, utilizando las pruebas IFAT y aglutinación en tarjeta por un período de 10 meses. Ellos observaron 4 seroconversiones para **B. bovis** entre mayo y septiembre; las seroconversiones de **B. bigemina** fueron más frecuentes y su distribución fue uniforme durante todo el período de la investigación, mientras que para **A. marginale** no estuvieron distribuidas uniformemente entre los hatos.

En Venezuela, James et al. (1985) examinaron dos grupos de terneros, uno de los cuales era **Bos taurus** y el otro **Bos indicus**, por lo regular hasta su séptimo mes de vida. Encontraron que los terneros se infectaban entre el tercer y el cuarto mes con **B. bovis**, **B. bigemina** y **A. marginale**. No se presentaron diferencias significativas entre las razas.

En el Salvador, se examinaron regularmente 50 terneros de 4 hatos hasta los 12 meses de edad. La mayoría de los animales se infectó hasta el séptimo mes de vida con **B. bovis**, **B. bigemina** y **A. marginale**

(Payne y Scott, 1982).

En Bolivia, Berry et al., (1981) demostraron mediante la prueba IFAT la presencia de anticuerpos maternos para *B. bovis* en 18 terneros hasta su quinta semana de vida. A partir de este punto, los títulos empezaron a incrementarse, lo cual según los autores se debió a infección natural.

Se encontró que la prevalencia de *A. marginale* aumenta con la duración de la permanencia de los animales en el pasto (López et al., 1983) y la transmisión de anaplasmosis estuvo favorecida por altas densidades ganaderas debido a que éstas facilitaron el cambio de huéspedes de garrapatas infectadas (Rogers y Shiels, 1979).

Las prevalencias altas de anaplasma en animales jóvenes se correlacionan inversamente con la ocurrencia de manifestaciones clínicas; éstas ocurren principalmente en animales adultos. En Australia, se registró el 38% de casos clínicos de anaplasma en bovinos entre 1 y 3 años de edad; 55% en animales mayores de 3 años (Rogers y Shiels, 1979). En Argentina, se observó el 82% de los casos clínicos en bovinos mayores de dos años de edad (Spaeth, 1986).

La anaplasmosis clínica ocurre con mayor frecuencia en razas lecheras en Argentina y Australia, pero también se presenta en razas de carne. En éstas, 62% de los casos clínicos se observó en animales Hereford comparado con 8% en Brahman X (una raza *Bos indicus*) (Spaeth, 1986; Rogers y Shiels, 1979).

3.7.3 Investigaciones epidemiológicas en Colombia

Las infecciones hemoparasitarias y sus efectos se incluyeron en una investigación seccional-cruzada realizada en Córdoba, Colombia (Otte et al., 1985; Anon., 1989); sus implicaciones económicas fueron resumidas por Navarrete (1990) quien encontró que los costos por concepto de preservación de la salud ascendieron a 23.2% de los costos variables totales en las fincas pequeñas (< 200 ha) incluidas en el estudio, a 13.7% en las medianas (200 a 300 ha) y a 12.8% en las grandes (> 300 ha). De estos gastos, el 27.2% fue ocasionado por el control de las garrapatas en las fincas pequeñas, 19.3% en las medianas y el 17.5% en las grandes. Otte (1989) calculó los "costos" ocasionados por la infestación con *B. microplus* y *A. marginale*.

3.7.3.1 Anaplasmosis

La prevalencia total en Córdoba, Colombia, de *A. marginale* ha sido estimada por Tropberger (1987) y Otte et al. (1987) en 90% en terneros de 8 meses de edad, con una fluctuación de 64% a 100% entre las varias fincas.

Kuttler et al. (1970) observaron al examen microscópico (extendidos delgados) en animales de Turipaná (Córdoba) un resultado positivo del 44%, pero 94% fueron positivos a la FC. Betancourt (1984b) informó que 44.1% de los animales incluidos en la encuesta eran microscópicamente positivos y que se había presentado *A. marginale* en 101 de las 104 fincas investigadas. Patarroyo et al. (1978) encontraron reactores serológicos (prueba aglutinación en tarjeta) en 66 de las 72 fincas que habían estudiado y 93% de los animales analizados resultaron positivos.

Según Otte et al. (1987), las tasas parasitarias de *A. marginale* fueron las más altas en terneros de 3 a 5 meses de edad; a los 8 meses casi todos los terneros habían adquirido la infección. Durante el estudio

longitudinal se encontraron tasas de infección de 64% a 100% y *A. marginale* se transmitió efectivamente en una finca que estaba virtualmente libre de garrapatas. Las más altas densidades de parásitos se observaron en terneros de 2 a 3 meses de edad; de ahí en adelante la densidad de la parasitemia declinó abruptamente, continuando en niveles bajos hasta cuando los terneros tuvieron 1 año de edad y no se volvieron a examinar. Esto, según Otte et al. (1987) sería evidencia de la existencia de un estado de "hiperendemicidad" en la región.

Las parasitemias fueron en general más altas y persistieron por más tiempo en los terneros cruzados con razas Europeas que en los Cebú/Criollo; se observaron los efectos correspondientes en el volumen globular y en la ganancia de peso. Esta última, sin embargo, se compensó en su totalidad para la época en que los animales tuvieron 8 meses de edad.

La incidencia de la infección con *A. marginale* también se encontró alta. Corrier y Guzmán(1977), por ejemplo, examinaron para *A. marginale* y *B. bigemina* (FC y microscópicamente) 30 vacas y sus terneros en cada uno de cuatro hatos en Córdoba, a intervalos quincenales hasta el sexto mes de vida de los terneros. Encontraron que todos los terneros tardaron un promedio de 11 (4-24) semanas en adquirir la infección con *A. marginale*. Dos de los terneros se afectaron clínicamente pero se recuperaron sin tratamiento. Se observó algún efecto en el volumen globular de los terneros infectados. Esto fue confirmado por Otte et al. (1987) quienes también advirtieron que algunos de los terneros desarrollan síntomas clínicos severos de anaplasmosis. Nowak (1990) estima que aproximadamente el 10% de la mortalidad en terneros en el área se puede atribuir a *A. marginale*, a unas tasas de mortalidad cercanas al 5% en terneros Cebú/Criollo y del 10% en los mestizos.

La incidencia clínica de anaplasmosis tiene correlación con el porcentaje de genes de *Bos taurus* en animales mestizos (Otte et al., 1987), lo cual se debe por lo menos en parte a la resistencia de la raza a las garrapatas (Aguirre et al., 1988).

3.7.3.2 Babesiosis

Corrier y Guzmán (1977) estudiaron en Córdoba las infecciones con babesia en 120 vacas con sus terneros (ver anaplasmosis). Los 120 terneros contrajeron infecciones con *B. bigemina* entre la semana 2 y 24 de nacidos, pero sólo se detectaron seis parasitemias de *B. bovis*. Ninguno de los terneros mostró síntomas clínicos de enfermedad. Griffiths et al. (1982) observaron *B. bovis* en 2.3% y *B. bigemina* en 3.3% de 439 preparaciones de gota gruesa de bovinos en la región de la Costa Norte.

Durante el estudio longitudinal realizado por el proyecto en Córdoba, se monitorearon los terneros para, entre otros problemas, infecciones con *B. bovis* y *B. bigemina*, utilizando la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes y extendidos delgados.

Según Tropberger (1987) y Otte (1989), los terneros contrajeron la infección con *B. bigemina* a una edad relativamente muy temprana y a una tasa cercana al 100%. Tropberger calculó una tasa de inoculación de 0.03 en todos los hatos involucrados. Según Otte (1989), se observaron tasas máximas de *B. bigemina* de 50-60% en extendidos delgados de terneros de 5 y 7 meses de edad. Sin embargo, a los 12 meses de edad se encontró *B. bigemina* en sólo el 27% de los terneros de los hatos Cebú/Criollo, versus >40% en terneros mestizos. Ninguno de los terneros desarrolló babesiosis clínica o aún subclínica. Por otra parte, el mismo autor (1989) expresa que tanto él como Nowak (datos sin publicar) advirtieron infecciones severas con *B. bovis* en frotis de cerebro de terneros que habían muerto después de una enfermedad corta,

aguda más no calificada (por el personal de la finca) y que no mostró otras alteraciones patológicas.

Otte (1989) encontró la prevalencia de *B. bovis*, al igual que su densidad en extendidos frescos y su incidencia, mucho más baja que aquella de *B. bigemina*. Este autor estimó que la tasa de inoculación de *B. bovis* era aproximadamente 0.005, aunque se presentaron diferencias significativas entre los hatos Cebú/Criollo (0.003) y los hatos con terneros mestizos (0.06). En estos últimos hatos se observaron tasas parasitarias cercanas al 15%, versus 4% en los primeros.

Zipe (1989), al analizar los datos de la encuesta que había precedido el estudio longitudinal, llegó a la conclusión que una tasa de inoculación para *B. bovis* en hatos Cebú/Criollo de 0.003 posiblemente no es evidencia de una inestabilidad endémica. Él cree, después de examinar los datos serológicos de 1191 animales y 73 fincas, que la incidencia total de *B. bovis* en la mayoría de los hatos en Córdoba, dada su estructura genética, debería ser lo suficientemente alta como para garantizar estabilidad endémica.

Las cepas colombianas de *B. bigemina* y *B. bovis* han sido cultivadas en el Instituto de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria de Hannover. Estas se examinaron para averiguar su grado de virulencia. Se encontró que la cepa de *B. bigemina* (Chinú) era de baja virulencia, causando síntomas de enfermedad más bien moderados en terneros Holstein susceptibles de origen Alemán, ninguno de los animales infectados artificialmente requirió tratamiento. Sin embargo, la cepa de *B. bovis* mostró un alto grado de virulencia y ocasionó enfermedad severa en todos los animales infectados con la misma. Todos los bovinos necesitaron tratamiento (Friedhoff et al., publicado en este volumen).