INTRODUCCION AL DESARROLLO DE ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS SOBRE LAS ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS DE LOS BOVINOS EN COLOMBIA.

Efraín Benavides Ortiz [2]

1. INTRODUCCION

En Colombia, los hematozoarios transmitidos por garrapatas y otros vectores (Anaplasma Babesia y Trypanosoma) han sido objeto de múltiples investigaciones durante las tres últimas décadas, particularmente en lo que refiere a la especie bovina. Los trabajos han sido dirigidos a cubrir los múltiples tópicos que requiere la investigación con este tipo de organismos, desde la prueba y estandarización de métodos de laboratorio para su diagnóstico y cuantificación, hasta la validación de los fármacos o inmunógenos requeridos para su control. Así mismo, se han realizado algunos estudios epidemiológicos sobre estos agentes, dirigidos en un inicio al conocimiento de su prevalencia en diferentes regiones del país (González *et al*., 1978; Vizcaino, 1980), lo mismo que a obtener información sobre su impacto sobre los animales (Corrier & Guzman, 1977).

Estudios subsecuentes fueron realizados en la década de los ochenta, particularmente en la costa atlántica (Córdoba), en el contexto de las actividades del convenio colombo-alemán ICA-GTZ, presentando importantes aportes en metodologías relacionadas con el análisis del impacto sobre la producción de las infecciones por hematozoarios en esos sistemas de producción (Otte *et al*., 1985; Otte *et al*., 1987; Nowak, 1992; Tropberger, 1992; Zips, 1992). Al tiempo se concluían otras investigaciones epidemiológicas en diferentes regiones del país (Mateus, 1987; Zintz, 1990), pasando ya del concepto de la prevalencia al del estudio de la velocidad de transmisión de los hemoparásitos (Mahoney, 1974; Benavides, 1985) y por ende de la presencia o no de estabilidad enzoótica para los hemoparásitos en nuestras ganaderías.

Hoy, a pocos años de iniciarse un nuevo siglo, cuando nuevos paradigmas (agotamiento de la revolución verde, competitividad, sostenibilidad, etc.) dominan la investigación agropecuaria en el país y el mundo, es necesario reflexionar sobre el tipo y modelo de investigación que se requiere en el país para obtener un mayor conocimiento sobre las enfermedades de los bovinos causadas por hematozoarios, su epidemiología e impacto sobre la producción y la viabilidad de diferentes estrategias de control. De manera que, fuera de la discusión de algunos conceptos básicos, esta revisión se dirigirá a extractar de la literatura disponible a nivel mundial, algunos ejemplos que podrían ser útiles para ilustrar a las nuevas generaciones de investigadores en el país, sobre los estudios que podrían realizarse para una mejor descripción y más rápida solución de la problemática causada por los hematozoarios, con énfasis en Anaplasmosis y Babesiosis en el país.

---

[2] Médico Veterinario, MSc., PhD. Programa Nacional de Epidemiología Veterinaria. Centro de Investigación en Salud y Producción Animal, CEISA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Apartado aéreo 29748. Santafé de Bogotá, Colombia.

2. EL CONCEPTO DE ESTABILIDAD ENZOÓTICA Y SUS IMPLICACIONES EPIDEMIOLÓGICAS.

2.1. Babesiosis.

En Colombia la babesiosis bovina es causada por los protozoarios intracelulares *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* los que son transmitidos transováricamente por la garrapata común del ganado *Boophilus microplus* (Mahoney, 1962; Vizcaino, 1980). El ciclo de vida de la Babesia es complejo, requiriendo la presencia de un vector artrópodo para su culminación; en el intestino de la garrapata el ciclo se asemeja al que cumplen las coccideas en el intestino de los vertebrados, al desarrollarse los merozoitos en la garrapata grávida infectan el ovario y así se completa la transmisión a la siguiente generación de larvas (transmisión transovárica). La infección de un nuevo bovino se completa cuando la larva (*B. bovis*) o las ninfas y adultos (*B. bigemina*) se adhieren y alimentan sobre un animal susceptible (Mahoney, 1969; Mahoney & Ross, 1972).

Al recobrarse de la infección inicial, el ganado se torna inmune, pero porta el parásito en la sangre (estado de premunición) y puede permanecer en este estado hasta por 2 años. En regiones donde abunda la garrapata la reinfección constante hace que el ganado sea un portador permanente del parásito. A pesar de esto, el estado de premunición puede romperse debido a otros factores, como estrés u otras enfermedades, causando el desencadenamiento de babesiosis clínica. Los terneros son menos susceptibles que los adultos y si el ganado se infecta a temprana edad la sintomatología es mínima. Por esto en áreas enzoóticas se reconocen 2 formas epidemiológicas (Mahoney & Ross, 1972; Mahoney, 1974; Benavides, 1985):

a. Estabilidad enzoótica.
Se caracteriza por la presencia continua de babesia en ganado y garrapatas, con frecuente transmisión del parásito debido a infestación continua por garrapatas. Esto asegura que el ganado se infecte a temprana edad y así permanezcan portadores debido a reinfección continua. Bajo estas condiciones la babesiosis clínica es mínima.

b. Inestabilidad enzoótica.
En este caso, la velocidad de transmisión de babesia es menor y no todos los animales se infectan cuando terneros. Entonces, algunos animales permanecen susceptibles y cuando se infectan como adultos sufren severas reacciones clínicas. Estas condiciones se crean cuando ocurren fluctuaciones en los números de garrapatas infectadas debido a cambios estacionales, sequías, y estrategias intensivas de control de garrapatas.

2.2. Anaplasmosis.

En Colombia la anaplasmosis de los bovinos es causada por la rickettsia *Anaplasma marginale*, el organismo se encuentra en los eritrocitos cómo corpúsculos elementales que semejan puntuaciones de 0.3 - 2 mm. y se ha considerado que es clásicamente transmitido por artrópodos, particularmente garrapatas, pero también en ocasiones la transmisión mecánica se considera importante (Rogers & Shields, 1979; Paull *et al*., 1980). El modo de transmisión de Anaplasma ha sido fuente de importantes controversias, pero a medida que la

investigación en diferentes países aporta nuevos elementos de juicio, se demuestra que su patrón de transmisión es mucho más complejo que el de las babesias. Por años se ha discutido de la importancia de la transmisión transestadial en Anaplasma, (Rogers & Shields, 1979), aspecto que ha sido comprobado recientemente (Aguirre *et al*., 1994). Parece que en condiciones naturales la transferencia de ninfas y adultos recién mudados entre animales contiguos es importante. Además se ha demostrado transmisión intra e interestadial en la garrapata *Boophilus annulatus* (Samish *et al*., 1993) y aún la vía oral, como posibilidad para la transmisión de ésta ricketsia en terneros (Baumgartner *et al*., 1993).

La anaplasmosis se distribuye en trópicos y subtrópicos de todos los continentes y es problema principalmente en regiones donde se introduce ganado exótico para mejoramiento. Resistencia innata ocurre en animales jóvenes y animales nativos. La transmisión ocurre por garrapatas e insectos hematófagos (mecánica) y por instrumental usado en las faenas comunes de manejo (Rogers & Shields, 1979). Por lo general, cuando ocurre una epizoótia, los casos iniciales son causados por transmisión por garrapatas y los subsiguientes lo son por causa mecánica. Aunque los patrones de transmisión de Anaplasma son diferentes de los de babesia, el concepto de estabilidad enzoótica para esta entidad se considera válido y es regulado por los mismos principios relacionados con el control del vector para el mantenimiento de la estabilidad (Paull *et al*., 1980).

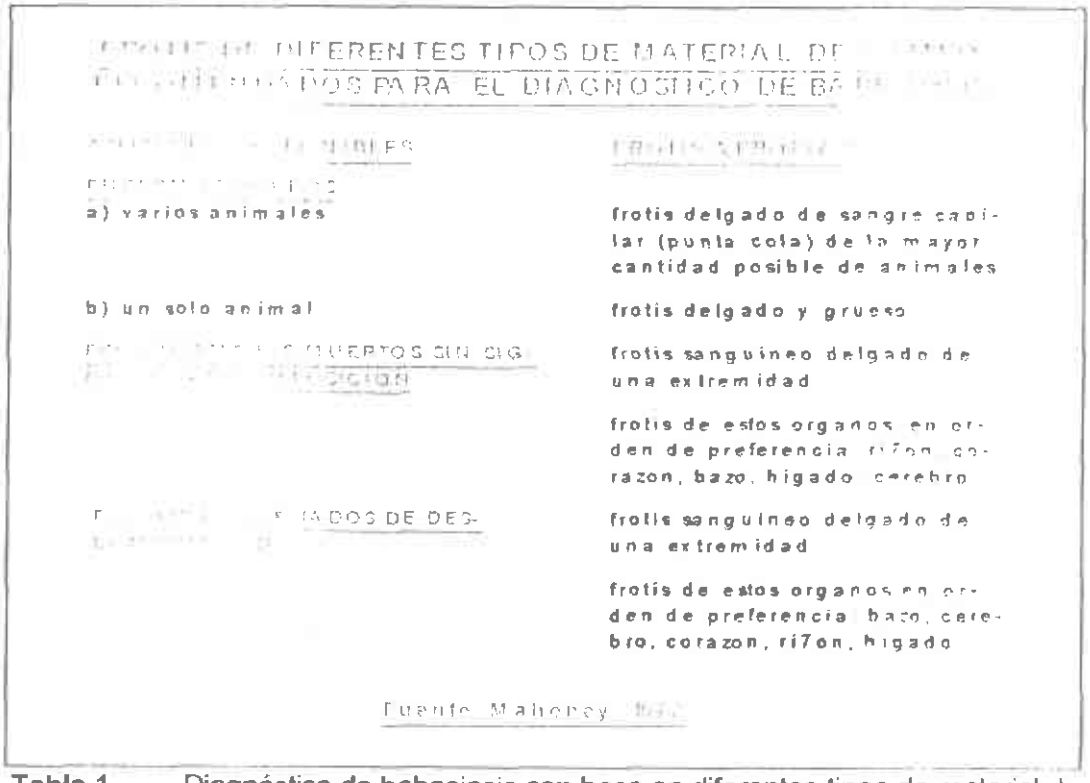
La severidad de la enfermedad está relacionada con la susceptibilidad del sujeto y con la cepa del organismo. La presencia de enfermedad clínica a su vez, indica un cambio de situación estable a una inestable (en regiones enzoóticas). Asi un brote puede ser indicación de las primeras infecciones en un hato libre de la enfermedad, o ser casos esporádicos en un hato donde se redujo la tasa de transmisión de la enfermedad, causando que no todos los terneros se infectasen siendo jóvenes (Paull *et al*., 1980).

2.3. Implicaciones de la estabilidad enzoótica.

Un estado estabilidad enzoótica para hemoparásitos en un hato implica que existe una circulación constante de los agentes en la población de huéspedes y de vectores (Mahoney & Ross, 1972); de modo que el organismo persiste en el ambiente enzoótico, porque siempre hay un número suficiente de vectores infectados (garrapatas) para reemplazar una generación de animales infectados con una de por lo menos el mismo tamaño. En otras palabras, el concepto implica que se está conviviendo con los agentes infecciosos; y lo por tanto, existirán regularmente en aquellos hatos, grupos de animales que presentarán parasitemia, sin sufrir de enfermedad clínica. Como se ha discutido en diversas publicaciones (Benavides, 1985, Benavides, 1993), esto tiene importantes implicaciones para el diagnóstico de la enfermedad, ya que se debe diferenciar entre el estado de portador sano del agente (babesiasis, anaplasmasis) y el del huésped agudamente afectado por la enfermedad (babesiosis, anaplasmosis).

El diagnóstico se confirma demostrando la presencia de parásitos en frotis sanguíneos, pero en regiones enzoóticas se debe prestar atención al nivel de parasitemia y al hematocrito. En el caso de *Babesia bigemina*, para confirmar la enfermedad generalmente se requiere de un hematocrito inferior a 20% y una parasitemia superior al 0.5% de glóbulos rojos infectados, mientras en el caso de *B. bovis*, la presencia de cualquier parásito en el frotis sanguíneo se considera confirmatoria del diagnóstico (Smith, 1981). *B. bovis* puede causar enfermedad asociada a signos de afección del Sistema Nervioso Central (por atrapamiento de glóbulos

parasitados en capilares cerebrales), y puede ser difícil hallar los parásitos. Por esto, los frotis deben realizarse a partir de sangre capilar (punta de la cola). Además, en casos de mortalidad, el diagnóstico puede intentarse mediante el examen de impresiones de cerebro y riñón, teñidas con el colorante de Giemsa (Tabla 1).



DIFERENTES TIPOS DE MATERIAL DE
POS PARA EL DIAGNOSTICO DE BA

a) varios animales	frotis delgado de sangre capilar (punta cola) de la mayor cantidad posible de animales
b) un solo animal	frotis delgado y grueso
MUERTOS SIN SIG	frotis sanguíneo delgado de una extremidad
	frotis de estos organos en orden de preferencia riñon, corazon, bazo, higado cerebro
ADOS DE DES-	frotis sanguíneo delgado de una extremidad
	frotis de estos organos en orden de preferencia bazo, cerebro, corazon, riñon, higado

Fuente Mahoney

Tabla 1. Diagnóstico de babesiosis con base en diferentes tipos de material de campo

Por otra parte, un diagnóstico de anaplasmosis clínica requiere de un hematocrito inferior al 20% y una parasitemia superior al 1% de glóbulos rojos parasitados; sin embargo, debido a la dificultad de observación de éste organismo, su confirmación post-mortem por el laboratorio es más difícil de realizar.

Los epidemiólogos, principalmente en Australia, han trabajado diferentes modelos de simulación que intentan explicar la incidencia y velocidad de transmisión de los hemoparásitos en los hatos (Mahoney, 1969; Mahoney & Ross, 1972; Smith, 1983; Smith, 1991). Estos modelos fueron inicialmente elaborados para explicar la transmisión de *Babesia spp*., basados en trabajos previos sobre la epidemiología de la malaria en humanos. Posteriormente estos principios han sido extrapolados para explicar la velocidad de transmisión de *Anaplasma marginale*; aunque su ciclo biológico y patrones de transmisión son diferentes a los de las babesias, los expertos consideran que el concepto de estabilidad enzoótica es válido para esta ricketsia y por lo tanto su epidemiología es regulada por los mismos principios relacionados con el control del vector, para el mantenimiento de la estabilidad (Paull *et al*., 1980).

La explicación de las fórmulas, mediciones y parámetros requeridos para el levantamiento de los modelos se ha realizado en diversas publicaciones (Mahoney, 1969; Mahoney & Ross, 1972; Benavides, 1985), por lo que no se tratarán aquí en detalle. Sin embargo, es necesario que el investigador que se inicia en el área de la epidemiología de los hemoparásitos, comprenda el concepto de la **Tasa de inoculación**, la que en la mayoría de modelos es simbolizada como "h".

La tasa de inoculación (h) es un parámetro que determina la tasa a la cual ocurren nuevas infecciones en una población de huéspedes susceptibles, y a su vez indica el tamaño y estructura de edades del segmento infectado y no infectado de la población (Mahoney, 1974); entonces la tasa de inoculación es: "la probabilidad diaria de recibir la infección por parte de cualquier miembro de la población" . Entonces, por ejemplo, un h=0 01 para babesia indica que cada individuo en el hato tiene una probabilidad de 0.01 de recibir la infección por ese parásito

El concepto de tasa de inoculación se ha vuelto importante, desde que se describió que ésta velocidad de transmisión regula la estabilidad o no de la infección por hematozoarios en un hato Bajo las condiciones australianas y en el caso de la interacción de babesia y ganado *Bos taurus*, se ha sugerido que debe existir un valor de h entre 0.005 y 0.05 (5×10^{-3} - 5×10^{-2}) para alcanzar la estabilidad (Mahoney, 1974). Este valor variará de acuerdo a características locales y según la raza de los animales (susceptibilidad a la garrapata y babesia). El cálculo de la tasa de inoculación puede realizarse de tres diferentes maneras:

- Por la tasa parasitaria. Es decir, mediante el examen del desarrollo de parasitemia en animales de diferentes edades a través del tiempo, por periodos de no menores de un año Este tipo de trabajos requiere el seguimiento parasitológico de terneros con el fin de calcular la incidencia de la infección (casos nuevos), la que puede obtenerse directamente (Otte *et al.*, 1987) o inferirse a partir de fórmulas (Mahoney, 1969) donde se tiene en cuenta la "tasa de recuperación" (proporción de la población que luego de infectada, regresa a niveles de parasitemia no detectables). De cualquier manera es un método dispendioso que requiere adecuado entrenamiento parasitológico de los investigadores.
- Por el examen del vector. En términos de las fórmulas matemáticas requeridas es el de más simple cálculo, ya que la tasa de inoculación es simplemente el resultado del producto del número de garrapatas qué afectan a un animal por día (m) y del porcentaje de éstas que son capaces de transmitir la babesia (a); de modo que h=m x a Sin embargo en términos reales, la recolección de la información de campo requerida para suplir este modelo es muy dispendiosa, ya que implica la recolección miles de larvas de garrapata en el campo y su examen en el laboratorio por personal especializado en reconocer las formas evolutivas del protozoario dentro de la garrapata (Mahoney, 1974). Algunos grupos de investigadores han tratado de inferir el porcentaje de infección de las larvas a través del examen de la hemolinfa de las teleoginas, lo cual es un error, ya que no tiene en cuenta las diferencias en probabilidades de éxito del desarrollo de larvas infectadas o no, ni su frecuencia en la población
- Por el porcentaje de seroreactores. Es el método de más frecuente uso por los investigadores, e implica el acceso a pruebas serológicas confiables (Inmunofluorescencia, ELISA; FC, etc), requiriéndose tener en cuenta las características de cada prueba para la selección de animales a muestrear (debido a

presencia de anticuerpos maternales). Generalmente se evalúan animales mayores de 6 meses y menores de 3 años, los que organizados por grupos de edades se les calcula la tasa de inoculación acorde al porcentaje de seroreactores y la edad promedio del grupo, utilizando la siguiente fórmula:

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

donde: I = Porcentaje de seroreactores en un grupo de animales de una edad determinada
t = Edad promedio del grupo, corregida en el tiempo que toma el desarrollo de anticuerpos detectables.

2.4. Impacto de la primo-infección por hematozoarios

Una de las mayores limitaciones de tomar decisiones en cuanto al control de hemoparásitos basados únicamente en el concepto de la estabilidad enzoótica, reside en que el modelo asume que la infección inicial en terneros (primo-infección), si se presenta dentro de los primeros 9 meses de vida, ocurre como enfermedad subclínica leve, siendo su impacto para la producción poco importante (Mahoney & Ross, 1972; Mahoney *et al*., 1973). Sin embargo, dadas las complejas interacciones entre la infección por hemoparásitos y factores tales como nutrición, raza, manejo, nivel de infestación por garrapatas, etc., tal hecho no siempre se da en la práctica, ya que bajo nuestras condiciones, en ocasiones la primo-infección por hemoparásitos podría causar serias repercusiones para la salud de los terneros (Otte *et al*., 1985). Además existe evidencia de que podrían existir diferencias acorde a las cepas locales de los hemoparásitos, presentándose variaciones acorde a la localidad geográfica; por ejemplo, en un trabajo temprano realizado en la región de Córdoba (Corrier & Guzman, 1977), se concluyó que a pesar de que se observaba algún efecto por la primo-infección de anaplasma y babesia, gracias al fenómeno de crecimiento compensatorio, los terneros se recuperaban adecuadamente, sugiriendo que bajo en las condiciones del estudio en esa región, no se requeriría de ningún tipo de inmunización para proteger los animales jóvenes nativos.

3. LA PLANEACION Y DESARROLLO DE INVESTIGACIONES EPIDEMIOLOGICAS SOBRE ENFERMEDADES HEMOPARASITARIAS DEL GANADO.

Es extremadamente difícil determinar desde el punto de vista teórico, el diseño y tipo de investigación que se requerirá, para solucionar las inquietudes de cada grupo de trabajo que quisiera abocar el tema de la epidemiología de los hematozoarios de importancia para la ganadería colombiana. Posiblemente el mejor modelo será aquel que esté acorde con los objetivos particulares que se pretendan alcanzar en cada estudio, para lo cual la mejor herramienta es la imaginación de los investigadores, basados en un juicioso análisis de la bibliografía actualizada, de los recursos disponibles y de las pruebas diagnósticas a las que tendrá acceso cada grupo de trabajo. Para facilitar esa toma de decisiones, a continuación se hará una breve descripción de cuatro posibles áreas mayores de trabajo (aunque pueden existir infinitas posibilidades adicionales), las que serán ilustradas con ejemplos reales extractados de la literatura nacional o internacional sobre el tema

3.1. Estudios sobre estabilidad enzoótica para hemoparásitos.

Como se describió en la introducción, los clásicos estudios de prevalencia utilizados para otras enfermedades infecciosas (Vizcaíno, 1980; Berry *et al.*, 1981; Habish *et al*., 1982) poca información aportan para la toma de decisiones acerca de las enfermedades hemoparasitarias, a no ser que exista una clara separación de la muestra acorde a grupos de edades. Entonces, como estrategia inicial, en muchos países y regiones, principalmente allí donde la garrapata es endémica y donde exista alta introducción de genes *Bos taurus*, se requerirá conocer si hay riesgo de ocurrencia de enfermedad hemoparasitaria; en otras palabras se requiere de estudios para determinar la tasa de inoculación de los hemoparásitos, para conocer si éstos cursan con estabilidad enzoótica o no (Guglielmone, 1994). Para esto múltiples modelos pueden utilizarse, acorde a las facilidades y pruebas diagnósticas disponibles (Mahoney, 1969; Estrada *et al*., 1980; Mahoney *et al.*, 1981; Smith, 1983; Mateus, 1987; Zintz, 1990). Debido a la simplicidad de su ejecución, parece importante resaltar el modelo utilizado por Norval *et al* (1983), en el cual todos los animales entre 1-3 años presentes en el hato se muestrearon para análisis serológico en 247 localidades en Zimbabwe. Para el conocimiento de la situación epidemiológica de los hemoparásitos una región, este tipo de estudio podría utilizarse, empleando un esquema de aleatorización para la selección de fincas estratificadas por microregiones.

Si no se dispone de pruebas serológicas, la única alternativa es utilizar el examen de frotis sanguíneos, para conocer esta situación (Mahoney, 1969; Otte *et al*., 1987). Debido a lo dispendioso del examen microscópico de cientos de láminas, éste tipo de estudio sólo podrá realizarse en un número limitado de predios.

3.2. Estudio de Brotes por enfermedad aguda por Hematozoarios y Factores de Riesgo.

Los brotes de enfermedad hemoparasitaria pueden ser sometidos al estudio de factores de riesgo, como cualquier otra enfermedad infecciosa. Bajo éste enfoque, se requiere de una cercana cooperación con los ganaderos, para alcanzar una adecuada notificación de la ocurrencia de brotes de enfermedad parasitaria en las regiones donde se requiera realizar el estudio. Para cada foco detectado deberá iniciarse una investigación epidemiológica tendiente a aclarar: tipo de organismo presente, raza y edad de los animales afectados, características de la sintomatología clínica (incluidos parámetros hematológicos), niveles de infestación por garrapata, alimentación, factores de manejo, patrones de movilización del ganado, etc. Lo importante en este tipo de estudios, es la elaboración de un formulario para la recolección adecuado, para su diseño es recomendable la conformación de un grupo multidisciplinario, incluyendo tanto al epidemiólogo y al parasitólogo, como a los expertos en manejo y alimentación animal y a conocedores de la región. Existen varios ejemplos sobre el particular en la literatura internacional (Callow, 1979; Curnow, 1973a; Curnow, 1973b; Rogers & Shields, 1979).

3.3. Estudio del efecto de la primo-infección en terneros

Este tipo de estudios requerirá ser diseñado acorde a las peculiaridades de los sistemas de producción ganadera en diferentes regiones de cada país, ya que los resultados son

difícilmente extrapolables entre una y otra región debido a la multiplicidad y a la interacción de factores que regulan el grado de severidad del primer contacto del animal con el hemoparásito (dosis infectiva, cepa, estado nutricional del animal, raza, edad, nivel de estrés, infecciones intercurrentes, etc.) Para su diseño es muy importante tener en cuenta aspectos logísticos (por ej. acceso durante todo el año) y de recursos (por ej. costos de transporte y pruebas de laboratorio), ya que antes que un completo cubrimiento poblacional o territorial, es preferible restringir las observaciones a un número limitado de fincas, para poder recolectar en ellas, la mayor cantidad posible de parámetros que puedan estar afectando el sistema bovino-hemoparásito-garrapata. Por lo general se requiere de visitas mensuales o quincenales a las fincas, para recolectar muestras parasitológicas y hematológicas, además de registros sobre el estado sanitario de los animales y de ganancia de peso. En explotaciones de doble propósito generalmente se muestrea la totalidad de terneros presentes en el hato. Existen en la literatura variados ejemplos de éste tipo de estudio, varios de ellos realizados en nuestro pais (Corrier & Guzman, 1977; Otte *et* al., 1985; Otte *et* al., 1987; Nowak, 1992; Tropberger, 1992).

3.4. Estudios de impacto económico y modelización.

Toda investigación epidemiológica debe conducir a la implementación de alternativas de control o prevención, y por lo tanto debe tener como conclusión natural los estudios de impacto económico y la subsecuente modelización de alternativas de control. El investigador de todos los niveles, debe tener esto en mente desde el inicio de sus trabajos, ya que es deseable que la información producida en las diversas fases de su estudio, sirva en el futuro para alimentar los modelos de simulación (Mahoney & Ross, 1972; Smith, 1983; Smith, 1991). Si la investigación epidemiológica no tiene en cuenta estos factores, es factible que en el futuro mucha de la investigación básica deba repetirse, perdiéndose valiosos años de trabajo.

Los estudios de valoración económica de la enfermedad parasitaria se tratarán en otro artículo presentado en el contexto del seminario, por lo que no se ampliará aquí sobre el tema. Sin embargo se puede afirmar, que éstos no son más que una ampliación de los trabajos descritos en el numeral anterior, incluyendo no sólo a los terneros sino al hato en general, con todas sus cohortes (subpoblaciones). Por ejemplo, es importante conocer el efecto de la infección por hemoparásitos sobre la producción de leche (Zintz, 1990), como también puede ser deseable conocer un posible efecto de los hemoparasitismos como infección crónica en animales adultos. Por otra parte, la valoración económica debe incluir la valoración del costo de las diferentes alternativas de control y el uso de modelos para simular su posible impacto en la población de parásitos, vectores y huéspedes.

BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE, D.H.; GAIDO, A..B.; VINABAL, A.E.; De ECHAIDE, S.T. & GUGLIELMONE, A.A. (1994). Transmission of *Anaplasma marginale* with adult *Boophilus microplus* ticks fed as nymphs on calves with different levels of rickettsaemia. Parasite, 1, 405-407.

BAUMGARTNER W.; STOGER, J. & MARKTL, W. (1993). Demonstration of the oral path of infection with *Anaplasma marginale* in calves. The Veterinary Record, 17(7), 64-66.

BENAVIDES O., E. (1985). Consideraciones con relación a la epizootiología de Anaplasmosis y Babesiosis en los bovinos. Revista ACOVEZ, 9(31), 4-11.

BENAVIDES O., E. (1993). Control integral de ecto y hemoparásitos en la ganadería bovina en el trópico. Revista ACOVEZ, 17(3), 5-9.

BERRY, S.; IBATA, G. & EDWARDS, S. (1981). Antibody formation to *Babesia bovis* and *Anaplasma marginale* in calves in Bolivia. Tropical Animal Health and Production, 13, 240-241.

CALLOW, L.L. (1979). Some aspects of the epidemiology and control of bovine babesiosis in Australia. Journal of the South African Veterinary Association, 50(4), 353-356.

CORRIER, D.E. & GUZMAN, S. (1977). The effect of natural exposure to anaplasma and babesia infections on native calves in an endemic area of Colombia. Tropical Animal Health and Production, 9, 47-51.

CURNOW, J.A. (1973a). Studies on the epizootiology of bovine Babesiosis in North Eastern New South Wales. Australian Veterinary Journal, 49, 284-289.

CURNOW, J.A. (1973b). Studies on the epizootiology of bovine Babesiosis in common border areas of New South Wales and Queensland. Australian Veterinary Journal, 49, 294-297.

ESTRADA C., A.; CHAPA R., R.; GALLO de la TORRE, M.; BAUTISTA G., C.R. & MORILLA G., A. (1980). Indice de infección de babesiosis bovina causada por *Babesia bovis* en el centro experimental pecuario de Hueytamalco, Puebla, México. Veterinaria México, 11, 9-12.

GONZALEZ, E.F.; CORRIER, D.E.; TODOROVIC, R.A. & LOPEZ, G. (1978). Epidemiología de la Anaplasmosis y Babesiosis bovina, en el valle geográfico del rio Cauca. Revista ICA, 13(3), 349-356.

GUGLIELMONE, A. (1994). Epidemiology of Babesiosis and Anaplasmosis. En: "Use of applicable biotechnological methods for diagnosing haemoparasites". Proceedings of the FAO Expert Consultation, Mérida, México, 4-6 october 1993. (eds: Uilenberg G., Permin A. & Hansen J.W.). Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome. pp. 58-64.

HABICH, G.E.; GONZALEZ, L.; HADANI, A.; CONDRON, R.J. De HAAN, L. & BROADBENT, D.W. (1982). Estudios sobre sanidad animal en el Noroeste Argentino VIII. Prevalencia de animales con anticuerpos séricos contra *Babesia bovis* y *Anaplasma marginale*en tambos de Catamarca, Salta y Tucumán. Revista Médica (Bs As.), 63(5), 316-329.

MAHONEY, D.F. (1962). The Epidemiology of Babesiosis in Cattle. The Australian Journal of Science, 24(7), 310-313.

MAHONEY, D.F. (1969). Bovine Babesiasis: a study of factors concerned in transmission. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 63(1), 1-14.

MAHONEY, D.F. (1974). The application of epizootiological principles in the control of Babesiosis in Cattle. Bulletin Office International des Epizooties, 81(1-2), 123-138.

MAHONEY, D.F. (1977). The diagnosis of Babesiosis in Australia. En: "Whorkshop on hemoparasites", Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia, pp 49-62.

MAHONEY, D.F. & ROSS, D.R. (1972). Epizootiological factors in the control of bovine Babesiosis. Australian Veterinary Journal, 48, 292-298.

MAHONEY, D.F.; WRIGHT, I.G. & MIRRE, G.B. (1973). Bovine Babesiasis: The persistence of immunity to *Babesia argentina* and *B. bigemina* in calves (*Bos taurus*) after naturally acquired infection. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 67(2), 197-203.

MAHONEY, D.F.; WRIGHT, I.G.; GOODGER, B.V.; MIRRE, G.B. SUTHERST, R.W. & UTECH, K.B.W. (1981). The transmission of *Babesia bovis* in herds of European and Zebu X European cattle infested with the tick *Boophilus microplus*. Australian Veterinary Journal, 57, 461-469.

MATEUS V., G. (1987). Epizootiología de la Babesiosis bovina en el piedemonte, área de Villavicencio. Revista ICA, 22(1), 42-54.

NORVAL, R.A.I.; FIVAZ, B.H.; LAWRENCE, J.A. & DAILLECOURT, T. (1983). Epidemiology of tick-borne diseases of cattle in Zimbabwe. I. Babesiosis. Tropical Animal Health and Production, 15, 87-94.

NOWAK, F. (1992). Investigaciones epidemiológicas en fincas ganaderas en el Valle del Sinú medio (Córdoba, Colombia). En: "Anaplasmosis y Babesiosis bovina en Colombia", Informe técnico N°12 (ed: Otte, E.). Proyecto Colombo-Alemán, ICA-GTZ. pp 83-116.

OTTE, J.; GONZALEZ, C. & ABUABARA, Y. (1985). The effect of hemoparasite infections on weight gain in calves. En: Proceedings 4th International Symposium Veterinary Epidemiology & Economics, Singapur, Tailandia.

OTTE, J.; ABUABARA, Y.; GONZALEZ, C. & PACHECO, J.D. (1987). La anaplasmosis bovina en el departamento de Córdoba. Epidemiología, efectos de la infección en terneros y evaluación de las pérdidas económicas. En: Memorias curso Internacional sobre manejo de la Salud y Productividad en Ganadería de doble propósito. 21 Septiembre a 3 de Octubre de 1987. Montería. ICA-GTZ.

PAULL, N.I.; PARKER, R.F.; WILSON, A.J. & CAMPBELL, S.F. (1980). Epidemiology of bovine anaplasmosis in beef calves in Northern Queensland. Australian Veterinary Journal, 56, 267-270.

ROGERS, R.J. & SHIELS, I.A. (1979). Epidemiology and control of anaplasmosis in Australia. Journal of the South African Veterinary Association, 50(4), 363-366.

SAMISH, M.; PIPANO, E. & HADANI, A. (1993). Intrastadial and interstadial transmission of *Anaplasma marginale* by *Boophilus annulatus* ticks in cattle. American Journal of Veterinary Research, 54(3), 411-414.

SMITH, R.D. (1981). Guía para el diagnósticio y control de la anaplasmosis y babesiosis en ganado bovino. Centro para la prevención de zoonosis de la Universidad de Illinois Urbana, Illinois, 51p.

SMITH, R.D. (1983). *Babesia bovis*: Computer simulation of the relationship between the tick vector, parasite, and bovine host. Experimental Parasitology, 56, 27-40.

SMITH, R.D. (1991). Computer simulation of bovine babesiosis using a spreadsheet age-class model with weekly updates.Journal of Agricultural Entomology, 8(4), 297-308.

TROPBERGER, G. (1992). Seroepidemiologia de las infecciones por Babesia y Anaplasma bovinos en Colombia: Estudios longitudinales en terneros en algunas fincas seleccionadas. En: "Anaplasmosis y Babesiosis bovina en Colombia", Informe técnico N°12 (ed: Otte, E.). Proyecto Colombo-Alemán, ICA-GTZ. pp 55-82.

VIZCAINO, O. (1980). Anaplasmosis y Babesiosis en ganado bovino. En: "Control de garrapatas" compendio N° 39. Instituto Colombianao Agropecuario, pp. 59-79.

ZINTZ, R. (1990). Epidemiology of hemoparasitoses in milk producing farms in Valle and Quindio (Colombia). Thesis of Doctor in Veterinary Medicine. School of Veterinary Medicine, Hannover, Germany. 131 p.

ZIPS, S.G. (1992). Investigaciones epidemiológicas de la infección por *Babesia bovis* en Córdoba (Colombia). En: "Anaplasmosis y Babesiosis bovina en Colombia". Informe técnico N°12 (ed: Otte, E.). Proyecto Colombo-Alemán, ICA-GTZ. pp 25-54.