

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY	Food production and nutrition	AL72-0000-GG50
	B. SECONDARY	Pests of animals--Tropics	

2. TITLE AND SUBTITLE
 Reunion de Discusion sobre Hemoparasitos (Anaplasmosis y Babesiosis), Cali, Colombia, 1975

3. AUTHOR(S)
 (100)Wells, E. A.; (101) Workshop on Hemoparasites, Cali, Colombia, 1975; CIAT

4. DOCUMENT DATE 1978	5. NUMBER OF PAGES 131p.	6. ARC NUMBER ARC 636.2.W453
--------------------------	-----------------------------	---------------------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS
 TA/AGR

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)
 (In CIAT ser. CS-12) (In Spanish and English. English, 167p.: PN-AAG-599)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER PN-AAG-732	11. PRICE OF DOCUMENT
---	-----------------------

12. DESCRIPTORS Anaplasmosis Babesiosis Cattle Meetings	Parasitic diseases Pest control Tropics	13. PROJECT NUMBER
		14. CONTRACT NUMBER TA/AGR
		15. TYPE OF DOCUMENT

636.2
W453

PN-AAG-732

Serie CS-12
Junio, 1978

**Reunión de discusión
sobre**

(Anaplasmosis y Babesiosis)

17 al 22 de Marzo, 1975

CIAT, Cali, Colombia

Editor: E.A. Wells

Centro Internacional de Agricultura Tropical

EL CIAT es una institución sin ánimo de lucro, dedicada al desarrollo agrícola y económico de las zonas bajas tropicales. Su sede ocupa un terreno de 522 hectáreas, propiedad del Gobierno de Colombia, el cual en su calidad de país anfitrión brinda apoyo a las actividades del CIAT. El Centro trabaja en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en varias de sus estaciones experimentales y también con agencias agrícolas a nivel nacional en otros países de América Latina. Varios miembros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional financian los programas del CIAT. Durante este año los donantes son: la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID), la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford, la Fundación W.K. Kellogg, la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) por intermedio de la Asociación Internacional del Desarrollo (IDA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y los gobiernos de Australia, Bélgica, la República Federal Alemana, Holanda, Japón, Suiza y el Reino Unido. Además, algunas de estas entidades, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBGPR) financian proyectos especiales. La información y conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición de ninguna de las instituciones, fundaciones o gobiernos mencionados.

Serie CS - 12

Junio, 1978

REUNION DE DISCUSION

SOBRE

Hemoparásitos

(Anaplasmosis y Babesiosis)

17 al 22 de Marzo, 1975

Editor de la versión en inglés: E. A. Wells

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL
Apartado Aéreo 67-13 Cali, Colombia, S.A.
Cables CINTATROP

Reconocimiento

Esta Reunión de Discusión sobre Hemoparásitos fue posible realizarla gracias al estímulo y apoyo financiero de la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (USAID).

Comité de Organización

E. A. Wells, CIAT

Guillermo Mateus, ICA, Colombia

David Evans, Coordinador, Conferencias y Simposia, CIAT.

Traducción: Alejandro Jiménez

Edición y Diseño: Mario Gutiérrez

Corrección de Pruebas: Lida Cabal y Mabel Dussán

Producción: Alvaro Rojas.

CONTENIDO

	<i>Páginas</i>
Lista de participantes	5
Programa	9
Introducción	11
El Programa de Salud Animal en el CIAT — <i>E. A. Wells</i>	13
La labor del Instituto de Medicina Veterinaria de la Universidad Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Texas A&M — <i>Fred Maurer</i>	15
Artículos básicos	21
La epidemiología de anaplasmosis y babesiosis bovina en las tierras bajas tropicales de Colombia — <i>Donald E. Corrier</i>	23
El diagnóstico de babesiosis en Australia — <i>D. F. Mahoney</i>	49
Vacunación contra babesiosis en Australia — <i>L. L. Callow</i>	65
Resistencia de <i>Boophilus microplus</i> a los acaricidas en Australia — <i>R. H. Wharton</i> y <i>W. J. Roulston</i>	75
Una revisión sobre el diagnóstico de anaplasmosis — <i>K. L. Kuttler</i>	97
Métodos de inmunoprofilaxis contra anaplasmosis bovina con énfasis en el uso de una vacuna atenuada para <i>Anaplasma marginale</i> — <i>Miodrag Ristic</i> y <i>C. A. Carson</i> (Resumen)	108
Revisión de conocimientos acerca de los vectores de anaplasmosis bovina — <i>Kenneth C. Thompson</i>	109

	<i>Páginas</i>
Otras contribuciones	115
Epizootiología de anaplasmosis y babesiosis en Uruguay — <i>F. Canábez y R. J. Bawden</i>	117
Comentarios acerca del diagnóstico de babesiosis — <i>D. W. Brocklesby</i>	121
Evaluación de premunición para el control de anaplasmosis y babesiosis en fincas comerciales del Valle del Cauca, Colombia — <i>E. F. González y R. A. Todorovic</i>	125
Los Experimentos I, II, III y IV llevados a cabo por el personal de Texas A&M en Montería — <i>T. J. Galvin,</i> <i>L. G. Adams y Guillermo Mateus</i> (Resumen solamente).	131
Recomendaciones de la Reunión de Discusión	133
Recomendaciones finales. Moderador — <i>Eddo Caletti</i>	135

LISTA DE PARTICIPANTES

Australia

Lennox L. Callow
David Mahoney
Harry Wharton

Centro de Investigaciones de Babesiosis
Laboratorios Long Pocket, CSIRO
Laboratorios Long Pocket, CSIRO

Bolivia

Carlos Quiroga

Ministerio de Agricultura

Brasil

Raul Kessler

Universidade Federal de Rio Grande
do Sul

Colombia

Omar A. García
Hernando Gutiérrez
José Guillermo Mateus
Ricardo Ochoa
Otoniel Vizcaíno
Hernán Zaraza

ICA, Montería
ICA, Cali
ICA, Bogotá
ICA, Bogotá
ICA, Bogotá
ICA, Bogotá

Ecuador

Gonzalo V. Sierra

Ministerio de Agricultura

Guatemala

Víctor Orellana

Universidad de San Carlos

México

Miguel Osorno

Secretaría de Agricultura y Ganadería

Perú

Eddo Caletti
Augusto Castillo
César Lora O.

IVITA/UNMSM
Universidad de San Marcos
Instituto de Zoonosis e Investigaciones Pecuarias

Sur Africa

Albertus de Vos

Instituto de Investigaciones Veterinarias de Onderstepoort

Trinidad

Holman E. Williams

University of the West Indies

Reino Unido

David Brocklesby
Ian McIntyre
Jack Wilde

Institute for Research on Animal Diseases, Compton
Glasgow University Veterinary School
Centre for Tropical Veterinary Medicine (CTVM), University of Edinburgh

Uruguay

Freddie Canábez

Centro de Investigaciones Veterinarias

Estados Unidos

Andrew Carson
Ibulaimu Kakoma
Mramba Nyindo
Miodrag Ristic
Ronald Smith
Garry Adams
Thomas Galvin
Ken Kuttler
Fred Maurer
John Wyss

Universidad de Illinois
Universidad de Texas A&M
Universidad de Texas A&M
Universidad de Texas A&M
Universidad de Texas A&M
Universidad de Texas A&M

Venezuela

Rafael Brager
Manuel Toro B.

Instituto de Invest. Veterinarias
Instituto de Invest. Veterinarias

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia

Personal de base

Eduardo Aycardi
Luis Enrique Beltrán
Misael Cortés
Víctor Guzmán
Hemerson Moncada
Gustavo Morales
Eric A. Wells

Proyecto Especial en Hemoparásitos USAID/Texas A&M

Donald Corrier
Eduardo González
Ray Long
Radmilo Todorovic

Proyecto Especial de Acarología del ODM (Reino Unido)

Kenneth Thompson

Estudiantes Graduados

Guillermo Calderón
David E. Evans
David Hopps
Carl Kyzar
Erwin Hurtado
Rosa M. Teruya

Laboratorio Internacional para Investigación en Enfermedades de Animales (ILRAD), Kenya

Keith Banks

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Ralph Bram
Paul McCosker

Roma
Uruguay

Centro Internacional de Investigaciones Médicas (ICMR), Colombia

Stephen Ayala Cali
Antonio D'Alessandro Cali
Arthur Dover Cali

OBSERVADORES

Mario Alvarez	Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Colombia
Humberto Carvajal	Universidad del Valle, Cali
Alfonso Escobar	Cooper Colombia S.A., Cali
Bernardo Espinosa	ICA, Buga, Colombia
José Harbey Marín	ICA, Palmira, Colombia
Alberto Orrego	ICA, Cali, Colombia
Antonio Ortega	ICA, Palmira, Colombia
Javier Ospina	ICA, Cali, Colombia
Alvaro González	INCORA, Cartagena, Colombia
Alvaro Muñoz	Eli-Lily Interamerican Inc., Cali
Omar Ramírez	Laboratorios "Life", Cali
Eutimio Rubio	ICA, Palmira, Colombia
Reynaldo Rubio	ICA, Palmira, Colombia
Humberto Sardi	ICA, Cali, Colombia
Alberto Silva	Colegio Veterinario del Valle, Cali
Eddie Trejos	ICA, Cartago, Colombia
Oscar Zapata	ICA, Palmira, Colombia.

PROGRAMA

Lunes 17 de Marzo

Registro de participantes e Introducción.

Sección 1. La epidemiología de anaplasmosis y babesiosis bovina.

Martes 18 de Marzo

Sección 2. El control de babesiosis bovina.

- a. Diagnóstico
- b. Inmunización
- c. Control de vectores.

Miércoles 19 de Marzo

Sección 3. El control de anaplasmosis bovina.

- a. Diagnóstico
- b. Inmunización
- c. Control de vectores.

Jueves 20 de Marzo

Viaje de campo en bus para observar los sitios de trabajo en el Valle del Cauca, precedido por una explicación introductoria del proyecto especial en hemoparásitos de la Universidad de Texas A&M que se adelanta en colaboración con el Instituto Colombiano Agropecuario.

Viernes 21 de Marzo

Sección 4. Requerimientos de investigación para el control de la anaplasmosis y babesiosis bovina en América Latina.

Sábado 22 de Marzo

Viaje de campo por aire hasta la Estación Experimental de Carimagua del Instituto Colombiano Agropecuario, en los Llanos Orientales, para observar problemas especiales de la región.

INTRODUCCION

EL PROGRAMA DE SALUD ANIMAL EN EL CIAT

*E. A. Wells **

Quisiera dirigirme a ustedes por unos pocos minutos. Se les ha entregado un folleto en el cual se incluye alguna información acerca de la labor del equipo de Salud Animal del CIAT. Sólo deseo ampliar la información de la segunda página, la cual presenta los objetivos del programa.

Este abarca las siguientes actividades:

a. Adiestramiento en metodología a través de programas para graduados; es decir, cómo relacionar una investigación de laboratorio con los problemas que se presentan en el campo.

b. Investigación de los problemas de mayor importancia en los cuales los métodos actuales de prevención o control son inadecuados.

c. Innovaciones en algunas áreas que actualmente se encuentran descuidadas, como por ejemplo, la economía de la salud animal, documentación sobre salud animal y acarología.

Se ha desarrollado una metodolo-

gía sencilla para el trabajo aplicado realizado en CIAT y cuyas bases son las siguientes:

1. El trabajo de laboratorio se lleva a cabo en equipo interdisciplinario. Las decisiones se toman con base a criterios de equipo. Los proyectos especiales en hemoparasitología y acarología forman parte de este enfoque de equipo integrado.

2. Se considera que los investigadores se deben desplazar al campo, en donde se encuentran los problemas.

3. En las regiones en donde se adelantan investigaciones, se trata de visualizar y tener presente el medio ambiente en su totalidad.

4. No sólo se atiende a los extensionistas veterinarios en la puerta del laboratorio sino que, también a nivel de finca, se les entrega los resultados de las investigaciones.

El trabajo adelantado el año pasado (1974) en los Llanos Orientales de Colombia se basó en este patrón metodológico. Un equipo de campo recogió diversas informaciones que abarcaron aspectos concernientes a enfermedades de la reproducción (brucelosis, leptospirosis, RBI), en-

* Líder, Grupo de Salud Animal, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S.A.

fermedades ocasionadas por hemoparásitos (anaplasmosis, babesiosis), trabajos cuantitativos y cualitativos sobre garrapatas, trabajos cuantitativos sobre *Dermatobia hominis* y aspectos de administración y economía de fincas. En consecuencia, las investigaciones se basaron en un panorama dinámico de las relaciones entre enfermedades y de éstas con el medio ambiente.

El Dr. Corrier, del equipo de la Universidad de Texas A&M, presentará la primera disertación de esta tarde, en la cual describirá los resultados logrados hasta el presente, en lo que respecta a las referencias sobre hemoparásitos y garrapatas del trabajo descrito con anterioridad.

Se considera que si no se utiliza este tipo de enfoque de trabajo, en equipo multidisciplinario, es posible que no se detecten las áreas que requieren investigación; es decir, se desperdiciarían recursos en investigaciones que no son prioritarias. Por ejemplo, se puede emplear demasiado tiempo en el desarrollo de un procedimiento de inmunización, mientras que la administración de fincas es un factor más crucial.

Con relación al tercer campo de trabajo que se refiere a "innovaciones", éstas se consideran como tal, pero también son esenciales. Por ejemplo, en el área de economía correspondiente a salud animal, como lo señala el Informe Anual del CIAT de 1974, esta institución ha adelantado algunos estudios acerca del impacto de la fiebre aftosa en fincas porcícolas. La importancia de la

anaplasmosis y la babesiosis justifica la realización de esta reunión de discusión (workshop). No se dispone de cifras, en términos de dinero, que reflejen las pérdidas que ocasionan estas enfermedades en América Latina y aún no se ha evaluado el costo de los diferentes métodos de control. Los gobiernos y los organismos dominantes desean saber en dónde ubicar sus disponibilidades financieras para lograr, un mayor efecto. Es necesario desarrollar criterios para adelantar estudios en economía sobre salud animal.

El CIAT ofrece facilidades para el adiestramiento de estudiantes graduados, principalmente a través de dos modalidades: 1) para estudiantes que desarrollan sus tesis para optar el título de MS y Ph.D. y 2) para internos posgraduados que permanecen en el CIAT durante un período máximo de un año, con el fin de aprender técnicas de laboratorio y proyectarlas hacia el campo. Actualmente, se tiene un equipo de diez estudiantes en el área de salud animal.

La reunión de discusión pretende poner en conocimiento los problemas que ocasionan la anaplasmosis y la babesiosis en América Latina. Si esta reunión culmina en forma exitosa, el CIAT puede ofrecer sus facilidades para el desarrollo de otras reuniones de discusión, más específicas y detalladas, que se podrían llevar a cabo en el futuro.

Se espera que los contactos y lazos amistosos que se logren durante esta semana, beneficien a la industria ganadera de América Latina.

LA LABOR DEL INSTITUTO DE MEDICINA VETERINARIA TROPICAL, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD DE TEXAS A&M

*Fred Maurer **

En 1966, se estableció el Instituto de Medicina Veterinaria Tropical en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Texas A&M.

Texas es un lugar excelente para el desarrollo de un programa de medicina veterinaria debido a su clima subtropical, a las grandes poblaciones de animales domésticos y silvestres que habitan la región y a su proximidad a México, Centro y Sur América.

Objetivo básico

El objetivo básico del Instituto de Medicina Veterinaria Tropical es el de contribuir al control más eficiente de las enfermedades tropicales del ganado, a través de investigaciones y adiestramiento de médicos veterinarios.

Los objetivos específicos son los siguientes:

1. Formar un equipo de científicos bien adiestrados y experimentados;

* Director, Instituto de Medicina Veterinaria Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Texas A&M College Station Texas 77843. E.E. U.U.

2. Adelantar investigaciones para mejorar el control y prevención de enfermedades;

3. Establecer un programa de becas para el adiestramiento de estudiantes graduados en medicina veterinaria tropical;

4. Mantener laboratorios en diversas localidades para el desarrollo de investigaciones y adiestramiento en problemas regionales de enfermedades;

5. Preparar documentación y recopilar información para organizar una biblioteca de consulta para uso de los técnicos del programa.

Financiación del programa

La financiación y otras formas de sostenimiento han corrido por cuenta de las siguientes instituciones:

- Fundación Rockefeller, 1967 a 1971;
- Agencia para el Desarrollo Internacional de EE.UU., 1968 hasta el presente;
- La Universidad de Texas A&M proporciona laboratorios y ani-

males experimentales en su sede en College Station, Texas;

- La Fundación Rockefeller y el Gobierno Colombiano, a través del ICA, proporcionaron laboratorios y asistencia cooperativa en Bogotá y Turipaná, Colombia;
- A partir de 1971, se ha trabajado como parte del Programa de Salud Animal del CIAT.

Personal profesional

En la actualidad, el Instituto cuenta con ocho miembros del cuerpo docente, todos ellos con títulos de Ph.D. en medicina veterinaria, con un total de más de 30 años de experiencia en países tropicales. Los que se encuentran en la Universidad de Texas A&M trabajan junto con la totalidad del cuerpo docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y los que se encuentran en el CIAT, junto con el personal del CIAT.

Adiestramiento de posgraduados

Desde 1967, se adiestra un grupo de aproximadamente seis estudiantes graduados de EE.UU.; 3 en Texas y 3 en Colombia. Estos estudiantes realizan en Texas, su especialización en Microbiología, Patología o Parasitología Veterinaria; y la investigación para sus tesis, en Colombia.

Nueve becarios completaron su trabajo para optar los títulos de MS o Ph.D. En la actualidad, un estudiante trabaja para obtener su grado de Ph.D. y dos el de MS.

Además de estos estudiantes norteamericanos graduados en nuestro

programa de becas, los científicos del Instituto han participado en el adiestramiento de varios médicos veterinarios extranjeros, tanto en Texas como en Colombia.

Con el fin de facilitar el programa de adiestramiento, el Instituto también está comprometido en recopilar documentación para formar una biblioteca de referencia y disponer de auxilios de adiestramiento en las principales enfermedades del trópico. El Instituto tiene interés en intercambiar auxilios de adiestramiento.

Investigación en Texas y Colombia

Se hace énfasis en el mejoramiento de los métodos de control de enfermedades ocasionadas por hemoprotozoarios, especialmente anaplasmosis y babesiosis y algunas investigaciones en teileriosis y tripanosomiasis.

Investigaciones realizadas

Los logros de las investigaciones se incluyen en los informes anuales y en más de 80 publicaciones; en el curso de esta reunión se detallará parte de este trabajo.

En breve, estos estudios y logros incluirán las siguientes áreas de trabajo:

- La incidencia y distribución de la anaplasmosis, babesiosis y tripanosomiasis en Colombia.

- Las pruebas de la tarjeta y fijación del complemento que sirven para comprobar la presencia de *Babesia* se adaptaron para su uso en las cepas colombianas.

● Se encontró que la doble infección es aditiva, al comparar los efectos clínicos, serológicos y patológicos de la infección individual o conjunta de anaplasmosis y babesiosis.

● Se determinó la influencia de parásitos externos y gastrointestinales en animales infectados con anaplasmosis y/o babesiosis.

● Se demostró el carácter antigénico y patogenicidad de los hemoprotozoarios encontrados en Colombia.

● Se confirmó que las razas colombianas de *B. argentina* y *B. bigemina* son, en algún grado, inmunológicamente diferentes. La inoculación de portadores de *B. bigemina* con *B. argentina* produjo reacciones más severas que la situación contraria.

● Se determinó la resistencia de estos patógenos hemoprotozoarios a los procedimientos inmunológicos conocidos.

● Se evaluó la vacuna contra anaplasmosis que se utiliza comúnmente en EE.UU. y se encontró que en Colombia su efecto no es satisfactorio.

● Se probaron y evaluaron las vacunas preparadas con organismos muertos de *Anaplasma marginale*, atenuados y totalmente virulentos.

● Se probaron y se mejoraron los métodos de premunición para la prevención de infecciones clínicas con *Anaplasma marginale*, *Babesia argentina* y *B. bigemina*.

● Se hicieron y se compararon los resultados de la premunición controlada del ganado con organismos de

Anaplasma y *Babesia* de diferente patogenicidad.

Algunas de estas pruebas fueron muy exitosas y condujeron a otros ensayos de campo controlados y más refinados y extensivos los cuales, en la actualidad, se adelantan en Colombia: posteriormente, se darán más detalles sobre este particular.

La patogenicidad de *Babesia* para la premunición influenciada por irradiación y traspaso en serie por animales, se comparó con cepas patogénicas.

● Se comparó la premunición con o sin terapia de drogas para *Anaplasma* y *Babesia*.

Los estudios inmunológicos confirmaron que, en ganado susceptible, se puede inducir inmunidad estéril a *Babesia* en ausencia del estado portador.

● Se mantienen cultivos de tejidos y células de sangre para el cultivo de *Anaplasma* y *Babesia*. Hasta la presente, sólo se ha logrado cultivar organismos de *Anaplasma*, en forma satisfactoria, en cultivos de tejido.

● Se encuentra en estudio la incidencia, distribución y ciclo de infección entre la garrapata vector y el hospedante, en relación con *Anaplasma* y *Babesia*.

La infestación de *Odocoileus virginianus* con garrapatas infectadas con *Babesia* no ocasionó infecciones en el venado. La inyección de sangre bovina infectada de *Babesia* tampoco produjo infección en el venado.

Se están evaluando los efectos terapéuticos, profilácticos y tóxicos de las drogas utilizadas en el tratamiento de hemoprotozoarios.

Se demostró que el Imidocarb tiene un valor profiláctico prolongado contra cepas colombianas y mexicanas de *Babesia* y para prevenir o eliminar la infección en la garrapata vector.

Aún falta mucho por hacer para mejorar el control de estas enfermedades. Aunque la premunición es muy útil, especialmente para proteger al ganado sano que se transfiere a regiones infectadas, es un método difícil de manejar que es necesario ajustar a situaciones locales.

La quimioterapia y quimioprofilaxis ocupan su lugar en el control de estas enfermedades y representan un buen potencial al proporcionar drogas efectivas, como el Imidocarb y Ganaseg, las cuales pueden ser utilizadas en forma segura por los gobiernos.

Es necesario desarrollar vacunas de una sola aplicación efectiva para cada una de estas enfermedades, especialmente, para regiones en donde posiblemente la erradicación del vector tarde muchos años.

La necesidad de investigación en estas enfermedades se acentúa día a día debido a la dificultad que existe a nivel mundial de proporcionar alimentos adecuados para la población humana.

Como es bien sabido, la escasez mundial de alimentos se debe a diversas causas:

1. Básicamente, al crecimiento desmedido de la población;

2. Emigración de campesinos hacia las ciudades;

3. El mayor uso de cereales de grano, en los países desarrollados, para el mejoramiento de las dietas;

4. Almacenamiento deficiente de granos;

5. Altos costos de fertilizantes, pesticidas y combustibles;

6. Condiciones climatológicas adversas;

7. Enfermedades en las distintas especies de animales domésticos.

En tanto que las enfermedades en animales constituyen una de las limitaciones de la producción de alimentos, son de vital importancia debido a la necesidad de incluir en la dieta humana proteína animal que proporciona vitamina B₁₂ así como también fosfolípidos esenciales para el desarrollo del tejido nervioso y aminoácidos, los cuales generalmente, no se encuentran en cantidades adecuadas en las dietas a base de alimentos de origen vegetal. Además, sólo los ruminantes pueden convertir las vastas praderas de forraje existentes en el mundo (65 por ciento) en alimentos para el hombre.

Debido a estas circunstancias, existe gran optimismo en cuanto a los esfuerzos que se hagan para controlar estas enfermedades; agradeceremos mucho a los asistentes a esta reunión su interés en cooperar en la erradicación de estas enfermedades.

También, se considera que la producción eficiente de ganado de carne requiere expertos en mejoramiento

genético, reproducción, nutrición y manejo de ganado; por esta razón, nos complace mucho tener la oportunidad de trabajar con los científicos del CIAT en donde se lleva a cabo investigación en todas estas áreas de especialización.

El Instituto de Medicina Veterinaria Tropical también investiga en estrecha cooperación con un grupo de cuatro universidades norteamericanas que trabajan en estas disciplinas, en relación con la producción de ganado de carne en el trópico.

ARTICULOS BASICOS

LA EPIDEMIOLOGIA DE ANAPLASMOSIS Y BABESIOSIS BOVINA EN LAS TIERRAS BAJAS TROPICALES DE COLOMBIA

*Donald E. Corrier **

INTRODUCCION

Diversos factores geográficos ejercen en Colombia influencia sobre la epidemiología de las enfermedades anaplasmosis y babesiosis. Este país está dividido longitudinalmente por tres Cordilleras de los Andes (2). La Cordillera Occidental separa las estrechas tierras bajas de la Costa del Pacífico del interior del país. La Cordillera Central separa los dos principales valles colombianos formados por el Río Cauca y el Río Magdalena. La Cordillera Oriental separa el sector occidental del país y los Llanos Orientales, los cuales comprenden cerca de las tres quintas partes de la extensión superficial de Colombia y se extienden aproximadamente 640 kilómetros hacia el Oriente, hasta el límite con Venezuela(2).

En Colombia existen tres zonas climatólogicas principales que presentan diferencias de altura asociadas con las tres cordilleras de Los Andes (2).

Bajo los 800 metros existe una zona cálida de tierras bajas, con un promedio de temperatura de 25°C. La zona intermedia se presenta entre los 800 y 2.100 metros, con un rango de temperatura de 17° a 23°C; la zona alta está por encima de 2.100 metros, con un promedio de temperatura de 13°C o menos.

Las tierras bajas tropicales de Colombia se localizan con alturas menores de los 1.000 metros, con un promedio de oscilación de temperatura de 24 a 28°C; se encuentran a lo largo de la Costa del Pacífico, de la del Atlántico y en los valles de los ríos Cauca y Magdalena, y en los Llanos Orientales (2).

Los tres millones de cabezas de ganado lechero estimados para Colombia se encuentran en la zona alta montañosa y en la zona intermedia (12). La población de ganado de carne que alcanza, aproximadamente, 19 millones se encuentra en las tierras bajas cálidas y en la zona climática intermedia (12). A pesar de que es reconocido el hecho de que la anaplasmosis y la babesiosis son enfermedades ampliamente difundidas en Co-

* Especialista del Proyecto Especial en Hemoparasitología, Universidad de Texas (A&M). Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 67-13, Cali, Colombia.

lombia y en especial, en la zona de tierras bajas tropicales, se dispone de poca información epidemiológica. En 1974, en total 21 de 24 laboratorios de diagnóstico que dirige el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), comprobaron casos de anaplasmosis, y tanto que 18 laboratorios constataron casos de babesiosis bovina (15).

Kuttler, Adams y Zaraza informaron sobre los resultados de un estudio epidemiológico de anaplasmosis, realizado en 1969, en cinco estaciones experimentales del ICA (8). Las estaciones se encuentran localizadas en diferentes zonas climatológicas, desde 13 hasta 2.600 metros, con temperaturas medias de 28 y 13°C, respectivamente. Se observó una correlación directa entre temperatura media y la prevalencia de anaplasmosis (8). Se presentó prevalencia de 0 por ciento a 2.600 metros; 51 por ciento a 1.200 metros; 63 por ciento a 1.000 metros; 68 por ciento a 450 metros; y 91 por ciento a 13 metros (8). Otras informaciones indican que, a elevaciones de más de 2.600 metros, no se presenta anaplasmosis y babesiosis (4).

Con el fin de seleccionar programas efectivos de prevención y control de anaplasmosis y de babesiosis, se requiere información epidemiológica relacionada con la incidencia y distribución de las dos enfermedades, delimitación de las regiones endémicas de las no endémicas y marginales así como del conocimiento de la población y distribución de vectores, y vectores potenciales.

Estudios epidemiológicos en tres zonas diferentes

Se seleccionaron tres regiones para adelantar los estudios epidemiológicos: 1. Llanos Orientales. 2. Costa Norte, y 3. Valle del Cauca.

Las regiones de los Llanos y la Costa Norte se localizan en la zona de tierras bajas tropicales, en tanto que el Valle del Cauca se encuentra en la zona climática intermedia más baja. Las tres regiones difieren topográfica y ecológicamente y también en cuanto a los sistemas utilizados en el manejo de ganado.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales

Materiales y Métodos

La región en estudio se extiende desde el pie de monte de la Cordillera Oriental Andina hacia el Oriente, en aproximadamente 450 kilómetros, a través del Departamento del Meta y en la Comisaría del Vichada. La región se caracteriza por praderas de sabana y la altura varía de 500 metros, en el pie de monte, a 200 metros, en las sabanas del Vichada. La temperatura promedio anual es de aproximadamente 26°C con precipitación de 3.000 mm. en el pie de monte, a 1.200 mm. en el Vichada. La precipitación se distribuye equitativamente durante la estación húmeda (abril a noviembre), con poca o nula precipitación, durante la estación de sequía (diciembre a marzo) (11). La producción de ganado en las sabanas es de tipo extensivo en pastoreo, es decir, es común la producción con

mínimas prácticas de manejo. Las fincas de 5.000 a 10.000 hectáreas no se consideran como grandes. En el Departamento del Meta se encontró una carga animal de 0,4 cabezas por hectárea (12), en tanto que para la región de los Llanos Orientales, en general, se encontraron cargas de 0,1 a 0,05 cabezas por hectárea (11). La producción de ganado en las sabanas tiende a la producción de animales para matanza, de 3 a 4 años de edad, que se trasladan a la región de pie de monte para engorde en potreros de gramíneas, durante 8-10 meses, antes de llevarlos al matadero. En la región predominan las razas Cebú, Criollo nativo (de origen español) y cruces de Cebú con criollo.

La región en estudio se encuentra en el extremo norte de una zona de colonización, la cual se extiende a lo largo del pie de monte oriental andino, desde Bolivia hasta Colombia, representa "una de las fronteras más activas de colonización agrícola en el interior de América del Sur" (3).

La región en estudio se subdividió en cinco zonas con base en su distancia al pie de monte y en diferencias de manejo del ganado y nivel de administración en las fincas.

Durante el tiempo de estudio se visitaron 37 fincas y se examinó un total de 3.034 cabezas de ganado. Las fincas se seleccionaron con la colaboración del Programa de Desarrollo Ganadero de la Caja Agraria. Las visitas a las fincas se coordinaron con las visitas de rutina del personal de la Caja Agraria, lo cual aseguró la introducción a las fincas y el establecimiento de adecuadas relaciones

de trabajo con los propietarios, administradores y empleados de las fincas.

Cada finca se visitó durante la estación de sequía, de junio a noviembre; la totalidad del hato se muestreó a un nivel mínimo del 10 por ciento; se constató el que la muestra incluyera animales menores de 1 año, de 1-2 años y más de 2 años. Se registró la edad, sexo y raza de cada animal y se recolectaron muestras de suero. Se recogieron garrapatas del ganado infestado para hacer su clasificación posterior; el nivel de infestación de garrapatas se evaluó mediante una modificación de un método descrito anteriormente (7). Los recuentos de garrapatas se efectuaron en la mitad derecha o izquierda del cuerpo del animal; para las garrapatas mayores de 5 mm de diámetro se excluyó el interior de la oreja. En el cuello y hacia el interior de la pata posterior se contaron todas las garrapatas en una área seleccionada de 5 cm² en la cual se localiza el mayor número de estos parásitos. Se contaron todas las garrapatas del interior de una oreja y se hizo distinción entre garrapatas mayores y menores de 5 mm de diámetro. Las garrapatas mayores de 5 mm se consideraron como hembras ingurgitadas, en tanto que las menores de 5 mm se consideraron como larvas, ninfas y adultos machos. La suma total de todas las garrapatas contadas se expresó como el promedio del número de garrapatas por animal por hato. El número total de garrapatas mayores de 5 mm de diámetro, en los recuentos de medio cuerpo y oreja, se expresó como el promedio del número de ga-

garrapatas mayores de 5 mm por animal por hato. Los recuentos individuales por animal se multiplicaron por 2 antes de hacer los cálculos por hato, con el fin de reducir a números enteros los promedios expresados como fracciones.

Con el fin de constatar la presencia de anaplasmosis en las muestras de suero, se utilizó la prueba selectiva de fijación del complemento (FC) (1). Para babesiosis, ocasionada por *Babesia bigemina*, las muestras de suero se sometieron a una modificación previamente descrita (14) de la técnica de FC originalmente descrita (9). Los resultados de las pruebas se clasificaron como reacciones negativas, trazas, ó 1+, 2+, 3+ y 4+. Todas las reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ se consideraron como reactores.

Para cada hato, se llenó un cuestionario diseñado para obtener información acerca de la historia del hato, manejo, prácticas de salud animal e incidencia de diversas enfermedades en el ganado. La información obtenida se utilizó para comprobar la existencia de relaciones estadísticamente significativas entre la prevalencia de anaplasmosis en el hato y un número de variables seleccionadas. Las variables analizadas incluyeron: nivel de infestación de garrapatas; población estimada de venados en la finca; tamaño de la finca; número de cabezas de ganado en la finca; manejo de potreros para incluir pastoreo continuo o de rotación; adición de nuevo ganado al hato durante el pasado año; costos de salud animal por hato para incluir el costo de vacunas, drogas y sal; número de vacu-

naciones por animal por año, codificado de tal manera que se incluyeran 5 vacunas diferentes; y numerosos factores de manejo utilizados para evaluar el nivel de alimentación y codificados para incluir identificación individual de ganado, presencia y condición de corrales, presencia y condición de cercas, presencia y condición de corredores, presencia de sal y cajas de sal, presencia de tractores y equipo, presencia de generador eléctrico, extensión en potreros mejorados y presencia y condición de corredores de aspersión o tanque de baño para el control de garrapatas. El promedio de prevalencia de anaplasmosis y el número promedio de garrapatas por animal en cada una de las 5 zonas de la región en estudio, también se sometieron al análisis con el fin de determinar diferencias estadísticamente significativas entre las zonas, en lo que respecta a prevalencia de anaplasmosis o nivel de infestación de garrapatas.

Resultados

El 75 por ciento de las 3.034 cabezas sometidas a prueba estaba representado por reactores (Cuadro 1). Se presentaron reactores en cada uno de los 37 hatos; 18 hatos presentaron un 75 por ciento o más de reactores y en los otros 19 se presentó un porcentaje de reactores que osciló entre 48 y 74 por ciento. El porcentaje de reactores de *Anaplasma*, en los 37 hatos, osciló entre 48 y 98 por ciento.

Los porcentajes de terneros reactores de *Anaplasma* de 1 a 3 meses y de 4 a 6 meses de edad, sometidos a prueba, fueron de 49 y 82 por ciento,

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de Fijación del Complemento (CF) para anaplasmosis.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia, Junio-Noviembre, 1974.

Hato No.	No. de animales por hato	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1	445	45	42	93%
2	232	113	81	72%
3	484	99	56	57%
4	168	100	57	57%
5	455	108	67	62%
6	380	52	44	85%
7	386	60	40	67%
8	866	74	40	54%
9	254	53	33	62%
10	432	64	33	52%
11	326	85	49	58%
12	1.060	99	97	98%
13	227	94	91	97%
14	1.022	110	103	94%
15	1.309	100	86	86%
16	1.170	98	69	70%
17	1.480	99	91	92%
18	1.006	94	78	83%
19	867	100	75	75%
20	532	60	56	92%
21	523	83	58	70%
22	125	49	48	98%
23	247	70	63	90%
24	1.430	100	74	74%
25	1.340	100	75	75%
26	153	79	72	91%
27	246	87	74	85%
28	244	70	57	81%
29	968	103	83	80%
30	980	100	92	92%
31	620	55	39	71%
32	654	60	37	62%
33	400	100	48	48%
34	293	43	24	56%
35	357	30	19	63%
36	400	100	49	49%
37	545	99	55	56%
Total	22.626	3.034 **	2.262	75% ***

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba CF.

** Representa un tamaño de muestra del 13% del número total de animales en los 37 hatos.

*** Porcentaje de reactores en los 37 hatos.

Cuadro 2. Edades de los reactores a anaplasmosis.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia.
Junio-Noviembre, 1974.

Edad (meses)	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1-3	166	81	49%
4-6	248	203	82%
7-12	454	365	80%
13-24	631	441	70%
< 24	1.491	1.125	76%
Total	2.990	2.215	75%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores en todo el ganado sometido a prueba.

respectivamente (Cuadro 2). En el grupo de 7 a 12 meses se presentó un 80 por ciento de reactores; 70 por ciento en el grupo de 13 a 24 meses; y 76 por ciento en todo el ganado mayor de 24 meses.

Las diferencias de prevalencia de anaplasmosis entre las cinco zonas no fueron significativas (Cuadro 3). Ninguna de las variables seleccionadas para el análisis probó ser significativa en responder por las diferencias de prevalencia de anaplasmosis entre los 37 hatos. Se observó una tendencia, aunque aparentemente no significativa, la cual indica que en un hato el número de reactores de *Anaplasma* se puede asociar con el número de vacunaciones por animal por año; habrá un mayor número de reactores con el mayor número de vacunaciones.

El 42 por ciento del total de animales sometidos a prueba (1.270 de 3.034 animales) fueron reactores a la infección de *B. bigemina* (Cuadro 4). En cada uno de los 37 hatos se presentaron reactores de *Babesia*, 17 hatos presentaron 46 por ciento o más de reactores y 20 hatos de 5 a 41 por ciento de reactores. El porcentaje de reactores de *Babesia*, en los 37 hatos, osciló entre 5 y 94 por ciento.

El 46 por ciento de los terneros, de 1 a 3 meses de edad, estaba representado por reactores de *Babesia*, en tanto que el porcentaje de reactores en terneros de 4 a 6 meses fue de 65 por ciento (Cuadro 5). El porcentaje de reactores, en el grupo de 7 a 12 meses, fue de 65 por ciento; el 48 por ciento para el grupo de 13 a 24 meses; y 30 por ciento para todo el ganado mayor de 24 meses.

Cuadro 3. Variables utilizadas en el análisis estadístico de la prevalencia de anaplasmosis.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia.
Junio-Noviembre, 1974.

Variable	Tipo de análisis	
	Análisis de varianza	Productos de Pearson (Correlaciones)
1. Diferencias en Prevalencia entre las zonas del área en estudio		NS*
2. Nivel de infestación de garrapatas:		
1) Número total de garrapatas por animal		NS
2) Número de garrapatas adultas por animal		NS
3. Población estimada de venados en el área de la finca ...		NS
4. Extensión de la finca en acres		NS
5. Número de animales en la finca		NS
6. Manejo de potreros:		
1) Pastoreo continuo		NS
2) Rotación		NS
7. Adición de nuevo ganado durante el pasado año		NS
8. Costos en salud animal por hato: vacunas, drogas, sal, etc.		NS
9. Número de vacunaciones por animal por año (codificado)		NS
1) Aftosa		
2) Pierna Negra y Septicemia Hemorrágica		
3) Brucelosis		
4) Carbunco o carbón sintomático		
5) Salmonelosis		
10. Factores de manejo (codificados)		NS
1) Identificación individual del ganado		
2) Presencia y condición de los corrales		
3) Presencia y condición de las cercas		
4) Presencia y condición de pasadizos para ganado		
5) Presencia de sal y cajas de sal		
6) Presencia de tractor y equipo		
7) Presencia de generador eléctrico		
8) Número de acres en praderas mejoradas		
9) Presencia y condición de instalaciones de aspersión o tanques de baño para el control de garrapatas.		

* No significativo.

Cuadro 4. Resultados de las pruebas de fijación del Complemento (CF) para Babesia bigemina.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia.

Junio-Noviembre, 1974.

Hato No.	No. de animales en el hato.	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1	445	45	21	47%
2	232	113	36	32%
3	484	99	51	52%
4	168	100	28	28%
5	455	108	20	19%
6	380	52	30	58%
7	386	60	14	23%
8	866	74	12	16%
9	254	53	26	49%
10	432	64	25	39%
11	326	85	41	48%
12	1.060	99	56	57%
13	227	94	44	47%
14	1.022	110	85	77%
15	1.309	100	46	46%
16	1.170	98	46	47%
17	1.480	99	38	38%
18	1.006	94	36	38%
19	867	100	23	23%
20	532	60	48	80%
21	523	83	33	40%
22	125	49	46	94%
23	247	70	54	77%
24	1.430	100	35	35%
25	1.340	100	31	31%
26	153	79	54	68%
27	246	87	36	41%
28	244	70	47	67%
29	968	103	60	58%
30	980	100	59	59%
31	620	55	19	35%
32	654	60	13	22%
33	400	100	24	24%
34	293	43	2	5%
35	357	30	4	13%
36	400	100	8	8%
37	545	99	19	19%
Total	22.626	3.034	1.270	42%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores entre los 3.034 animales sometidos a prueba.

Cuadro 5. Edades de los reactivos a *Babesia bigemina*.
Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia.
Junio-Noviembre, 1974.

Edad (meses)	No. de animales en prueba	No. de reactivos*	Porcentaje de reactivos
1-3	144	66	46%
4-6	254	165	65%
7-12	416	269	65%
13-24	412	197	48%
> 24	660	194	30%
Total	1.880	891	47%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactivos entre los 1.886 animales sometidos a prueba.

Las especies de garrapatas recolectadas durante el estudio fueron: *Boophilus microplus*, *Amblyomma cajennense*, *Amblyomma triste* y *Anocentor nitens* (Cuadro 6). La especie *Boophilus microplus* fue la única garrapata que se encontró en las 37 fincas, en tanto que cada una de las otras especies se encontraron en tres fincas.

Las diferencias en el número de garrapatas entre las cinco zonas comprendidas en el área de estudio, no fueron significativas. Las diferencias en el nivel de infestación de garrapatas entre las fincas consideradas individualmente se relacionaron con el tipo de programa de control de garrapatas empleado y el tiempo transcurrido.

Cuadro 6. Recuentos de garrapatas y especies de garrapatas identificadas.

Estudio epidemiológico en los Llanos Orientales de Colombia.
Junio-Noviembre, 1974.

N° de hatos en estudio	37
N° de animales examinados	3.034
N° promedio de todas las garrapatas/animal	30(2-82)
N° promedio de garrapatas >5mm/animal	4(0-24)

Especies de Garrapatas Identificadas*	Número de hatos en donde fueron encontrados
<i>Boophilus microplus</i>	37
<i>Amblyomma cajennense</i>	3
<i>Amblyomma triste</i>	3
<i>Anocentor nitens</i>	3

* Garrapatas identificadas por el Dr. K. C. Thompson, DMV, Ph.D. Sección de Acarología de Salud Animal, CIAT.

desde la última aspersión o baño del ganado.

Los administradores de siete fincas mencionaron casos de anaplasmosis ocurridos en el año anterior. No se constataron casos de babesiosis. La enfermedad más importante y frecuente en las fincas es un complejo patológico denominado "secadera". Esta condición se presenta con mayor frecuencia durante la estación de sequía y se asocia con un complejo de probables factores, de los cuales la desnutrición, la anaplasmosis y la babesiosis, se consideran como los principales.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte

Materiales y métodos

El estudio epidemiológico en la Costa Norte se realizó en cuatro fincas; tres en el Departamento de Córdoba (en los Municipios de Las Córdobas y Pueblo Nuevo) y una en el Departamento de Sucre (en el Municipio de Sampués). Las fincas se encuentran localizadas en la extensa llanura ondulada de la costa Atlántica que varía en altura, desde el nivel del mar hasta unos pocos cientos de metros. El clima es tropical, con una temperatura promedio anual de 28°C. (2).

Las lluvias se distribuyen uniformemente durante la estación húmeda (abril a noviembre), con una estación de sequía de diciembre a marzo. La producción de ganado es más intensiva que en los Llanos Orientales con una carga animal promedio de

1,9 cabezas por hectárea (2). La extensión promedio de las fincas en la región es de 300-600 hectáreas. Las razas de ganado que predominan son la Cebú, Criollo nativo y diversos cruces de Cebú con Criollo, Holstein y otras razas.

La población de ganado en los Departamentos de Córdoba y de Sucre es de aproximadamente 3 y 1½ millones de cabezas de ganado de carne, respectivamente y en consecuencia están entre los mayores productores de ganado en Colombia (19 millones de cabezas de ganado de carne).

En cada una de las cuatro fincas se seleccionaron 30 vacas preñadas en su sexto a noveno mes de gestación; se identificaron, mediante marbetes insertados en la oreja, hierro de marcar con fuego o número tatuado. De cada vaca se tomó una muestra de suero antes del parto y dos semanas después del parto.

Se presentaron abortos, muerte de varios terneros e infección con otros patógenos en 112 terneros que fueron incluidos en la determinación de cuando se presentó la primera infección con anaplasmosis y 107 terneros cuando el mismo estudio se hizo con babesiosis.

Se tomaron muestras de sangre y de suero, de cada ternero, tan pronto como fué posible después de su nacimiento y posteriormente a intervalos de dos semanas, hasta que los terneros alcanzaron la edad de 6 meses. Se prepararon películas delgadas de sangre teñidas con Giemsa y se exa-

minaron al microscopio para determinar la edad más temprana en la cual se podrían encontrar eritrocitos parasitados y también para determinar el nivel de parasitemia en las semanas subsiguientes. Los promedios de parasitemia de los parásitos *Anaplasma* y *Babesia* se calcularon de tal manera que la semana "0" correspondió a la semana en la cual, por primera vez, se comprobó infección en cada ternero y los niveles subsiguientes de parasitemia corresponden al mismo estado de infección en cada ternero, lo cual permitió observar los máximos promedios de parasitemias.

Se determinó el volumen de hematocritos (volumen de células aglomeradas) (VCA) mediante la técnica del microhematocrito (13). Se calcularon los cambios en los promedios de VCA en tal forma que la semana "0" y las semanas posteriores correspondieron al mismo estado de infección en cada ternero, lo cual permitió observar las máximas disminuciones en el VCA.

Las muestras de suero tomadas de las vacas y terneros se sometieron a la prueba de CF (Complement-Fixation) * para comprobar anaplasmosis (1). Las muestras de suero se sometieron a una modificación previamente descrita (14) de la técnica original de CF con el fin de com-

* En el texto de varios trabajos presentados en el seminario sobre Hemoparásitos celebrado en el CIAT aparece la referencia a la prueba que en inglés se denomina "complement-fixation" y se abrevia en ese idioma con las letras CF. En los textos en español se utiliza la misma abreviatura para mantener la consistencia en su uso ya que internacionalmente la prueba se conoce como CF. N. del Ed.

probar babesiosis (9). Los resultados de las pruebas se clasificaron como reacciones negativas, trazas o 1+, 2+, 3+ ó 4+. Las reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ se consideraron como reactores.

La edad en la cual los terneros son primeramente infectados por *Anaplasma marginale* y por *Babesia bigemina* se determinó mediante los resultados serológicos y de los exámenes del frotis sanguíneo. Las reacciones positivas de la CF que se presentaron en terneros de dos semanas de edad se atribuyeron a la presencia de anticuerpos maternos y no se consideraron como infecciones causadas por *Anaplasma* o *Babesia*.

El efecto de las primeras infecciones con *Anaplasma* y *Babesia* se evaluó con base en el número de eritrocitos infectados y en las disminuciones observadas en los VCA.

Resultados

Noventa y nueve de las 120 vacas preñadas que se sometieron a las pruebas de comprobación de anaplasmosis presentaron reacciones positivas (Cuadro 7). El porcentaje de reactores en las cuatro fincas osciló entre 63 y 100 por ciento, con una prevalencia global de 83 por ciento.

La edad promedio de infección con *Anaplasma* en los 112 terneros de prueba fue de 11 semanas (Cuadro 8). La edad más temprana de infección fue de cuatro semanas y la más tardía de 24 semanas.

Los promedios de parasitemia observados después de la infección con

Cuadro 7. Resultados de la prueba de Fijación del Complemento (CF) para anaplasmosis en vacas preñadas.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Nombre de la finca	No. de vacas examinadas	No. de reactores a la prueba CF*	Porcentaje de reactores CF
Las Delicias	30	23	77%
Sabana Acosta	30	30	100%
La Rebeca	30	19	63%
Nueva Colombia	30	27	90%
Total	120	99	83%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores en las 120 vacas sometidas a prueba.

Anaplasma marginale fueron menores de 1 por ciento durante la primera semana y posteriormente, disminuyeron a menos de 1 eritrocito parasitado por 50 campos de microscopio (Cuadro 9).

Sesenta y ocho de las 120 vacas preñadas que se sometieron a las pruebas de comprobación de babesiosis (*B. bigemina*) fueron reactores (Cuadro 10). El porcentaje de reactores en las cuatro fincas osciló entre 17 y 80

Cuadro 8. Edad de primera infección con *Anaplasma marginale*.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Nombre de la finca	No. de terneros examinados	Edad de primera infección (semanas)	
		Promedio	Rango
Las Delicias	30	11	(6-24)
Sabana Acosta	26	12	(6-18)
La Rebeca	29	12	(4-24)
Nueva Colombia	27	9	(4-16)
Total	112*	11**	

* Todos los terneros fueron infectados al cabo de 24 semanas de edad.

** Edad promedio de infección para los 112 terneros.

Cuadro 9. Parasitemia en terneros después de la primera infección con Anaplasma marginale.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974

Estado de infección (semanas)	Las Delicias Parasitemia (%)		Sabana Acosta Parasitemia (%)		La Rebeca Parasitemia (%)		Nueva Colombia Parasitemia (%)	
	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)
0*	0,36	** (< 0,01-2,90)	0,88	(< 0,01-6,00)	0,54	(< 0,01-2,80)	0,82	(< 0,01-5,80)
+2	0,32	(< 0,01-2,10)	0,38	(< 0,01-2,80)	0,17	(< 0,01-1,40)	0,13	(< 0,01-0,70)
+4	0,03	(< 0,01-0,40)	0,02	(< 0,01-0,15)	0,07	(< 0,01-0,70)	0,06	(< 0,01-0,90)
+6	0,06	(< 0,01-0,70)	0,08	(< 0,01-1,20)	< 0,01	(< 0,01-0,02)	0,10	(< 0,01-1,60)
+8	< 0,01	(< 0,01-0,05)	0,18	(< 0,01-0,10)	< 0,01	(< 0,01-0,07)	0,04	(< 0,01-0,60)
+10	< 0,01	(< 0,01-0,03)	0,03	(< 0,01-0,10)	< 0,11	(< 0,01-1,00)	< 0,01	(< 0,01-0,01)
+12	< 0,01	(< 0,01-0,05)	0,01	(< 0,01-0,10)	< 0,01	(< 0,01-0,01)	< 0,01	(< 0,01-0,13)
+14	< 0,01	(< 0,01-0,01)	< 0,01	(< 0,01-0,02)	< 0,01	(< 0,01-0,02)	< 0,01	(< 0,01-0,02)
+16	< 0,01	(< 0,01-0,05)	< 0,01	(< 0,01-0,03)	< 0,04	(< 0,01-0,13)	< 0,01	(< 0,01-0,04)
+18	< 0,01	(< 0,01-0,03)	< 0,01	(< 0,01-0,03)	< 0,01	(< 0,01-0,01)	< 0,01	(< 0,01-0,01)
+20	< 0,01	(< 0,01-0,01)	< 0,01	(< 0,01-0,03)	< 0,01	(< 0,01-0,01)	< 0,01	(< 0,01-0,01)

* La semana "0" corresponde a la semana en que por primera vez se constató infección con *A. marginale* en cada ternero.

** Una parasitemia de <0,01 indica que no se observaron eritrocitos parasitados en aproximadamente 10.000 células o 50 campos de microscopio.

Cuadro 10. Resultados de las pruebas de Fijación del Complemento para Babesia bigemina en vacas preñadas.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Nombre de la finca	No. de vacas examinadas	No. de reactores a la prueba CF*	Porcentaje de reactores
Las Delicias	30	5	17%
Sabana Acosta	30	18	60%
La Rebeca	30	21	70%
Nueva Colombia	30	24	80%
Total	120	68	57%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores entre las 120 vacas sometidas a prueba.

por ciento con una prevalencia global de infección de 57 por ciento.

con *B. bigemina* fue de dos semanas y la más tardía, de 34 semanas.

La edad promedio de infección *B. bigemina* en los 107 terneros de prueba, fue de 11 semanas (Cuadro 11).

Los promedios de parasitemias observados después de la infección con *B. bigemina* pocas veces excedieron más de un eritrocito infectado por 50 campos de microscopio (Cuadro 12).

La edad más temprana de infección

Cuadro 11. Edad de primera infección con Babesia bigemina.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Nombre de la finca	No. de terneros examinados	Edad de primera infección (semanas)	
		Promedio	(Rango)
Las Delicias	27	15	(4-26)
Sabana Acosta	25	13	(4-34)
La Rebeca	27	8	(2-22)
Nueva Colombia	28	7	(2-12)
Total	107*	11**	

* Todos los terneros fueron infectados al cabo de 34 semanas de edad.

** Edad promedio de infección para los 107 terneros.

Cuadro 12. Parasitemia en terneros después de la primera infección con Babesia bigemina.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Estado de infección (semanas)	Las Delicias Parasitemia (%)		Sabana Acosta Parasitemia (%)		La Rebeca Parasitemia (%)		Nueva Colombia Parasitemia (%)	
	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)
0*	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,03)	<0,01	(<0,01-0,03)	<0,01	(<0,10-0,04)
+2	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,01)
+4	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,10-0,02)
+6	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+8	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,02)	<0,01	(<0,01-0,03)
+10	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+12	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+14	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+16	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+18	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)
+20	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)	<0,01	(<0,01-0,01)

* La semana "0" corresponde a la semana en que por primera vez se constató infección con *B. bigemina* en cada ternero.

** Una parasitemia de <0,01 indica que no se observaron eritrocitos parasitados en aproximadamente 10.000 células o 50 campos de microscopio.

No se observaron disminuciones en los promedios de VCA al calcularlos con base en la edad de los terneros (Cuadro 13). Sin embargo, se observaron disminuciones mínimas en los promedios de VCA al calcularlos con base en el estado de infección con anaplasmosis (Cuadro 14). Las disminuciones en los promedios de VCA se presentaron durante la semana en la cual, por primera vez, se constató anaplasmosis en cada uno de los terneros y durante la segunda semana después de la infección. Las disminuciones observadas fueron mínimas con valores promedio que no bajaron del 30 por ciento. Los valores mínimos observados en el VCA fueron de 11, 14, 21 y 22 por ciento.

Se observó en terneros infección clínica atribuible a infecciones de anaplasmosis y/o babesiosis. Los terneros se observaron débiles y agotados; para cada uno, el VCA fué de 11 y 14 por ciento, respectivamente. Los terneros no se trataron contra anaplasmosis o babesiosis y cuatro semanas después de observados los signos de afección clínica, los animales se recuperaron sin novedad y los valores del VCA retornaron al 30 por ciento o más.

Estudio epidemiológico en el Valle del Cauca

Materiales y métodos

El Valle del Cauca sigue el curso del Río Cauca en aproximadamente 250 kilómetros de sur a norte, a través del Departamento del Valle (2). El Valle se localiza en la zona climatológica intermedia inferior y va-

ría en elevaciones desde aproximadamente 900 metros en la parte plana, a 1.500 metros en las regiones de pie de monte. Las lluvias se distribuyen casi uniformemente a través del año; en los meses de diciembre y enero la precipitación es menor que durante los demás meses del año. En el Departamento del Valle, la población de ganado lechero (850.000 cabezas) es ligeramente mayor a la de ganado de carne (600.000 cabezas) (12). Los hatos lecheros se encuentran tanto en la zona climatológica intermedia y pie de monte, como también en la zona climatológica templada, en las regiones montañosas de las cordilleras a lado y lado del valle. Los productores de ganado lechero consideran que es peligroso el traspaso del ganado de la zona alta montañosa al valle y pie de monte y atribuyen las pérdidas a la anaplasmosis y/o babesiosis; se han constatado pérdidas hasta del 50 por ciento. En consecuencia, el ganado lechero sólo se traslada de la zona montañosa al valle cuando va rumbo al matadero. Una práctica de manejo corriente entre los productores de ganado lechero es la de tener los terneros en confinamiento hasta la edad de 6 a 10 meses y posteriormente, pasarlos a los potreros. Se ha informado que, durante los primeros meses de pastoreo, frecuentemente se observa anaplasmosis y babesiosis clínica en los terneros.

Durante el estudio se visitaron seis hatos lecheros que se encuentran entre 930 y 1.100 metros; dos de los hatos se localizan en el extremo sur del valle, tres en el tercio medio y uno en el extremo norte del valle. Para cada hato se obtuvo información

Cuadro 13. Volúmenes de hematocritos en terneros durante la primera infección con Anaplasma marginale y Babesia bigemina.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974

Edad de los terneros (semana)	Las Delicias Hematocrito (%)		Sabana Acosta Hematocrito (%)		La Rebeca Hematocrito (%)		Nueva Colombia Hematocrito (%)	
	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)
2	39	(34-45)	37	(31-42)	38	(30-48)	40	(37-45)
4	40	(32-48)	39	(30-43)	40	(30-48)	38	(32-43)
6	41	(26-48)	39	(12-46)	42	(33-48)	38	(35-43)
8	38	(22-46)	37	(11-47)	39	(21-46)	35	(14-46)
10	39	(28-52)	34	(19-45)	40	(29-47)	35	(23-51)
12	39	(28-51)	35	(19-46)	40	(26-48)	34	(15-51)
14	38	(24-48)	36	(25-48)	41	(34-48)	37	(30-49)
16	42	(32-51)	35	(22-47)	41	(35-48)	38	(27-46)
18	41	(28-48)	34	(28-46)	40	(30-47)	39	(31-46)
20	40	(33-51)	36	(29-46)	40	(33-45)	38	(29-42)
22	42	(32-49)	35	(28-43)	41	(31-50)	39	(32-49)
24	39	(33-51)	34	(25-42)	41	(31-51)	40	(35-50)
26	42	(35-47)	34	(24-38)	40	(35-45)	38	(32-48)
28	42	(35-50)	35	(28-40)	40	(36-47)	38	(31-44)
30	42	(32-50)	35	(32-40)	42	(36-45)	38	(34-43)
32	41	(37-45)	36	(32-40)	38	(31-45)	39	(35-43)
34	40	(33-46)	35	(30-39)	*	(- -)	37	(35-40)
36	41	(36-46)	37	(34-42)	-	(- -)	38	(35-41)

* No hubo información disponible.

Cuadro 14. Volúmenes de hematocritos en terneros durante la primera infección con Anaplasma marginale y Babesia bigemina.

Estudio epidemiológico en la Costa Norte de Colombia.

Noviembre 1973-Julio 1974.

Tiempo de infección (semanas)	Las Delicias Hematocrito (%)		Sabana Acosta Hematocrito (%)		La Rebeca Hematocrito (%)		Nueva Colombia Hematocrito (%)	
	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)	Promedio	(Rango)
-8	40	(34-48)	40	(32-44)	42	(33-46)	—	(— —)
-6	41	(35-47)	40	(33-46)	42	(34-46)	41	(37-45)
-4	42	(34-46)	39	(33-46)	42	(33-47)	39	(32-46)
-2	42	(32-48)	39	(32-47)	42	(36-48)	41	(37-46)
0*	34	(22-44)	30	(11-40)	36	(21-44)	31	(14-45)
+2	37	(27-52)	33	(22-48)	38	(26-48)	35	(23-51)
+4	41	(28-51)	35	(22-48)	41	(33-50)	35	(25-51)
+6	41	(32-51)	36	(28-47)	42	(36-51)	38	(28-49)
+8	42	(33-51)	35	(23-46)	42	(36-48)	38	(30-46)
+10	42	(32-49)	36	(24-50)	40	(30-47)	38	(26-46)
+12	40	(33-50)	34	(25-41)	41	(37-45)	38	(32-45)
+14	41	(32-49)	34	(30-39)	41	(37-46)	40	(33-49)
+16	42	(33-49)	33	(29-39)	40	(31-45)	40	(31-50)
+18	41	(35-45)	36	(33-42)	39	(36-43)	39	(31-48)
+20	41	(32-50)	35	(30-40)	39	(36-43)	37	(32-43)

* Semana "0" corresponde a la semana en que por primera vez se constató infección con *A. marginale* en cada ternero.

acerca de su historia, precauciones sanitarias y prácticas de manejo. Se recolectaron muestras de suero en un mínimo de 10 por ciento de los animales del hato.

Las muestras de suero se sometieron a la prueba de CF, al igual que en los estudios anteriores, para comprobar anaplasmosis y babesiosis (*B. bigemina*). Los resultados de las pruebas se clasificaron en forma similar a los estudios anteriores.

Resultados

Los resultados de las pruebas de CF para anaplasmosis indicaron que el porcentaje de reactores fue de 71 por ciento (305 cabezas) del total del ganado en prueba (432 cabezas). El porcentaje de reactores de *Anaplasma* en las seis fincas osciló entre 60 y 96 por ciento.

El 23 por ciento de los terneros entre 1 y 6 meses de edad fue reactor de *Anaplasma*, en tanto que el porcentaje de reactores, para los terneros de 7 a 12 meses, fue de 63 por ciento (Cuadro 16). El 73 por ciento del grupo de animales entre 13 y 24 meses de edad fue reactor y para el ganado mayor de 24 meses, el porcentaje de reactores fue de 83 por ciento.

Los resultados de las pruebas de CF para *B. bigemina* indicaron que el porcentaje de reactores fue de 75 por ciento (319 cabezas) entre los 428 animales de prueba (Cuadro 17). El porcentaje de reactores de *B. bigemina* en las seis fincas osciló entre 59 y 100 por ciento.

El 27 por ciento de los terneros entre 1 y 6 meses de edad fue reactor de *B. bigemina*, en tanto que el porcentaje de reactores en los terneros de 7 a 12 meses fue de 58 por ciento

Cuadro 15. Resultados de las pruebas de Fijación del Complemento para anaplasmosis.

Estudio epidemiológico en el Valle del Cauca, Colombia.
Marzo 1973-Febrero 1974.

Hato No.	No. de animales en el hato	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1	383	88	79	90%
2	300	23	22	96%
3	186	28	20	71%
4	196	32	23	72%
5	300	30	22	73%
6	243	231	139	60%
Total	1.608	432	305	71%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores en los 432 animales sometidos a prueba.

Cuadro 16. Edad de los reactores a Anaplasma.

Estudio epidemiológico en el Valle del Cauca, Colombia.

Marzo 1973-Febrero 1974.

Edad (meses)	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1-6	60	14	23%
7-12	64	40	63%
13-24	70	51	73%
> 24	146	121	83%
Total	340	226	67%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores en los 340 animales sometidos a prueba.

(Cuadro 18). El 70 por ciento de los animales del grupo de 13 a 24 meses fue reactor y para el ganado mayor de 24 meses, el porcentaje de reactores fue de 94 por ciento.

DISCUSION*Estudio de los Llanos*

Los resultados demuestran que la anaplasmosis es endémica y que está

Cuadro 17. Resultados de las pruebas de Fijación del Complemento para *Labesia bigemina*.

Estudio epidemiológico en el Valle del Cauca, Colombia.

Marzo 1973-Febrero 1974.

Hato No.	No. de animales en el hato	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1	383	88	81	92%
2	300	23	23	100%
3	186	28	25	89%
4	196	31	29	94%
5	300	30	27	90%
6	243	228	134	59%
Total	1.608	428	319	75%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores entre los 428 animales sometidos a prueba.

Cuadro 18. Edades de reactores de Babesia bigemina

Estudio epidemiológico en el Valle del Cauca, Colombia.

Marzo 1973-Febrero 1974.

Edad (meses)	No. de animales en prueba	No. de reactores*	Porcentaje de reactores
1-6	60	16	27%
7-12	50	29	58%
13-24	77	54	70%
> 24	139	131	94%
Total	326	230	71%**

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores entre los 326 animales sometidos a prueba.

distribuida casi uniformemente en la región estudiada de los Llanos. Además, se encontró un 75 por ciento de prevalencia de reactores de *Anaplasma*; una diferencia no significativa en el número de reactores entre las cinco zonas de la región estudiada, y una presencia de 82 por ciento de reacto-

res en el grupo de 4 a 6 meses de edad. El alto porcentaje de reactores de *Anaplasma* entre los terneros jóvenes (49 y 82 por ciento en el grupo de 1 a 3 y 4 a 6 meses, respectivamente) indica que la infección en los terneros se inicia a temprana edad, cuando los anticuerpos maternos y la resis-

Cuadro 19. Estudio epidemiológico de la anaplasmosis y la babesiosis bovina en las tierras bajas tropicales de Colombia.

Noviembre 1973-Febrero 1975.

Región de estudio	No. de animales en prueba	Porcentaje de reactores* Anaplasma marginale	Porcentaje de reactores* Babesia bigemina
Llanos Orientales	3.034	75%	42%
Costa Norte	232	91%	77%
Valle del Cauca	432	71%	75%
Total	3.698	75%**	48%***

* Reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+ de la prueba de CF.

** Porcentaje de reactores de anaplasmosis entre los 3.698 animales sometidos a prueba.

*** Porcentaje de reactores de *Babesia bigemina* entre los 3.698 animales sometidos a prueba.

tencia natural amortiguan la severidad de la infección.

La disminución del porcentaje de reactivos de 82 por ciento en el grupo de 4-6 meses a 76 por ciento, en el grupo de más de 24 meses, indica que es menos frecuente la exposición a la infección en el grupo de ganado de mayor edad o que algunos de los animales más viejos fueron portadores subclínicos los cuales no fueron constatados como reactivos. El bajo número de fincas que informó tener casos clínicos de anaplasmosis, durante el pasado año, es un indicador más de que la mayoría del ganado adquiere la infección a temprana edad, cuando la resistencia a la enfermedad clínica es máxima y que la reexposición posterior ocurre con tal frecuencia que pocos son los animales que presentan susceptibilidad total a la anaplasmosis clínica.

Es probable que la prevalencia uniformemente alta de reactivos de *Anaplasma* no hubiera permitido observar la relación entre la prevalencia de anaplasmosis y las variables incluidas en el análisis estadístico. La cercana relación significativa entre prevalencia y el número de vacunaciones por animal por año, justifica un mayor análisis. La práctica de vacunación de todo el ganado del hato contra fiebre aftosa cada 4-6 meses (práctica común en los Llanos y en casi toda Colombia), puede ser un medio efectivo de transmisión de enfermedades causadas por hemoparásitos.

El 42 por ciento de prevalencia de reactivos de *B. bigemina* en los Lla-

nos indica que, aunque un gran porcentaje de ganado se encuentra infectado, el 58 por ciento permanece susceptible a la babesiosis clínica. Los datos señalan una situación inestable en la cual se podría esperar que ocurrieran casos clínicos de babesiosis en ganado nativo. Sin embargo, en ninguna de las 37 fincas se registraron casos clínicos de babesiosis para el año anterior. La alta disminución de reactivos de *Babesia* —de 65 por ciento en el grupo de 7-12 meses de edad a 30 por ciento en el grupo mayor de 24 meses— indica que una gran proporción del ganado no adquiere reinfección después de la primera o que un alto porcentaje del ganado más viejo es portador subclínico que no fue comprobado por la prueba de CF. Se puede esperar que la prueba de CF compruebe la infección con *B. bigemina* hasta un máximo de cuatro meses después de una única infección(10). Además, las pruebas positivas de transmisión han indicado que el número de casos subclínicos de babesiosis pueden ser mayores que lo indicado por la prueba de FC (5). El 30 por ciento de prevalencia de *B. bigemina* en el ganado de los Llanos, mayor de 24 meses (como lo indicaron las pruebas de FC), se considera como un valor menor al porcentaje real de ganado infectado debido a que, posiblemente, muchos animales fueron portadores subclínicos.

La variación de 5 a 94 por ciento en el número de reactivos de *Babesia*, entre los 37 hatos del estudio, indicó que la ocurrencia potencial de babesiosis se asocia con el traspaso de ganado de un hato con baja prevalencia a un hato con alta prevalencia.

Es difícil evaluar las pérdidas monetarias que causan la anaplasmosis y babesiosis en la producción de ganado en los Llanos, en virtud de que no se dispone de datos confiables de morbilidad y mortalidad y de que la evaluación debe tener como base la información obtenida de los propietarios y administradores de las fincas; en consecuencia, depende de la habilidad del administrador para diferenciar la anaplasmosis y babesiosis de otras enfermedades. Además, el manejo de tipo extensivo, frecuentemente, permite que se presente ganado agudamente enfermo que muere antes de ser observado. La prevalencia de anaplasmosis y de babesiosis en la región de los Llanos indica que se pueden presentar casos clínicos en el ganado más viejo, el cual no fue expuesto a la infección a temprana edad o en ganado que no se ha reexpuesto; en consecuencia, ha perdido su inmunidad. El ganado susceptible, proveniente de zonas no endémicas, estaría sujeto a la exposición y enfermedad clínica al introducirlo a regiones endémicas.

Es necesario clarificar cuál es el papel que cumple la anaplasmosis y la babesiosis en el complejo denominado "secadera". La secadera se menciona con mayor frecuencia como la única enfermedad importante en las 37 fincas y se indica que ocurre más frecuentemente durante la estación de sequía, en asociación con un estrés nutricional. El síndrome se caracteriza por la pérdida continua de peso, acompañada de anemia. Se indica que la anaplasmosis y la babesiosis están presentes en casi todos los casos y se consideran como factores cau-

sales importantes, junto con el estrés nutricional.

En cada una de las 37 fincas visitadas se identificaron garrapatas de la especie *Boophilus microplus*; su distribución fue muy uniforme a través del área de estudio, como lo indican las diferencias no significativas de los recuentos de garrapatas en las cinco zonas. La baja frecuencia de ocurrencia de las otras tres especies de garrapatas identificadas indicó que su importancia es limitada como vectores o vectores potenciales de anaplasmosis y/o babesiosis. Es necesario determinar el efecto de la variación climatológica anual (como ocurre durante las estaciones de lluvia y de sequía) sobre la infestación de garrapatas en el ganado de los Llanos, con el fin de evaluar en forma precisa la posibilidad de brotes de babesiosis debido a la inestabilidad en la población de vectores. Se pueden esperar situaciones epidemiológicas inestables cuando las poblaciones de garrapatas se reducen natural o artificialmente a tan bajos niveles que la frecuencia de transmisión es insuficiente para mantener la infección en animales jóvenes cuando son más altos los valores de inmunidad pasiva y resistencia natural (6).

Estudio de la Costa Norte

Los valores de 83 por ciento de prevalencia de reactivos de *Anaplasma* entre las vacas preñadas y de 100 por ciento de infección en todos los 112 terneros de prueba, en el estudio de la Costa Norte, indicaron que la anaplasmosis es endémica en las cuatro fincas incluidas en el estudio. En la

Estación Experimental del ICA, en Turipaná, la cual está centralmente localizada con relación a las cuatro fincas del estudio, Kuttler, Adams y Zaraza sometieron 151 animales a pruebas para comprobar anaplasmosis y encontraron 91 por ciento de reactivos (8). Los resultados descritos por Kuttler, *et al.* y los resultados de las cuatro fincas, reflejan la alta prevalencia de anaplasmosis en la región e indican que esta enfermedad es altamente endémica en la Costa Norte.

La edad promedio de infección de terneros con anaplasmosis y babesiosis (11 semanas), indicó que los terneros adquieren la infección a temprana edad, cuando los anticuerpos maternos y la resistencia natural proporcionan su máxima protección contra el desarrollo de la enfermedad clínica y severa. La ocurrencia de sólo dos casos de enfermedad "aparentemente" clínica entre los terneros; los bajos valores de parasitemia de *Anaplasma* y *Babesia*; y las disminuciones mínimas en los promedios de VCA, indican que los terneros no fueron severamente afectados por las infecciones y que la recuperación fue rápida.

El 100 por ciento de infección en los 107 terneros con *B. bigemina* indicó que la babesiosis ocasionada por este patógeno fue endémica en las cuatro fincas estudiadas y que el valor de 57 por ciento de reactivos encontrados entre las 120 vacas preñadas que se sometieron a las pruebas fue probablemente inferior al valor real de prevalencia de infección. El bajo número de reactivos entre las vacas preñadas se le atribuyó a la

incapacidad de la prueba de CF para encontrar portadores subclínicos. Las pruebas positivas de transmisión con ganado negativo a la prueba de FC (5) y el período de tiempo relativamente corto en el que la prueba CF puede comprobar infección con *B. bigemina*, después de una única infección (10), indicó que el ganado negativo a la prueba CF puede estar infectado subclínicamente.

Estudio del Valle del Cauca

El 71 por ciento de prevalencia de anaplasmosis y el 75 por ciento de prevalencia de babesiosis (*B. bigemina*) en las seis fincas incluidas en el estudio, indican que tanto la anaplasmosis como babesiosis pueden ser endémicas en el Valle del Cauca. La distancia entre las seis fincas y su localización en el norte, sur y porción media del valle indican que, probablemente, la distribución de las enfermedades en la región es uniforme.

La alta prevalencia de anaplasmosis y babesiosis en el ganado mayor de 24 meses de edad (83 y 94 por ciento, respectivamente) señala la importancia de que se presente infección temprana en terneros, cuando la resistencia es máxima, y la probabilidad de que se presenten infecciones clínicas en terneros que se tienen en confinamiento hasta los 6-10 meses de edad, cuando la acción de los anticuerpos maternos y la resistencia natural han disminuido.

Se comprobó el peligro de que se presente infección clínica en ganado susceptible proveniente de regiones no endémicas que es introducido al valle.

Es necesario proporcionar protección a los terneros que se mantienen en confinamiento hasta los 6-10 meses de edad y al ganado susceptible que proviene de regiones no endémicas.

RESUMEN

Los porcentajes de prevalencia de reactores de *Anaplasma*, en las tres regiones de estudio localizadas en los Llanos Orientales, Costa Norte y Valle del Cauca, fueron de 75, 91 y 71 por ciento, respectivamente (Cuadro 19); los porcentajes de prevalencia de reactores de *B. bigemina* en las tres regiones de estudio fueron de 42, 77 y 75 por ciento, respectivamente. La prevalencia y distribución similar de reactores de *Anaplasma* en los Llanos Orientales, indica que la anaplasmosis es endémica en toda la región estudiada. La prevalencia de infección de *B. bigemina* en los Llanos indica que la región es endémica; sin embargo, la amplia variación de prevalencia (5 a 98 por ciento) entre los 37 hatos estudiados, indica que la enfermedad no se distribuye uniformemente en la región.

Aunque en general, los tamaños de muestra son inadecuados para las regiones, la prevalencia de reactores de *Anaplasma* y *B. bigemina* en las cuatro fincas de la Costa Norte y en las

seis fincas del Valle del Cauca indica que la anaplasmosis y la babesiosis son, probablemente, endémicas en ambas regiones.

Se constató la importancia de exponer los terneros a la infección a temprana edad, cuando la inmunidad pasiva y la resistencia natural proporcionan la máxima protección contra la enfermedad clínica y la necesidad de dar protección al ganado susceptible que se introduzca en las tres regiones.

Las 37 fincas de los Llanos Orientales se visitaron nuevamente durante la estación de sequía y se volvieron a tomar muestras de los hatos para constatar cambios de prevalencia y determinar la incidencia de anaplasmosis y babesiosis. Igualmente, se encuentra en proceso de reevaluación el grado de infestación de garrapatas para determinar si las variaciones climatológicas anuales afectan el nivel.

En la actualidad, las muestras de suero recolectadas en las tres regiones de estudio están bajo prueba para constatar *B. bigemina* y *B. argentina* mediante la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes, con el fin de determinar si la prevalencia de *B. bigemina* es mayor que la indicada por la prueba de CF y determinar la prevalencia de *B. argentina*, la cual se considera igualmente importante y diseminada en Colombia

BIBLIOGRAFIA

1. Anónimos: (1958). A Manual for Conducting the Complement-Fixation. Test for Anaplasmosis. United States Department of Agriculture, Washington, D.C.
2. Atlas de Colombia: (1969). Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 2a. Edición, Bogotá, D.E.
3. Brunnschweller, D.: (1972). 4. The Llanos frontier of Colombia. Latin American Studies Center. Monograph No. 9. Center for International Programs. Michigan, East Lansing, Mich. 1-63.
4. CIAT: Animal Health Records. Animal Health Program. Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.
5. Curnow J.A.: (1973). Studies on the Epizootiology of Bovine Babesiosis in Common Border Areas of New South Wales and Queensland. Aust. Vet. J., 49: 294-297.
6. Food and Agricultural Organization of the United Nations: (1972). FAO/OIE Ad Hoc. Consultation on Control of Protozoal Tick Borne Diseases of Cattle. Nairobi, Kenya, October 2-7, 1-27.
7. Harley, K.L.S. y Wilkinson, P.R.: (1964). A comparison of Cattle Tick Control by "Conventional" Acaricidal Treatment, Planned Dipping and Pasture Spelling: Aust. J. Agric. Res., 15: 841-853.
8. Kuttler, L.L., Adams, L.G. y Zaraza H.: (1970). Estudio Epizootológico del *Anaplasma marginale* y del *Trypanosoma theileri* en Colombia. Revista ICA 5: 137-148.
9. Mahoney, D.F.: (1962). Bovine Babesiosis: Diagnosis of Infection by a Complement-Fixation Test. Aust. Vet. J. 38, 44-52.
10. Mahoney, D.F. y Ross, D.R.: (1972). Epizootiological Factors in the Control of Bovine Babesiosis. Aust. Vet. J.: 48: 292-298.
11. Mullenax, C.H., Plaxico, J.S. y Spain, J.M.: (1969). Alternative Beef Production Systems for the Eastern Plains of Colombia. Special Report N° 1, CIAT, Cali, Colombia, 1-36.
12. Programas Ganaderos: (1974-1975). Ministerio de Agricultura, Bogotá, D.E. Colombia.
13. Schalm, O.W.: (1965). 4. Veterinary Hematology. 2a. Ed. Lea and Febiger, Philadelphia, Penn.
14. Todorovic, R.A., Viscaíno, O.G. y Adams L.G.: (1971). The Detection of Babesial Antibodies by the Complement-Fixation Technique. Revista ICA 6(3): 213-233.
15. Valencia, G. R.: (1974). Diagnósticos de Anaplasmosis y Babesiosis en Bovinos Reportados por los Centros de Diagnóstico durante el período 1966-1974. Servicio de Diagnóstico, Instituto Colombiano Agropecuario.

EL DIAGNOSTICO DE BABESIOSIS EN AUSTRALIA

D. F. Mahoney *

El medio ambiente australiano

En Australia se presentan tres especies de *Babesia* en animales domésticos: *Babesia argentina* y *B. bigemina* en ganado, y *B. canis* en perros. *B. canis* ocasiona una condición enfermiza muy leve en perros y es de menor importancia. Esta especie atrae poco la atención de los investigadores y no es del caso discutir en este artículo los aspectos relacionados con esta especie. Los parásitos del ganado se encuentran presentes en Australia tropical y subtropical, en asociación estrecha con la distribución de *Boophilus microplus*, único vector presente en el continente. *B. argentina* es la responsable de más del 90 por ciento de los brotes de babesiosis y es económicamente más importante que el *B. bigemina*. Ambos parásitos se encuentran uniformemente distribuidos en el área enzoótica.

Los dos factores que controlan la distribución de *B. microplus* son a) clima y b) legislación. El vector se encuentra distribuido en la parte norte y oriente del continente hasta el

límite sur del Estado de Queensland como se ilustra en el área sombreada de la Figura 1. El principal factor que controla su desplazamiento hacia el centro del continente es el clima junto con las leyes de control de enfermedades que obligan a los ganaderos a controlar las garrapatas de su ganado para trasladarlo de zonas infestadas de garrapatas a zonas libres del vector. Estas leyes no permiten la diseminación de las garrapatas a las zonas libres en donde, probablemente, pueden sobrevivir lo suficiente para ocasionar brotes de babesiosis. Sin embargo, el control mediante leyes tiene poco efecto sobre el desplazamiento de garrapatas en las regiones vecinas a esta línea divisoria y que es el resultado de la variación climática. En la zona enzoótica, existen aproximadamente nueve millones de cabezas o 30 por ciento de la población ganadera total de Australia. La zona enzoótica no se encuentra uniformemente infestada de garrapatas sino que es un complejo mosaico de zonas con diferente densidad de población de garrapatas como resultado de diversos factores como son las condiciones climáticas y edafológicas locales, resistencia del ganado a las garrapatas, carga animal y prácticas de manejo.

* CSIRO, División de Salud Animal, Long Pocket Laboratories, Meiers Road, Indooroopilly, Queensland 4068, Australia.

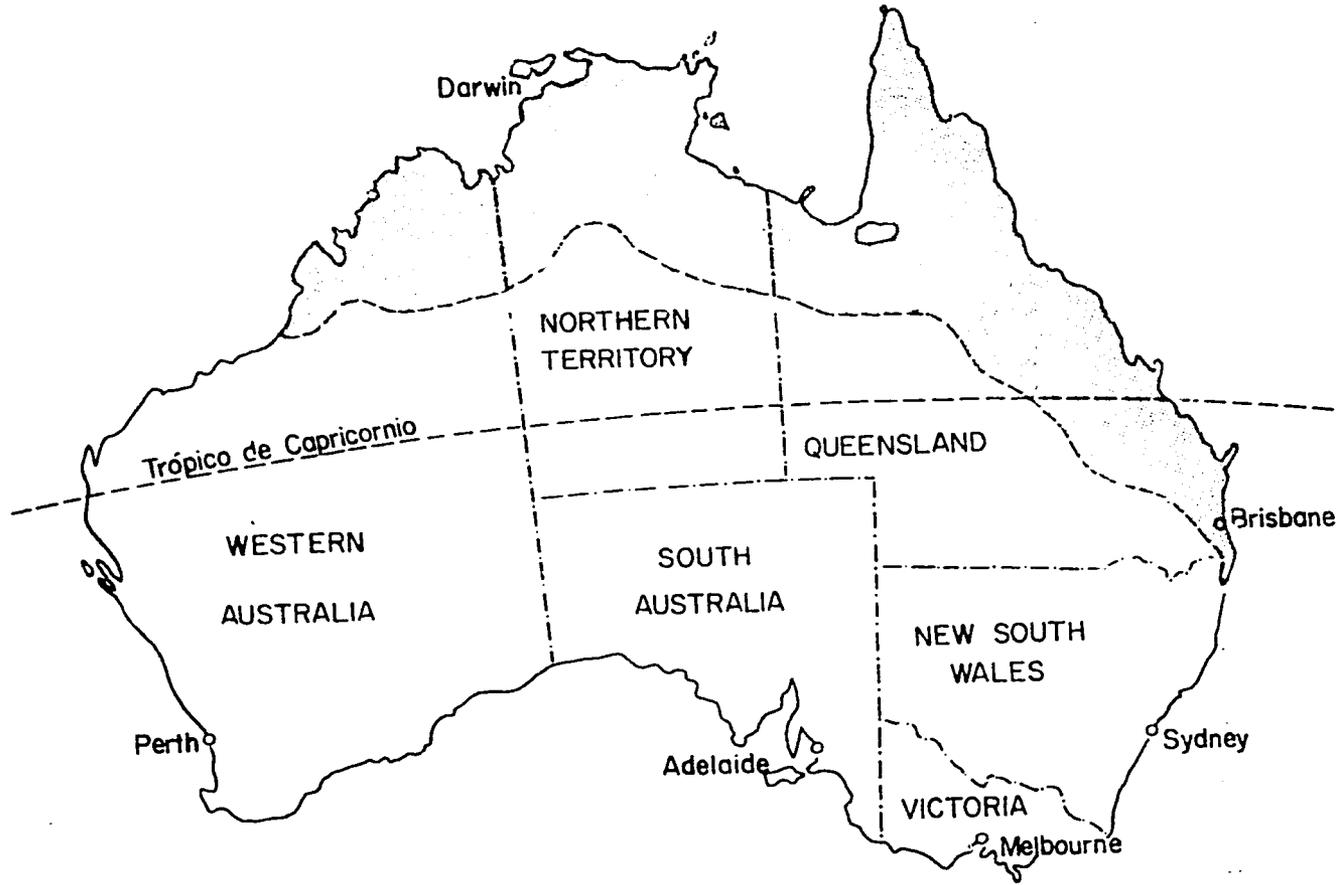


Fig. 1. Mapa de Australia el cual muestra la distribución de *Boophilus microplus*

Algunas áreas localizadas, como la que muestra la Figura 1 al norte de Queensland, se encuentran virtualmente libres de garrapatas.

Las prácticas de manejo varían en su nivel de sofisticación. En el trópico norte las unidades de explotación son generalmente grandes (extensiones expresadas en kilómetros cuadrados en lugar de hectáreas) y al ganado lo reúnen aproximadamente cuatro veces al año. Bajo estas condiciones, son los factores climatológicos los que ejercen influencia sobre las poblaciones de garrapatas y no la intensidad del control artificial. Hacia el sur —en las áreas subtropicales cálidas— las fincas son de menor extensión, las prácticas de manejo son mejores y el control de vectores se puede realizar a cualquier nivel de intensidad. En estas áreas, un ganadero puede reducir la infestación de garrapatas en su hato a un nivel tal que la presencia del parásito no se pone de manifiesto para el observador casual, mediante la aplicación adecuada de los procedimientos de control establecidos. Sin embargo, el control de garrapatas en las fincas es voluntario.

La pequeña extensión marcada en negro (Figura 1), al sur de los límites de Queensland, es una región en la cual el vector se ha erradicado casi completamente y marca el límite sur de infestación de garrapatas en el continente. Es una zona cálida y húmeda, altamente favorable para la reproducción de garrapatas. Tiene aproximadamente 800.000 cabezas de ganado, las cuales se mantienen bajo estrictas medidas de cuarentena, con relación a infestación de garrapa-

tas e infección de babesiosis. Desde hace varios años, las poblaciones de garrapatas en esta región se mantienen muy bajas y la prevalencia de babesiosis en el ganado nativo es casi nula. La diseminación de garrapatas hacia el sur se previene mediante esta área de cuarentena, pero el problema radica en que las garrapatas y *Babesia* se reintroducen continuamente de las áreas enzoóticas hacia el norte. Los focos de infección de garrapatas y/o *Babesia* se erradican inmediatamente mediante tratamientos con acaricidas y matanza de los animales infectados.

El diagnóstico de babesiosis clínica

El reconocimiento de una condición aguda de la enfermedad es de suma importancia en la situación descrita en la sección anterior. Se presenta en diversidad de circunstancias:

- a) Introducción de animales a regiones enzoóticas provenientes de regiones no enzoóticas.
- b) Emigración de animales de áreas localizadas, libres de garrapatas, dentro de la zona enzoótica.
- c) Diseminación de garrapatas fuera de sus límites geográficos normales en estaciones favorables que no se presentan con frecuencia.
- d) Introducción accidental de garrapatas a regiones no enzoóticas al trasladar el ganado.
- e) Reducción local de infestación de garrapatas, dentro de la región enzoótica, mediante su control artificial y posteriormente, suspensión de las medidas de control.

f) Ocurrencia ocasional en ganado infectado debido a una ruptura de la inmunidad en su reexposición.

Cuando se presenta una enfermedad la cual clínicamente se asemeja a la babesiosis, se debe identificar el organismo en virtud de que existen otras enfermedades que se pueden confundir con babesiosis. En consecuencia, el examen al microscopio de diversos tipos de frotis es la piedra angular de los procedimientos de diagnóstico de la enfermedad aguda. Es cierto que los médicos clínicos proceden a emplear medidas de control basados en evidencias clínicas, pero se considera esencial su confirmación mediante exámenes de frotis, en virtud de que corrige errores en el diagnóstico, los cuales, de otra manera, desacreditarían los procedimientos de control establecidos: también, proporciona los datos necesarios sobre prevalencia para el beneficio de las autoridades en control de enfermedades. No es conveniente que los exámenes de frotis sean hechos por médicos veterinarios individualmente,

puesto que su experiencia en esta área no se puede comparar con la del personal científico de los laboratorios de diagnóstico.

Los frotis son de tipo grueso o delgado. Los frotis delgados se toman de la sangre periférica y/o de los órganos viscerales. Los frotis gruesos se toman de la sangre periférica. Cuando se comenzó a utilizar el frotis de capas gruesas se presentaron dificultades para observar organismos de *B. argentina*. Se encontró que la Giemsa debe contener una alta proporción de Azur B en relación con otros tintes a base de Azur, con el fin de teñir claramente este parásito. Las muestras satisfactorias se caracterizaron por un espectro de absorción particular (Mahoney y Saal, 1961) y entonces, fue cuestión de seleccionar productos adecuados de la gama de polvos de Giemsa disponibles en el comercio.

En el siguiente cuadro (Anon, 1972), se presentan los frotis recomendados para los diversos tipos de material de campo:

Animales disponibles

Agudamente enfermos
(i) varios animales

(ii) sólo 1 animal

Frotis apropiados

— Frotis delgado de sangre capilar extraída del extremo de la cola (de la mayor cantidad posible de animales).

— Frotis de sangre en capas delgadas o gruesas.

Animales recién muertos (sin evidencias de descomposición)

- Frotis delgado de sangre de cualquier extremidad.
- Frotis de los siguientes órganos en orden de preferencia:
 - Riñón
 - Músculo del corazón
 - Bazo
 - Hígado
 - Cerebro

Animales en diversos estados de descomposición

- Frotis delgado de sangre tomada de las extremidades.
- Frotis de los siguientes órganos en orden de preferencia:
 - Bazo
 - Cerebro
 - Músculo del corazón
 - Riñón
 - Hígado

Animales subagudamente enfermos o animales en recuperación.

- Frotis delgado o grueso de sangre de la mayor cantidad posible de animales.

En la interpretación de los frotis es importante considerar la abundancia de parásitos. En los frotis de ganado sano infestado de garrapatas se pueden observar organismos de las especies *B. argentina* y *B. bigemina*. El número de organismos de *B. argentina* por capa gruesa varía entre 1 y 100 y en capas delgadas se pueden encontrar 1 ó 2 después de 15-20 minutos de búsqueda. En frotis gruesos de animales enfermos, generalmente se observan de 1 a 10 parásitos por campo de aceite de inmersión y en frotis de capas delgadas se observa 1 en

cada 5-20 campos de aceite de inmersión. Se debe considerar en forma similar la densidad de parásitos en frotis de órganos. Por ejemplo, en el cerebro de portadores sanos, se puede encontrar *B. argentina* en pequeñas cantidades pero, en el de animales enfermos, los capilares se encuentran hinchados con células rojas infectadas o por lo menos, contienen un número significativo de organismos. Si se constata solamente la presencia de *B. bigemina* la interpretación del examen es frecuentemente difícil en virtud de que este parásito

rara vez causa enfermedad en Australia. Sólo se debe tener en cuenta si se encuentran infectados más del 1 por ciento de los eritrocitos y tal vez si se observa una menor cantidad de organismos, pero acompañada por síntomas de anemia. Sin embargo, las decisiones acerca de la importancia de este parásito siempre se oscurecen, por el hecho de que muy pocas veces éste causa enfermedad.

DIAGNOSTICO CON RELACION A LA EPIZOOTIOLOGIA

A) La utilización de frotis gruesos

El descubrimiento de que organismos de *Babesia* se pueden encontrar en capas gruesas de la sangre periférica de animales portadores sanos (Mahoney, 1962), condujo a un estudio sistemático de la prevalencia de parásitos en el ganado. En ausencia de una reinfección, se observaron recaídas subclínicas de parasitemia a intervalos de varias semanas, en animales portadores, durante períodos de 2-4 años. Sin embargo, en hatos enzoóticos expuestos a la reinfección continua, la prevalencia de parasitemia que es posible constatar aumentó desde 0 al momento del nacimiento hasta 50-60 por ciento entre 1 y 2 años de edad y luego disminuyó, a medida que los animales envejecían. Estas curvas de prevalencia de parásitos, por grupo de edad, siempre presentaron este patrón general aunque se observaron diferentes niveles de prevalencia. Estos resultados condujeron a la conclusión de que, con la babesiosis, ocurre un estado de superinfección; también, condujeron a la

adaptación de un modelo epidemiológico utilizado en malaria para el análisis de la situación con *Babesia* (Mahoney, 1969). Los resultados indican que la tasa de transmisión de *Babesia*, en regiones permanentemente infestadas de garrapatas, es baja y de aproximadamente una vez cada 100-200 días para cada animal. Los resultados permitieron visualizar las conclusiones de trabajos posteriores acerca de la dinámica de transmisión que explicaron cómo la susceptibilidad del hato a la babesiosis se desarrolla cuando el ataque de las garrapatas permanece bajo (Mahoney y Ross, 1972).

B) Utilización del diagnóstico serológico

1) El riesgo que representa la babesiosis

Al igual que otras enfermedades transmitidas por vectores, la babesiosis es una paradoja para los ganaderos. El control eficiente del vector es económicamente deseable pero su implementación reduce la tasa de transmisión de *Babesia* a un nivel inferior al requerido para mantener la inmunidad del hato. El desarrollo de un grupo susceptible dentro de un hato se presenta inadvertidamente, en virtud de que un ganadero no tiene forma de constatarlo hasta que se presente la enfermedad, o sea, muy tarde para la prevención de la enfermedad. En consecuencia, la babesiosis es una enfermedad temida por el ganadero.

La dinámica de esta situación depende de los siguientes factores:

a) La inmunidad, después de una infección, perdura por años; en consecuencia, los animales susceptibles provienen de una sola fuente: terneros que se crían sin exposición a la infección (Mahoney, Wright y Mirre, 1973).

b) Diversos factores protegen a los terneros de la enfermedad clínica du-

rante períodos variables después de su nacimiento; el límite de este período es probablemente nueve meses. Este es el período máximo en el cual los terneros deben permanecer libres de la infección de *B. argentina* en un medio infestado de garrapatas.

c) Para que se presente la estabilidad enzoótica, la infección debe ocu-

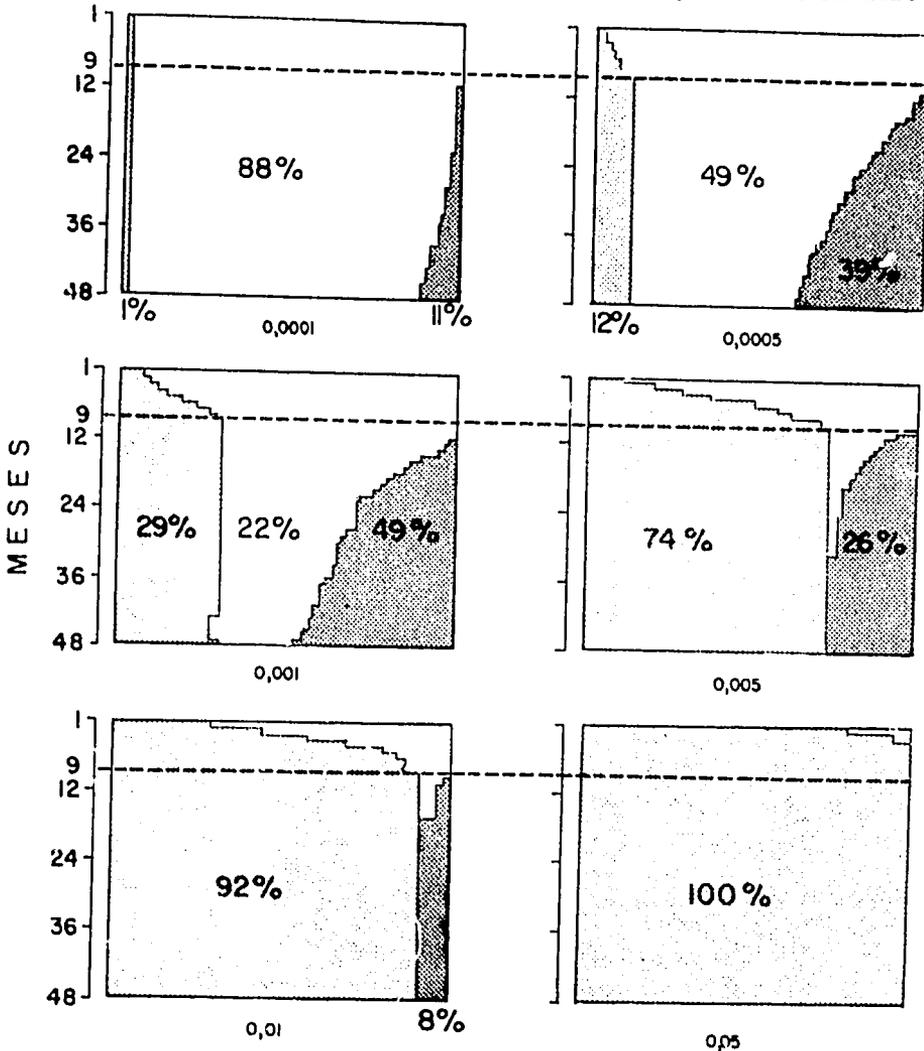


Fig. 2. Representación esquemática de la forma como se desarrollan grupos susceptibles e inmunes en hatos, con promedios constantes de probabilidades diarias de infección con *Babesia argentina* en el rango de 0,0001 a 0,05 (sombra clara = infectado antes de 9 meses de edad; sombra oscura = infectado después de 9 meses de edad; blanco = no infectado).

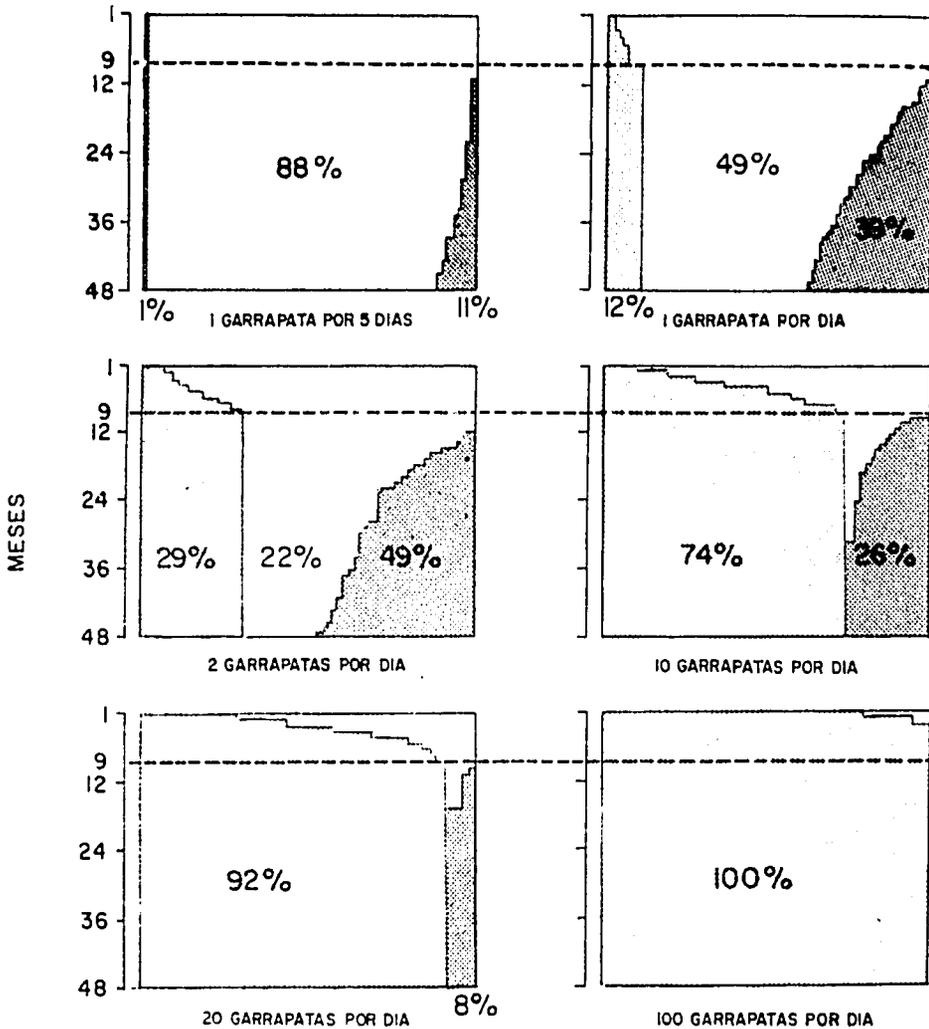


Fig.3. Probabilidad de infección con *Babesia argentina* convertida al número equivalente de picadas diarias por garrapata para cada animal (los sombreados deben interpretarse igual a los de la Fig. 2).

rrir a una tasa determinada, de tal manera que todos los terneros se expongan a la infección, por lo menos, una vez antes de los nueve meses de edad. Esta tasa se puede expresar como una probabilidad promedio diaria. Es un simple ejercicio matemático demostrar que la probabilidad diaria de infección, para cada animal

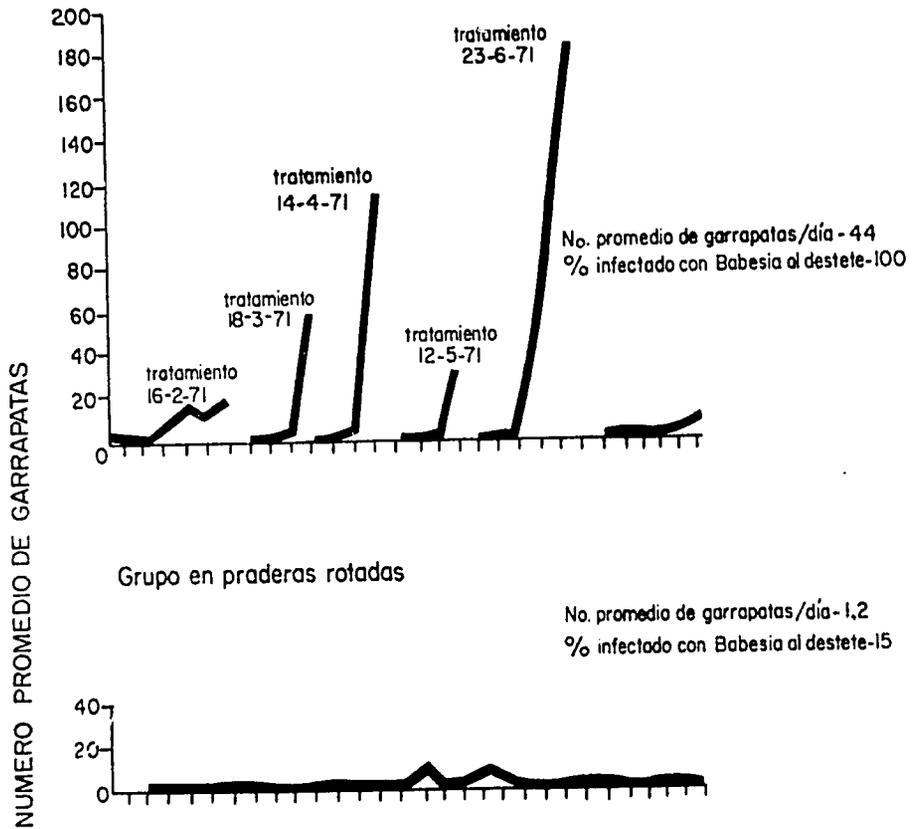
en un hato, debe ser aproximadamente de 0,01 para que todos los terneros adquieran la infección para cuando tengan nueve meses de edad (Mahoney y Ross, 1972). Las probabilidades reales de infección encontradas en el campo serán mayores o menores que 0,01 lo cual depende del número de garrapatas en el medio.

La Figura 2 muestra cómo se desarrollan grupos de animales susceptibles e inmunes en hatos expuestos a un promedio constante de probabilidad diaria de infección entre 0,0001 y 0,05. Cada diagrama se obtiene mediante computador que simula la ocurrencia de babesiosis en un hato de 100 terneros, desde su nacimiento hasta los cuatro años de edad. Cada animal se expone a una probabilidad de infección diaria seleccionada y se ubica en una de las tres categorías: infectado antes de nueve meses de edad (sombreado tenue), infectado después de nueve meses de edad (sombreado oscuro) y no infectado (blanco). Esta probabilidad de infección diaria se basará en la edad del animal y en el resultado de la exposición. Los porcentajes muestran la proporción del grupo original de 100 terneros en cada categoría, después de cuatro años. El bloque sombreado oscuro, en la Figura 2, representa el riesgo de ocurrencia de brotes de babesiosis y alcanza un máximo con probabilidades cercanas a 0,001 y disminuye a probabilidades menores. Sin embargo, a estas bajas probabilidades, la porción susceptible se desarrolla rápidamente, pero, en virtud de que el riesgo de enfermedad clínica es bajo, se desarrollaría una situación peligrosa sin que lo advierta el ganadero.

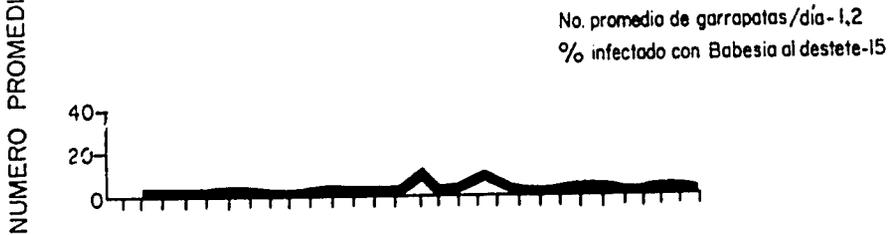
La Figura 3 muestra cada probabilidad que pudiera existir convertida a su equivalente en número de picadas diarias de garrapatas por animal. La base de esta conversión es la de que la probabilidad diaria de infección se puede representar por el número de picadas de garrapatas por animal por

día/proporción de garrapatas infectadas con *B. argentina*. Las observaciones de campo en hatos de *Bos taurus* demostraron que lo anterior es del orden de 0,0005. Estas cifras, junto con las cifras del nivel de infestación de garrapatas y el desarrollo de susceptibilidad del hato, se observaron en experimentos a corto plazo con ganado *B. taurus*. Sin embargo, el ganado cruzado *B. indicus* requirió mayores niveles de infestación de garrapatas para producir similares tasas de transmisión. Por ejemplo, la Figura 4 muestra la infestación de garrapatas en tres grupos de ganado experimental mantenidas con diferentes niveles de infestación que se evaluaron mediante recuentos semanales de garrapatas adultas (Wharton y Utech, 1969). También, se muestra el porcentaje de terneros en cada hato que se encontró infectado con *B. argentina* al momento del destete (7-9 meses de edad). Los grupos en potreros pastoreados continuamente y en potreros con descanso fueron integrados con animales de razas derivadas de *B. taurus* y sus tasas de infección con *Babesia* estuvieron acordes con las predicciones de la Figura 3. Por otra parte, el ganado cruzado *B. indicus* (grupo resistente a las garrapatas) con 7 garrapatas/cabeza/día, no mostró infección en terneros al momento del destete, aunque un nivel similar de infestación de garrapatas, en ganado *B. taurus*, infectaría entre el 30 y 70 por ciento de los terneros antes de los nueve meses de edad. Obviamente, la tasa de infección de *Babesia* en la población de garrapatas en desarrollo sobre el grupo *B. indicus*, fue menor que en *B. taurus*.

Grupo en praderas no rotadas



Grupo en praderas rotadas



Grupo resistente a las garrapatas

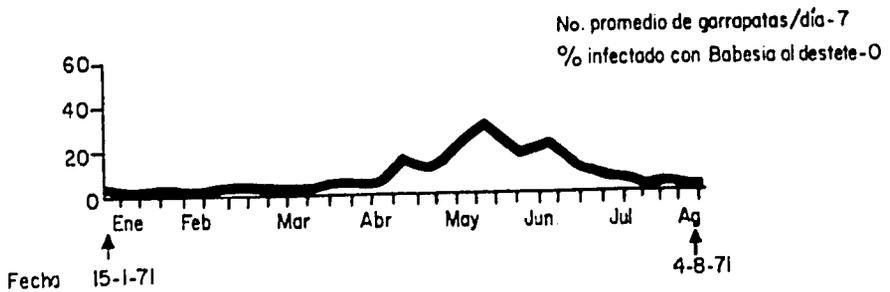


Fig. 4. Infestación de garrapatas en 3 grupos de ganado experimental evaluada mediante conteos semanales de garrapatas adultas.

Estos diagramas demuestran que una información importante para conocer acerca de la babesiosis enzoótica es la proporción de terneros que se infectan antes de cumplir nueve meses de edad. Si la proporción es de 75 a 100 por ciento, la situación epizootiológica debería permanecer estable; si es menor del 75 por ciento, es posible que la enfermedad se torne inestable y en consecuencia, es necesario vacunar para eliminar este riesgo. La prueba serológica es el único método práctico para determinar las tasas de infección en el ganado joven de un hato. En Australia, el interés por la serología de babesiosis surgió a raíz de tres consideraciones principales: 1) diseño de un método de investigación para estudiar la dinámica de transmisión de *Babesia*; 2) obtención de un medio para ayudar a los ganaderos a predecir los riesgos de babesiosis clínica, después de la aplicación de programas de control de garrapatas; y 3) erradicación de infecciones subclínicas de hatos en cuarentena por infestación de garrapatas y/o infección de babesiosis (de uso más especializado en el área de erradicación de garrapatas).

2) *Evaluación de las pruebas serológicas*

a) *Fijación del complemento (CF)*

En la prueba de FC se utilizó un antígeno simple y sin refinar. El único refinamiento fue la concentración de eritrocitos parasitados mediante el uso de una solución salina hipotónica (Mahoney, 1967). Las cé-

lulas infectadas con *B. argentina* son más resistentes a la lisis osmótica que las células no infectadas; generalmente, las soluciones de sal al 0,4-0,5 por ciento permiten que las células infectadas permanezcan intactas. Posteriormente, se pueden recuperar mediante centrifugación. El antígeno de FC se prepara a partir de la suspensión concentrada de células infectadas mediante lisis en agua destilada y la mezcla de parásitos-estroma se puede recuperar mediante centrifugación.

Las características de la prueba de FC son: a) se presenta aproximadamente un 2 por ciento de reacciones positivas falsas en ganado no infectado. Sin embargo, se presentan pocas reacciones cruzadas entre especies de *Babesia*; b) sensibilidad considerablemente baja. La prueba es un indicador confiable de infección subclínica sólo durante los primeros 4-8 meses del período de portador. Las cantidades de anticuerpos se reducen a un nivel por debajo del detectable, antes que la infección desaparezca (Mahoney, 1964).

La sensibilidad de la prueba se reduce aún más en la situación enzoótica debido a que los animales jóvenes, protegidos por los anticuerpos del calostro, desarrollan infecciones leves. La formación de anticuerpos se disminuye debido, en primer lugar, a la presencia de anticuerpos transferidos pasivamente y en segundo lugar, por el poco estímulo antigénico de la infección leve. Se encontró que la prueba de CF tiene un valor muy limitado en las investigaciones epidemiológicas de babesiosis enzoótica.

Sin embargo, se utilizó en forma extensiva y efectiva en estudios realizados en la zona de erradicación de New South Wales y también en la erradicación de nuevos focos de infección (Watts, 1969; Curnow, 1973a). Se presume que esto fue posible en virtud de que la situación no tenía carácter enzoótico, y todo el ganado infectado experimentó alta estimulación antigénica y produjo altos niveles de anticuerpos cuya presencia fue constatada.

b) *La prueba indirecta de hemaglutinación (IHA)*

Esta prueba se ensayó por primera vez a comienzos de la década del sesenta con antígenos solubles simples y sin refinar, pero se consideró que, al utilizar esta modalidad de antígenos se tenían pocas ventajas sobre la prueba de CF (Curnow y Curnow, 1967). Sin embargo, la purificación del material antigénico de los extractos del parásito resultó en un mejoramiento de su sensibilidad; en 1970, la prueba se utilizó en los laboratorios para el diagnóstico rutinario de infecciones con *B. argentina*.

Se dispone actualmente de dos antígenos serológicamente diferentes. Uno se obtiene del material soluble presente en el interior de los eritrocitos infectados y que se libera mediante lisis en agua destilada. El otro antígeno se obtiene del material soluble que se libera mediante desintegración sónica de una suspensión de parásitos-estroma (Goodger, 1971). En ambos casos, el último paso de purificación incluye la filtración del gel en Sephadex G200 y el antígeno

se recupera en la fracción de alto peso molecular presente en el volumen de micción de la columna. En un comienzo, el porcentaje de reacciones positivas falsas con suero proveniente de ganado no infectado, fue de 2-8 por ciento. Sin embargo, mediante diversos procedimientos de rutina se redujeron estas reacciones a un nivel de aproximadamente 0,5 por ciento. Estos procedimientos de rutina son:

1. No se permite que el suero permanezca en el coágulo de un día para otro sino que se transfiere después de varias horas; generalmente, representa una dificultad en las pruebas de suero en el campo.

2. Antes de la prueba, el suero es absorbido con los eritrocitos de oveja tratados con ácido tánico y aldehído, y también con una fracción preparada de eritrocitos bovinos normales mediante el mismo método utilizado para preparar el antígeno de *Babesia*.

En experimentos bajo condiciones de laboratorio con ganado libre de garrapatas, pero inoculado artificialmente con *B. argentina*, se observó que las titulaciones de la prueba de HA persistieron durante años. En estas condiciones, su sensibilidad para constatar infección subclínica fue de 100 por ciento y las reacciones cruzadas con antisuero de *B. bigemina* se presentaron durante un corto período después de la infección del donador. Sin embargo, en hatos enzoóticos sujetos a la infestación continua de garrapatas, se obtuvo ocasionalmente un resultado negativo en un animal joven el cual se demostró infectando, mediante la subinoculación de su san-

gre, a un ternero esplenectomizado. La incidencia de tales reacciones negativas falsas es de 2,5 por ciento. Otra fuente de error en las pruebas de campo es la presencia de anticuerpos del calostro que persisten en los terneros de madres inmunes, durante aproximadamente dos meses después del nacimiento (Goodger y Mahoney, 1974a). Con *B. bigemina*, la evaluación de la prueba con ganado experimental también presentó un 100 por ciento de eficiencia en la comprobación de infección subclínica, pero, en hatos del área enzoótica, se observó una alta incidencia de reacciones negativas falsas en ganado hasta de 12 meses de edad.

En consecuencia, la prueba de HA es un método de diagnóstico de *B. argentina* altamente eficiente y se considera ideal para adelantar estudios sobre la incidencia de este parásito, no sólo debido a su alta eficiencia de diagnóstico sino también por la cantidad de muestras que se pueden procesar.

Desafortunadamente, no se obtuvo una eficiencia similar en el diagnóstico de *B. bigemina* en áreas enzoóticas de Australia, posiblemente, debido a la naturaleza extremadamente débil de la infección con este parásito la cual ocasiona un leve estímulo antigénico en el hospedante. También, puede ser cierto que aún no se ha aislado el antígeno más eficiente.

c) *Prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (PIAF)*

También, la prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (PIAF) se

utiliza rutinariamente en Australia para el diagnóstico de infecciones con *B. argentina*. Su popularidad se basa, en buena parte, en la facilidad de preparación y preservación del antígeno y simplicidad de la técnica. En pruebas diseñadas para evaluar su eficiencia de diagnóstico, la prueba de PIAF constató una proporción alta de infecciones subclínicas (97,6 por ciento). Desafortunadamente, dio el mayor porcentaje de reacciones positivas falsas en ganado no infectado (3,8 por ciento), en comparación con las otras dos pruebas de laboratorio (Johnston, Pearson y Leatch, 1973a). Por esta razón y debido a la dificultad comparativa de realizar simultáneamente varias pruebas de PIAF, el laboratorio prefirió la prueba de HA para el diagnóstico de *B. argentina*. También se investigó una prueba denominada "labelled anticomplement fluorescent antibody test" y se encontró que su eficiencia para comprobar infecciones de *B. argentina* es igual a la prueba PIAF. Puede ser útil para constatar infecciones de *Babesia* en animales silvestres debido a que sus reactivos específicos de antiglobulina no se encontrarían disponibles para las pruebas PIAF (Johnston, Pearson y Leatch, 1973b). Ninguno de los grupos de investigadores australianos ha estudiado exhaustivamente el uso de la técnica PIAF para el diagnóstico de *B. bigemina*, presumiblemente debido a la menor importancia de este parásito.

d) *Pruebas de aglutinación*

En Australia, se desarrollaron dos pruebas sencillas de aglutinación. La primera se diseñó para constatar *B.*

bigemina mediante el uso de una suspensión de parásitos-estroma teñida con Giemsa y preservada en formol. Como método general de diagnóstico, fue inferior a la prueba de CF pero mostró evidencias de especificidad de cepas (Curnow, 1973b). No se ha explorado totalmente su potencial como método de análisis de variación antigénica de *B. bigemina*.

Se desarrolló una prueba de campo para el diagnóstico de *B. bigemina* como complemento del trabajo epizootiológico descrito con anterioridad, la cual demostró que el estado epizootiológico de un hato se puede evaluar a partir de las determinaciones de la tasa de infección, en terneros de aproximadamente nueve meses de edad. Para este tipo de estudios de control de enfermedades, las pruebas de laboratorio fueron muy costosas y difíciles de manejar. La prueba utiliza partículas de latex como portadoras del antígeno; se desarrolla en plasma obtenido por centrifugación en una centrífuga portátil. La evaluación de la prueba, en infecciones de laboratorio, demostró su superioridad con relación a la prueba de CF debido a que se constataron infecciones subclínicas hasta 19 meses después de la infección y el porcentaje de reacciones positivas falsas, con animales no infectados, fue de 2,8 por ciento. Sin embargo, en hatos del área enzoótica

con bajos niveles de garrapatas y alta proporción de animales jóvenes no infectados, el porcentaje de reacciones positivas falsas fue de 12,5 por ciento (Goodger y Mahoney, 1974b). A pesar de esta limitación, esta prueba, se considera adecuada para estudios a nivel de hato y como guía de programas de control de babesiosis, en fincas en las cuales se sospecha el riesgo de la presencia de la enfermedad pero que no presentan problemas causados por la misma.

e) *La prueba de aglutinación de células infectadas*

La prueba de aglutinación de células infectadas es un método especializado que se desarrolló para el análisis de la variación antigénica de *B. argentina*. Es una prueba de poco interés para el diagnóstico, en virtud de su marcada especificidad en cuanto a cepas (Curnow, 1968). Se basa en el hecho de que los parásitos de cada recaída de parasitemia portan un antígeno altamente específico el cual recubre la superficie de la célula infectada. Cada población de recaída en el animal individual es diferente con respecto a este antígeno. Sin embargo, se considera que este sistema antígeno/anticuerpo tiene algo que ver con la protección del animal y en la actualidad existe un gran interés por esta reacción.

BIBLIOGRAFIA

1. Anon. (1972). *Field Officers' Manual*, Division of Animal Health, Department of Primary Industries, Queensland, 102.
2. Curnow J.A. y Curnow, B.A. (1967). *Aust. Vet. J.* 43: 286.
3. Curnow, J.A. (1968). *Nature, Lond.* 217: 267.
4. Curnow, J.A. (1973a). *Aust. Vet. J.* 49: 284.
5. Curnow, J.A. (1973b). *Aust. Vet. J.* 49: 290.
6. Goodger, B.V. (1971). *Aust. Vet. J.* 47: 251.
7. Goodger, B.V. y Mahoney, D.F. (1974a). *Aust. Vet. J.* 50: 246.
8. Goodger, B.V. y Mahoney, D.F. (1974b). *Aust. Vet. J.* 50: 250.
9. Johnston, L.A.Y., Pearson, R.D. y Leatch, G. (1973a). *Aust. Vet.* 49: 418.
10. Johnston, L.A.Y. Pearson, R.D. y Leatch, G. (1973b). *Aust. Vet. J.* 49: 421.
11. Mahoney, D.F. (1962). *Aust. J. Sci.* 24: 310.
12. Mahoney D.F. (1964). *Aust. Vet. J.* 40: 369.
13. Mahoney, D.F. (1967). *Expl. Parasit.* 20: 232.
14. Mahoney, D.F. (1969). *Ann. Trop. Med. Parasit.* 63: 1.
15. Mahoney, D.F. y Saal, J.R. (1961). *Aust. Vet. J.* 37: 44.
16. Mahoney, D.F. y Ross, D.R. (1972) *Aust. Vet. J.* 48: 202.
17. Mahoney, D.F., wright, I.G. y Mirre, G.B. (1973). *Ann. Trop. Med. Parasit.* 67: 197.
18. Watts, R.M. (1969). *Aust. Vet. J.* 45: 437.
19. Wharton, R.H. y Utech, K.B.W. (1969). *Prod. 2nd. Int. Congr. Acarol., 1969: 347.*

VACUNACION CONTRA BABESIOSIS EN AUSTRALIA

L. L. Callow *

En el presente trabajo se hace un breve recuento de la historia de la babesiosis en Australia. Posteriormente, se incluye información más detallada acerca del desarrollo de procedimientos de vacunación el cual se presenta en dos partes: 1) enfoque utilizado antes de 1964; y 2) modernización de los métodos que se inicia a partir de 1964 y continúa en la actualidad. Al final, se presenta una discusión acerca del papel y efectividad de la vacunación en Australia.

Historia de la Babesiosis en Australia

La babesiosis se introdujo en Australia, proveniente de Indonesia, durante el siglo pasado. Los primeros brotes de babesiosis se registraron en 1880-81 cerca de Darwin. Durante los siguientes 10 años, la enfermedad atravesó Australia hacia áreas de mayor desarrollo en el Oriente; en 1890, ocasionó pérdidas al noroccidente de Queensland. Durante los siguientes 10 años, la babesiosis se extendió 1.000 millas más hacia el sur y oriente hasta que, en 1900, se localizó en Brisbane, cerca del límite sur de

Queensland. Durante este tiempo, la infección fue muy virulenta y se estima que durante este período murieron tres millones de cabezas en Queensland. Sin embargo, también fue un período de avances considerables en el conocimiento de la enfermedad. La enfermedad australiana se identificó con la "Fiebre de Texas" (babesiosis) de Norte América. Los investigadores australianos tomaron rápidamente los resultados de experimentos de inoculación de sangre; en 1897, se practicó la vacunación como medida de protección del ganado.

La enfermedad también se extendió de su foco original, cerca a Darwin hacia el occidente, pero en forma más lenta, probablemente debido a que el desarrollo de las áreas de Australia Occidental permaneció relativamente estático. Poco tiempo después de 1900 la epidemia llegó a su fin; con excepción de Australia Occidental, la diseminación de babesiosis terminó, probablemente debido a que el vector *Boophilus microplus* ocupó para entonces todas las áreas ecológicamente adecuadas para su supervivencia. La babesiosis no se estableció en forma permanente en regiones

* Centro de Investigación de Babesiosis, Wacol, Queensland 4076, Australia.

más secas o más frescas que se encuentran al sur y occidente de la región la cual se convirtió en área enzootica de la enfermedad.

El hecho histórico más importante ocurrió durante el período 1930-1940 cuando se demostró que en Australia existían dos especies de *Babesia* y no una. Hasta entonces, las pérdidas siempre se atribuyeron a *B. bigemina*, pero, después de que Legg demostró la presencia de una especie pequeña denominada *B. argentina*, se concluyó que era el principal agente causal de babesiosis clínica en Australia.

Inmunización antes de 1964

El proceso de inmunización tuvo gran popularidad y éxito entre 1897 y 1900 cuando se utilizó contra la babesiosis que se extendía rápidamente. Al detenerse la epizootia, la necesidad de vacunación disminuyó drásticamente debido a que el ganado de las áreas infectadas se murió o bien, se recuperó. Sin embargo, varios años después, surgió nuevamente la necesidad de vacunar. Parte del ganado que nació después de la epidemia se encontró que era susceptible debido a la inestabilidad enzootica. También, requirió protección el ganado que se introdujo de regiones libres de garrapatas a las regiones del norte y oriente en las cuales se estableció *B. microplus* en forma definitiva. La inmunización fue practicada por personas no especializadas, en sus propias fincas, o por personal adiestrado en laboratorios del gobierno, cuando el ganado de especial valor requería tratamiento.

En general, se utilizó el sistema portador-donador. El ganado se sometía a inoculaciones artificiales o se seleccionaba de un hato naturalmente infectado. Después de que los síntomas de babesiosis aguda desaparecían se tomaban muestras de sangre para vacuna y se diluían en solución de citrato o se removía su fibrina. Esta sangre "recuperada" produjo reacciones menos severas en el ganado receptor que la sangre "aguda". Se utilizaron dosis hasta de 5 ml. Antes de determinar que en Australia existía *B. argentina*, no se puede asegurar cuáles especies de parásitos proporcionaron los donadores de vacuna. Los donadores mantenidos en laboratorios, probablemente, portaron sólo *B. bigemina* durante mucho tiempo. Sin embargo, es un hecho que los donadores mantenidos en fincas y expuestos al ataque de garrapatas transmitían *B. argentina* y también, posiblemente, *A. marginale*. En términos generales, el método se aceptó durante un largo período hasta la década de 1950-60, cualquiera que fuese la condición de los donadores. En 1957, aproximadamente, se presentó un fracaso con la vacuna, lo cual estimuló la realización de investigaciones de laboratorios para determinar la efectividad de la misma. Con prontitud se estableció que 5 ml de sangre por dosis no siempre contenía suficientes parásitos para infectar los animales receptores. Se observó variabilidad entre los donadores y también fluctuaciones en la infectividad de la sangre de donadores individuales.

Sólo se puede especular acerca de las razones por las cuales el fracaso de las vacunas no se consideró ante-

riormente como problema. Sin embargo, es posible que durante la década 1950-60, la inestabilidad enzoótica aumentara debido a la reducción de la población de garrapatas. Esto se debió a un cambio de los acaricidas arsenicales a los hidrocarburos clorinados más efectivos. Como consecuencia de lo anterior, una mayor cantidad de ganado susceptible habría aumentado la presión por vacunas protectoras, lo cual reveló su deficiencia inherente.

Desarrollo de los métodos utilizados después de 1964

Las investigaciones iniciales acerca de la infectividad fueron básicas para el desarrollo de la nueva vacuna. Después de que se demostró que la sangre tomada de portadores-donadores tenía un 70 por ciento de efectividad, al utilizarla en condiciones óptimas de laboratorio, se realizaron experimentos de dilución con sangre altamente infectiva con el fin de determinar a qué nivel se perdía la infectividad. Al utilizar diluciones de diez en diez no se detectó un punto de descenso marcado en la infectividad. Sin embargo, no resultaron infectados todos los animales que se inyectaron subcutáneamente con 10^5 organismos de *B. argentina*; esta información se utilizó en la determinación final de la dosis.

Otra información inicial útil para el desarrollo de la nueva vacuna fue la respuesta a la dosis; se encontró que la respuesta a la dosis es lineal y en consecuencia, permitió predecir el tiempo de iniciación de la reacción, con la condición de que se conociera el número de organismos inyectados.

Por ejemplo, para las cepas normales de vacunas que se inyectan subcutáneamente, la relación es de aproximadamente:

<i>Parásitos inoculados</i>	<i>Tiempo hasta la reacción (días)</i>
10^8	6
10^7	8 — 9
10^6	11 — 13

Como resultado de estas primeras observaciones, se desarrolló una vacuna con 10^7 organismos de *B. argentina* y se advirtió a los usuarios que se deberían tomar precauciones contra reacciones severas durante la segunda semana después de la inoculación y especialmente, entre los días 8 y 10. La dosis se estableció en 10^7 parásitos, principalmente debido a que es 100 veces la dosis en la cual se comienza a perder la infectividad y además, permitía un margen de error considerable.

Preparación de los Parásitos

Con el fin de obtener suficientes parásitos para preparar una vacuna altamente infectiva, obviamente se requería utilizar parasitemias primarias. Antes de 1964, la vacuna siempre se preparó a partir de ganado de 1-2 años de edad, con sus bazo intactos. La primera vacuna altamente infectiva se preparó en un ternero de varias semanas de edad al cual se le practicó la esplenectomía. La sangre que contenía aproximadamente 7×10^7 *B. argentina*/ml se tomó de la vena yugular y se diluyó a 10^7 por dosis. La cepa se transfirió en serie a través de terneros esplenec-

tomizados y cada ternero de la serie se utilizó como donador de vacuna.

Desde 1964 hasta la presente, hicieron ciertas modificaciones al método, como resultado de observaciones continuas de la producción y uso de la vacuna. En consecuencia,

1. *B. argentina* se adaptó durante el paso en serie en terneros esplenectomizados, con dos efectos observables:

a) Las parasitemias fueron mayores a medida que disminuyó la predilección de *B. argentina* por la circulación visceral.

b) La virulencia del parásito disminuyó para el ganado normal (al cual no se le practicó la esplenectomía).

2. Al infectar los terneros en forma estándar mediante la inyección de 10^9 parásitos por vía intravenosa, el parásito se multiplicó en tal forma que a los cuatro días la sangre contenía más de 10^8 parásitos/ml y estaba lista para la recolección.

3. A medida que aumentó la demanda por la vacuna, se requerían más parásitos que se obtuvieron mediante la canulación de la arteria carótida, junto con una transfusión. Los terneros sobrevivieron a este procedimiento y se encontró que se podrían hacer recolecciones similares en días posteriores. En ocasiones, se obtuvo mayor cantidad de parásitos durante la segunda y tercera recolección, en comparación con la primera.

4. En un intento por producir una mayor cantidad de parásitos, a partir

de un solo ternero, se utilizaron corticosteroides como supresores de la inmunidad. Así, se produjeron parasitemias mayores, pero la práctica se abandonó eventualmente debido a que su utilización pareció estar asociada con dos efectos deletéreos:

a) Una tendencia de los terneros a morir de una condición aguda, caracterizada por coagulación intravascular antes de lograr la recolección de la vacuna.

b) Un fracaso de la vacuna, después de utilizar parásitos expuestos a la cortisona, lo cual indica alguna modificación en la antigenicidad.

5. Después de varios años de transferencias en serie, se encontró que la garrapata vector ya no transmitía trespasas de *B. argentina*. No se han presentado cambios en la inmunogenicidad de estas cepas que actualmente se prefieren utilizar en la vacuna, en lugar de las cepas transmisibles.

Preparación de los diluyentes

Es necesario hacer diluciones con el fin de reducir el número de parásitos a dosis 10^7 . Se ensayó una serie de diluyentes sintéticos, como PBS, solución amortiguada de citrato, solución de Alsever y solución de Tyrode. La infectividad de los parásitos se mantuvo mucho mejor en la sangre bovina en solución de citrato que en los demás diluyentes. La efectividad del plasma fue similar a la de la sangre completa, pero, la del suero fué ligeramente inferior. Con base en los resultados de esta primera serie de ensayos, se utilizó como dilu-

yente sangre bovina normal. Aproximadamente, cinco años después de la introducción de la nueva vacuna se observó anemia hemolítica en terneros recién nacidos de un pequeño porcentaje de vacas vacunadas. Este fenómeno se presentó como resultado de la sensibilización de las vacas debido a las inyecciones de sangre como vacuna y a la transferencia de anticuerpos hemolíticos a sus terneros a través del calostro. Uno de los pasos que se dió para tratar de resolver el problema fue el de reducir la cantidad de eritrocitos en cada dosis de vacuna. Desde hace varios años hasta el presente, se utiliza un nuevo diluyente libre de células el cual contiene un 50 por ciento de plasma bovino en mezcla con una solución salina balanceada. El trabajo con diluyentes continúa; la modificación más reciente es la adición de glucosa, la cual puede ser deficiente en ciertos lotes de plasma. El objetivo de los ensayos actuales es el de reducir la proporción de plasma en el diluyente.

Mantenimiento de la infectividad

Como se afirmó con anterioridad, la efectividad de una vacuna depende de su infectividad. La infectividad se mantiene durante períodos mucho más largos si los parásitos se mantienen en congelación. Como resultado de estudios de supervivencia de parásitos, se adoptaron los siguientes métodos de preparación y uso de la vacuna:

1. La vacuna se congeló a 4°C tan pronto se tomó la muestra del ternero.
2. Se almacenó y utilizó durante una semana y luego se desechó.

3. Con el fin de contrarrestar la muerte de parásitos durante el almacenamiento, cada día se aumentó en un factor de 1,5 la proporción de sangre infectiva de terneros utilizada en la mezcla de la vacuna. En consecuencia, en el día 7, se utilizó 10 veces más sangre de ternero que el día 0 para proporcionar 10^7 parásitos viables.

4. La vacuna se envió al campo en estado de congelación en un recipiente especial. El volumen de dosis se redujo de 5 a 2 ml con el fin de facilitar el transporte.

5. A los ganaderos se les aconsejó utilizar la vacuna tan pronto como fuera posible; almacenarla en el refrigerador y no guardarla más de 7 días incluso bajo condiciones óptimas de almacenamiento.

Control de la contaminación

La contaminación más factible y relativamente grave de la vacuna en su proceso de producción es la transmisión de agentes por la sangre, como son las cepas de campo de *Babesia*, *Anaplasma marginale*, *Eperythrozoon*, *Theileria mutans*, *Trypanosoma theileri* y *Borrelia theileri*.

La perspectiva de contaminación que representa el mayor peligro es la de otras infecciones virales y bacteriales específicas del ganado, como la fiebre efímera en Australia, (en áreas enzoóticas para esta enfermedad), la salmonelosis y la leptospirosis. El agente causal de la leucosis bovina es un contaminante potencial y peligroso.

La contaminación más común pero menos grave es con organismos presentes en la piel y el aire, los cuales pueden penetrar a la vacuna durante su recolección y manejo en el laboratorio.

1. Las medidas tomadas para prevenir la contaminación de la vacuna con otros hemoparásitos, fueron las siguientes:

a) Adquisición de ganado donador de vacuna en regiones no afectadas enzoóticamente por enfermedades transmitidas por garrapatas.

b) Verificación de pruebas serológicas a los animales donadores para constatar *Babesia* y *Anaplasma*.

c) Hacer exámenes periódicos de películas de sangre a nivel de laboratorio y determinar variaciones en la temperatura del recto para constatar infecciones en desarrollo en animales donadores de vacuna antes de ser utilizados.

d) Seleccionar terneros jóvenes que, posiblemente, no han sido expuestos a infecciones con *Eperythrozoon*, *T. mutans*, tripanosomas y espiroquetas.

e) Establecer medidas estrictas de cuarentena para prevenir la radicación de *B. microplus* en regiones en las cuales se mantienen los animales donadores de vacuna.

f. Aislar los animales donadores de los animales infectados con *A. marginale*.

2. Las medidas tomadas para prevenir la contaminación de la vacuna con bacterias y virus patogénicos incluyen:

a) Adquisición de ganado sano e implementar revisiones regulares de sanidad e incluso, realizar pruebas serológicas.

b) Precauciones higiénicas para reducir la diseminación de salmonelosis en terneros; pruebas bacteriológicas en terneros y vacunación cuando se sospecha infección con *Salmonella*; utilización de terneros fuertes y sanos para la producción de vacunas.

c) Examen continuo de hematología de células blancas para constatar cambios en leucocitos de animales que proporcionan sangre para transfusiones y plasma para diluyentes.

d) Suspensión de la producción de vacuna si se observa o sospecha infección en el ganado.

3. Las medidas tomadas para prevenir la contaminación de la vacuna durante su recolección y manejo incluyen:

a) Utilización de técnicas de asepsia, siempre que ello sea posible y toma de precauciones higiénicas, durante todas las etapas de producción.

b) Adición de antibióticos a la vacuna.

En los últimos 10 años no se han observado incidentes graves de contaminación. Hasta la presente, se han distribuido 11½ millones de vacunas. En dos ocasiones se constataron pequeños lotes de vacunas contaminadas con *A. marginale*; se advirtió sobre ello a los propietarios del ganado inoculado con esta vacuna. Los animales se trataron oportunamente

y no se presentaron pérdidas. Es posible que ocurrieran otras descomposiciones del sistema que no fueron constatadas pero aún no se ha presentado un sólo informe de campo que indique efecto adverso alguno debido a contaminaciones en las vacunas. En el laboratorio, la mayor dificultad se presenta con salmonelosis. Se han constatado bacteriemias en el momento de recolección de la vacuna en terneros. La producción de vacunas se detuvo varios días, durante una epizootia de fiebre efimera, en virtud de que la enfermedad afectó a los animales adultos utilizados para la obtención de diluyentes. Actualmente, todos estos animales son serológicamente positivos a esta enfermedad y se consideran inmunes. Durante los brotes más recientes de fiebre efimera, el diluyente se almacena, por lo menos, durante una semana antes de utilizarlo, tiempo durante el cual los donadores se mantienen en observación por signos de la enfermedad.

El uso de Babesia bigemina en la vacuna

En Australia, desde hace muchos años, se tiene conocimiento de que *B. bigemina* ocasiona relativamente pocas pérdidas económicas. Sin embargo, este organismo se incluyó en la vacuna antes de 1964. Se eliminó de la vacuna estándar, debido a la siguientes razones:

1. Se hizo un experimento en el cual se inmunizaron tres grupos de animales sólo contra *B. argentina* y luego, se expusieron a la incidencia natural de la babesiosis, en tres regiones diferentes de Australia. Los 32

animales incluidos en el experimento adquirieron la infección con *B. bigemina* casi inmediatamente, lo cual indicó que las garrapatas que infestaron al ganado tenían una alta tasa de infección con este parásito. Sin embargo, ninguno de los animales presentó síntomas clínicos de infección, lo cual indicó que la patogenicidad del parásito es baja.

2. La virulencia de *B. bigemina* aumenta al llevar el parásito a condiciones de laboratorio y mantenerlo mediante transferencia en serie por terneros. Se observó que el ganado sufrió en mayor grado por las reacciones a la vacuna que por las infecciones naturales.

En la actualidad, *B. bigemina* rara vez ocasiona pérdidas significativas. En el caso de que se presente un brote grave, se prepara una vacuna que contenga el parásito mediante la inoculación de un ternero esplenectomizado con parásitos congelados de una cepa que se encuentra en una fase avirulenta. En ocasiones, esta vacuna se utiliza también para vacunar ganado de exportación.

Utilización de la vacuna en el campo

Los ganaderos y organizaciones que se ocupan de la venta del ganado demandan cantidades de vacuna que oscilan entre 1 dosis y varios miles de dosis. Las vacunas se preparan individualmente, a partir de sus componentes que se mantienen almacenados y se despachan directamente al usuario. A medida que se logró mayor información acerca de la epizootología de la babesiosis e inmuni-

dad producida por la vacuna, se hicieron modificaciones a las recomendaciones para su utilización. Por ejemplo, durante los primeros años después de 1964, se consideró necesario revacunar al ganado a intervalos regulares. Por lo general, se observaron altos niveles de inmunidad, pero, en algunos casos, se presentó babesiosis natural en ganado vacunado repetidamente. Una de las consecuencias graves, la cual se mencionó con anterioridad, fue la anemia hemolítica en terneros recién nacidos como consecuencia de la hiperinmunización de vacas con sangre bovina. La aplicación de dos vacunas con dos cepas diferentes de *B. argentina*, respectivamente, produjo mayor grado de inmunidad que la vacunación repetida con una sola cepa. Actualmente, se recomienda vacunar al ganado dos veces con cepas diferentes y tan tempranamente como sea posible, preferiblemente, antes de que alcancen la edad de la reproducción. Este enfoque y la utilización de diluyentes de vacuna libres de células redujeron a bajos niveles la incidencia de la anemia hemolítica.

En Australia se practica también la vacunación contra anaplasmosis con una vacuna viva a base de una cepa de *A. centrale*. Para la aplicación de esta vacuna se recomienda incluirla con la vacuna de *Babesia* en la primera vacunación.

Estado actual de la vacunación

La principal función de la vacuna es la de reducir las pérdidas en ganado nacido y criado en el área enzoótica pero que no adquiere inmu-

nización natural debido a la inestabilidad enzoótica. También, se utiliza para proteger al ganado que se importa al área enzoótica, proveniente de regiones libres de garrapatas y a cierto ganado australiano susceptible que se exporta a países tropicales.

En la actualidad, existen algunas evidencias de que la vacunación reduce la incidencia de babesiosis en más del 90 por ciento. Por ejemplo: 1) En ensayos de campo adelantados para determinar la eficacia de la vacunación, se encontró que el número de casos clínicos de *B. argentina* es 15 veces más alto en ganado no vacunado que en ganado vacunado. 2) Con base en registros de diagnóstico, se observó que la frecuencia de casos clínicos es 13 veces mayor en animales sin vacunar que en ganado vacunado.

Los ganaderos australianos aceptaron la nueva vacuna en una forma que es poco usual en este país. Antes del cambio ocurrido en 1964 (ver párrafo anterior), se suministraron aproximadamente 100.000 dosis por año. Cuatro años después, la demanda aumentó a 1'200.000 dosis y en la actualidad, se mantiene a un nivel ligeramente superior. Aproximadamente, el 70 por ciento de las dosis corresponde a vacuna monovalente de *B. argentina* y el 30 por ciento restante a una mezcla de *B. argentina* con *A. centrale*.

Para finalizar, las vacunas efectivas contra enfermedades transmitidas por garrapatas proporcionan armas contra los vectores que pueden representar mayor amenaza que las enfermedades que transmiten. Este es el

caso de *Boophilus microplus* el cual constituye un problema en muchos países tropicales y subtropicales. Cuando los ganaderos se convencen de que su ganado se puede proteger mediante vacunación y que su inmuni-

dad no debe depender de la base de infestación de garrapatas, es más factible que cooperen en cualquier programa tendiente a reducir las poblaciones de garrapatas o incluso, erradicar la plaga.

RESISTENCIA DE *BOOPHILUS MICROPLUS* A LOS ACARICIDAS EN AUSTRALIA

R.H. Wharton y W.J. Roulston *

El desarrollo de razas de garrapatas de ganado, con resistencia a los acaricidas, es un fenómeno que se ha presentado repetidamente durante los últimos 30-40 años, en Australia y en América del Sur, en donde predomina *Boophilus microplus* y en Sur Africa, en donde la especie que más se presenta en el ganado es *Boophilus decoloratus* (Wharton y Roulston, 1970). Después del descubrimiento de las propiedades acaricidas del arsénico (aproximadamente, a comienzos de este siglo), varios productos arsenicales se utilizaron exitosamente, durante casi 50 años para el control y en Australia, en algunas regiones, para la erradicación de las garrapatas del ganado. Aún se utiliza en baños de cuarentena en la frontera Estados Unidos-México y en algunos tanques de inmersión en Queensland. Desafortunadamente, *Boophilus* desarrolló resistencia a DDT, BHC, toxafeno, dieldrin, algunos compuestos organofosforados y carbamatos, más rápidamente que al arsénico. Con el fin de conocer la razón por la cual la resistencia a los acaricidas es un proble-

ma tan serio en Australia, es necesario tener alguna idea acerca de las condiciones en las cuales habita *Boophilus microplus* y las medidas adoptadas para reducir sus efectos sobre el ganado.

Boophilus microplus en Australia

El control de *B. microplus* se basa en los siguientes principios: a) prevención de pérdidas en peso vivo y/o de mortalidad debido a los efectos directos de las garrapatas; y b) prevención de enfermedades clínicas en ganado ocasionadas por los hemoparásitos *Babesia argentina*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale* transmitidos por garrapatas. Mediante una encuesta realizada recientemente se estimó que el costo anual de control de garrapatas en Australia es de US\$ 42 millones: costos directos de US\$ 5 millones aportados por el gobierno y US\$ 9 millones por los ganaderos (incluyendo US\$ 3,5 millones en acaricidas); costos indirectos de US\$ 27 millones que incluyen US\$ 18 millones por pérdidas en producción debido a las garrapatas, US\$ 2 millones por mortalidad por garrapatas y ba-

* CSIRO. Long Pocket Laboratories, Indooroopilly, Brisbane, Australia

besiosis, US\$ 7 millones por disminución del valor de las pieles y US\$ 1 millón en costos de investigación (Cattle Tick Control Commission Inquiry, 1973). Pareciera que la erradicación es la única solución permanente, pero no constituye una recomendación que resulte práctica, en virtud de que las garrapatas del ganado se introdujeron al norte de Australia, provenientes del sur-orienté de Asia, hace poco más de un siglo.

En Asia, la asociación de *B. microplus*, *Babesia* y ganado Cebú (*Bos indicus*) existe desde hace muchos miles de años y evolucionó hacia un estado de equilibrio entre el ganado hospedante y sus parásitos. Igualmente, en la mayoría de los casos, el ganado vive cerca del hombre en regiones densamente pobladas: en las noches, es reunido y resguardado dentro de las viviendas o en edificaciones adyacentes. En el ganado vacuno, rara vez se observa gran número de *B. microplus* — es poco común observar un nivel de infestación de más de 10 hembras ingurgitadas por animal (R.H. Wharton, sin publicar), y las enfermedades clínicas, ocasionadas por *Babesia* y *Ana-*

plasma, no constituyen problema alguno, excepto para el ganado lechero importado que no presenta inmunidad (Legg, 1959). En años recientes, este hecho se olvidó o descuidó en muchos países asiáticos al importar ganado proveniente de regiones libres de garrapatas.

En Australia la asociación fue, y aún es, completamente diferente. Los primeros contactos se presentaron en el Northern Territory, región de población dispersa en donde la industria ganadera consistía esencialmente de una cosecha anual de ganado silvestre que, en su totalidad o casi todo, tenía origen británico (*Bos taurus*, *Shorthorn*). La carga animal fue del orden de una cabeza por 10 hectáreas y el país se caracterizaba por bosques no muy densos, con predominio de eucaliptos. La industria ganadera se adelantó bajo estas condiciones en vastas extensiones al norte de Australia Occidental, Northern Territory y Queensland. Actualmente, estas regiones se encuentran infestadas de garrapatas y en términos generales la situación no ha cambiado; los ganaderos sólo hacen un estimativo bruto del número de animales en su hato,

Cuadro 1. Número de cabezas de ganado presente en áreas infestadas por la garrapata en Australia (1972).

Región	Ganado (millones US)	Area	
		Km ²	(millas ²)
Queensland	6,2	920.000	(353.000)
Northern Territory	0,75	360.000*	(140.000)
Western Australia	0,88	400.000*	(150.000)
New South Wales	0,88	20.000	(7.000)
Australia	8,5	1.700.000	(650.000)

* Estimativos brutos.

con base en la recolección anual del ganado para marcar, castrar y vender. Obviamente, éstas no son las únicas condiciones en las cuales hoy día coexisten el ganado y *B. microplus* en Australia. El Cuadro 1 presenta las áreas que ocupan las garrapatas y la cantidad de ganado directamente afectado por el parásito, en los diversos Estados, para 1972. (Cattle Tick Control Commission Inquiry, 1973). Estas regiones se extienden desde las áreas relativamente desfavorables del trópico más seco hasta las regiones más favorables del trópico húmedo en las cuales el ganado se mantiene en praderas mejoradas a razón de 1 cabeza por 0,5 hectáreas y regiones del subtropical más frescas, en donde las temperaturas en invierno limitan la supervivencia de las garrapatas y se puede mantener ganado en praderas excelentes a razón de 1 cabeza por 0,5 hectáreas o en praderas mixtas menos productivas y bosques a razón de 1 cabeza por 2,4 hectáreas. En lo que concierne al control de garrapatas en Australia, también es importante reconocer que la mano de obra es costosa y es común que un propietario, auxiliado por uno o posiblemente dos vaqueros, maneje 2.000 cabezas de ganado en 6.000 hectáreas.

Los primeros contactos entre *B. microplus* y el ganado al norte de Australia fueron desastrosos, debido principalmente a *Babesia*, pero también al gran número de garrapatas que infestaron el ganado susceptible de raza británica. Las pérdidas hasta de 50-80 por ciento fueron comunes (Seddon, 1952) y en el período comprendido entre 1896 y 1903 (durante la diseminación y establecimiento de

garrapatas a lo largo de la zona costera de Queensland) la población de ganado se redujo de 6,8 a 2,5 millones (Anon, 1968-69). Es imposible determinar la proporción de esta disminución que correspondió a los efectos de las garrapatas, en virtud de que este período coincidió con una de las sequías más prolongadas y severas en la historia de Queensland (Foley, 1957). Se presentaron pérdidas similares en ganado ovino, al cual no lo afectan las garrapatas; sin embargo, los propietarios atribuyeron gran parte de sus pérdidas a las garrapatas; este hecho dejó una secuela de temor a estos parásitos y a la babesiosis, que aún persiste.

El ganado que sobrevive a la babesiosis desarrolla inmunidad a la reinfección; los terneros paridos por madres inmunes no presentan enfermedad clínica si adquieren infección durante los primeros nueve meses (Mahoney y Ross, 1972). En consecuencia, la babesiosis no constituye un problema grave en áreas enzoóticas con la condición de que la transmisión se mantenga a un nivel satisfactorio, el cual puede requerir una población de aproximadamente 5-10 hembras ingurgitadas por día en el ganado (Mahoney y Ross, 1972). Estos hechos fueron desconocidos para los ganaderos e investigadores durante la época de diseminación de las garrapatas. Sus esfuerzos se enfocaron hacia los siguientes objetivos: a) desarrollar una vacuna simple y sin refinar para proteger al ganado no infectado; b) idear métodos para matar las garrapatas en el ganado infestado; y c) limitar la migración de garrapatas hacia el sur, en donde están

las zonas más densamente pobladas de Australia. Los esfuerzos fueron moderadamente exitosos en dos de sus objetivos; el ganado infectado donador de sangre sirvió, durante muchos años, como fuente valiosa de vacuna simple sin refinar, antes del desarrollo de una vacuna estándar más segura (Callow y Mellors, 1966); durante muchos años, se utilizaron soluciones arsenicales en bañeras para proteger al ganado de la infestación de garrapatas en Australia, África y las Américas. Probablemente, también tuvieron éxito al evitar que las garrapatas llegaran a su límite sur en la costa de New South Wales en donde, si no se hubiera impedido su migración, probablemente habrían sobrevivido por lo menos 300 kilómetros más hacia el sur de la línea existente de cuarentena (McCulloch y Lewis, 1968). Esto significa que el límite sur se habría localizado entre 31 y 32°S que es similar al límite sur en Brasil (Figura 1).

Enfoques para el control de garrapatas

Las actividades y políticas de control adoptadas durante los primeros años, después de la introducción de las garrapatas en Australia, determinaron en gran parte los enfoques posteriores para solucionar el problema por parte de los ganaderos y autoridades gubernamentales.

En términos generales, en Queensland y Australia del Norte no existió alternativa práctica alguna a la política de convivencia con las garrapatas y la babesiosis. La participación del gobierno se centra principalmente en: 1) controlar el transporte del ganado, particularmente de regiones in-

festadas de garrapatas a regiones no infestadas; 2) desarrollar, producir y distribuir vacunas contra enfermedades transmitidas por garrapatas; 3) realizar investigaciones continuas para encontrar resistencia a los acaricidas; 4) registrar oficialmente algunas marcas comerciales de acaricidas; y 5) asesorar a los ganaderos. La política de convivencia con las garrapatas y enfermedades transmitidas por este vector junto con: a) el convencimiento de que el ganado "es inmune a la babesiosis durante períodos variables de tiempo y que, bajo condiciones de campo, la inmunidad se mantiene mediante la reinfección constante por garrapatas infectadas" (Riek, 1965); y b) una industria ganadera que, hasta hace pocos años, tuvo como base casi exclusivamente ganado de raza británica, condujo a los ganaderos a depender de los acaricidas para mantener sus poblaciones de garrapatas a un nivel satisfactorio, es decir, muy bajo para ocasionar efectos perjudiciales pero suficientemente alto para asegurar el mantenimiento de la inmunidad a la babesiosis. Para el ganadero, la práctica común de manejo es la de aprender por experiencia la frecuencia de tratamientos con acaricidas, la cual puede variar de 4-5, 6-8 y 10-12 veces al año al sur, centro y norte de Queensland, respectivamente. Este enfoque es muy práctico para el ganadero pero es costoso en términos de mano de obra y acaricidas; desafortunadamente, falló debido a que la industria ganadera se ha basado en ganado europeo (*Bos taurus*) Cuando se presenta resistencia a los acaricidas los ganaderos pueden requerir el

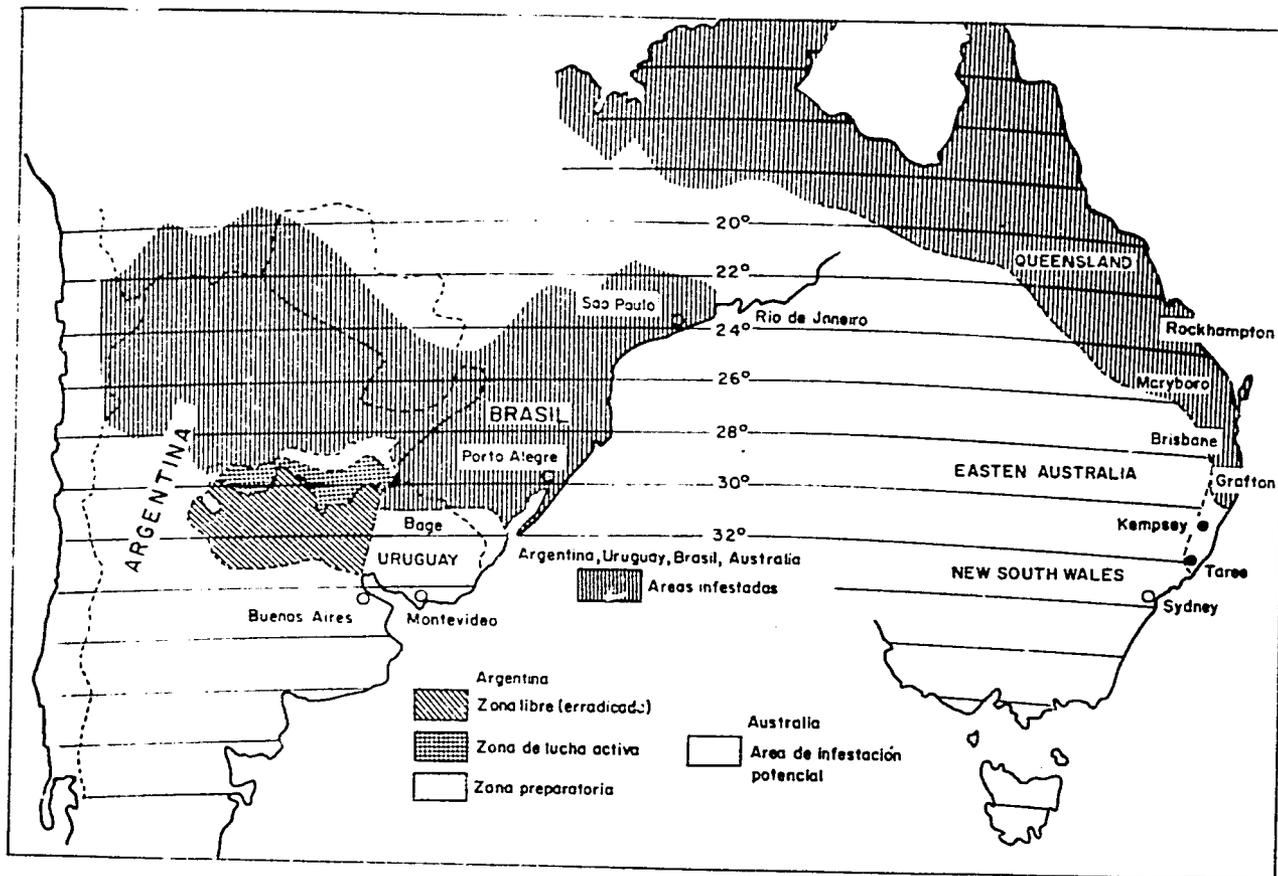


Fig. 1. Comparación de la distribución del *Boophilus microplus* en Australia y América del Sur.

tratamiento de su ganado a intervalos semanales o quincenales; el reunir con tanta frecuencia al ganado se convierte en una labor dispendiosa. Con el desarrollo de una vacuna altamente eficiente es posible erradicar la amenaza de la babesiosis; actualmente, algunos ganaderos con fincas bien desarrolladas están dispuestos a reducir y mantener las poblaciones de garrapatas a niveles muy bajos. Sin embargo, la tradición se encuentra muy arraigada y muchos ganaderos prefieren tolerar unas pocas garrapatas en su ganado debido a que esto constituye una indicación de que el ganado retiene su inmunidad.

Las estrategias de manejo que toman ventaja de los enlaces débiles en el sistema de vida, como por ejemplo, el baño planificado del ganado o la rotación de potreros, tienen aplicación especial, pero, en Queensland no dieron buenos resultados como medidas generales de control debido a la variedad de condiciones de manejo que prevalecen (potreros, ganado y hombre) (Wharton, 1973). La utilización de ganado resistente a garrapatas (la cual expresa la resistencia a través de su habilidad para evitar la maduración de grandes cantidades de garrapatas) es el método más atractivo y lógico, y el cual redujo la población de garrapatas a un problema sin importancia (como sucedió en Brasil), en muchas fincas ganaderas de Australia del Norte. El hecho de que la resistencia se asocia principalmente con el ganado Cebú fue la razón principal por la cual este método de control de garrapatas no se adoptó con anterioridad. En la década de 1960-70 se presentó un cambio fun-

damental en la actitud de los ganaderos; actualmente, el ganado Cebú y Cebú Británico predomina en las áreas tropicales. Aún falta que se presente el cambio de actitud en la mayoría de los ganaderos de las áreas subtropicales, en donde se presentan los problemas más graves de resistencia a los acaricidas.

En New South Wales el objetivo siempre fue el de la erradicación; campañas relativamente reducidas tuvieron éxito en áreas marginales para la supervivencia de garrapatas, pero fracasó la campaña de mayor magnitud y con metas más ambiciosas realizadas en 1956-57 (Mackerras, *et al.*, 1961). Durante muchos años, el control de garrapatas y babesiosis se mantuvo a un nivel muy alto. Una autoridad gubernamental dirige y financia las actividades de control; proporciona facilidades para construcción de tanques para bañar ganado; instruye a los ganaderos acerca de cuándo y cómo se debe bañar el ganado y vigila en forma estricta el transporte de ganado en las áreas oficiales de cuarentena de garrapatas, así como de Queensland a New South Wales. Este enfoque surgió a raíz del temor de que las garrapatas ocuparan todas las regiones ganaderas de Australia Oriental y por consiguiente, malograran sus esfuerzos para prevenir su expansión hacia el sur. Se construyó un cerco doble, en los límites de New South Wales - Queensland el cual permanece vigilado para evitar la introducción de garrapatas provenientes de Queensland, debido a las diferentes políticas implementadas al norte y sur del límite. Hacia el norte, la babesiosis es enzoótica y se puede

considerar que el ganado se encuentre infectado por *Babesia* en cualquier época. Hacia el sur, el control de garrapatas se mantiene a un nivel tan alto que la transmisión de babesiosis no ocurre con frecuencia (Curnow, 1973). Aproximadamente, 880.000 cabezas de ganado no inmune, las cuales viven dentro del área de cuarentena, se mantienen protegidas contra la amenaza de garrapatas y babesiosis mediante un programa "de baños estratégicos" a intervalos de tres semanas, durante la primavera y verano. Como resultado del plan anterior, durante los últimos 7-8 años, sólo se presentaron 40-50 infestaciones de garrapatas y 3-4 brotes de babesiosis por año en las 8.000 fincas ganaderas del área de cuarentena (Cattle Tick Control Commission Inquiry, 1973). Se considera que la mayoría

de estas infestaciones de garrapatas y brotes de babesiosis se originaron en Queensland.

Desarrollo, reconocimiento e importancia de la resistencia

En Australia, *B. microplus* desarrolló resistencia a todos los acaricidas utilizados en forma extensiva para su control. Sin embargo, la tasa de desarrollo y su importancia en relación con el control varía con base en el tipo de acaricida y su forma de utilización. El Cuadro 2 muestra que, en Queensland, la resistencia se desarrolló con mayor rapidez que en New South Wales (N.S.W.) lo cual indica que la política de "convivencia con las garrapatas y babesiosis" la cual se basa en la aplicación sin control y frecuentemente casual de acarici-

Cuadro 2. Registros de resistencia a los acaricidas en *B. microplus* en Australia con relación al tipo de acaricidas, período de uso y región donde se desarrolló la resistencia.

Acaricida	Año de introducción	Año de reconocimiento de la resistencia	
		Queensland	N.S.W.
Arsénico	1895	1937	1952
DDT*	1946	1954	Nil
BHC**	1950	1952	*
Diazinon***	1956	1963	1969
Dioxation***	1958	1963	1969
Cumafos***	1959	1966	1970
Cloropirifós	1966	1970	1974

- * La resistencia al DDT esta ligada con la resistencia a las piretrinas (Shaw, Cook y Carson, 1968).
- ** La resistencia al BHC está ligada con la resistencia al toxafeno y dieldrin; se introdujeron independientemente para el control de garrapatas en Queensland y la resistencia se desarrolló independientemente (Wharton y Roulston, 1970). No se utilizaron en N.S.W.
- *** Aproximadamente en la misma época se introdujeron una serie de compuestos OF en Queensland y la resistencia se ligó a algunos pero no a todas las primeras introducciones. En N.S.W. el dioxation fue el único OF utilizado inicialmente y sólo se empleó en forma extensiva hasta 1962.

das, produce resistencia más rápidamente que las medidas de control practicadas en N.S.W. (también existe una amplia posibilidad de que la mayoría de las garrapatas resistentes encontradas en N.S.W. migraron de Queensland). Igualmente muestra que, mientras que el arsénico se utilizó satisfactoriamente durante aproximadamente 40 años antes del desarrollo de resistencia por las garrapatas, la resistencia al DDT se reconoció aproximadamente ocho años después de que se utilizó por primera vez; la resistencia al BHC, toxafeno y dieldrin se comprobó dos años después; y a los acaricidas fosforados orgánicos, después de siete años de uso.

La resistencia a los fosforados orgánicos (órgano fosforado), dio lugar a un desafío fascinante pero frustrante, para todas las personas relacionadas con la industria ganadera. Los acaricidas organofosforados (OF) aparecieron en el mercado en 1956, pero no se utilizaron extensivamente sino hasta 1960. En el año 1974 ya se habían encontrado ocho razas resistentes; cada raza es toxicológica y químicamente diferente y por lo menos, existen dos mecanismos de resistencia: 1) la relativa insensibilidad de las colinesterasas a la inhibición ocasionada por acaricidas OF; y 2) sistemas de detoxificación que metabolizan los productos químicos a metabolitos no tóxicos. En algunas razas, se presentan los dos mecanismos.

Historia

La secuencia histórica de la aparición de nuevos acaricidas es la siguiente:

1962-63: En las regiones centrales de Queensland el control fracasó; una compañía comercial encontró resistencia en pruebas de laboratorio hechas en Inglaterra (Shaw y Malcolm, 1964). En las mismas y en otras regiones se presentaron fracasos similares; las autoridades australianas confirmaron la resistencia en pruebas de laboratorio y emprendieron ensayos de aspersión con el fin de determinar la importancia de la resistencia con relación al control (Roulston *et al.*, 1968a). Estudios bioquímicos hechos en Inglaterra y en Australia mostraron que, a pesar de que las garrapatas resistentes exhibieron menor actividad de colinesterasa, la resistencia se debió a la disminución de la sensibilidad de la colinesterasa de las garrapatas (Schuntaer *et al.*, 1968). En virtud de que las razas provenientes de diversas regiones presentaron propiedades similares, se decidió denominar la resistencia con el nombre de la localidad en la cual se comprobó tal resistencia por primera vez. Así, por ejemplo, el nombre de Ridgelaunds se introdujo en la literatura científica. La resistencia se extendió a una gran cantidad de compuestos OF y carbamatos; se consideraron inefectivos 4 de 6 acaricidas disponibles comercialmente. Estos acaricidas fueron: dioxation (delnav), diazinon, carbofenotión (trithion) y carbarilo (Sevin). La resistencia a los dos compuestos restantes, cumafós (co-ral) y etiona, fue baja.

1966: Se encontró un nuevo tipo de resistencia en Biarra, localizada en el Valle de Brisbane; las garrapatas exhibieron mayor resistencia a

todos los OF, incluso al etiona y cumafós. También, se eliminó una serie de acaricidas que se habían considerado como efectivos contra las garrapatas Ridglands. Los acaricidas cloropirifós (Dursban), etil bromofós y fosmet (Imidan) se introdujeron para el control de garrapatas Biarra, en virtud de que la resistencia del parásito a estos acaricidas fue baja (Roulston y Wharton, 1967). Nuevamente, se encontró que la resistencia se debió a la disminución de la sensibilidad de la colinesterasa a la inhibición, pero, en las garrapatas Biarra, se encontró mayor cantidad de una enzima menos sensible y en consecuencia con un mayor grado de resistencia (Roulston *et al.*, 1968). Los ensayos de aspersión con clorodimeform (Chlorphenamidine, C8514) mostraron su potencial como acaricida (Roulston y Wharton, 1967).

1967: Se constató resistencia en Mackay, al norte de Queensland. En un comienzo, las garrapatas se comportaron de la misma manera que las Biarra, debido al amplio espectro de resistencia, incluso, resistencia a la etiona y cumafós. Los estudios toxicológicos y bioquímicos posteriores mostraron que las garrapatas diferían de las Biarra pero, para fines prácticos, se consideraron como iguales. La diferencia fundamental fue el mecanismo de resistencia (destoxicación) (Roulston *et al.*, 1969).

1970: Se encontraron nuevos tipos de resistencia que se desarrollaron en respuesta a la introducción de cloropirifós y etil bromofós para el control de garrapatas resistentes a los OF: a) se registraron garrapatas que exhi-

bieron un grado de resistencia muy alto al cloropirifós, provenientes de tres localidades de suroriente de Queensland. En un comienzo, el aumento de la resistencia se presentó con cloropirifós debido a que los ensayos de laboratorio no mostraron cambios significativos en la resistencia al etil bromofós; ensayos posteriores de aspersión mostraron una deterioración marcada en la eficiencia de ambos acaricidas. La colinesterasa de las garrapatas de esta raza, denominada Mt. Alford, tiene propiedades similares a la colinesterasa de las garrapatas Biarra, pero, las primeras tienen un mecanismo de resistencia por destoxicación; b) se registraron garrapatas que exhibieron alta resistencia al cloropirifós, provenientes de Gracemere en el centro de Queensland (O'Sullivan y Green, 1971); esta raza se comporta en forma similar a las garrapatas Ridglands, pero, además de la menor sensibilidad de la colinesterasa, incluyen el mecanismo de la destoxicación (Schnitzerling *et al.*, 1974).

1971-75: Durante el período 1964-1970 se estableció un servicio eficiente de investigación, apoyado en evaluaciones (de laboratorio y de campo) de acaricidas existentes y en proceso de desarrollo; ese servicio proporcionó las bases para el diagnóstico preciso del tipo de resistencia y para recomendar la utilización del acaricida más eficiente. En virtud de los niveles de resistencia extremadamente altos y a un aumento en la complejidad de las razas resistentes, fue necesario suspender en forma gradual este servicio;

Los nuevos tipos de resistencia que se encontraron en la región central y del norte de Queensland incluyen: a) Bajool, el cual se caracteriza por su resistencia al cloropirifós; b) y c) Ingham y Tully, del trópico húmedo, los cuales se caracterizan por ausencia de resistencia al diazinon, por bajos niveles de resistencia en pruebas de laboratorio los cuales no se correlacionan con los fracasos de su control, a nivel de campo y por una mayor actividad de la colinesterasa en comparación con las garrapatas susceptibles. Todos los tipos de resistencia dependen de la destoxicación. También, se presentó otro cambio desconcertante en las garrapatas Mackay; el mecanismo de disminución de la sensibilidad de la colinesterasa lo sustituyó en parte el mecanismo de destoxicación que fue el mecanismo de resistencia original. En el campo, se encontraron garrapatas con características similares las cuales fueron denominadas Mackay-Silkwood. El Cuadro 3 (Roulston y Nolan, 1975) presenta un resumen de los rasgos principales que caracterizan a las diferentes razas; en el Apéndice 1 se incluye un resumen de los factores de resistencia a diversos acaricidas. Es necesario anotar que las razas se caracterizan, después de ser cultivadas en el laboratorio, con el fin de eliminar los componentes susceptibles que se presentan en casi todas las muestras de campo; los factores de resistencia se determinaron mediante la exposición de las larvas a los acaricidas en paquetes de papel de filtro impregnado con aceite (Stone y Haydock, 1962, Anon., 1973).

Eficiencia de los acaricidas contra las garrapatas normales y resistentes a los OF.

Las dificultades para el control de garrapatas aumentaron en virtud del desarrollo de razas resistentes a los acaricidas. Las garrapatas Ridglands se controlaron en forma relativamente fácil y las Biarra en forma efectiva, aunque a un alto costo, mediante el tratamiento con cloropirifós y etil bromofós. Cuando se aumentó la resistencia de las garrapatas Mt. Alford a estos acaricidas, el único OF restante fue el inestable fosmet (Imidan) el cual se aplica en aspersión. Los ganaderos aumentaron los baños del ganado a 10-12 por año en lugar de 4-5 y aún así no fue posible lograr un control satisfactorio. Mediante la adición de clorodimeform a diversos acaricidas OF se lograron mezclas satisfactorias, nuevamente, con problemas de estabilidad, pero permitieron desarrollar acaricidas alternativos. En la actualidad existen varios acaricidas nuevos en el mercado y ya están en evaluación varios productos experimentales. Sin embargo, estos nuevos productos son más costosos o más difíciles de manejar, o menos eficientes, que una serie de acaricidas OF que se tenían antes de que se desarrollara la resistencia.

En la Figura 2 se ilustra la disminución de la eficiencia de los acaricidas OF con relación a las garrapatas Ridglands, Biarra y Mt. Alford. En el Apéndice 2 se incluye un resumen de estos datos complementados con información adicional acerca de

Cuadro 3. Características de las razas de *B. microplus* resistentes a los OF en Australia con relación a la raza de referencia susceptible Yeerongpilly y clasificadas de acuerdo con el nivel de colinesterasa, insensibilidad de la colinesterasa a las oxonas, metabolismo expresado como porcentaje de oxonas y productos totales hidrolíticos presentes 6 horas después del tratamiento con 0,003% de cumafós y 0,001% de cloropirifós

Raza	Resistencia promedio a 5 acaricidas OF	Nivel de actividad de colinesterasa	(Insensibilidad a la colinesterasa) Yeerongpilly			Metabolitos (%)		Productos totales hidrolíticos	Productos totales hidrolíticos
			coroxon	diazoxon	cloropirifoxon	Cumafós (0,003%)	Cloropirifós (0,001%)		
Yeerongpilly (Susceptible de referencia)	1	100	1	1	1	21	47	2,6	27
Ridglands (1963)	4	21	10	30	10	24	41	—	—
Biarra (1966)	27	42	940	132	84	16	56	2,7	26
Mackay (1967)	6	58	1,3	1	—	1	95	—	—
Mackay-Silkwood (1970)	7	20	4	39	7	4	76	2,6	80
Gracemere (1970)	56	21	10	35	4	—	—	0,5	38
Mt. Alford (1970)	92	47	1.115	132	76	18	47	0,4	39
Bajool (1972)	10	14	1	18	4	—	—	0,6	26
Tully (1972)	3	155	10	4	4	2	86	10	54
Ingham (1973)	3	180	13	3	3	2	89	0,3	44

la eficiencia de acaricidas ya utilizados, actuales y futuros, contra razas susceptibles y resistentes. La evaluación de la eficiencia de los acaricidas se basa en ensayos de aspersión en los cuales se infestan artificialmente grupos de tres terneros, tres veces a la semana, durante 3 a 5 semanas; luego, se tratan y la supervivencia de las garrapatas, después de la aspersión, se evalúa con base en el número y peso de las posturas de hembras in-

gurgitadas que cayeron de los grupos tratados y no tratados, antes y después del tratamiento; en consecuencia, la eficiencia se puede expresar como mortalidad sobre el ciclo de vida parasítica de 22 días (Roulston *et al.*, 1971).

Las principales características de los acaricidas son las siguientes:

a) Todos los acaricidas OF, en tratamiento individual, produjeron más

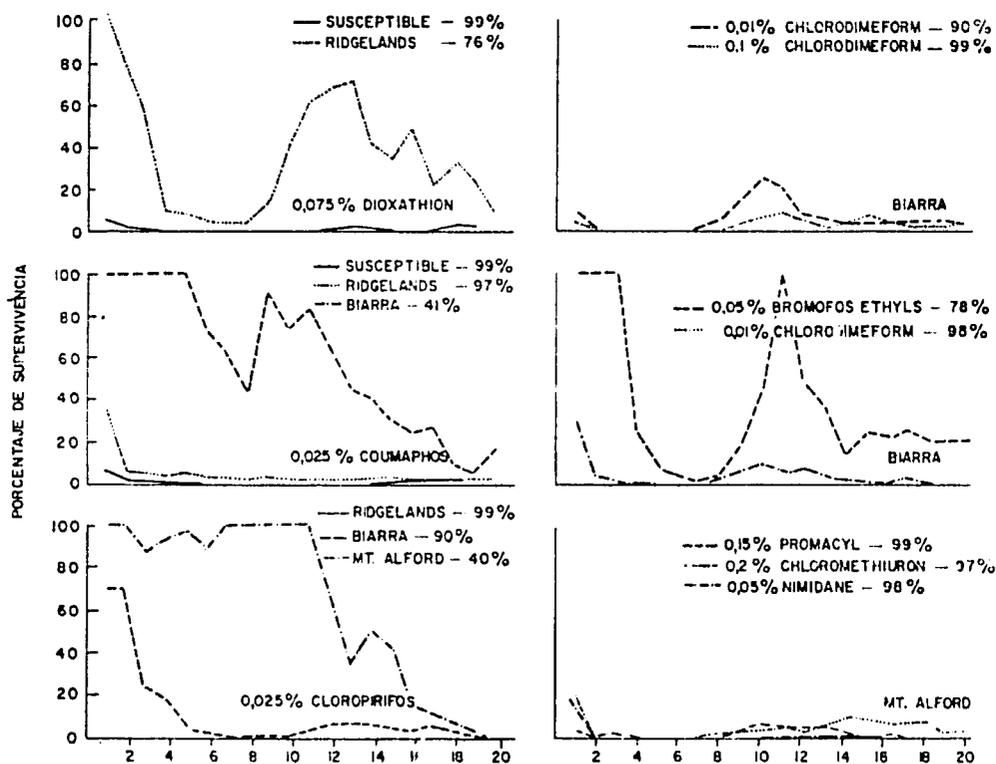


Fig. 2. Cambios en la eficiencia de los acaricidas contra *Boophilus microplus* en relación con el desarrollo de resistencia a los organofosforados.

del 99 por ciento de mortalidad de garrapatas normales y fueron más eficientes que el arsénico (77 por ciento) o DDT (93 por ciento).

b) El efecto de la resistencia puede ser muy alto o mínimo; por ejemplo, el cloropirifós produjo 99 por ciento de mortalidad de Ridglands, 90 por ciento de Biarra y sólo 40 por ciento de Mt. Alford.

c) La concentración de los acaricidas es muy importante, particularmente cuando se trata del control de garrapatas resistentes; por ejemplo, el etil bromofós S al 0,05 por ciento produjo un 78 por ciento de control de Biarra, en tanto que, al 0,1 por ciento, el control fue de 97 por ciento.

d) Ningún acaricida moderno puede lograr consistentemente el nivel de control alcanzado en un comienzo por diversos acaricidas OF*. El más consistente es el clorodimeform al 0,1 por ciento, pero, sólo produce un 97 por ciento de mortalidad de garrapatas Mackay y requiere ser amortiguado en ácido para mantener la estabilidad. El promacil (carbamato), clenpirin (iminopirrolidina) y clorometiurom (tiourea) controlan garrapatas Mt. Alford pero a costo muy alto.

e) El amitraz (triazapentadieno) y nimidane (ditietano) son acaricidas comerciales potenciales; el amitraz es inestable a no ser que se amortigue a un pH mayor de 10.

f) Las garrapatas Biarra y Mackay son altamente resistentes al arsénico;

* En 1975 se registró el amitraz y produce excelente control de todas las razas.

una proporción de las garrapatas Biarra y Mackay también presenta resistencia al toxafeno y una proporción de garrapatas Gracemere y Bajool presenta resistencia al DDT.

En otros ensayos se demostró que la adición de butóxido de piperonilo restaura la eficiencia del carbarilo contra las garrapatas resistentes a los OF (Schuntner *et al.*, 1974). La mezcla de piretrum y butóxido de piperonilo es altamente efectiva pero es costosa e inestable. El piretroid sintético NRDC143 es altamente efectivo (Roulston y Wharton, sin publicar).

Distribución, incidencia y desarrollo con relación al uso de acaricidas

La resistencia nunca ha sido universal y su desarrollo se relaciona directamente con el grado de presión de selección. En 1966, el arsénico se utilizó con éxito en algún ganado y a pesar del desarrollo de resistencia al DDT en 1955 (Newton, 1967) aparentemente fue efectivo en 1962, cuando su utilización fue prohibida debido a sus residuos. En forma similar, el dioxatión, cumafós y etiona se utilizan con éxito en muchas regiones de Australia a pesar de las evidencias de resistencia en algunas regiones.

La Figura 3 muestra las regiones de Australia en las cuales, se registraron los diversos tipos de resistencia a los OF. La resistencia es más común en las regiones costeras, que tienen mayor densidad de población y en donde los acaricidas se utilizan más frecuentemente. La resistencia es me-

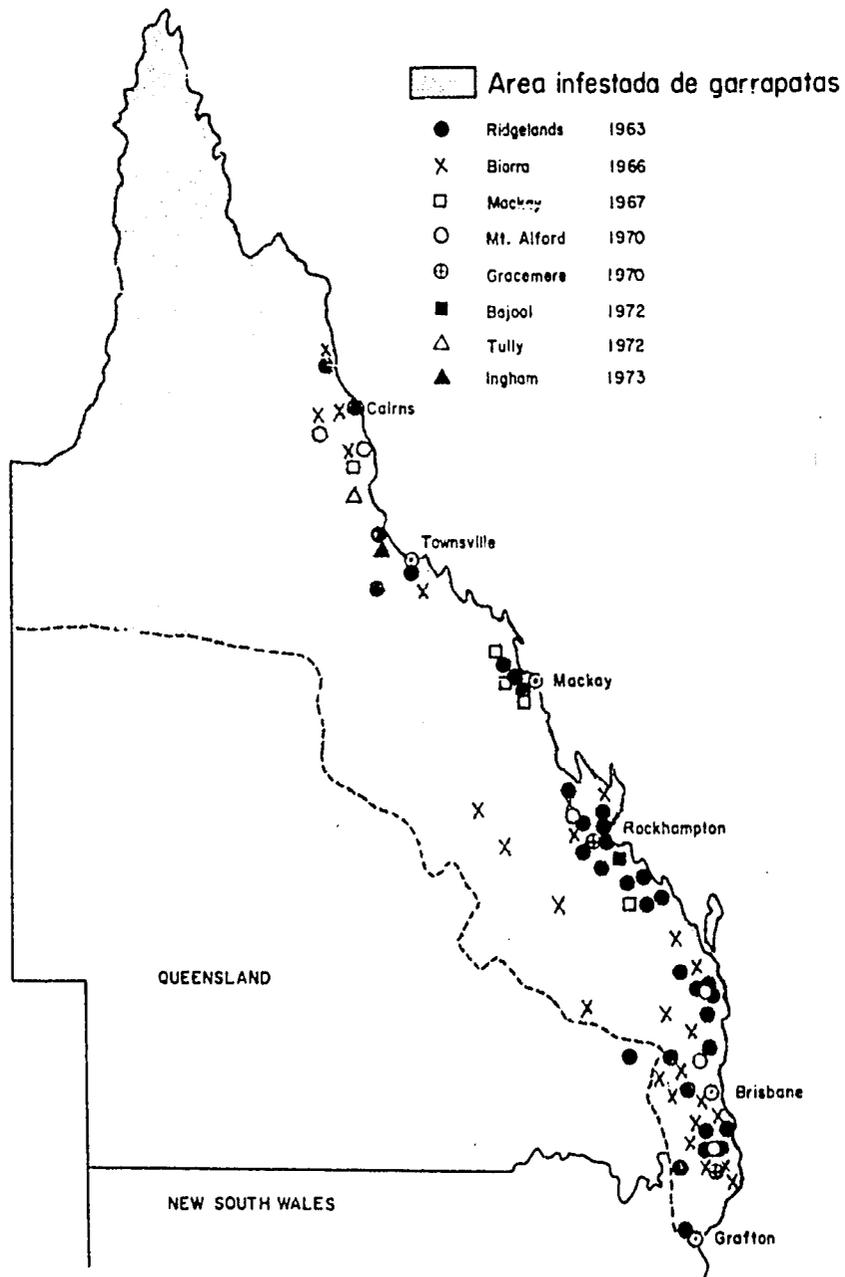


Fig. 3. Distribución del *Boophilus microplus* resistente a los OF en Australia.

nos común en las regiones de población más dispersa, pero parece que la resistencia se está extendiendo y se constató en fincas en las cuales los acaricidas se utilizan sólo 6-8 veces al año. Durante varios años, después del descubrimiento de razas resistentes, se tuvo poca información acerca de su movimiento y desarrollo en otras áreas de Australia. En consecuencia, las garrapatas Biarra se restringieron a las regiones del sureste de Queensland y las Mackay al norte de Queensland. Actualmente, se han constatado diferentes tipos de resistencia en la misma localidad, lo cual dificulta aún más la identificación acertada de la raza en muestras de campo. En 1964, el Departamento de Industrias Básicas de Queensland estableció un servicio de diagnóstico; el Cuadro 4 resume los diagnósticos hechos durante el período 1964-74. No es posible determinar la proporción exacta de fincas que se encuentran infestadas con garrapatas resistentes pero se estima que existen aproximadamente 16.000 fincas ganaderas en las regiones de Queensland in-

festadas de garrapatas; el total de más de 3.600 casos diagnosticados de resistencia señala la importancia difundida del problema.

La resistencia de Ridglands a los OF se constató por primera vez en 1969 en N. S. W., seguida por la resistencia de Biarra en 1970 y Mt. Alford y Gracemere, en 1974. A partir de 1972, casi todas las infestaciones encontradas fueron del tipo Biarra (Cattle Tick Control Commission Inquiry, 1973).

Se considera que la periodicidad de los baños con que se practica en Australia favorece el desarrollo de resistencia, en comparación con los intervalos cortos de siete días entre tratamiento que se practica en Africa del Sur (Shaw, 1970). Un punto de vista que también se reconoce ampliamente en Australia es que el uso ineficiente de los acaricidas, a menores concentraciones de las recomendadas, es la razón principal del problema de resistencia en este país (Newton, 1967). En una reunión reciente de representantes de la FAO se discutió

Cuadro 4. Registros de diagnósticos de resistencia a los OF en muestras de campo de *B. microplus* tomadas por el Departamento de Industrias Primarias de Queensland, 1964-1974 (P. J. Green sin publicar, 1975).

Año	No. de muestras	No. de resistentes (%)	Ridglands	Biarra	Mackay	Gracemere	Mt-Alford
1964-5	49	30(61)	29	1	—	—	—
1966-7	463	220(48)	74	145	1	—	—
1968-9	1.860	884(48)	432	400	52	—	—
1970-71	1.694	991(59)	410	500	35	7	39
1972-74	1.605	1.201 (75)	309	729	50	11	102
Total	5.671	3.326 (59)	1.254	1.775	138	18	141

sobre la "Relación entre la dosis de los acaricidas, frecuencia de aplicación, biología de garrapatas y desarrollo de resistencia". Se anotó que la resistencia al arsénico, DDT y toxafeno-BHC se desarrolló a una tasa aproximadamente igual en *B. decoloratus* en Africa del sur y en *B. microplus* en Australia y Sur América, pero la resistencia a los OF se desarrolló más rápidamente en *B. microplus*, particularmente en Australia. En consecuencia, la tasa de desarrollo fué distinta para diferentes grupos de acaricidas bajo condiciones de tratamiento semanal (Sur Africa) y a intervalos más largos de 3-5 semanas o más (Australia, Sur América). Los únicos principios generales son: a) la resistencia se desarrolla más rápidamente en donde las garrapatas están bajo el estímulo constante de acaricidas aplicados con el fin de mantener un determinado nivel de población de garrapatas que favorecen la inmunidad del ganado a *Babesia*; y b) la resistencia se desarrolla más lentamente en garrapatas que cumplen su ciclo en dos o tres hospedantes y que producen una generación en más de un año en comparación con especies de *Boophilus* que cumplen su ciclo en un hospedante y que presentan cuatro o más generaciones en un año (Anon., 1973).

‡ No se tienen evidencias científicas que especifiquen cuáles son las condiciones más favorables para el desarrollo de la resistencia. Sin embargo, algunas evidencias circunstanciales apoyan el punto de vista de que la resistencia se retrasa debido a las aplicaciones muy eficientes de acaricidas que reducen las poblaciones de

garrapatas a niveles muy bajos. Se pueden mencionar dos ejemplos: en N.S.W. (caso descrito con anterioridad) y en Rodesia, en donde se aplican las regulaciones con mayor severidad, la resistencia al arsénico se constató por primera vez en 1963, 25 años después de que se reportó resistencia al producto en las regiones vecinas de Sur Africa (Jones-Davis, 1972). También es sobresaliente el hecho de que, aparentemente, los principales problemas de resistencia en *B. microplus* surgieron en Australia, Argentina y Brasil en regiones en las cuales los ganaderos intentaron "manejar" los problemas de garrapatas en ganado *Bos taurus* mediante el uso de acaricidas. Estos problemas no surgieron en Asia en donde el ganado Cebú convive con *Babesia* y *B. microplus* o en regiones extensas, como en Brasil, en donde se restauró un equilibrio similar. En 1971, la población de ganado de Brasil (localizado casi en su totalidad en regiones favorables para las garrapatas) se estimó en 85 millones de cabezas y el mercado de acaricidas en \$ 1,5 millones; el mercado australiano, para 7-8 millones de cabezas en las áreas infestadas, fue de aproximadamente \$ 3 millones (el doble del mercado brasileño para la décima parte del ganado de ese país). La diferencia con Brasil radicó en que, en ese país, predominó el ganado *Bos indicus*, con excepción de las áreas del sur en las cuales su industria ganadera tiene, como base, el ganado Hereford y Angus, y en donde se presentan problemas de resistencia a los acaricidas semejantes a los que azotan a la industria ganadera australiana.

BIBLIOGRAFIA

- Anon. (1968-9). Rural Industries Bull. 7, Bureau Census and Statistics, Australia.
- Anon. (1973). FAO/OIE ad hoc consultation on control of protozoal tick-borne diseases of cattle, FAO, Roma.
- Callow, L.L. & Mellers, L.T. (1966). Aust. Vet. J. 42: 464.
- Cattle Tick Control Commission Inquiry (1973). Aust. Dept. Hth. 151 pp. (mimeog.).
- Curnow, J.A. (1973). Aust. Vet. J. 49: 284.
- Foley, J.C. (1957). Drought in Australia Bull. 43 Bureau of Meteorology, Australia.
- Jones-Davis, W.J. (1972). Rhod. Vet. J. 2: 60.
- Legg, J. (1950). FAO Report No. 1090, Roma.
- Mackerras, M.J., Waterhouse, D.F., Maiden, A.C.B. & Edgar, G. Dept. Agr N.S. Wales. Sci. Bull, 78: 100 pp.
- Mahoney, D.F. y Ross, D.R. (1972). Aust. Vet. J. 48: 292.
- McCullow, R.W. & Lewis, I.J. (1968). Aust. J. Agric. Res. 8: 768.
- Newton, L.G. (1967). Vet. J. 43: 389
- O'Sullivan, P.J. y Green, P. (1971). Aust. Vet. J. 47: 71.
- Riek, R.F. (1965). Aust. Vet. J. 41: 211.
- Roulston, W.J. y Nolan, J. (1975). Envir. Qual. Saf. Suppl. 3: 416.
- Roulston, W.J. & Wharton, R.H. (1967). Aust. Vet. 43: 129.
- Roulston, W.J., Stone B.F., Wilson, J.T. & White, L.I. (1968a). Bull. Ent. Res. 58: 369.
- Roulston, W.J., Schnitzerling, H.J. & Schuntner, C.S. (1968). Aust. J. Biol. Res. 21: 759.
- Roulston, W.J., Schuntner, C.S. Schnitzerling, H.J. & Wilson, J.T. (1969). Aust. J. Biol. Sci. 22: 1585.
- Roulston, W.J., Wharton, R.H., Schnitzerling, H.J., Sutherst, R.W. & Sullivan, N.D. (1971). Aust. Vet. J. 47: 521.
- Schuntner, C.S., Roulston, W.J. & Schnitzerling, H.J. (1968). Aust. J. Biol. Sci. 21: 97.
- Schuntner, C.S., Roulston, W.J. & Wharton, R.H. (1962). Nature, 249: 386.
- Schnitzerling, H.J., Schuntner, C.S., Roulston, W.J. & Wilson, J.T. (1974). Aust. J. Biol. Sci. 27: 397.
- Seddon, H.R. (1952). Servs. Publ. Dept. Hlth Aust. 8: 214 pp.
- Shaw, R.D. (1970). Tropical Science 1: 29.
- Shaw, R.D. & Malcolm, H. (1964). Vet. Record 76: 210.
- Stone, B.F. y Haydock, K.P.A. (1962). Bull. Ent. Res. 5: 563.
- Wharton, R.H. y Roulston, W.J. (1970). Ann. Rev. Ent. 15: 381.

Apéndice 1. Factores de resistencia de larvas no alimentadas de cepas OF resistentes de *Boophilus microplus* a compuestos organofosforados, carbamatos y otros acaricidas, determinados mediante la comparación con los LC50 de larvas no seleccionadas de la raza, con referencia Yeerongpilly (Roulston y Wilson, sin publicar)

Compuestos químicos	Yeerongpilly Susceptible	Ridglands 1963	Biarra 1966	Mackay 1967	Gracemere 1970	Mt. Alford 1970	Bajool 1972	Tully 1972	Ingham 1973
Organofosforados									
Etil bromofós S ⁴	0,21	1	4	1	1	5	1	2	2
cumafós	0,039	1	48	9	4	>48	1	6	5
clorofenilfos	0,021	5	15	20	6	16	4	4	2
cloropirifós	0,023	2	6	2	44	110	7	1	4
cianofos	0,011	7	141	2	8	160	8	1	2
diazinon	0,012	11	50	10	228	260	37	1	2
dímatoato	0,0011	1.040	420	300	1.600	460	1.400	3	7
dioxation	0,12	8	18	14	12	54	9	6	2
etiona	0,18	3	28	9	3	35	3	6	3
fosalone	0,095	5	7	21	6	6	7	6	6
fosmet ¹	0,018	2	3	7	2	2	7	1	1
Carbamatos									
carbarilo	0,0022	9	9	25	16	11	12	2	2
promacilo	0,069	3	2	4	4	2	4	1	1
Formamidine									
clorodimeform ⁴	0,00074	1	1	2	1	1	1	1	—
amitraz ⁴	0,0046	1	1	1	1	1	1	1	—
Tiourea									
clorometiuron ³	0,0015	1	1	2	1	1	1	1	—
Iminopirrolidina									
clenopirin	1,5	1	1	2	2	1	—	1	2
Dietietano									
nimidane	0,7	—	—	—	—	1	—	—	—

* El período de exposición se aumentó a 144 horas; ensayos recientes indican que sería preferible hacer los paquetes con bolsas plásticas y exponer las larvas durante 48 horas.

Apéndice 2. Mortalidad estimada de *B. microplus* en ensayos de aspersión, con terneros en establos infestados con garrapatas normales o resistentes a OF, los cuales se asperjaron con acaricidas ya utilizados, presentes o futuros. La evaluación de este método da resultados ligeramente mejores que bajo condiciones normales de tratamiento en bañera.

Compuestos químicos	Conc. (%)	Yeerong-pilly Normal	Ridge-lands 1963	Biarra 1966	Mackay 1967	Gracemere 1970	Mt Alford 1970	Bajool 1972	Tully 1972	Ingham 1973
Misceláneos										
Arsénico	0,2	77	78	14	21	—	—	—	—	—
DDT	0,5	93	—	91	—	—	—	—	—	—
Piretrum ¹	0,025	>99	—	—	—	—	—	—	99	—
Organofosforados										
bromofós etil S ²	0,05	>99	97	78	92	—	60	98	89	78
cloropirifós	0,1	>99	99	97	99	99	67	—	97	—
cumafós	0,025	>99	99	90	99	82	46	92	99	83
dioxatión	0,025	>99	99	41	69	88	—	—	89	78
etiona	0,075	>99	76	41	68	—	—	—	92	—
fosmet ³	0,075	>99	99	74	90	99	34	—	90	93
Carbamatos										
carbarilo	0,2	>99	99	75	—	—	—	—	92	—
promacilo	0,15	>99	—	98	95	98	99	94	95	99
Formamídina										
clorodimeform ⁴	0,1	>99	99	99	97	99	99	69	>99	>99
amitraz	0,025	>99	—	>99	>99	—	>99	>99	—	—
Tiourea										
clorometiurón	0,2	97	—	—	99	97	97	93	97	95
Iminopirrolidina										
clenpirin	0,3	97	—	99	85	99	98	97	91	99
Dietietano										
nimidane	0,05	—	—	—	99	—	98	96	99	99

1 Aplicado en mezcla 1:10 con butóxido de piperonilo.

2 Aplicado en mezcla con 0,5% de etil bromofós y 0,006% de Clorofenvinfós.

3 Inestable y se utiliza sólo en aspersión

4 Inestable a no ser que se amortigue con sal ácida; también es efectivo en mezclas con acaricidas OF, por ejemplo, cloropirifós + 0,01% clorodimeform = 94% de mortalidad de Mt. Alford, o etil bromofós S + 0,01% = 98% de mortalidad de Biarra.

RESUMEN

Resistencia a los acaricidas en América Latina

Boophilus microplus se encuentra ampliamente diseminada en países latinoamericanos y es la especie de garrapata más importante que infesta al ganado en las regiones que se extienden desde México hasta Argentina. En Argentina, Brasil, Venezuela y Colombia las garrapatas desarrollaron resistencia al arsénico y a los compuestos organoclorinados, DDT, BHC y toxafeno (Wharton y Roulston, 1970), pero se tienen pocas evidencias publicadas acerca de la resistencia a los acaricidas organofosforados (OF).

1. Shaw, Cook y Carson (1968) constataron en publicaciones la presencia de resistencia del tipo Ridgeland en Maracaibo (Venezuela) y en Brasil.

2. Fluck y Rufenacht (1969) informaron sobre la recolección de la raza "Las Guerisas" en la provincia de Entre Ríos, Argentina en 1964; las garrapatas presentaron resistencia al diazinon y dioxation y fue mayor que en Ridgeland, pero menor que en Biarra.

3. Torrado y Gutiérrez (1970) describieron la raza "G" (Goya, Corrientes) de Argentina con baja resistencia a ciertos acaricidas OF pero altamente resistente al cumafós (Asuntol).

4. Amaral *et al.* (1974) describió las razas "D" (Río Pardo, Río

Grande do Sul y "M" (Leopoldina, Minas Gerais), de Brasil, con alta resistencia al cumafós, dioxatión y etiona.

5. En 1972, R.D. Shaw y P.L. Crampton, del Cooper Technical Bureau, proporcionaron información adicional en la conferencia de FAO/OIE realizada en Nairobi, acerca del control de Enfermedades del Ganado ocasionadas por Protozoarios Transmitidos por Garrapatas. Se informó sobre resistencia a los OF en Argentina, Brasil, Colombia y Venezuela. La mayoría de los diagnósticos constataron resistencia del tipo Ridgeland, la cual se encontró, por primera vez, en 1963 en garrapatas de la especie *B. microplus* recolectadas en Santa Ambrosina, Rio Grande do Sul, Brasil. En 1970, se encontró un tipo diferente de resistencia en Guaimarito (Perijá, Estado de Zulia, Venezuela) y posteriormente, en otras dos fincas en Zulia y dos en el Valle, Colombia. Las garrapatas de la raza Guaimarito exhiben alta resistencia al dioxatión, etiona y cumafós, pero no son resistentes al cloropirifós o etil bromofós. Shaw y Crampton (ya citados) describieron estas garrapatas con resistencia de tipo "super-Ridgeland" (mayor que Ridgeland pero menor que Biarra).

Comentarios a los cinco puntos anteriores

Es probable que la resistencia a los OF exista en todos los países de América Central y del Sur, en donde los acaricidas se utilizan con frecuencia para el control de *B. microplus*. La

excepción podría ser México en virtud de que no se tienen registros de resistencia de ese país. Es evidente que la resistencia del tipo Ridgeland se encuentra en diversos países pero es imposible relacionar los otros tipos de resistencia con los identificados en Australia. Los métodos de diagnóstico difieren, pero Shaw y Cramp-ton indican que la resistencia del tipo Biarra no se ha identificado en Brasil, Venezuela y Argentina. En 1971, en Rio Grande do Sul, Brasil se desarrollaron razas con resistencia al cloropirifós (Wharton, 1971) que es una característica de las razas Gracemere y Mt. Alford, de Australia, pero no

se conoce su relación con las razas australianas.

Sería muy útil caracterizar en *B. microplus* las razas latinoamericanas resistentes con base en los métodos utilizados por los investigadores australianos (FAO, 1969). La documentación acerca de la resistencia permitiría a las autoridades gubernamentales del sector pecuario y a los ganaderos, aplicar los conocimientos desarrollados en Australia, de tal manera que en el momento y lugar en el cual se desarrolle resistencia a los OF, se pueda hacer luego una selección racional de los acaricidas para ser utilizados alternativamente.

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, N.K., Monmany, L.F.S. y Carvalho, L.A.D. (1974). *J. Econ. Ent.* 67: 387.
FAO (1969). *Plant. Prot. Bull.* 17: 77.
Fluck, V. y Rufenacht, K. (1960). *S.C.I. Monogr.* 33: 183.
Shaw, R.D. Cook, M. y Carson, R.E. (1968). *J. Econ. Ent.* 61: 1590.
Torrado, J.M.G. y Gutiérrez, R.O. (1970). *Rev. Med. Vet.* 51: 3.

UNA REVISION SOBRE EL DIAGNOSTICO DE ANAPLASMOSIS

K. L. Kuttler *

Smith y Kilborne (39, 40), en su primera publicación (1893) acerca de *Babesia bigemina*, describieron un cuerpo marginal pequeño, tipo coco, de tinción fuerte, presente en los eritrocitos. Estos autores consideraron que estos cuerpos correspondían a una fase del ciclo de vida de *B. bigemina* pero indicaron que, posiblemente, se trataba de otro hemo-parásito. En 1910, Theiler (41, 42) reconoció estos puntos marginales como los agentes causales de una enfermedad totalmente diferente, a la cual denominó anaplasmosis.

Mediante el microscopio de luz se observó que estos cuerpos se tiñen de color violeta oscuro con las soluciones colorantes de Romanowsky. Las observaciones del organismo, mediante éste y otros métodos, aún son básicos para el diagnóstico positivo. Además de estos métodos, se constató la presencia de *Anaplasma marginale* mediante: anticuerpos fluorescentes (35, 36), microscopía de fase (6, 27) y acridina anaranjada (11); microscopía electrónica incluyendo secciones ultradelgadas (5, 7, 8, 14, 32, 31).

* Instituto de Medicina Veterinaria Tropical, Universidad de Texas A&M, College Station, Texas 77843, EE.UU.

prueba indirecta de anticuerpos fluorescentes (21) y con una nueva solución de azul de metileno (38).

Las observaciones de *Anaplasma*, mediante una o varias de estas técnicas, son útiles y juegan un papel importante en el diagnóstico de anaplasmosis, pero comúnmente es corto el período de tiempo en el cual los cuerpos de *Anaplasma* son suficientemente numerosos para comprobar su presencia. Se tiene conocimiento de que la infección persiste por largos períodos de tiempo, después de la fase aguda, período durante el cual no se observan parasitemias. Probablemente, las parasitemias existen y las oportunidades de encontrar el organismo en infecciones crónicas se mejoran mediante técnicas como la acridina anaranjada y anticuerpos fluorescentes; aún, con este sistema, las observaciones están por debajo de un nivel aceptable de confiabilidad para el diagnóstico de estas instancias.

En consecuencia, una técnica serológica confiable adquiere importancia en el diagnóstico de anaplasmosis y es importante en programas de control basados en la identificación y eliminación de portadores.

Fijación del complemento (CF)

En 1934, Rees y Mohler (31) describieron la preparación de dos antígenos específicos de fijación del complemento (abreviadamente, CF, del inglés "complement fixation"). Uno de los antígenos se preparó a partir de sangre lacada la cual se centrifugó y lavó; el otro se preparó a partir de extractos de garrapatas previamente alimentados en animales infectados con *Anaplasma*. Sólo hasta 1949 se logró consistencia en la producción de antígenos de CF cuando Mohler, *et al.* (23) y Mott y Gates (25) describieron la producción de un antígeno de CF a partir de sangre de animales agudamente infectados con *Anaplasma*. Esta técnica incluyó los siguientes pasos: 1) recolección de sangre con alto grado de parasitemia; 2) lavado de los eritrocitos en solución salina fisiológica (SSF); y 3) lisis de los eritrocitos en 30 volúmenes de agua destilada fría, saturada con CO₂. El precipitado resultante se recolectó y lavó en SSF mediante centrifugación. En 1952, Price *et al.* (29) preparó un antígeno de CF, el cual, en algunos aspectos, tenía mejores características. Se lavaron eritrocitos altamente infectados en SSF y luego se produjo su lisis en agua destilada. Posteriormente, las partículas de materia, el estroma celular y los cuerpos de *Anaplasma* se recuperaron mediante el paso de las células a través de una centrífuga Sharples a 40.000 x G. El sedimento se recolectó, lavó y resuspendió en SSF. La evaluación por separado de los antígenos en CO₂ y liberados en agua que realizó Gates (12), mostró que ambos antígenos

son efectivos. Se preparó en gran cantidad un antígeno estándar de FC (9, 10) mediante la combinación de ambas técnicas; hasta hace poco tiempo, se disponía del antígeno en el Departamento de Agricultura de EE. UU. (Beltsville, Maryland).

En la actualidad, el Departamento de Agricultura de EE. UU. produce y distribuye un nuevo antígeno de CF más puro, el cual incluye el uso de la célula de presión francesa y que se utiliza primordialmente en un sistema de microplaca (2). Desde 1968, los científicos de la Universidad de Texas A&M utilizan un sistema de microplaca para la prueba de CF con un viejo antígeno estandarizado por el USDA. El título de este antígeno se puede aumentar en aproximadamente tres veces mediante sonicación y utilizado a diluciones 1:30 - 1:38, en comparación con las diluciones de 1:9 y 1:12, para el antígeno no sonicado. Además de la utilización de mayores diluciones de antígeno, la sonicación rompe la mayor parte de las partículas de materia y en consecuencia, facilita el uso del antígeno en el microsistema de gotero y asas de dilución. Se observó buena correlación de los resultados entre el microsistema y la prueba estándar de tubo.

La prueba de CF se ha evaluado en su totalidad bajo diversas condiciones y por numerosos investigadores (13, 15, 16, 17, 23, 28, 30, 37). El consenso general es que esta prueba tiene un porcentaje de precisión de aproximadamente 95 - 96 por ciento. La prueba se ha utilizado con éxito durante varios años, en programas de

control en el campo, en donde es necesario identificar y erradicar animales portadores (26, 22). Las pruebas positivas de CF pueden resultar en ausencia de infección, pero sólo bajo condiciones artificiales. Se demostró que los terneros que lactan en vacas infectadas con *Anaplasma* darán reacción positiva debido a la ingestión de anticuerpos presentes en el calostro (20). La inyección de antígeno muerto de *Anaplasma*, más adyuvantes, también produce reacción positiva en la prueba de CF (18).

En una publicación del USDA se describen las técnicas involucradas en el proceso de la prueba de CF (1). Básicamente, todos los reactivos, complemento, amboceptor hemolítico y antígeno se estandarizan mediante titulación, de tal manera que en la prueba se utilicen dos unidades de cada uno. En el sistema hemolítico se utiliza una suspensión al 2 por ciento de eritrocitos de oveja. A través del ensayo se utiliza, como diluyente amortiguador Veronal (AV), con un pH de 7.4. Para la selección se utiliza una dilución de suero de 1:5 y la fijación completa (4+) del complemento a este nivel se considera positiva. Se siguen los siguientes pasos:

1. 0.1 ml de suero + 0.1 ml de AV lo cual da una dilución 1:5.
2. El suero diluido a 58°C, durante 35 minutos, es inactivado.
3. Después de que el suero se ha enfriado completamente:
 - a) Adicionar 0.5 ml de antígeno diluido en AV para que contenga exactamente dos unidades.

- b) Adicionar 0,5 ml de complemento diluido en AV para que contenga exactamente dos unidades.

4. Incubar el suero-complemento-antígeno durante 60 minutos a 37.5°C.
5. Adicionar 1.0 ml del sistema hemolítico: los tubos se agitan e incuban a 37.5°C durante 45 minutos. El sistema hemolítico está compuesto por partes iguales de eritrocitos de oveja al 2 por ciento y AV que contiene amboceptor hemolítico, de tal manera que se obtengan dos unidades.
6. Después de la incubación final, los tubos (que ahora contienen 2.5 ml de volumen total) se centrifugan durante 5 minutos a 2.000 RPM en una centrifuga clínica (International PR-2) e inmediatamente se hacen las lecturas.
7. Una lectura de 4- no muestra hemolisis.

3+	-	25%	de hemolisis
2+	-	50%	de hemolisis
1+	-	75%	de hemolisis
Tr.	-	100%	de hemolisis
Negativo	-	100%	de hemolisis

Las titulaciones del suero se hacen de la misma manera, excepto por la utilización de diluciones dobles de suero en AV, las cuales, generalmente, se extienden de 1:5 a 1:1280 o más. Es poco corriente encontrar titulaciones de suero mayores de 1:1280.

En nuestro laboratorio, la microprueba se realiza en la misma forma

excepto que las cantidades son aproximadamente 1/20 de las utilidades en la prueba del tubo. Las diluciones se hacen mediante las asas de dilución y las cantidades de 0,025 ml se adicionan mediante goteros calibrados. Todas las titulaciones de los reactivos se realizan mediante una técnica de tubo (1).

El procedimiento, tal como lo publicó el USDA (1), requiere el uso de muestras fenolizadas de suero. El fenol se adiciona como preservativo del suero en concentraciones de 0,5 por ciento. Se indica que este paso aumenta la respuesta de los anticuerpos. En un intento por verificar lo anterior y cuantificar cualquier cambio posible, se hizo una serie de ensayos en suero fenolizado y no fenolizado; los resultados se compararon estadísticamente.

Se recolectaron muestras de suero libres de células de 47 animales infectados con *A. marginale* y se dividieron en dos porciones alicuotas. A

una de ellas no se le adicionó fenol; a la otra, se le adicionó fenol en una concentración final de 0,5 por ciento. Dieciocho horas después se sometieron a prueba todos los sueros para encontrar anticuerpos de CF. En forma similar, se sometieron a tratamiento y prueba muestras de suero de 12 animales no infectados con *Anaplasma*. Todos los sueros se probaron a una dilución 1:5 y las reacciones se clasificaron como positivas, sospechosas y negativas, como se describió anteriormente.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados. Las muestras de suero fenolizadas y no fenolizadas de los 12 terneros no infectados dieron reacciones negativas. De las muestras fenolizadas tomadas del ganado infectado, el 83 por ciento fueron positivas y el 17 por ciento sospechosas; ninguna dio reacción negativa. En las muestras no fenolizadas sólo se presentó un 62 por ciento de reacciones positivas, 26 por ciento de sospechosas y 12 por ciento negativas.

Cuadro 1. Respuestas comparativas de la CF, con diluciones 1:5 en sueros fenolizados (0,5%) y no fenolizados

	No. de animales	Fenolizados			No Fenolizados		
		Pos.	Susp.	Neg.	Pos.	Susp.	Neg.
Sueros positivos de Anaplasmosis	47	39	8	0	29	12	6
Especificidad		83%	17%	0%	62%	26%	12%
Sueros negativos de Anaplasmosis	12	0	0	12	0	0	12
Especificidad		0%	0%	100%	0%	0%	100%
Totales	59	39	8	12	29	12	18

Cuadro 2. Influencia de la adición de fenol sobre la actividad de prozona en titulaciones de muestras de suero tomadas de 25 novillos intactos de 18-24 meses de edad, supuestamente infectados con anaplasmosis.

	Diluciones del Suero				
	1:5	1:10	1:20	1:40	1:80
Reacción prom. fenolizada	3,0	2,66	1,66	0,72	0,28
Reacción prom no fenolizada	1,85	2,12	1,68	0,78	0,32
% de concordancia	62%	80%	99%	92%	88%
Significación	P<0,1	P<0,01	NS	NS	NS

Se hizo un segundo ensayo que incluyó titulaciones del suero de 25 animales que eran considerados como infectados. Cuatro de las 25 muestras recibieron previamente un tratamiento de esterilización con oxitetraciclina, y gradualmente, perdieron titulación. Se presentó un amplio rango de titulaciones del suero. En todos los animales se ensayaron diluciones de suero entre 1:5 y 1:80. Las reacciones se promediaron con base en las reacciones 1+, 2+, 3+ y 4+. Se hizo un análisis de diferencia apareada con el fin de determinar si realmente ocurrieron diferencias significativas.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados. A diluciones de 1:5 y 1:10 la concordancia entre las muestras fenolizadas y no fenolizadas fue de 62 y 80 por ciento, respectivamente. Las reacciones de estas diluciones fueron significativamente más intensas ($P<0.01$) en las muestras fenolizadas. No se presentaron diferencias significativas de intensidad en las diluciones 1:20, 1:40 y 1:80,

y la concordancia fue de 99, 92 y 88 por ciento, respectivamente.

La tendencia pronunciada a las reacciones de prozona en muestras no fenolizadas se redujo en gran parte mediante la adición de fenol, lo cual intensificó las reacciones de las diluciones menores.

Prueba de aglutinación en tubo capilar

En 1963 se desarrolló una prueba de aglutinación en tubo capilar (AC) (33), la cual, durante un tiempo, fue utilizada comercialmente. * Este antígeno es mucho más puro que el viejo antígeno de CF desarrollado por el USDA. Se prepara a partir de eritrocitos muy parasitados los cuales se someten a lisis mediante sonicación, y que se separa del estroma de eritrocitos mediante centrifugación diferencial. La prueba es relativamente fácil de realizar. Se llena un

* Laboratorios Diamond. Des Moines, Iowa, EE. UU.

Cuadro 3. Examen serológico de 501 animales para comparar la prueba CF y la prueba de aglutinación en tubo capilar.

Fijación del complemento			Aglutinación en tubo capilar	Porcentaje de concordancia
Pos.	210	(41,9%)	218	89,71%
Sosp.	33	(6,6%)	—	—
Neg.	258	(51,5%)	283	89,75%
Concordancia global				89,73%

tubo capilar con antígeno a 1/3 de su capacidad y posteriormente, se completa con suero previamente inactivado, durante 30 minutos, a 56°C. Los tubos se colocan boca arriba en cera moldeable; se sellan en el extremo abierto (para evitar el secamiento) y se dejan a temperatura ambiente durante 24 horas. Al término de este tiempo, se hacen las lecturas, que se leen negativas, 1+, 2+ y 3+ con base en el grado de aglutinación visible. Welters y Zuschek (43) describieron esta prueba como similar, o posiblemente más sensible y específica que la prueba de FC, con la ventaja de ser menos costosa y menos complicada. En un ensayo de 501 comparaciones entre las pruebas de FC y AC, se presentó una concordancia del 88 por ciento (20) (Cuadro 3). Este ensayo dio la impresión de que la prueba de FC fue ligeramente más sensible para detectar reacciones tempranas que la prueba de AC. Al igual que con la prueba de FC, los animales inoculados con antígeno muerto de *Anaplasma* produjeron reacciones positivas con la prueba de AC (20). Las reacciones de AC también se detectaron en terneros lactan-

tes de ganado infectado con *Anaplasma* (20). El análisis de las titulaciones del suero de CF y AC mostraron una correlación significativa y marcada (Figura 1).

Prueba rápida de aglutinación en tarjeta

La prueba serológica más reciente, para el diagnóstico de la anaplasmosis, es la prueba rápida de aglutinación en tarjeta (AT) que desarrollaron Amerault y Roby (3, 4). La AT tiene diversas ventajas y actualmente se reconoce oficialmente como prueba para detectar anaplasmosis junto con la CF. El antígeno de *Anaplasma* se prepara a partir de eritrocitos infectados. Se purifica mediante la célula de presión francesa, la cual separa el estroma de eritrocitos y las partículas antigénicas. El antígeno purificado se tiñe para facilitar las lecturas. Al igual que la prueba de AC, su montaje y lectura es muy sencilla. Sin embargo, se requiere trabajar cuidadosamente para asegurar los mejores resultados. La AT se desarrolló primordialmente como prueba de

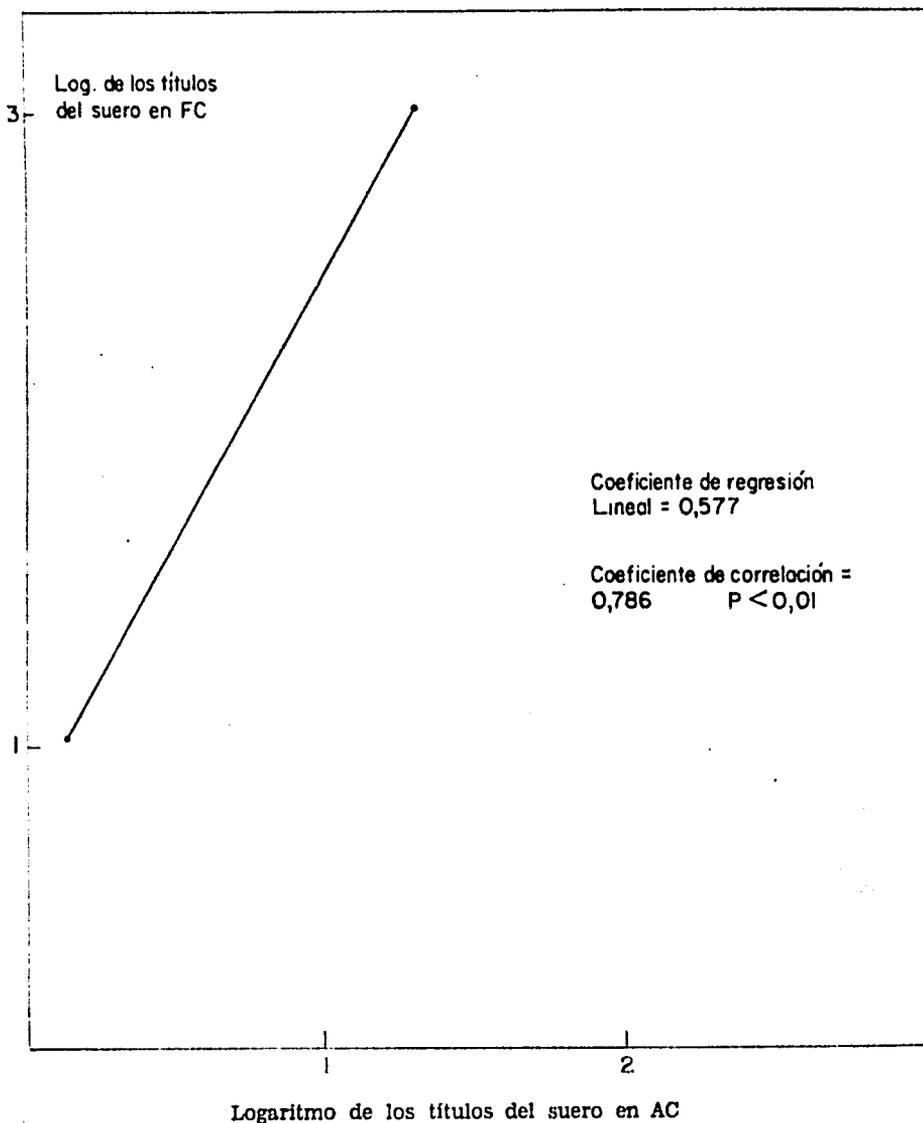


Figura 1. Correlación de las titulaciones del suero de la aglutinación en tubo capilar y fijación del complemento, con base en 21 titulaciones del suero infectado de anaplasmosis.

campo que se podría utilizar, a nivel de finca, con plasma no inactivado. En el laboratorio la prueba se puede realizar con suero o plasma no inactivado. Las muestras de sangre para la prueba de campo se obtienen de la vena de la cola y se recogen en una

cubeta plástica pequeña, que contenga una cantidad medida de heparina. Después de agitar la mezcla, las muestras se pasan a una centrifuga pequeña, operada por una batería de automóvil, durante cuatro minutos, a 2.000 x G.

Cuadro 4. Examen serológico de 469 animales para comparar la prueba de CF y la prueba de la tarjeta.

Fijación del complemento		Prueba de la tarjeta		% de concordancia
Pos.	322 (68,7%)	389	(82,9%)	96,8%
Sosp.	80 (17,1%)	—	—	—
Neg.	67 (14,3%)	80	(17,1%)	83,8%
Concordancia global				94,8%

Junto con el equipo de prueba se incluye un factor de suero bovino (FSB). Esta sustancia se reconstituye con 3,2 ml de agua destilada. Sobre cada área circular de prueba (18 mm de diámetro) se aplican exactamente 2 gotas (0,03 ml) del FSB. En el círculo de prueba se colocan 0,03 ml de plasma libre de células mediante un tubo capilar marcado. Al plasma y FSB se adiciona una gota de antígeno (0,015 ml). Las tres sustancias se mezclan con un palillo de dientes u otro objeto plano; posteriormente, se coloca la tarjeta en una placa rotativa bajo una cubierta humedecedora durante cuatro minutos a 100 rpm. Posteriormente, la tarjeta se inclina de un lado para el otro e inmediatamente, se hace la lectura macroscópicamente. La reacción positiva muestra una aglutinación característica; la reacción negativa no pre-

senta aglutinación. Se debe tener la precaución de no demorar la lectura en virtud de que el secamiento y la mezcla manual prolongada, bien puede resultar en una reacción no específica.

En gran parte, las comparaciones entre la AT y FC presentan una buena correlación.

Recientemente, se hicieron dos estudios en regiones de alta incidencia de anaplasmosis. El primer estudio se hizo en 469 animales, al sur de Texas. La prueba de AT se realizó en plasma a nivel de finca. Se recolectó suero de las muestras duplicadas y se sometieron a la prueba de CF en condiciones de laboratorio. Al suero no se le adicionó fenol. El segundo estudio se efectuó en suero de 164 animales en Guyana. Las pruebas de AT y CF se hicieron en el suero.

Cuadro 5. Análisis de las diferencias que se presentan entre las pruebas de CF y tarjeta.

N° total de muestras que no concuerdan	CF Positivo	CF Sospechoso	CF Negativo
	CT Negativo	CT Negativo	CT Positivo
34 (7,2%)	15	9	10
	(44,1%)	(26,5%)	(29,4%)

Cuadro 6. Comparación serológica de 164 animales con CF y tarjeta (suero).

Fijación del complemento		Prueba de la tarjeta	% de concordancia
Pos. y Sosp.	180 (66%)	117 (71%)	92,3%
Neg.	56 (34%)	47 (29%)	83,9%
Total	164	164	89,7%

En los Cuadros 4, 5, 6 y 7 se tabulan los resultados. La concordancia global de la AT en plasma y CF en suero fue de 91,8 por ciento (Cuadro 4). En este caso, la prueba de CF pareció ser ligeramente más sensible (Cuadro 5), lo cual pudo ser ocasionado por la naturaleza de la infección en este hato. Se presentaron muchos casos nuevos de anaplasmosis que los encontrados por volumen de células aglomeradas (hematocrito) y frotis de sangre. Por lo general, se reconoce que en la prueba de CF la reacción positiva se expresa más rápidamente que en las pruebas de aglutinación (AT y AC).

En el segundo ensayo, la correlación global fué de 89,7 por ciento (Cuadro 6). La no concordancia que se puede observar en el Cuadro 7 indica que la AT es más sensible que la CF. Esto puede reflejar el estado o tiempo de duración de la infección en los animales ensayados. Si tal es

el caso, estos resultados confirman el hecho de que la CF es más sensible a infecciones recientes y agudas y que la AT es más efectiva para comprobar la presencia de infecciones que permanecen por largo tiempo.

RESUMEN

Se dispone de pruebas confiables para diagnosticar anaplasmosis aguda y crónica. Se presenta un alto grado de correlación y concordancia entre la prueba de fijación del complemento (CF) y la prueba de aglutinación en tubo capilar (AC); y entre la FC y la prueba rápida de aglutinación en tarjeta (AT). Las pruebas de CF y AT se han reconocido como pruebas oficiales para el traslado de ganado de un estado a otro, en el cual existen disposiciones en relación con la certeza de que el ganado, antes de ser trasladado a ese estado, haya pasado por exámenes de sangre y que éstos hayan sido negativos.

Cuadro 7. Análisis de las diferencias que se presentan entre las pruebas de CF y tarjeta (suero).

No. total de muestras que no concuerdan	FC Positivas y FC Sospechosas AT Negativas	FC Negativas AT Positivas
24 (15%)	8 (33%)	16 (67%)

BIBLIOGRAFIA

1. Anon.: (1958) A Manual for Conducting the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis, ARS-USDA.
2. Anon.: (1974). A Microtiter Technique for the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis, USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Beltsville, Maryland.
3. Amerault T.E., y Toby, T.O. (1968). A Rapid Card Agglutination Test for Bovine Anaplasmosis, J.A.V.M.A., 153: 1828-1834.
4. Amerault, T.E. y Toby, T. O.: (1971) Card Agglutination and Complement-Fixation Reactions After Vaccination of Cattle Against Anaplasmosis. J.A.V.M., 159: 1749-1751.
5. De Robertis E. y Epstein, B.: (1951) Electron Microscope Study of Anaplasmosis in Bovine and Red Blood Cells, Proc. Soc. Exp. Biol. N.Y. 77: 254-258.
6. España, C. y España, E.M.: (1962) Further Studies on the Morphology of *Anaplasma marginale* with Phase Contrast and Light Microscopy. Proc. of the Fourth National Anaplasmosis Conf., Reno, Nevada.
7. España, C., España, E.M. y Gonzalez, D.: (1959). *Anaplasma marginale* I. Studies with Phase Contrast and Electron Microscopy. Am. J. Vet. Res. 20: 795.
8. Foote, L.E., Geer, J.C. y Strich, Y.E.: (1958) Electron Microscopy of the Anaplasma Body: Ultrathin Sections of Bovine Erythrocytes. Science 128: 147-148.
9. Franklin, T.E., Huff, J.W., Heck, F.C.: (1962). Large Scale Production of Anaplasmosis Antigen. Southwestern Vet., 15: 131-139.
10. Franklin, T.E., Heck, F.G. y Huff, J.W.: (1963). Complement-Fixation Antigen Production, Am. J. Vet. Res., 24: 483-497.
11. Gainer, J.H.: (1961) Demonstration of *Anaplasma marginale* with Fluorescent Dye, Acridine Orange; Comparisons with the CF Test and Wright's Stain. Am. J. Vet. Res. 22: 882.
12. Gates, D.W., Mohler, W.M., Mott, L.W.: Poelma, L.J., Price, K.E. y Mitchell, J.: (1954) A Comparison of Antigen Production Methods and Complement Fixation Procedures for Diagnosing Bovine Anaplasmosis. Proc. U.S. Live Stk. Sanit. Assoc. 58th Ann. Meet.
13. Gates, D.W., Mohler, W.M., L.C., y Schoening, H.W.: (1954). Complement-Fixation Test as a Tool in the Control of Anaplasmosis. Proc. 91st Ann. Meet AVMA, Seattle, 51-53.
14. Gates, D.W. y Ritchie, A.E.: (1962). Forms of *Anaplasmosis marginale* Theiler as Observed by Electron Microscopy. Proc. of the Fourth National Anaplasmosis Conf., Reno, Nevada.
15. Gates, D.W., Roby, T.O. y Mott, L.O. (1955). Studies on the Specificity of the CF Test for Anaplasmosis. U.S. Livestock San. Assn. 59th Ann. Meet. 89.
16. Gates, D.W. y Roby, T.O.: (1956) The Status of the Complement-Fixation Test for the Diagnosis of Anaplasmosis in 1955. Ann. N.Y. Acad. Science, 64: 31-39.
17. Gates, D.W., Roby, T.O. y Mott, L.O.: (1955). Studies on the Specificity of the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis. Proc. 59th Ann. Mtg. U.S. Live Stk. Sanit. Assn., 89-97.
18. Kuttler, K.L.: (1961). Anaplasmosis Immunization Studies. Proc. 65th Ann. Mtg U.S. Livestock Sanit. Assn.
19. Kuttler, K. L.: (1963) Comparisons of Complement-Fixation and Capillary Tube Agglutination Test for Detection of Bovine Anaplasmosis. J.A.V.M.A. 143: 729-733. 1007-1010.
20. Kuttler, K.L., Marble, D.W. y Matthews, N.J.: (1962) Anaplasmosis Complement-Fixation Response in Calves from Anaplasmosis Infected Dams. Am. J. Vet. Res. 23:
21. Lohr, K.F., Ross, J.P.J., Meyer, H.: (1973) Studies on Homologous and Heterologous Antibody Response to Infections with *Anaplasma marginale* and *A. centrale* Using

- the Indirect Fluorescent Antibody and Capillary Tube Agglutination Tests. *Zeitschrift für Tropenmedizin Parasitologie*, 24: 86-95.
22. Merriman, C.M., Buckner, C. y Hobbs, C.S.: (1962). Field Trial with the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis in a Herd Free of Clinical Evidence of Infection. *J.A.V.M.A.*, 141: 1335.
 23. Mohler, W.M., Eichorn E.A. y Rogers, H. (1949). Complement-Fixation Test for Serum Diagnosis of Bovine Anaplasmosis. *Vet. Med.* 44: 155-156.
 24. Mohler, W.M. y Gates, D.W.: (1952) Present Status of the Complement-Fixation Test of the Diagnosis of Anaplasmosis. *Proc. 56th Ann. Meet. U.S. Livestock Sanit. Assn.* 61-64.
 25. Matt, L.O. y Gates D.W.: (1949). Production of an Antigen for Anaplasmosis Complement-Fixation Tests. *Vet. Med.* 44: 296-299.
 26. Pearson, C.C., Brock W.E. y Kliwer I.C.: (1955) A Preliminary Report on the Use of the Complement-Fixation Test as an Aid in the Control of Anaplasmosis in Range Cattle. *Proc. 59th Ann. Mtg. U.S. Livestock Sanit Assn.*, 98-102.
 27. Pilcher, K.S., Wu, W.G. y Muth., O.H.: (1961). Studies on the Morphology and Respiration of *Anaplasma marginale*, *Am. J. Vet. Res.*, 22: 298.
 28. Price, K.E., Brock, W.E. y Miller, J.G.: (1954) An Evaluation of the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis. *Am. J. Vet. Res.* 15: 511-516.
 29. Price, K.E., Poelma, L.J. y Faber, J.E.: (1952) Preparation of an Improved Antigen for Anaplasmosis Complement-Fixation Tests. *Am. J. Vet. Res.*, 13, 149.
 30. Price, K.E., Poelma, L.J., Hastings, J. W. Sr. y Mitchel, J.I.: (1953) The Practical Application of the Complement-Fixation Test for Anaplasmosis. *Proc. 57th Ann. Meet. U.S. Livestock Sanit. Assn.*, 90-97.
 31. Rees, C.W. y Mohler, W.M.: (1934). Preliminary Studies on the Complement-Fixation Test for the Diagnosis of Bovine Anaplasmosis. *J.A.V.M.A.*, 85: 600-674.
 32. Ristic, M.: (1960) Structural Characterization of *Anaplasma marginale* in Acute and Carrier Infections. *J.A.V.M.A.*, 136, 417.
 33. Ristic M.: (1962) A Capillary Tube Agglutination Test for Anaplasmosis A Preliminary Report. *J.A.V.M.A.*, 141: 583.
 34. Ristic, M. y Watrach, A.M.: (1961). Studies in Anaplasmosis II. Electron Microscopy of *Anaplasma marginale* in Deer. *Am. J. Vet. Res.*, 22: 109.
 35. Ristic, M. y White, F.H.: (1960) The Detection of an *Anaplasma marginale* Antibody Complex Formed *In vivo*. *Science*, 131: 987.
 36. Ristic M., White F.H. y Sanders, D.A.: (1957). Detection of *Anaplasma marginale* by Means of Fluorescein-Labeled Antibody. *Am. J. Vet. Res.*, 18, 924.
 37. Rogers, R.J.: (1971) Bovine Anaplasmosis: An Evaluation of the Complement-Fixation and Capillary Tube-Agglutination Tests and the Incidence of Antibodies in Northern Queensland Cattle Herds. *Aust. Vet. J.* 47:364-369.
 38. Schalm Q.W., Osebold, J.W. y Murphy, F.A.: (1962). Observation with New Methylene Blue Stain as Applied to *Anaplasma marginale*. *Calif. Vet.*, 36.
 39. Smith, T., y Kilborne, F.L.: (1891) U.S. Dept. of Agric. 8th Annual Rep. of the B.A.I.
 40. Smith, T. y Kilborne, F.L.: (1893) Investigations into the Nature, Causation, and Prevention of Texas or Southern Cattle Fever. U.S. Dept. of Agric., BAI Bull. 1.
 41. Theller, A.: (1910). *Anaplasma marginale* (Gen and spec., nov.) The Marginal Points in the Blood of Cattle Suffering from a Specific Disease. *Rep. Gov. Vet. Bact. Transvaal, Dept. Agric.* (1908-1909), 7-64.
 42. Theller, A.: (1910) Gall-sickness of South Africa (Anaplasmosis of Cattle). *J. Comp. Path. and Therap.*, 23, 98.
 43. Welter, J.C. y Zuschek, F.: (1962). Properties of *Anaplasma marginale* Antigen Used in a Capillary Agglutination Test. *J.A.V.M.A.*, 141: 505.

METODOS DE INMUNOPROFILAXIS CONTRA ANAPLASMOSIS
BOVINA CON ENFASIS EN EL USO DE UNA VACUNA
ATENUADA PARA *ANAPLASMA MARGINALE*

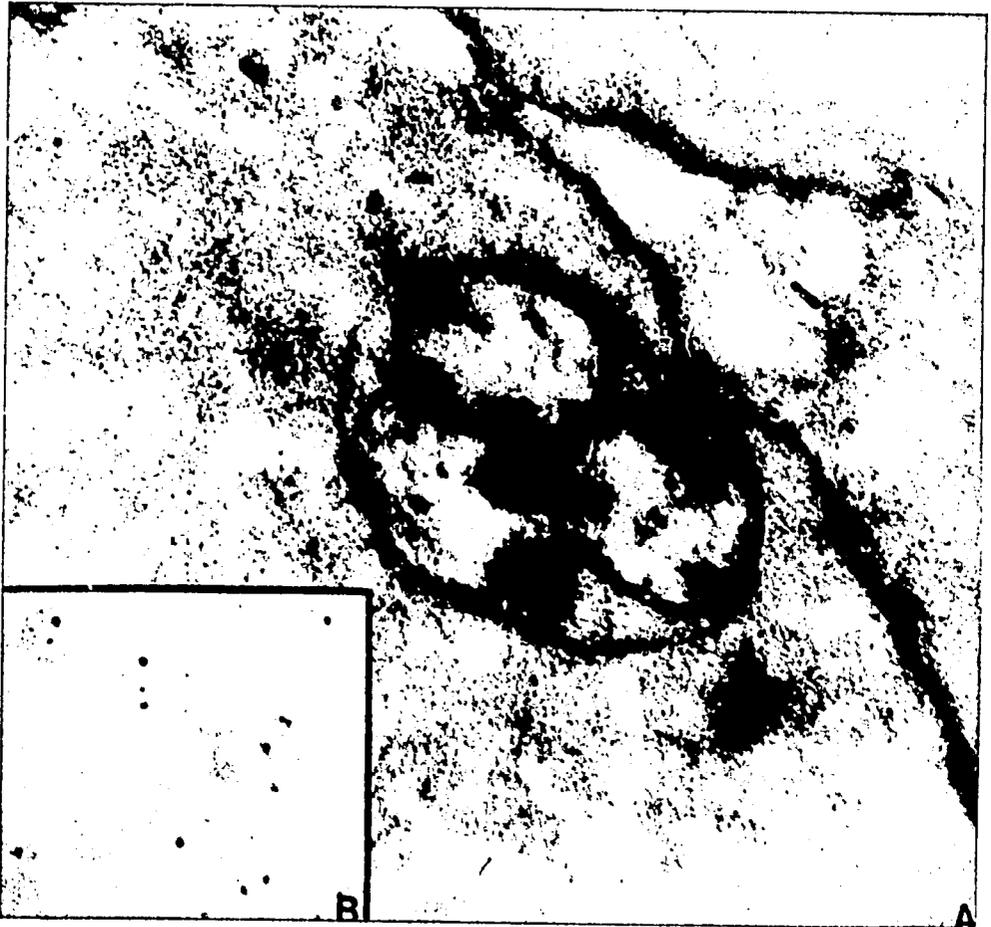
RESUMEN*

Miodrag Ristic**

C. A. Carson**

El artículo describe en forma comprensiva el enfoque teórico del problema de la inmunización del ganado contra anaplasmosis. Se hace énfasis en el desarrollo de una vacuna atenuada de *Anaplasma marginale*. Se

presenta un recuento de experimentos de campo y laboratorio que tuvieron éxito en los Estados Unidos, Venezuela, Colombia y México donde se empleó la vacuna contra cepas virulentas y endémicas.



* El texto completo del presente trabajo fue publicado en inglés.
** Departamento de Patología e Higiene Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Illinois, Champaign-Urbana, Illinois 61801, EE. UU.

REVISION DE CONOCIMIENTOS ACERCA DE LOS VECTORES DE ANAPLASMOSIS BOVINA

Kenneth C. Thompson *

El resurgimiento del interés por los estudios sobre las relaciones biológicas y la transmisión de *Anaplasma*, es evidencia de una nueva ola de popularidad. En la actualidad, se reconoce que Smith y Kilborne (1893), en su demostración clásica de transmisión de piroplasmosis bovina por garrapatas, observaron cuerpos de *Anaplasma marginale* a los cuales describieron como partículas "periféricas en forma de coco" presentes en eritrocitos de algunos animales. Ristic (1960) indicó que "se conoce muy poco acerca de los medios a través de los cuales se perpetúa la anaplasmosis en la naturaleza" y esta afirmación, probablemente, tiene validez hasta el momento presente.

Las evidencias experimentales y epidemiológicas indican que el tábano (*Tabanus spp.*) es el vector más importante de la anaplasmosis (Ristic, 1968; Roberts *et al.*, 1968). La transmisión por tábanos se efectúa

sólo mediante medios mecánicos y por lo general, debe ocurrir en pocos minutos. Wilson y Meyer (1966) demostraron la transmisión de anaplasmosis bovina de un ternero infectado a una vaca adulta mediante la transferencia del tábano, *Tabanus fuscicostatus*. Los autores mencionados también indicaron que en Louisiana existía alguna correlación entre altas poblaciones de tábanos e incidencia de anaplasmosis. Se demostró que, por lo menos 10 especies de *Tabanus* de los Estados Unidos, transmiten anaplasmosis (Ristic, 1968).

Otros vectores potenciales son las moscas de los géneros *Stomoxys*, *Chrysops*, *Simuliidae*, y *Siphona*. Se demostró en experimentos la posibilidad de transmisión mecánica por mosquitos de los géneros *Psorophora* y *Aedes*.

Roberts y Love (1973) informaron que *Hippelates* puede albergar *Anaplasma* durante, por lo menos, tres días. La oportunidad de transferencia a través de material regurgitado o defecado es mayor que la de moscas que pueden transmitir mecánicamente sólo mediante su alimentación inte-

* Universidad de Acarología, Grupo de Salud Animal, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 67-13. Cali, Colombia, S. A.

rrumpida, de animal en animal, y en muy poco tiempo.

Probablemente, el método más común de transmisión mecánica es el de los operarios quienes utilizan instrumentos (por ejemplo, durante el descorne y la castración) y agujas contaminadas (por ejemplo, el uso de la misma aguja para vacunar muchos animales sin esterilizarla después de cada vacunación).

Howarth y McNeal (1973) indicaron que los insectos hematófagos, indudablemente, son responsables de buena parte de la transmisión de anaplasmosis bajo condiciones de campo, pero, que no se deben considerar como vectores de importancia mayor. Con base en los experimentos que se realizaron en California, ellos concluyeron que las garrapatas son los únicos vectores naturales capaces de mantener la exposición a la infección de *Anaplasma* a altos niveles. Bajo las condiciones de su ensayo de exposición controlada, no se observaron evidencias de transmisión o infección de *A. marginale* por insectos voladores en ganado mantenido en plataformas cubiertas. Sin embargo, estos investigadores indicaron que no se hicieron determinaciones de la actividad de los insectos sobre la plataforma.

Ristic (1968) informó que, por lo menos 20 especies de garrapatas, son capaces de transmitir anaplasmosis bajo condiciones experimentales. Ristic indicó que el hecho de que la transmisión fue efectuada por ciertas garrapatas bajo condiciones experimentales, no necesariamente significa que las garrapatas son vectores en la na-

turalidad. Indudablemente, los factores ecológicos (terreno, clima, vegetación, predilección de hospedantes, hábitos de las garrapatas y su distribución geográfica en su medio ambiente natural) ejercen grandes variaciones en su papel como vectores de anaplasmosis. Se ha demostrado que las garrapatas argásidas e ixódidas, de diversos géneros presentes en el Viejo y Nuevo Mundo, son vectores de anaplasmosis.

Philip (1963) señaló en forma acertada las complejidades y variedad de agentes patógenos (virus, rickettsias, espiroquetas, bacterias y protozoarios) que se adaptan a los ácaros, más algunos agentes no infecciosos, todos los cuales han contribuido a dar a los acáridos el dudoso honor de ser los vectores e irritadores más versátiles. Esto no es difícil de comprender en virtud de que las garrapatas y los ácaros han vivido a expensas de animales hospedantes desde hace mucho más tiempo —en la historia de la geología moderna— que las moscas picadoras, cuya evolución es más reciente. Muchas especies de garrapatas se adaptaron a ciertos hospedantes específicos y a sus hábitos, y la mayoría de las garrapatas son parásitos en todos los estadios posteriores al huevo.

La efectividad de las garrapatas en hospedar agentes infecciosos es mayor que la de insectos parásitos más evolucionados e incluso, mayor que la de muchos vertebrados. Los diversos factores que favorecen a las garrapatas como hospedantes de agentes infecciosos incluyen: longevidad; resistencia a la inanición y a sobre-

vivir al invierno o supervivencia interepizootia, en medios apropiados; ataque frecuente en más de un hospedante vertebrado en una generación dada; adaptaciones que resultan en transmisión por diversos estadios y paso de agentes de los huevos a la progenie; y propagación cíclica en los vectores.

Philip (1963) indicó además que existe la tendencia de atribuir a los parásitos con alas, mayores ventajas como vectores, especialmente, a los mosquitos que son más móviles en la búsqueda de hospedantes. Sin embargo, las ventajas de las garrapatas radican en que: 1) tienen mayor longevidad, especialmente las argásidas, y 2) muchos hospedantes de los acáridos no sólo viajan mayores distancias que las frágiles moscas picadoras, sino que también pueden transportar todos los estadios activos de los ácaros aún más, las garrapatas pueden atravesar continentes adheridas a aves migratorias y murciélagos o en animales de exportación.

Probablemente, el paso de organismos patógenicos de una generación de garrapatas a la otra, a través de los huevos, representa el mayor grado de adaptación de los organismos a hospedar en el vector (especialmente virus, rickettsias y espiroquetas). Las bacterias que ocasionan tularemia son excepciones a esta condición. El paso transovárico de *Babesia* es digno de mención.

Un avance importante en el estudio moderno de la acarología es el reconocimiento de que se requieren otros criterios, además de los morfológicos, para delinear muchas especies pató-

feras * las cuales exhiben diferencias geográficas incomprensibles en lo que concierne a sus actividades biológicas.

Un ejemplo de lo anterior es la garrapata ubicua que parasita al perro y es de color café y pertenece a la especie *Rhipicephalus sanguineus*: tiene el hábito de prenderse y transmitir patógenos al hombre, en determinadas regiones del Viejo Mundo, Kashmir y norte de México; en otras regiones donde existen altas poblaciones, como por ejemplo al sur de los Estados Unidos, esta garrapata no tiene tal hábito. En Palestina, Feldman-Muhsam (1952) separó morfológicamente una segunda especie, *R. secundus*, lo cual puede explicar en parte las diferencias en los hábitos mencionados. Hoogstraal (1956) se refirió a diferencias de población bajo diversas condiciones medioambientales y a la predilección de hospedantes (en parte, basado en estudios realizados por Walton) e indicó discrepancias similares en *Ornithodoros moubata*, vector y parásito humano que reapareció en Africa y del cual, supuestamente, se tenía un buen conocimiento. Theiler (1947) contrastó la habilidad que presentan algunas especies de *Hyalomma* para transmitir enfermedades e infestar mamíferos ungulados en la URSS, con su incapacidad para infestar ganado doméstico en Sur Africa. Aún existen muchos problemas taxonómicos por resolver, los cuales trascienden criterios estrictos.

* Vocablo formado por dos voces griegas: **Pathos** que es un prefijo que significa enfermo o que sufre, y **phero**, que lleva o transporta, en contraposición a "patogénico" que significa causante de enfermedad (en relación con agentes etiológicos). El adjetivo "virulífero" se emplea por los virólogos para describir vectores infectados.

tamente morfológicos e impiden la delimitación confiable de relaciones que son pertinentes a los vectores.

En la actualidad, se tiene un buen conocimiento acerca de los fenómenos de interferencia entre patógenos de animales, pero son pocas las evaluaciones en garrapatas infectadas a un mismo tiempo, con más de un agente; sin embargo, el fenómeno de interferencia podría ser un factor importante en la habilidad de transmitir enfermedades en ciertas biocenosis. En los informes de Bitukov (1953) y D'yakonov (1959) no se indica si se observó efecto alguno sobre la transmisibilidad de infecciones simultáneas de *Anaplasma* y *Theileria* por las mismas garrapatas, pero el problema requiere más investigación con otros agentes patógenos.

Neitz (1956), en su consolidación del conocimiento acerca de las enfermedades transmitidas por garrapatas, indicó que la transmisión transovárica de anaplasmosis se presenta en *Boophilus* spp., *Dermacentor andersoni*, *Haemaphysalis cinnabarina punctata*, *Hyalomma excavatum*, *Ixodes ricinus* y *Rhipicephalus simus*. En las especies de garrapatas restantes, *D. albipictus*, *D. variabilis*, *R. bursa*, *R. sanguineus* y *Argas persicus* sólo se ha constatado transmisión de estadio a estadio, dentro de una misma generación.

Sin embargo, simultáneamente con la erradicación de *B. annulatus* y *B. microplus* en una gran extensión en los Estados Unidos, se erradicó la babesiosis y no la anaplasmosis (Ristic, 1968). En el ganado vacuno, rara

vez se encuentran las especies *A. persicus*, *D. variabilis* y *R. sanguineus*. *Dermacentor andersoni* se encuentra más o menos limitada a los Estados de las Montañas Rocosas y *D. occidentalis* a California. La distribución geográfica de *D. albipictus* se extiende más allá de la región enzootica de la anaplasmosis. Para el caso de *I. scapularis*, la ocurrencia estacional de los adultos (único estadio que se alimenta en el ganado) no se puede correlacionar con la ocurrencia estacional de la enfermedad. En consecuencia, tal parece que la transmisión mecánica es la responsable de la anaplasmosis en estas regiones.

Howell (1957) y Reshetnyak *et al.* (1956) también hicieron una revisión de la transmisión de anaplasmosis por artrópodos. Reshetnyak *et al.* identificaron tres ixódidos adicionales en la URSS. Bitukov (1953) informó sobre transmisión por primera vez en Kazakh por adultos de *H. sulcata* y por larvas o ninfas de *O. lahorensis*, pero los procedimientos que utilizó en su experimento, no establecen con claridad si ocurrió transmisión transovárica. En la región de Stavropol, en la URSS, D'yakonov (1959) constató infección, aparentemente natural, de adultos de *R. turanicus* que infectaron un ovejo. Lo anterior no fué más que una transmisión mecánica.

La presencia de garrapatas distintas a las de la especie *B. microplus* y de diversas enfermedades asociadas a la transmisión por garrapatas, son otras complicaciones en áreas tropicales fuera de Australia; sin embargo, Seddon y Albiston (1966) indicaron que, en Australia, la infec-

ción con *Anaplasma marginale* sólo se constató en ganado que fue infestado con *Boophilus microplus*. Rogers (1971) indicó que, aunque en Australia la anaplasmosis es una enfermedad de importancia secundaria en comparación con la babesiosis, el número de brotes de anaplasmosis al norte de Queensland es significativo.

Springell (1974) manifestó que Australia es un país afortunado en virtud de que sólo tiene una especie de garrapata de importancia económica. Si este fuese el caso, sería interesante determinar si la anaplasmosis se presenta en regiones de Australia fuera del área infestada por *B. microplus*.

Kuttler *et al.* (1971) utilizaron larvas de *Boophilus annulatus* no alimentadas y observaron transmisión transovárica de anaplasmosis a dos terneros esplenectomizados; sin embargo, en trabajos similares recientes pero con una especie diferente (*B. microplus*), no se observó este fenómeno.

Leatch (1973) informó que, mientras *A. marginale* se transmite fácilmente por transferencia de estadios de *B. microplus*, las generaciones siguientes de las mismas garrapatas fueron incapaces de transmitir la infección. Pueden estar involucrados ciertos factores, como son las condiciones de incubación de la hembra durante la postura o las condiciones de las larvas. Además, algunas cepas de *A. marginale* o razas de *B. microplus* pueden modificar la incidencia de este tipo de transmisión.

En experimentos realizados por Connell y Hall (1972) se determinó

que la alimentación interrumpida de instar a instar y paso a un hospedante susceptible, es un buen método para transmitir *A. marginale*, en tanto que después de seis intentos no fue posible determinar transmisión transovárica por *B. microplus*.

Uilenberg (1973), al resumir su trabajo realizado en 1968 y 1970, indicó que fracasaron todos los intentos por transmitir anaplasmosis transováricamente en *B. microplus* a pesar de que todas las evidencias epizootiológicas señalan su papel como vector de la enfermedad. En consecuencia, un animal infectado se infestó con larvas de *B. microplus* y a los cuatro días se encerró con un novillo susceptible esplenectomizado libre de garrapatas. El novillo se infestó de garrapatas y adquirió la infección de *A. marginale*.

Interrogantes Finales

1. Cuán importante es *Boophilus microplus* en mantener la anaplasmosis en la naturaleza cuando: 1) es cuestionable su habilidad para transmitir la enfermedad transováricamente y 2) es una garrapata que cumple su ciclo en un sólo hospedante (aunque, como se mencionó con anterioridad, se presenta algo de transferencia a otros hospedantes)?

2. Cuán importante es un vector biológico (el organismo que sufre algún cambio, desarrollo o multiplicación) para perpetuar la anaplasmosis en la naturaleza?

3. La altura, por sí misma, afecta la transmisibilidad de *A. marginale*, o es más bien la ausencia de vectores la que afecta esa transmisibilidad?

BIBLIOGRAFIA

- Bitukov, P.A. (1953). Experiments in transmission of theileriasis and anaplasmosis of sheep through ticks *Ornithorhos lahorensis* and *Haemaphysalis sulcata*. Trud Adak. Nauk., Kazakhskoi SSR, Inst. Zol. 1: 30-36.
- Cornell, M. y Hall, W.T.K. (1972). Transmission of *Anaplasma marginale* by the cattle tick *Boophilus microplus*. Aust. Vet. J. 48: 477.
- Dijakonov, L.P. (1959). (The role of *Rhicephalus turanicus* Pom. in the epizootiology of haemosporidiosis of sheep). Veterinariya 36:30-32. (Abstr. in Rev. App) Entomol., Ser. B, 49: 70).
- Feldman-Muhsam, B. (1952). On the identity of *Rhicephalus sanguineus*. Lat., Bull. Res. Council. Israel, 2: 187-194.
- Hoogstraal, H. (1956). Some African tick problem. Bull. Epiz Dis. Agr. 4: 275-282.
- Howarth, J.A. y McNeal, D.W. (1973). The occurrence of Bovine Anaplasmosis following controlled nature exposure. Proc. Sixth Ntn. Anaplasmosis Conference. March, 19 and 20, Las Vegas, Nevada, pg. 123-126.
- Howell, D.E. (1957). Transmission of Anaplasmosis by Arthropods. Proc. Nat. Res. Conf. Anaplasmosis 3: 14-16.
- Kuttler, K.L., Graham O.H. y Johnson S.R. (1971). Apparent failure of *Boophilus annulatus* to transmit anaplasmosis to white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). J. Parasitology 57: 657-659.
- Leatch, G. (1973). Preliminary studies on the transmission of *Anaplasma marginale* by *Boophilus microplus*. Aust. Vet. J. 49: 15-19.
- Neitz, W.O. (1956). A consolidation of our knowledge of the transmission of tick borne diseases. Onderstepoort J. of Vet. Res. 27: 115-163.
- Philip, C.B. (1963). Ticks as purveyors of Animal Aliments: A review of pertinent data and of recent contributions. Advances in Acarology 1: 285-325.
- Reshetnyak, V.A. Pokhormova, N.G. Lyntov, N.F. y Stripkina, N.A. (1956). *Hyalomma scupense* as transmitter of bovine Anaplasmosis). Veterinariya 9: 39-40.
- Ristic, M. (1960). Anaplasmosis. Adv. Vet. Sic. 6: 111-192.
- . (1968). Anaplasmosis. Infections Blood diseases of man and Animals. Ed Weiman O. and M. Ristic, Vol. II. 503-506 Ch 23, Academic Press New York and London.
- Roberts, R.H., Pund, W.A., McCrory, H.F., Scales J.W. y Collins, J.C. (1968). The relative roles of the *Culicidae* and *Tabanidae* as vectors of Anaplasmosis. Fifth National Anaplasmosis Conference, Oklahoma State University, Stillwater. Abstracted in J. Am. Vet. Med. Ass. 153: 205
- . y Love, J.N. (1973). The potential of *Hypelates pusio* Loew (Diptera: Cloropidae) as a vector of Anaplasmosis. Proc. Sixth National Anaplasmosis Conference, March 19, 20, Las Vegas, Nevada, 121-122.
- Rogers, R. J. (1971). An evaluation of tick fever outbreaks in Northern Queensland in recent years. Aust. Vet. J. 47: 415-417.
- Seddon, H.R. Revised by Albiston, H.E. (1966). "Diseases of Domestic Animals in Australia" part 4. Serv. Pubs. Dep. Hlth. Aust. Vet. Hyg. 8: 10.
- Springell, P.H. (1974). The cattle tick in relation to animal production in Australia. World Animal Review 10: 19-23.
- Theiler, G. (1947). Ticks, Presidential address to the South African Biological Society at a meeting held in Pretoria, Nov. 20, 1947, MS.
- Uilenberg, G. (1973). Transmission of *Anaplasma marginale* by the cattle tick *Boophilus microplus*. Aust. Vet. J. 49: 216.
- Wilson, B.H. and Meyer, R.B. (1966). Transmission of Anaplasmosis with horseflies. Am. J. Vet. Res. 27: 367.

OTRAS CONTRIBUCIONES

EPIZOOTIOLOGIA DE ANAPLASMOSIS Y BABESIOSIS EN URUGUAY

F. Canábez *
R. J. Bawden **

Los géneros *Babesia* y *Anaplasma* existen en Uruguay desde comienzos de este siglo. La primera ley acerca del control sanitario, establecida el 13 de abril de 1910, incluyó la "tristeza bovina" pero no se conoce la fecha exacta del primer diagnóstico. En 1924, Rubino tuvo éxito en infectar ovejas con *Babesia*.

En Uruguay, se comprobó la existencia de diferentes géneros de insectos y garrapatas hematófagas importantes para la epizootiología de los hemoparásitos *Babesia* y *Anaplasma* (Castro y Trenchi, 1955). Se constataron brotes de anaplasmosis asociados con *Stomoxys calcitrans*, varias especies de tabánidos, uso de agujas hipodérmicas sin esterilizar y con algunos procedimientos quirúrgicos sin las precauciones necesarias (Caraballo Pou, 1948). Sin embargo, en general se ha aceptado que *Boophilus microplus* es el vector principal de *Babesia* y

Anaplasma. También se presenta la garrapata *Ixodes ricinus*, pero, desde la época de los estudios de Rubino y Varela Calzada (1943) hasta el momento presente, no se han presentado brotes de babesiosis asociados con esta especie. No se conoce con exactitud la época de aparición de *Boophilus* en Uruguay; sin embargo, las medidas sanitarias que se establecieron, a comienzos del siglo, son evidencias de su reconocimiento en aquella época. En consecuencia, durante varias décadas, los investigadores del Centro de Investigaciones Veterinarias atribuyeron importancia epizootiológica fundamental a *Boophilus microplus*.

Estos hechos fueron los antecedentes de la primera ley de erradicación de garrapatas en Uruguay (1940). El país se dividió en dos sectores: Norte y Sur (Figura 1), debido al limitado número de brotes de infestación de garrapatas en el Sur, en contraste con la situación en el Norte, en donde *Boophilus* es enzoótica. Los brotes de anaplasmosis y de babesiosis se observaron casi exclusivamente en el sector del norte.

- * Médico Veterinario, especializándose en hemoparásitos y garrapatas: Centro de Investigaciones Veterinarias "Miguel C. Rubino", Montevideo, Uruguay.
- ** Miembro del personal de FAO/UNDP, Uruguay.

Recientemente, el *Boophilus microplus* se tornó enzoótico en regiones que anteriormente se consideraban libres de garrapatas (Figura 2). Además, se han presentado brotes repetidos de babesiosis en el sector sur.

En consecuencia, cuáles son las oportunidades de que los hemoparásitos se diseminen por el país? Al respecto, se debe introducir el concepto de ruptura del equilibrio epizootiológico que se puede presentar en regiones marginales para las garrapatas o en regiones en las cuales las poblaciones de garrapatas se reducen artificialmente (Albiston, 1966). En comparación con el clima australiano (McCulloch y Lewis, 1968), el clima de Uruguay haría de este país una zona marginal. Después de su visita a Brasil, en 1973, Lewis indicó que en virtud de que Uruguay se encuentra más al sur del paralelo 30° Sur, dado que tiene un clima similar al de Australia, el país entero sería considerado como marginal.

En la Estación Experimental de Wollongbar (29° Sur) sólo se han registrado cuatro generaciones de *Boophilus microplus* al año. Al revisar los rangos de promedios de temperaturas en Uruguay (Figura 3), se puede observar que, a mediados del invierno, no se presentan más de 2 grados de diferencia entre Rivera y Montevideo. Si se comparan estos datos con los publicados por McCulloch y Lewis (1968) para Wollongbar (Figura 4), se observa una gran similitud, aunque en Uruguay las temperaturas son generalmente más bajas entre marzo y octubre. Se hace énfasis en la importancia del factor humedad en virtud de que se requiere un mínimo de 70 por ciento de humedad relativa para la eclosión de huevos de *Boophilus microplus* (Hitchcock, 1955). Este punto es interesante en cuanto a que el promedio de precipitación, para los últimos 50 años, aumenta de 1.000 mm en Montevideo a 1.500 mm en Rivera y se distribuye uniformemente

Cuadro 1. Datos comparativos de regiones de Australia (Wollongbar y Pretty Gully) con regiones del Uruguay.

Localidad	Latitud	Altitud (m)	Precipitación (mm)
Wollongbar	29	130	1.550
Pretty Gully	29	600	1.350
Rivera	30°54	280	1.508
Treinta y tres	33°11	31	1.150
Montevideo	34°52	22	1.018

durante el año. En Wollongbar, el promedio anual de precipitación es de 1.600 mm (Figura 5). Estos datos son interesantes en comparación con localidades que se consideran marginales de acuerdo con McCulloch y Lewis (1968) (Figura 6). Pretty Cully se encuentra a 600 m sobre el nivel del mar, en tanto que en Uruguay, no hay localidades a alturas mayores de 500 m. En Pretty Cully se constataron fracasos en la oviposición de muchas de las garrapatas caídas al suelo y ausencia de eclosión de huevos puestos, entre comienzos de marzo hasta finales de agosto. En Wollongbar, las eclosiones ocurren durante todo el año, excepto en mayo y junio. A pesar de la poca información disponible, se acepta que ningún patrón fijo regula la bionómica de la garrapata uruguaya. Como se mencionó con anterioridad, el conocimiento de la bionómica de *Boophilus* adquiere gran importancia en áreas marginales. Debido a este hecho, en el Centro de Investigaciones Veterinarias se iniciaron estudios acerca de la prevalencia y bionómica de garrapatas y también, se incluyó resistencia a los acaricidas.

Al considerar el concepto de Alhston (1966), se puede suponer que también es inestable el estado epizootológico de especies de *Babesia* y/o *Anaplasma*. En Uruguay, aún no se puede adoptar la filosofía de Mahoney y Ross (1972) para diferenciar regiones de mayor o menor riesgo. En consecuencia, los estudios sobre distribución y bionómica de la garrapata se adelantan junto con pruebas serológicas para constatar *Babesia* y *Anaplasma*.

Se reconoce que la prevalencia de estos hemoparásitos no es una función exclusiva de la distribución de garrapatas. Existen otros factores que podrían ser fundamentales para su epidemiología. Por ejemplo, la población de ganado es exclusivamente de la especie *Bos taurus*.

El mercado local y el comercio exterior, principalmente con Brasil y Paraguay, hacen necesario el uso de una vacuna derivada de sangre infectada. Uruguay cuenta con un laboratorio oficial que proporciona sangre infectada con *Anaplasma centrale*, *Babesia bigemina* y *B. argentina*. Sin embargo, la legislación existente no es lo suficientemente clara para detener a personas privadas sin adiestramiento que manejen las fuentes de suministro. Estas prácticas ocasionan frecuentes fracasos en la protección de animales vacunados y conducen a la práctica general de someter a estos animales a la infección con cepas del lugar de destino. Es común inocular animales en Uruguay con sangre de Brasil, Paraguay o Argentina. Estas situaciones son frecuentemente desconocidas para los oficiales y sólo los productores involucrados saben lo que realmente sucede.

En 1968, se inició la campaña contra la fiebre aftosa. Todos los productores fueron obligados a vacunar su ganado tres veces al año en épocas establecidas oficialmente. Estas inoculaciones, las cuales no siempre fueron realizadas por técnicos, pudieron resultar en la propagación de anaplasmosis. En 1973, el Laboratorio de Diagnóstico del Centro de Investigaciones Veterinarias encontró que dos

brotos de anaplasmosis, en el sector norte, se debieron a fallas en la inoculación.

Además, a pesar de que en el país se diagnosticaron infecciones de *B. bigemina*, *B. argentina* y *A. marginale* nunca se hicieron estudios de prevalencia. Durante muchos años, varios grupos de investigadores aceptaron que *B. argentina* prácticamente se restringía a la región de Paysandú. Durante la visita del Dr. Callow, en julio de 1974, se confirmó la infección en la misma región pero en una localidad que anteriormente se creía

libre de la infección. Posteriormente, durante agosto y septiembre, se hicieron diagnósticos de casos agudos asociados con *B. argentina* en los Estados de Cerro Largo y Treinta y Tres.

A partir de 1974, un proyecto de asistencia técnica de la UNDP hizo posible el desarrollo del Departamento de Parasitología, en el Centro de Investigaciones Veterinarias. Se espera que se pueda intensificar la investigación en este campo dentro de la filosofía del parasitismo como factor regulador de la producción de ganado.

BIBLIOGRAFIA

- Albiston, H.S. (1966). Diseases of Domestic Animals in Australia. Part 4. Protozoan and Virus Diseases. Publs. Dep. Health Aus. Vet. Hyg. 8, 10.
- Carballo Pou, M. (1948). Tristeza (Piroplasmosis, Babesiosis, Anaplasmosis). Revista de Medicina Veterinaria. Montevideo, 24: 829-847.
- Castro, E.R. y Trenchi, H. (1955). Fauna Parasitológica comprobada en el Uruguay y Bibliografía parasitológica Nacional. Publicación del Laboratorio de Biología Animal. Ministerio de Ganadería y Agricultura, Uruguay.
- Hitchcock, L.F. (1955). Studies on the non-parasitic stages of the cattle tick (*Boophilus microplus* (Canestrini) Acarina Ixodidae). Aust. J. Zool. 3: 295-311.
- McCulloch, R.N. y Lewis I.J. (1958). Ecological studies of the cattle tick, *Boophilus microplus*, in the north coast district of New South Wales, Aust. J. Agric. Res. 19: 678-710.
- Mahoney D.F. y Ross, D.R. (1972). Epizootiological factors in the control of Bovine babesiosis. Aust. Vet. J. 48: 292-298.
- Rubino, M.C. y Tortorella, A. (1922). Experiencia de transmisión de la piroplasmosis bovina a ovinos. Estación Experimental de Epizootias en Durazno. Memoria Febrero 1921-1922. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Uruguay, 1946.
- Rubino, M.C. y Tortorella(A. (1924). Transmisión de la piroplasmosis bovina a ovinos. Nuevas experiencias confirmatorias. Boletín de Policía Sanitaria de los animales. Año 9, No. 4.

COMENTARIOS ACERCA DEL DIAGNOSTICO DE BABESIOSIS

D. W. Brocklesby *

Deseo felicitar al Dr. Mahoney por su excelente presentación. Desde hace ya muchos años la investigación de babesiosis en Inglaterra se quedó atrás en comparación con otros países principalmente Australia, en virtud de que la enfermedad no constituye un gran problema para este país. Barnett (1974) estimó que la babesiosis probablemente le cuesta a Inglaterra aproximadamente £ 400.000 al año. Esta no es una suma despreciable pero es pequeña en comparación con cifras de £ 50'000.000 que cuesta la distomatosis.

En esta reunión se discuten aspectos sobre control y erradicación de la babesiosis y dos métodos de diagnóstico los cuales pueden ser útiles: frotis y pruebas serológicas. El uso de frotis es bien conocido por todos nosotros; sin embargo, el Dr. Mahoney nos ha dado ideas útiles para su aplicación bajo condiciones de campo. Indudablemente, el frotis es la técnica más importante para el reconocimiento de la infección, aunque en Inglaterra y otros países europeos el diagnóstico, invariablemente, se hace con base en observaciones clínicas.

* Instituto de Investigaciones sobre Enfermedades en Animales. Compton, Inglaterra.

Los profesores de veterinaria dirían que la babesiosis es la enfermedad que se podría diagnosticar aún por teléfono debido al fuerte latido del corazón. Lógicamente, un segundo método común de diagnóstico es la respuesta al tratamiento. Si el animal responde al suministro de un babesicida, se trata de babesiosis. Estoy de acuerdo en que las películas gruesas se deben utilizar con mayor frecuencia pero hay una renuencia general a no seguir con la técnica tradicional de la película delgada. En Inglaterra, he tenido problemas con el método de la película gruesa para constatar *Babesia divergens*, los cuales no se presentan con *Babesia major*, de mayor tamaño.

El trabajo reciente del Dr. Todo-rovic titulado "Diagnóstico Serológico de Babesiosis" el cual se ha publicado recientemente en la revista Salud Animal Tropical y Producción, es un informe valioso y actualizado del tema. Sin embargo, es notable el hecho de que los especialistas se apegan a una técnica particular y algunos de ellos escasamente hablan acerca de otros métodos. Esto conduce a la suposición de que no se dispone de una prueba perfecta.

¿Será necesario desarrollar una prueba serológica que contribuya al control o erradicación? Los dos ejemplos más conocidos de la erradicación de enfermedades ocasionadas por piroplasma (*Babesia*) en ganado son las campañas efectivas contra la babesiosis llevadas a cabo en Estados Unidos, y el éxito completo obtenido al erradicar la teileriosis (*T. parva*) en Africa del Sur. Ambas erradicaciones se lograron sin la ayuda de pruebas serológicas. Lógicamente, las pruebas serológicas tienen muchas aplicaciones, pero su utilización en control y erradicación requiere un examen más profundo del asunto.

Existe otro peligro ignorado con frecuencia y el cual se puede ilustrar con dos ejemplos fuera del campo de la babesiosis. El primero se relaciona con un estudio realizado recientemente en Kenia por un proyecto de la FAO, denominado KEN 22. El equipo de trabajo adelantó un estudio en todo el país acerca de la incidencia de la teileriosis mediante el uso de la Prueba Indirecta de Hemaglutinación y la Prueba Indirecta de Anticuerpos Fluorescentes; ese equipo intentó correlacionar los resultados serológicos con las respuestas dadas por los ganaderos. Hasta el momento, no se han publicado los resultados obtenidos en dicho estudio; sin embargo, se presenta un número significativo de ganado reactor en distritos que bien se consideran libres de la enfermedad y los ganaderos han indicado que no tenían problema alguno con relación a la presencia de garrapatas.

El segundo ejemplo se relaciona con una investigación extensiva en ma-

taderos para comprobar distomatosis, el cual se realizó recientemente en Inglaterra por una empresa comercial. Anteriormente, se suponía que el parásito del hígado, al igual que la *Babesia*, se restringía a las regiones occidentales de Inglaterra. Este nuevo estudio demostró que se presenta ganado infectado en todo el país; se constató ganado infectado en casi todas las fincas visitadas por los investigadores de esa empresa.

Ambos estudios rindieron muchos resultados los cuales constituyen avances significativos; sin embargo, adolecieron de errores debido a que en ellos no se tomó en cuenta el movimiento del ganado. Este es un hecho sencillo que se ignora con frecuencia. Las poblaciones de ganado de carne son extremadamente móviles. En Inglaterra, este ganado se desplaza de occidente a oriente acarreado la distomatosis y presumiblemente, los anticuerpos de *Babesia*.

El punto al cual se quiere llegar es el de que se debe poner más atención a los vectores los cuales en comparación con el ganado, son relativamente estáticos. Los estadios de *Babesia* en garrapatas son grandes y fáciles de reconocer. En Compton se encontró que, mediante el aplastamiento de huevos, se pueden constatar, con relativa facilidad, estadios de *B. major*. Tal vez sea necesario recolectar garrapatas adultas presentes en la vegetación y permitir que se alimenten en animales experimentales; luego, examinar sus huevos. De esta manera se obtendría un valioso conocimiento acerca de las tasas de infección en las garrapatas locales.

Posiblemente, el método Feulgen, desarrollado en el Centro de Medicina Veterinaria Tropical, Edimburgo, podría tener una participación importante en este proceso.

En conclusión, se debe considerar que se le está prestando más atención a los anticuerpos en el ganado y no la suficiente al parásito en la garrapata.

EVALUACION DE LA PREMUNICION PARA EL CONTROL DE ANAPLASMOSIS Y BABESIOSIS EN FINCAS COMERCIALES DEL VALLE DE CAUCA, COLOMBIA

*E. F. González **
*R. A. Todorovic **

INTRODUCCION

Desde hace muchos años y particularmente en Colombia, la anaplasmosis y babesiosis bovina constituyen un problema constante, el cual causa apreciables pérdidas económicas. Sin embargo, su control efectivo es aún un interrogante en este país debido a que, por muchas razones, un programa de erradicación de vectores es virtualmente imposible. Desde hace poco tiempo se adelantan diversos ensayos bajo condiciones experimentales y de campo, con el fin de probar diferentes métodos de control de estas enfermedades. Se lograron buenos resultados a través del programa de premunición y de quimioprofilaxis, pero aún existen problemas por resolver, especialmente en lo que respecta a su aplicabilidad a nivel de campo.

El concepto de "inmunidad coinfecciosa" o "premunición" se conoce desde hace varios años y se practica en diversas formas en aquellos países

del trópico en los cuales se presenta la anaplasmosis y la babesiosis.

En Colombia, varios ganaderos practican la premunición como un medio para proteger sus terneros cuando se llevan por primera vez al campo. El método más sencillo consiste en tomar muestras de sangre de un adulto (preferiblemente, de la madre del ternero) e inyectarla en los terneros antes de soltarlos al potrero. Existen otros métodos que se utilizan rutinariamente en otras fincas. A pesar de que estos métodos lograron reducir el problema en algunas fincas, en ciertas regiones aún persiste como problema número uno, especialmente, en fincas de ganado lechero.

En Sur América, la distribución geográfica y ecológica de las enfermedades es similar en muchos países situados en el trópico, en donde existen regiones a diferentes altitudes sobre el nivel del mar. A la región occidental de Colombia, que es la más desarrollada, la atraviesan tres estribaciones de la Cordillera de los Andes; las alturas varían de 0 a más de 4.000 metros. Entre estas cordilleras se localizan grandes valles a altu-

* Investigador Asociado, Grupo de Salud Animal, CIAT, Cali Colombia y Líder del Proyecto Especial sobre Hemoparásitos, Grupo de Salud Animal (Universidad de Texas A&M). CIAT, Cali, Colombia.

ras de 800-1500 m. Al igual que en la Costa Norte y Llanos Orientales, la anaplasmosis y la babesiosis son endémicas en estos valles pero constituyen un mayor problema en virtud de que la cría de ganado es más avanzada con ganado europeo y mayor técnica. También, se presentan regiones a alturas superiores a los 2.500 m, como en la sabana de Bogotá y las altiplanicies de Nariño, en donde estas enfermedades prácticamente no se presentan. Esta situación limita el movimiento y levante de hatos en ciertas regiones y ocasiona muchos brotes de anaplasmosis y babesiosis en zonas intermedias. La presencia de estas enfermedades también es un factor limitante a la importación de ganado y al establecimiento y desarrollo de otras razas.

Con base en las anteriores consideraciones y los resultados obtenidos en ensayos anteriores, se consideró necesario iniciar un programa de pre-munición en fincas comerciales de Colombia con el fin de determinar su aplicabilidad bajo condiciones de campo. Sin embargo, en Colombia las infecciones de anaplasmosis y de babesiosis se presentan simultáneamente, lo cual hace imposible el control unilateral de una de ellas. En consecuencia, el programa de pre-munición se debería encaminar hacia el control integral de *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *B. argentina* debido a que los estudios epidemiológicos realizados hasta la presente demuestran que estos parásitos son de gran importancia patológica.

Debido a las razones expuestas, se decidió iniciar un proyecto coopera-

tivo entre el proyecto especial de la Universidad de Texas A&M localizado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), con el fin de evaluar los resultados de la pre-munición en fincas localizadas en el área geográfica del Valle del Río Cauca. Los principales objetivos de este programa son los siguientes:

1. Desarrollar y evaluar varias técnicas de pre-munición bajo condiciones experimentales y de campo.
2. Determinar en ensayos establecidos a gran escala, si los métodos que presentan los mejores resultados en pequeña escala son efectivos para reducir a un mínimo las pérdidas ocasionadas por anaplasmosis y babesiosis, en fincas comerciales.
3. Comparar la efectividad de la pre-munición en animales preinmunizados con animales no preinmunizados, en términos de aumento de peso, edad de madurez, eficiencia en reproducción y producción.
4. Determinar mediante análisis de costos si el programa es económicamente rentable bajo condiciones comerciales.

Hasta el momento, se han visitado 12 fincas en los Departamentos del Valle y Cauca. Con la colaboración de los médicos veterinarios del ICA se tomaron muestras de grupos de animales, de diferentes edades, con el fin de determinar la prevalencia de las enfermedades con base en la edad, condiciones de manejo, tipos de garrapatas y problemas ocasionados por la babesiosis y la anaplasmosis. Las

fincas se seleccionaron con base en su localización geográfica, número de animales y problemas con hemoparásitos. Es necesario anotar que, en la actualidad, se adelantan programas de premunición en algunas de estas fincas y que, con la colaboración de los ganaderos y médicos veterinarios, se hará una comparación entre los diferentes métodos de premunición que se han utilizado.

Los sistemas de manejo y los problemas que se presentan, son diferentes en cada finca; en consecuencia, es necesario establecer un área de diagnóstico antes de iniciar cualquier programa. La práctica de manejo más común, en fincas de ganado lechero, es la de mantener a los terneros en establo hasta que cumplan 4-5 meses de edad y posteriormente, soltarlos a pastorear o semipastorear, hasta la edad de 10-12 meses. Bajo estas condiciones, se presentan problemas en los terneros en pastoreo: comienzan a sufrir infecciones. Algunos mueren y otros se retrasan considerablemente. Este factor del desarrollo retrasado es importante debido a que el animal presenta dificultades para recuperar. En consecuencia, la etapa en la cual se debe practicar la premunición es aquella en la cual los animales se encuentran en establo y antes de liberarlos a los potreros.

En algunas fincas de la región montañosa existe otra situación que es dramática: los ganaderos no pueden trasladar sus hatos a los valles y cuando se ven forzados a hacerlo, pierden más del 50 por ciento de sus animales. Además, en lo que respecta al mercado, el precio de una vaca de la región montañosa es mucho más

bajo que el de una en el valle, debido a los factores limitantes ocasionados por estas enfermedades; en consecuencia, los ganaderos no logran obtener ganancias al vender su ganado. Bajo estas condiciones, un programa de premunición se puede llevar a cabo a cualquier edad, antes de trasladar el ganado a la zona endémica.

Trabajo de laboratorio

El programa de premunición que se adelantará se basa en el principio del uso de estabilizados preparados con organismos de *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *Babesia argentina* aislados y purificados en Colombia. El término "estabilizado" se le asigna a cualquier sustancia biológica que se preserva bajo ciertas condiciones y no pierde su viabilidad. En este caso, los organismos se preservan a -65°C en hielo seco. Estos organismos se inyectan en terneros esplenectomizados seleccionados con base en sus excelentes condiciones de sanidad y buen índice hematocrito. Cuando se obtiene un buen grado de parasitemia, con un índice hematocrito no menor del 20 por ciento, los animales se hacen sangrar por canulación. La sangre extraída se coloca en una centrífuga, con el fin de separar el plasma. Posteriormente, se lava dos veces en una solución estéril de fosfato amortiguado (pH 7,2) y la sangre concentrada se diluye en partes iguales con 4M-DMSO como crioprotector. Luego, se coloca en fialas e inmediatamente se somete a congelación en nitrógeno líquido durante dos horas. La sangre se mantiene en un recipiente especial con

hielo seco a -65°C hasta que se vaya a utilizar. Se hacen recuentos de parásitos antes de hacer la dilución con DMSO. La titulación de los estabilizados se realizó en grupos de tres animales, un testigo esplenectomizado y dos animales intactos. Para *A. marginale* se utilizaron diluciones hasta de 10^{-5} y se encontró que la dilución 10^{-3} es la más apropiada.

De esta dilución, se aplican 2 cc por vía intravenosa los cuales contienen $2,6 \times 10^6$ de organismos de *A. marginale*. Bajo estas condiciones, se obtiene un promedio de parasitemia del 10 por ciento, una reducción del índice hematocrito en un promedio de 17 por ciento y no se dió tratamiento alguno. Los animales se recuperaron sin tratamiento.

Como guía para calcular el número de dosis de premunición que se pueden obtener de un ternero de aproximadamente un año de edad, se presentan los datos siguientes: se pueden extraer hasta 8 litros de sangre que, aproximadamente dan 2.000 cc de corpúsculos rojos, los cuales, con 2.000 cc de DMSO, dan 4 litros de estabilizado. De este estabilizado, se diluye 1 cc en 999 cc de PBS, con el fin de obtener un litro de vacuna. En consecuencia, de 1 cc de estabilizado se obtienen 500 dosis; es decir, 2'000.000 de dosis de vacuna a partir de un ternero joven. Económicamente, una dosis tendría un precio muy bajo.

Para el caso de *B. bigemina* y de *B. argentina* se encontró que una dilución de 10^{-1} produce un buen grado de protección, con 4 cc de este estabilizado que contiene 10^8 organismos

de *B. bigemina* y 10^8 organismos de *B. argentina* por inoculante. Cuando se utilizó sangre diluida con 10^8 organismos de *B. argentina* fue necesario aplicar tratamiento para contrarrestar la infección. En el caso de *B. bigemina*, no fue necesario aplicar tratamiento.

Trabajo de campo

Para su aplicación en el campo, los estabilizados se traspasan y mantienen en termos pequeños, con hielo seco, hasta llegar a la finca en la cual se va a practicar la premunición.

Se diseñó un sencillo equipo de campo para portar los estabilizados y diluyentes. El equipo consta de dos termos; uno con hielo seco para los estabilizados y otro con hielo común para las muestras que se extraen de los animales que se van a premunizar. También, incluye instrumentos para manejar los animales.

Una vez en la finca, los estabilizados se descongelan en agua caliente durante no más de cinco minutos y posteriormente, se preparan las diluciones correspondientes de cada organismo; una dilución de 10^{-3} para *A. marginale* y 10^{-1} para *B. bigemina* y *B. argentina*. Las diluciones se mezclan en las cantidades correctas que contengan 10^7 organismos de *Anaplasma* y 10^8 organismos de cada especie de *Babesia*. Esto es posible mediante la mezcla de cantidades aproximadas de cada organismo, el cual produce un inoculante final de 2 cc que contienen *A. marginale*, 4 cc que contienen *B. bigemina* y 4 cc que

contienen *B. argentina* para obtener un total de 10 cc de vacuna por animal, a inocular por vía intravenosa.

El anterior ha sido un resumen del

programa de premunición, el cual se evaluará bajo condiciones de campo, en fincas comerciales en el valle del Río Cauca, en Colombia.

LOS EXPERIMENTOS I, II, III Y IV LLEVADOS A CABO POR EL PERSONAL DE TEXAS A&M EN MONTERIA

T. J. Galvin *, L. G. Adams * y
Guillermo Mateus **

RESUMEN

Se llevaron a cabo cuatro ensayos en la Estación Experimental de Turipaná, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), localizada cerca de Montería, Departamento de Córdoba, en la costa norte de Colombia.

En el primer experimento se trajeron a Turipaná (que es una región de endemia severa) terneros provenientes de una región libre de *Anaplasma marginale*, *Babesia argentina* y *B. bigemina*. Los grupos de terneros que se compararon recibieron los siguientes tratamientos: premunición más antihelmínticos (vermífugos); quimioprofilaxis (dipropionato de imidocarb) más antihelmínticos; sólo antihelmínticos y grupo testigo. Mediante premunición y quimioprofilaxis se lograron buenos niveles de protección. Después de la experien-

cia obtenida con el establecimiento de este primer experimento, se diseñaron e iniciaron otros tres experimentos de campo; la secuencia total de experimentos se designó con los indicativos Montería I, II, III y IV.

En Montería II se comparó la quimioprofilaxis (dipropionato de imidocarb), quimioterapia (dipropionato de imidocarb) y premunición para el control de hemoparásitos en terneros Normando susceptibles, los cuales se trajeron de una región libre de los tres parásitos anteriormente mencionados (Sabana de Bogotá). Montería III complementó a Montería II y sólo comparó la premunición y quimioprofilaxis en un grupo de terneros Holstein que era susceptible. Montería IV se diseñó con el fin de determinar si se logran algunas ventajas al inmunizar terneros nacidos en la región altamente endémica de Turipaná. Los resultados definitivos están en evaluación, pero, en términos generales, las medidas de control de hemoparásitos en terneros introducidos disminuyeron su mortalidad e incrementa-

* Los dos primeros autores, miembros del personal técnico del Instituto de Medicina Veterinaria Tropical, Universidad de Texas A&M, College Station, Texas 77843, EE. UU.

** El tercer autor, Director del Programa Nacional de Parasitología, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, D.E., Colombia, S. A.

ron los aumentos de peso; sin embargo, las medidas de control, en terneros nativos de una región altamente endémica, no produjeron beneficio económico alguno. Las condiciones expe-

rimentales incluyeron un régimen estricto de control de parásitos gastrointestinales y pulmonares, como también un control moderado de los ectoparásitos.

RECOMENDACIONES DE LA REUNION DE DISCUSION

RECOMENDACIONES FINALES

Moderador: *Dr. Eddo Caletti*

1. En todos los países de América Latina, es necesario hacer estudios epizootiológicos de la babesiosis y su impacto económico, mediante el uso de las pruebas de la tarjeta, hemaglutinación pasiva y anticuerpos fluorescentes.

2. En todos los países de América Latina, es necesario hacer estudios epizootiológicos de la anaplasmosis y su impacto económico, mediante el uso de las pruebas de la tarjeta, aglutinación capilar o fijación del complemento.

3. Será muy conveniente que el CIAT actúe como centro de documentación y de adopción de terminología y a la vez, como institución que brinde adiestramiento a aquellos profesionales latinoamericanos que trabajan en programas de salud animal.

4. En todos los países de América Latina es necesario intensificar los programas de estudio relacionados con los métodos de control de la babesiosis, mediante el uso de cepas locales para cada especie de *Babesia*.

5. En todos los países de América Latina es necesario intensificar los es-

tudios acerca de los métodos de control de anaplasmosis, mediante el uso de cepas poco virulentas o atenuadas.

6. En todos los países de América Latina es necesario hacer estudios acerca de la distribución e importancia de los vectores de babesiosis y de anaplasmosis, con énfasis en su capacidad de hospedar la infección.

7. Es necesario reunir información concerniente al desarrollo de garrapatas resistentes a los acaricidas en América Latina. La información se debe canalizar a través del CIAT para su distribución.

8. Es necesario organizar otros seminarios o reuniones de discusión en los cuales, se discutan con profundidad los temas surgidos en las sesiones que estamos celebrando ahora.

9. Es necesario estandarizar los antígenos y anticuerpos utilizados en las investigaciones de anaplasmosis y babesiosis.

10. Es conveniente solicitar a la FAO que asuma la responsabilidad de formar un banco de referencia para los siguientes antígenos y antiseros:

- | | |
|---------------------------------|---|
| a. Especies de <i>Babesia</i> | <i>B. bigemina</i>
<i>B. argentina</i>
<i>B. major</i>
<i>B. divergens</i> |
| b. Especies de <i>Anaplasma</i> | <i>A. marginale</i>
<i>A. centrale</i>
<i>Paranaplasma caudatum</i> |
| c. Especies de <i>Theileria</i> | <i>T. parva</i>
<i>T. annulata</i>
<i>T. mutans</i>
<i>T. lawrencei</i> |

El banco de referencia debe estar disponible a todos los científicos interesados. El mantenimiento y distribución de antígenos se debe encargar a expertos designados por la FAO, según cada caso. El CIAT debe enviar esta proposición al Dr. H. A. Jasiorowski, Director de la División de Salud Animal y Producción, con copia al Dr. R. B. Griffiths, Jefe del Servicio de Salud, ambos funcionarios de la FAO, en Roma.

APENDICE

Al final de la reunión de discusión se enviaron las recomendaciones a todos los delegados que asistieron a ella y se les solicitó que hicieran comentarios adicionales, con el objeto de reunir información complementaria.

La mayoría de los delegados que respondieron la consulta que se distribuyó por correo aceptó el texto de las recomendaciones sin reserva alguna; sin embargo, algunos de ellos recordaron a los organizadores al-

gunas sugerencias que no habían sido aprobadas en la reunión y que, en consecuencia, no se habían incluido en el texto final.

Las recomendaciones adicionales y comentarios se resumen de la siguiente manera:

1. El Grupo de Salud Animal del CIAT debe intensificar sus investigaciones, particularmente con relación a innovaciones en vacunación.

2. Se debe dar mayor énfasis en la recolección de datos de campo, tales como: frecuencia de brotes clínicos de babesiosis y anaplasmosis; distribución geográfica; especies de los organismos patógenos; población y origen del ganado contaminado y pérdidas sufridas. Es decir, se deben definir claramente los problemas existentes.

3. Se debe hacer una comparación entre la patogenicidad de las dos especies de *Babesia* y también, de las diferentes cepas de campo, dentro de cada especie.

4. La definición de cuál es el papel que cumple *Boophilus microplus*, en la transmisión de anaplasmosis, merece alta prioridad de investigación.

5. Se requiere esbozar una recomendación que haga énfasis en la importancia de las investigaciones básicas en cuanto a cultivo de tejidos de artrópodos, particularmente, con rela-

ción a la producción de futuras vacunas y estabilizados.

6. La recomendación acerca de la resistencia a los acaricidas, debe hacer referencia a la conveniencia de colaborar con la FAO, en el establecimiento de un programa global de examen continuo (monitoring) sobre resistencia a los acaricidas.

**Este libro se terminó de imprimir en
el mes de julio de 1978 en los Talle-
res Gráficos de Canal Ramírez-Antares
Imprenta — Litografía — Fotomecánica.
Cra. 4ª No 26B-50 - Bogotá . Colombia.**