

ESTADO ACTUAL DE LA RESISTENCIA DE *Boophilus microplus* EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE. PERSPECTIVAS DE APLICACION DEL CONTROL INTEGRADO

Armando Nari (*)

Dirección de Producción y Sanidad Animal
FAO, Roma, Italia

Introducción

América Latina y el Caribe comprenden una amplia faja territorial, que incluye la región neotropical de las Américas y la región neártica en el norte de México. Su diversidad geoclimática, así como, su historia de desarrollo socioeconómico, han dado como resultado una gran variedad de sistemas productivos que tuvieron y tienen una fuerte influencia en la magnitud de los problemas provocados por la garrapata. Dentro de este contexto, es necesario visualizar las distintas expresiones fenotípicas de las garrapatas, como la resistencia a los acaricidas y su peligro potencial de transmitir enfermedades. De las cinco especies del género *Boophilus*, comunicadas a nivel mundial solo dos, se han establecido en la región, a saber, *Boophilus microplus* y *Boophilus annulatus*. La primera, ha sido comunicada en todos los países de América Latina, con la excepción de Chile (Guglielmo et al.1995). Su establecimiento y evolución, es menos eficiente en áreas al sur del continente Americano (30°-34° Lat. Sur) con 2.5- 3 generaciones por año. En forma independientemente del control acaricida, esta situación climática, genera una amplia zona de desequilibrio enzootico para *Babesia bovis*, *B.bigemina* y *Anaplasma marginale* (Nari,1995). La segunda, *B. annulatus*, se considera restringida al noreste de México, aunque ha sido comunicada, posiblemente por error, en varios países de la región (Guglielmo, 2004).

Por definición, no hay parásito sin huésped y América Latina y el Caribe al ser una de las regiones con mayor población bovina del mundo, es un área de riesgo permanente, para el desarrollo de garrapatas y enfermedades transmitidas. La región cuenta con 378 millones de bovinos la cual, está mayormente concentrada en los países del MERCOSUR con una población bovina de 264 millones (FAO, STAT, 2005), lo que representa el 70% de la población total (especialmente Argentina y Brasil). No obstante esto, otros países como México (31 millones de bovinos) Colombia (25:) y Venezuela (16:) cuentan con una importante industria bovina, que se encuentra permanentemente amenazada por distintas especies de garrapatas. En muchas áreas del trópico, con poblaciones menores de ganado el problema de garrapatas es igualmente importante, debido a la mayor concentración de animales en zonas aptas para la producción y cría. Así mismo, el mantenimiento casi “artificial” de ganado *Bos taurus* o sus cruza, con poca sangre *Bos indicus*, han sido causa de pérdidas permanentes por hemoparásitos. La utilización sistemática de acaricidas relativamente económicos, de gran practicidad de aplicación y en algunos casos, de amplio espectro de eficacia, ha

* A. Nari. Jefe Departamento Parasitología. DILAVE “Miguel C Rubino”. Presentado en: “Reunión anual del Grupo de Trabajo sobre Resistencia Parasitaria (FAO)” .Cuernavaca. México. Noviembre. 2005

flexibilizado el control e incluso ha permitido la erradicación de *B. microplus* en extensas áreas del continente Americano. El combate de las garrapatas con distintos grados de participación estatal, ha sido tan estimulante como preocupante. Estimulante, por sus posibilidades de aplicación en los más diversos sistemas productivos, tanto en sistemas marginales de subsistencia familiar como en los más modernos emprendimientos, con gran inversión de capital y tecnología. Pero a la vez preocupante, por las posibilidades de desarrollar resistencia, crear desequilibrios ecológicos y ocasionar residuos en carne y leche. En efecto, el desarrollo de resistencia se encuentra íntimamente ligado a la presencia de residuos, como consecuencia del incremento en la frecuencia/concentración de acaricidas, pudiéndose transformar en una barrera no arancelaria en el comercio entre países. Otra situación que dificulta el comercio dentro y entre países, es la posibilidad de introducir garrapatas resistentes a través de traslados o importaciones de animales vivos. (Nari & Hansen, 1999). El escenario del presente siglo, se caracteriza por mercados de carne y leche cada vez más regionalizados, competitivos y exigentes, especialmente a nivel de residuos y contaminación del medio ambiente. Los gobiernos y la industria no dispondrán de la misma capacidad operativa del pasado y no existirá ni seguramente nunca estará disponible el acaricida «resistente a la resistencia» (FAO, 2003).

El presente trabajo, tiene como cometido analizar el estado actual de la resistencia del *B. microplus* con énfasis en América Latina y el Caribe. Así mismo, considera las perspectivas de aplicación y desarrollo en la región, de estrategias de Control Integrado de Parásitos (CIP).

Resistencia: un problema viejo y complejo

En un sentido amplio se considera una peste, a todo organismo que compite significativamente con la productividad y calidad del alimento humano (Dhaliwal *et al.*, 2004). Aunque no es el objetivo de este trabajo analizar las pérdidas productivas y económicas producidas por las garrapatas y las enfermedades transmitidas, estas han sido utilizadas numerosas veces como ejemplo de una grave “peste” animal. Muchos plaguicidas de uso agrícola, pasaron de ser acaricidas o ixodicidas de uso animal. El problema de resistencia en artrópodos en sistemas agrícolas y ganaderos no es nuevo. Desde su primera comunicación en 1914 y muy especialmente, desde la introducción de los pesticidas orgánicos sintéticos, la resistencia ha aumentado en forma exponencial (Georghiou and Lagunas-Tejeda, 1991). La definición de los criterio para considerar una población resistente han sido establecidos desde hace más cuatro décadas y bien precisados recientemente (FAO, 2004). No obstante esto, la percepción de quien la interpreta sigue siendo diferente. Para el ganadero, significa la pérdida total o parcial de eficacia de un producto comercial, para el bioquímico, una transformación en las curvas dosis-mortalidad de un compuesto químico, para el genetista, un cambio de frecuencia de alelos que determinan la sobrevivencia al acaricida. Independientemente de quién la interprete, ha faltado hasta el presente

un enfoque holístico e interdisciplinario, que estudie al “fenómeno resistencia” como el resultado de un verdadero proceso evolucionario dependiente de influencias ambientales, genéticas, biológicas y operacionales.

La afirmación que los parásitos también tienen su genoma, tiene poco de revelación pero mucho de verdad, cuando se analiza los avances de la investigación en este campo. El genoma parasitario (no solo en garrapatas) es un aspecto poco estudiado en investigaciones contemporáneas de relación huésped-parásito, resistencia a drogas, e inmunología. La investigación en parasitología ha invertido la mayoría de sus recursos financieros en determinar como reacciona el huésped, pero mucho menos, para saber como reacciona el parásito. Para el huésped el parásito puede ser algo irritante y pasajero, potencialmente eliminable, para el patógeno el huésped lo es casi todo.

Un principio Darwiniano dice que “no es el más fuerte de las especie el que sobrevive, tampoco lo es el mas inteligente, sino el mas sensible al cambio”. De la sobrevivencia del parásito, la evolución de su genoma (ej. resistencia) y su potencial biótico, dependerá su mantenimiento como especie. Aunque la resistencia debe considerarse como la consecuencia inevitable del uso de acaricidas, sería una sobre-simplificación pensar, que el acaricida es el único responsable de la aparición de resistencia.

Todo fenómeno biológico, esta controlado por lo menos por dos factores, el genoma y el medio ambiente. Un mismo gene puede expresarse de diferente manera (fenotipo) de acuerdo al diferentes condiciones de medio ambiente (temperatura, humedad, densidad de población, dieta). En consecuencia, las más modernas estrategias de CIP, deberán combinar por lo menos, el conocimiento local del parásito con buenas practica de manejo (FAO, 2004).

Logística y estado actual del diagnóstico de resistencia

La falta de pruebas estandarizadas para realizar el diagnóstico de resistencia a los acaricidas, ha sido uno de los problemas principales para mantener un monitoreo adecuado a nivel regional y mundial. Precisamente, unos de los objetivos del Centro Mundial de Referencia a los Acaricidas de la FAO, (sigla en ingles, WARRC) con base en Berlin, Alemania fue la preparación y distribución de “kits” diagnósticos para el monitoreo de resistencia. Lamentablemente las actividades del “WARRC” fueron discontinuadas en 1997, por falta de financiamiento. A partir de 1998, FAO creó un Panel de Expertos internacionales en parasitología denominado “FAO’s Working Group on Parasite Resistance (WGPR)” para asesorar a la FAO en el diagnóstico y control de la resistencia parasitaria. Se consolidó además, una alianza con la industria farmacéutica a través del “FAO/INDUSTRY Contact Group. La industria está representada actualmente, por ocho de las mayores compañías que hacen investigación y desarrollo de drogas, a nivel mundial. Dos de las más importantes recomendaciones surgidas en 1999, fueron:

i) la preparación de nuevas directrices para el diagnostico y manejo de resistencia en cinco grupos y/o especies de parásitos (garrapatas, nematodos gastrointestinales, mosca de los cuernos, sarna y piojo) que habían sido

detectados como importantes por los países miembros de la OIE. Esta recomendación estuvo fundamentada, en una encuesta previa, realizada por OIE/FAO en 1998 (Nari and Hansen, 1999);

ii) Crear un marco logístico en la región, para el diagnóstico de resistencia, entrenamiento de personal y disseminación de información en los Países Miembros.

Hoy día, la región cuenta con dos Centros de Referencia Regionales, el Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA), localizado en Cuernavaca, México y la Dirección de Laboratorios Veterinarios “Miguel C Rubino” (DILAVE), Montevideo, Uruguay. No menos importante, son las actividades de disseminación de la información, llevada a cabo por las dos Redes Electrónicas para América Latina y el Caribe, de la FAO. La Red de Garrapatas y Enfermedades Transmitidas es coordinada por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Colombia y la Red de Helmintología, por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

De acuerdo a la información recopilada en la directrices de FAO (FAO, 2004). y su puesta al día a través los bancos de datos disponibles en las bibliotecas virtuales de CAB, TROPAG, AGRIS, AGRICOLA y PUBMED (Nari & Eddi, 2004) es posible afirmar que:

- La resistencia del *B. microplus* a los acaricidas organo fosforados (OF) y Piretroides Sintéticos (PS) está ampliamente distribuida a nivel global y en América Latina. Países como Argentina, Costa Rica y Uruguay tienen comunicaciones de resistencia a ambos grupos químicos. Cuba lo tiene solo a OF y Carbamatos (CA). Brasil, Colombia, Bolivia y México presentan resistencia a OF, PS y CA;

-La resistencia a amitraz es focal y ha sido confirmada en Brasil y México, con una sospecha fundada, de que ocurra también en Bolivia (Villarroel, comunicación personal, 2004). En Brasil, el aumento de casos de resistencia es lento, siendo más preocupante, en el la región sudeste, en los Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro y Espíritu Santo (Martins, Comunicación personal, 2005).

- La resistencia a lactonas macrocíclicas es focal y ha sido comunicada en Brasil y Colombia;

- No se conocen comunicaciones de resistencia a fluazurón y fipronil hasta el momento. En Brasil y México existen algunos reclamos con fipronil,(*)[†] pero no han sido confirmados como resistencia (Fragoso y Martines, Comunicación personal, 2005);

- No se tiene conocimiento casos de resistencia de *B. annulatus* en América Latina, aunque han sido reportados dos casos a OF a nivel mundial.

[†] Uruguay. Resistencia a Fipronil (Cuore *et al.* 2006)

- La mayoría de los países de América Central, Caribe, Ecuador, Paraguay y Perú no han comunicado casos de resistencia. La falta de diagnóstico, no significa necesariamente la ausencia del fenómeno. Muchas veces, es la consecuencia directa de la no disponibilidad de técnicas diagnósticas;
- La coincidencia geográfica de *B .microplus* y *Hematobia irritans* que son controladas básicamente con los mismos grupos químicos (salvo amitraz) aumenta los riesgos de producir resistencia múltiple. Es necesario considerar al fenómeno resistencia de manera holística (incluidos los endoparásitos) ya que muchas especies parasitarias coinciden geográficamente;
- Los países deberían considerar el fenómeno resistencia en su normativa de registro, especialmente para regular la continua aprobación/utilización, de compuestos comerciales en áreas con probados antecedentes de resistencia

Control Integrado de garrapatas, un enemigo del acaricida?

El CIP, muchas veces ha sido identificado con la eliminación potencial del control químico, con todas las consecuencias de pérdidas de producción, caída de ventas de antiparasitarios en el mercado veterinario y desestímulo para la producción de nuevas moléculas. Cabe preguntarse entonces, si el CIP está en condiciones de sustituir la utilización de químicos y/o desestimular el desarrollo de nuevas moléculas. La respuesta responsable, debe ser NO y existen varios factores, que asisten a esta afirmación:

- **Conocimiento.** Los sistemas CIP aunque sencillos en su concepción, necesitan de un fuerte componente de capacitación y participación y del campesino y sus asesores. Esto sigue siendo más una excepción que una regla en América Latina;
- **Políticas tecnológicas.** Las innovaciones tecnológicas y su adopción masiva, nunca han sido repentinas y solo se han producido por pasos sucesivos, apoyadas por políticas (ámbito gubernamental, universitario, asociaciones de productores e industria farmacéutica) favorables a su desarrollo;
- **Complementariedad.** La propia historia de otras innovaciones ya históricas, como el motor a vapor, el motor eléctrico o la producción en serie, mostraron que su adopción no se produjo luego de un “chasquido mágico” de dedos, sino a través de un proceso lento, complementado por otras innovaciones y cambios educacionales, tecnológicos y organizativos. Mucho falta por hacer, en la validación local de nuevas estrategias que utilicen al garrapaticida como un “soporte oportuno” del programa de control.

-Investigación.

Quienes trabajan en garrapatas y enfermedades transmitidas, seguramente hace años, esperan un marcador genético para seleccionar bovinos resistentes, técnicas moleculares para el diagnóstico temprano de resistencia, vacunas de garrapatas suficientemente protectivas en diferentes ecosistemas, vacunas

seguras y eficaces contra *A. marginale*, *B. bovis* y *B. bigemina*. Estas tecnologías “complementarias”, que se encuentran en distintos grados de desarrollo, producirían un vuelco importante en la implementación de sistemas CIP. Posiblemente el error de la “Revolución Biotecnológica” y más recientemente de los estudios geonómicos a nivel médico y veterinario, ha sido el de crear demasiadas expectativas en cuanto a los logros inmediatos prometidos (Nightingale and Martin, 2004). Hoy es evidente, que el desarrollo de herramientas biotecnológicas concretas, no es tan fácil como se decía y que su aplicación, afrontará los mismos problemas que las tecnologías convencionales.

-Sostenibilidad. Los sistemas de producción más estrictos en términos de utilización de químicos, como la producción orgánica de alimentos, están sufriendo problemas crecientes con parásitos (prevalencia, diversidad, intensidad) lo cual puede sacrificar la salud animal. En un futuro inmediato, será necesario que estos sistemas de producción mantengan un balance entre la salud animal y las limitaciones impuestas por el criterio de producción orgánica (Nightingale and Martin, 2004).

En definitiva, los “enemigos” inmediatos para el desarrollo de nuevas moléculas de acaricidas son básicamente dos:

- **Económicos y de mercado.** La perspectiva de disponer de nuevos acaricidas está y estará fuertemente condicionada por factores económicos, sociales y científicos (la resistencia es solo uno de ellos). El tamaño y enfoque económico de las compañías farmacéuticas ha cambiado sustancialmente en las últimas dos décadas. La inversión en investigación y desarrollo (I &D) tiende a ser altamente focalizada y de corto plazo. Hoy más que nunca, la I & D de nuevas drogas es realizada sobre la base de los costos esperados *versus* retorno previsto en mercados económicamente relevantes. Este proceso inevitablemente favorece los mercados más lucrativos del hemisferio norte donde *B. microplus* no es un problema. Las drogas genéricas llegaron para quedarse en los mercados menos competitivos, y obviamente representan un desafío económico importante a quienes necesitan hacer I & D y sobrepasar costosas pruebas de registro. Por razones también económicas, el mercado de drogas en animales de compañía ha tenido un redimensionamiento importante en la última década, a costa de otros mercados (ganado/aves) que son de menor importancia relativa en el hemisferio norte (Geary and Thompson, 2004);

- **Percepción de gravedad.** La percepción de que el problema de resistencia no es suficientemente grave, tiene sus efectos en quién toma decisiones en la industria farmacéutica o en las políticas sanitarias de los países. Muchas políticas sanitarias en países en desarrollo, son tomadas “con el agua al cuello” cuando la crisis es ya evidente (en este caso, una amplia distribución geográfica de resistencias, cruzada y múltiple). Por razones económicas, el ganadero sigue priorizando costos sobre calidad y usualmente se conforma con “algún control” del acaricida. Aquí el problema no es tanto las pérdidas de producción, sino que muy pocas veces se sabe, si esa falta de eficacia corresponde a un problema de calidad de droga, a errores de manejo o a la respuesta de una población

resistente. Este hecho es más evidente en nematodos gastrointestinales, pero también existe en garrapatas. Es difícil anticipar cuanto tiempo la I & D de nuevas drogas será mantenida por las grandes compañías farmacéuticas y si el mercado podrá mantener su desarrollo **sin la evidencia clara** de que necesitan ser remplazadas por el desarrollo de resistencia.

Porque insistir en sistemas CIP ?

El impacto tecnológico de la utilización de medicamentos destinado a salud humana y animal ha sido impresionante. Tan impresionante, que en América Latina y el Caribe, la implementación del control parasitario es sinónimo de control químico. El paradigma del control ha sido disponer de la droga ideal (gran eficacia, gran persistencia, amplio espectro de acción, bajos residuos en carne-leche y sin problemas de resistencia). Este enfoque no es criticable, pero en su esencia es auto-limitante, ya que olvida la propia reacción del genoma parasitario. Una ley no escrita pero de uso común, es que mientras el producto mate “no hay por que preocuparse”, por lo que el diagnóstico, el monitoreo el Veterinario, pasan a ser irrelevantes. Esto ha permitido que el control parasitario quede casi completamente en “manos del ganadero” quién sin culpa, confunde la herramienta (el acaricida) con la estrategia de control. La historia de la resistencia parasitaria a nivel mundial ha demostrado que la resistencia no es un problema “académico” y que avanza inexorablemente en insecticidas, antihelmínticos y acaricidas (Nari & Hansen, 1999).

Si aceptamos entonces, que el antiparasitario (en este caso el acaricida) no es el único responsable de la aparición-magnitud de la resistencia y que ello también depende de influencias ambientales, genéticas, biológicas y operacionales, **no existe otra estrategia**, capaz de incorporar distintas disciplinas a favor del control y manejo del problema. El CIP se define como la combinación y utilización adecuada de los métodos de control parasitario disponibles, con la finalidad de mantener niveles aceptables de producción sin la eliminación total del agente causal. En términos de resistencia a los acaricidas, el CIP intenta retardar el aumento de aquellas poblaciones parasitarias con mayor proporción de individuos genéticamente resistentes a uno o más antiparasitarios. Las estrategias de CIP, aplicables en garrapatas (Young *et al*, 1988) combinan los principales métodos de control de ecto y endoparásitos a saber: Control Químico y No-Químico (Vergara Ruiz, 1996; Vial *et al*, 1999; Waller, 1997).

La aplicación de sistemas CIP y el cambio de actitud a favor de la utilización de buenas prácticas de manejo, favorecerá la permanencia de muchos grupos químicos necesarios para mantener la producción-productividad animal, redimensionará la complementariedad de otras técnicas de manejo, facilitará la introducción de conceptos de inocuidad alimentaria (residuos) y de contaminación del medio ambiente.

Niveles de aplicación. Son tres los niveles en donde se puede utilizar los sistemas de CIP (FAO, 2003):

- para el control de una especie parasitaria, combinando métodos químicos, biológicos y si fuera apropiado, mecánicos.

- para el control de dos o más especies que conviven con el huésped (ej. *B. microplus* + hemoparásitos + *Haematobia irritans*);
- para el control de dos o más especies que conviven con el huésped, integrando aspectos socioeconómicos y particularidades de los sistemas de producción.

Que hay disponible en CIP para el control de *B. microplus*?

Resulta relativamente fácil implementar una estrategia de control cuando la economía de un país o región se encuentra en apogeo, las drogas son eficaces y el productor se encuentra dispuesto a colaborar. La situación cambia radicalmente, cuando la empresa agropecuaria presenta problemas de financiamiento y el productor debe enfrentar otras prioridades (FAO, 2003). El éxito de la implementación práctica del CIP, tiene algunas limitantes que son comunes a otros sistemas de control, pero que contrastan visiblemente con la simplicidad y flexibilidad de la sola aplicación de antiparasitarios. En la Figura 1 se resumen los principales métodos de aplicación que pueden combinarse, para racionalizar la utilización de acaricidas (basado en Jonsson, 2004). Algunos métodos están actualmente disponibles (recuadro de línea continua) otros sin embargo, no han sido suficientemente estudiados o son de aplicación limitada (recuadro en línea punteada). Solo se comentará aquí, aquellos métodos con mayor posibilidad de aplicación en América Latina:

- No es posible hacer una receta universal de un sistema CIP, por lo es importante disponer de la información básica local de la dinámica poblacional de *B. microplus*. Cuando se baña cada 21 días, los “donde”, “cuando”, “como” y “porque” no son tan importantes (Campañas de Erradicación) pero por costos, logística y desarrollo de resistencia, es un objetivo cada vez menos alcanzable. Como esta información muchas veces no está disponible en países en vías de desarrollo, algunos investigadores han intentado extrapolar observaciones experimentales a través de algoritmos y modelos computarizados, aplicados a condiciones ambientales específicas. En el caso de *B. microplus* han sido desarrollados varios modelos (Sutherst *et al*, 1979; Sutherst and Maywald, 1985;

Elder and Morris, 1986; Floyd *et al*, 1987; Maywald *et al* 2004). También han sido desarrollados modelos para babesiosis (Haile *et al*, 1992) y para predecir el efecto de la vacuna contra *B. microplus* (Labarta, *et al*, 1996). Más recientemente, se ha focalizado el trabajo en modelos que utilizan datos de clima y vegetación derivados de imágenes satelitales, para predecir mapas de distribución de garrapatas y que eventualmente puedan ser complementados por modelos de dinámica poblacional. (Estrada-Peña, 2001; Estrada-Peña, 2002);

- El refugio puede ser definido como la proporción de garrapatas que no ha sido expuesta al acaricida. Esto incluye generalmente todos los estados evolutivos de garrapatas en la pastura (recuadro rojo) y estados parasitarios, localizados en lugares del cuerpo difíciles de bañar (ej. orejas) o garrapatas de animales no tratados. El efecto de dilución del refugio en *B. microplus*, todavía tiene que ser

determinado. Una aproximación a esta idea, ha sido propuesta en el sur de Brasil por Martins *et al*, (2002), tratando con ivermectina solo la mitad de los animales durante la primera y tercera generación de garrapatas. En Uruguay el proyecto TCP/URU/3003, financiado por FAO, comenzara a evaluar el efecto de baños de amitraz (sin resistencia diagnosticada en el país) concentrados principalmente durante la tercera y última generación de la estación de garrapatas. Durante la tercera generación (mediados de otoño) es cuando se producen las mayores desafíos-cargas parasitarias y la mayor incidencia de hemoparásitos en los rodeos, los cuales son proporcionales al refugio disponible en las pasturas. La hipótesis de trabajo es que la progenie de las garrapatas bañadas se diluirán más eficientemente en un mayor refugio, disponible principalmente como huevos y larvas y que el invierno, afectará la postura de muchas teleóginas sobrevivientes al baño. La intención en el proyecto, es utilizar también vacunas contra garrapatas y hemoparásitos. La vacuna de garrapata se aplicará, en caso de que esta resulte efectiva en pruebas de establo, durante la primera generación de la estación siguiente. La utilización de vacunas contra garrapatas en combinación con baños acaricidas ha sido extensamente estudiada en Cuba y México (de la Fuente, et al. 1998; Fragoso et al. 1998; Redondo et al, 1999; García-García et al. 2000; Valdes, et al. 2002). No siempre la utilización vacunas comerciales contra garrapatas, ha tenido éxito en América Latina. La escasa protección, contra cepas de *B. microplus*, provenientes de algunos ecosistemas de la región, sugiere la necesidad de profundizar sobre las variaciones antigénicas de *B. microplus*, así como, la inclusión potencial de nuevos antígenos. Su posicionamiento, como “competidor” del acaricida, puede llevar a gruesos errores de apreciación por parte del ganadero y hacer perder definitivamente, esta importante herramienta en estrategias de CIP.

Las estrategias que utilizan los estudios de dinámica poblacional de *B. microplus*, merecen ser estudiadas, en áreas donde por bajas temperaturas (latitud /altura del terreno) o falta de humedad, el ciclo no-parasitario se ve afectado o interrumpido.

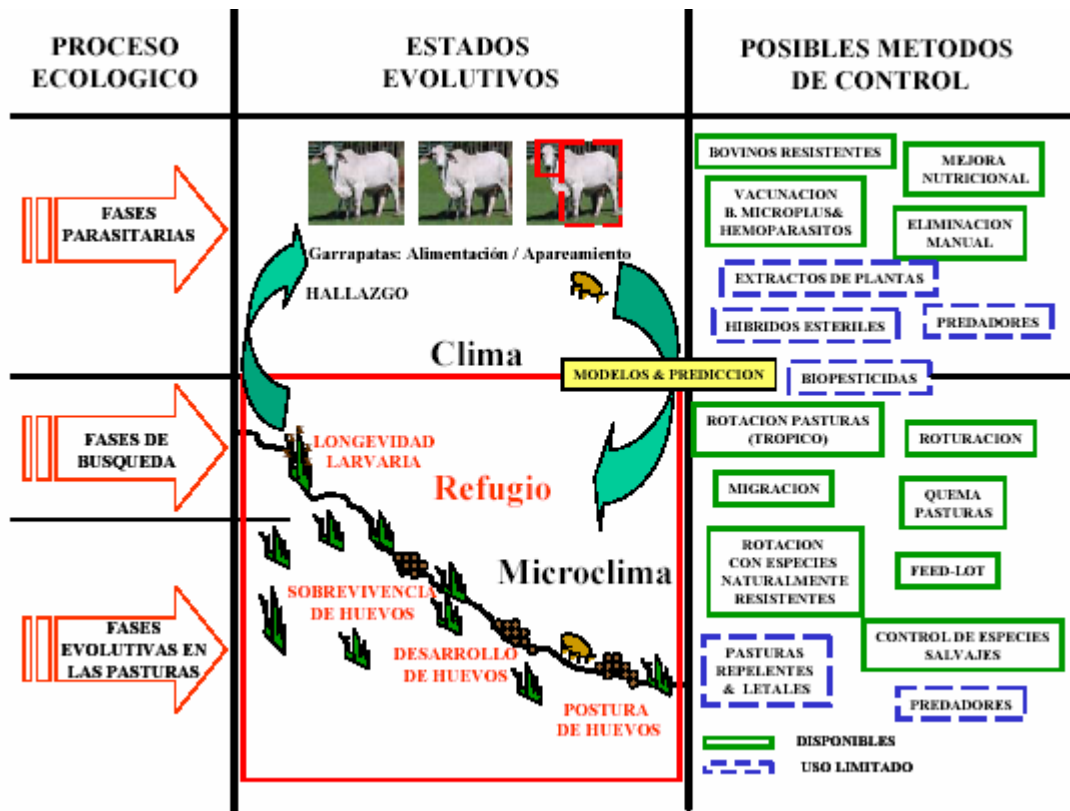


Figura 1. Métodos de control de *Boophilus microplus* que pueden ser utilizados en el Control Integrado de Parásitos

- En áreas tropicales donde la temperatura y humedad, no son un obstáculo para el desarrollo de *B. microplus*, la utilización de animales resistentes y las vacunas contra garrapatas y hemoparásitos parecen ser las mejores opciones para combinar con el acaricida. Hoy existen razas de animales resistentes con buena productividad, aunque su adopción es lenta, posiblemente debido a su comparación con razas *Bos taurus* de alta productividad. Por lo menos hasta mediados de la década de los 90, la utilización de animales resistentes en el control de garrapatas de la región, ha sido más una consecuencia de la aplicación de otros criterios de selección, que un objetivo en si mismo (Nari, 1995). La variabilidad genética existente entre razas y dentro de rodeos de una misma raza, podría ser potenciada enormemente, por la identificación individual, de animales superiores. Aunque esta tecnología ya existe (Acosta, *et al.* 2003) será necesario esperar todavía unos cuantos años para que esta sea utilizada a escala comercial. El hecho de que existen diferentes grados de resistencia a *B. bovis* y *B. bigémina* entre *Bos indicus* y *Bos taurus* es conocido (Bock *et al.*, 1999a) aunque no parece suceder lo mismo con *A. marginale* (Bock *et al.*, 1999b). También con estos hemoparásitos, son necesarios marcadores más precisos y prácticos, para seleccionar animales superiores y obtener un progreso genético visible a nivel de rodeo. La rotación de pasturas en climas tropicales, es un componente del CIP que merece ser estudiado con mayor profundidad. Si bien las condiciones

ambientales del trópico potencian la rápida disponibilidad larvaria en las pasturas, llevando a la protoquia, la otoquia e incubación de huevos, a los tiempos mínimos que permite la biología del parásito, no es menos cierto, que la longevidad larvaria disminuye. Estudios de simulación realizados en Venezuela, sugieren una importante disminución larvaria en las pasturas, por rotaciones realizadas a 36 días de intervalo (Hernandez, et al, 2000). La rotación de pasturas, es una variación del descanso de pasturas y este, también puede ser utilizado en el trópico. En áreas cálidas y secas de Colombia se recomienda mantener la pastura libre de ganado durante cuatro a seis semanas para permitir la muerte de distintos estados evolutivos por desecación (Benavidez et al 2000). El pastoreo rotativo para el control de garrapatas, es casi impensable en climas templados, donde la longevidad larvaria es medida en meses y la evolución de los estados no parasitarios varía ampliamente a medida que se aproxima el invierno. En estas condiciones, pueden coexistir en un mismo potrero, hembras vivas con postura suspendida, huevos incubando y larvas con diferentes tiempos de nacimiento y vitalidad;

- Un gran número de biopesticidas han sido identificados y comercializados para uso agrícola, siendo particularmente eficaces, los hongos del género *Deuteromycete*. (Chandler et al, 2000; Copping and Menn. 2000). En garrapatas algunas especies del mismo género, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium flavoviridae* y *M. anisopliae*, han demostrado ser muy eficaces (Bittencourt, 2000). Estos hongos son también eficaces contra *B. microplus*, tanto en aplicaciones sobre los animales como en las pasturas (Frazzon et al, 2000; Bittencourt., 2000; Kaaya ad Hassan, 2001). No obstante esto, se han obtenido mejores resultados de control en pruebas in vitro que cuando las suspensiones de conidiosporas, fueron aplicadas sobre animales (Correia et al. 1998). Aunque estas especies de hongos son potencialmente útiles para el control de *B. microplus*, es necesario realizar mayores estudios de campo que confirmen su eficacia en animales. Cuando se intente comercializar estos productos, especial énfasis debe darse a las formulaciones para lograr su correcta aplicación en bovinos y a los sistemas de conservación. Las especies/cepas utilizadas, deberán ser altamente patogénicas para las garrapatas e inocuas para el huésped, además de no causar problemas en el medio ambiente.

Conclusiones

- La resistencia en *B. microplus* es un fenómeno presente y creciente, en América Latina y el Caribe. Los grupos/compuestos químicos utilizados para el control de varias especies de ectoparásitos son básicamente los mismos;
- Es necesario considerar al fenómeno resistencia de manera holística (incluidos los endoparásitos) ya que muchas especies parasitarias coinciden geográficamente.
- A pesar de los problemas existentes para la implementación de sistemas de CIP, es necesario incentivar su validación en distintos ecosistemas de la región. La

- resistencia parasitaria (no solo de *B. microplus*) compromete la sostenibilidad de los sistemas de producción.
- La aplicación de sistemas CIP y el cambio de actitud a favor de la utilización de buenas prácticas de manejo, favorecerá la permanencia de los grupos químicos necesarios para mantener la producción animal, facilitará la introducción de conceptos de inocuidad alimentaria (residuos) y de contaminación del medio ambiente.
 - Los países deberían considerar el fenómeno resistencia en su normativa de registro.
 - La FAO ha nominado dos Centros de Referencia y dos Redes Electrónicas Regionales, para facilitar el entrenamiento profesional y la difusión del conocimiento sobre el Diagnóstico y control de la resistencia parasitaria. La Industria farmacéutica veterinaria, se encuentra integrada a esta iniciativa.

Referencias

Acosta, R.R. 2003. BoLA class II microsatellites associated to resistance of the cattle tick *Boophilus microplus* infestation. *World situation of parasite resistance in veterinary medicine*, Vth International Seminar of Animal Parasitology, October 1-3, Merida, Yucatan, Mexico, pp 158-162.

Benavidez, E., Romero, A. y Rodriguez, J.L. 2000. Situación actual de la resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a acaricidas en Colombia. Recomendaciones de Manejo Integrado. Carta Fedegán. 61:14-23.

Bittencourt, V.R.E.P. 2000. Trials to control South American ticks with entomopathogenic fungi. In *Tropical Veterinary Diseases: Control and Prevention in the New World Order*. Eds House, J.A., Kocan, K.M., Gibbs, E.P.J. Annals of the New York Academy of Sciences, 916: 555-558.

Bock, R.E., Kingston, T.G. and de Vos, A.J. 1999a. Effect of breed of cattle on transmission rate and innate resistance to infection with *Babesia bovis* and *B. bigemina* transmitted by *Boophilus microplus*. *Australian Veterinary Journal*, 77(7): 461-464.

Bock, R.E., Kingston, T.G. and de Vos, A.J. 1999b. Effect of breed of cattle on innate resistance to infection with *Anaplasma marginale* transmitted by *Boophilus microplus*. *Australian Veterinary Journal*, 77(11): 748-751.

Copping, L.G. and Menn, J.J. 2000. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy. *Pest Management Science*, 56: 651-676.

de la Fuente, J., Rodriguez, M., Redondo, M., Montero, C., Garcia-Garcia, J.C., Mendez, L., Serrano, E., Valdes, M., Enriquez, A., Canales, M., Ramos, E., Boue, O., Machado, H., Leonart, R., de Armas, C.A., Rey, S., Rodriguez, J.L. and Artilles,

M., Garcia, L. 1998. Field studies and cost-effectiveness analysis of vaccination with Gavac against the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vaccine*, 16(4): 366-373.

Dhaliwal, G.S., Opende, K. and Ramesh, A. 2004. Integrated pest management: Retrospect and prospect. In: Integrated Pest Management. Potential Constraints and Challenges. CABI. Publishing.. UK.

Elder, J.K. and Morris, R.S. 1986. The use of decision analysis to compare cattle tick control strategies under conditions of risk. *Preventive Veterinary Medicine*, 3: 523-535.

Estrada-Peña, A. 2001. Forecasting habitat suitability for ticks and prevention of tick-borne diseases. *Veterinary Parasitology*, 98: 111-132.

Estrada-Peña, A. 2002. A simulation model for environmental population densities, survival rates and prevalence of *Boophilus decoloratus* (Acari: Ixodidae) using remotely sensed environmental information. *Veterinary Parasitology*, 104: 51-78.

FAO. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en America Latina. Serie Producción Animal y Sanidad Animal. No 157. FAO. Roma. p.51.

FAO. 2004. Resistance management and Integrated Parasite Control in ruminants. Guidelines. CD- ROM. Animal Production and Health Division. FAO. Rome.

Floyd, R.B., Maywald, G.F. and Sutherst, R.W. 1987. Ecological models. 2. A population model of *Rhipicephalus appendiculatus*. In *Ticks and tick-borne diseases*. Proceedings of an international workshop in the ecology of ticks and the epidemiology of tick-borne diseases. Ed. Sutherst, R.W. Nyanga, Zimbabwe, 17-21 February 1986, pp 68-71.

Fragoso, H., Hoshman Rad, P., Ortiz, M., Rodriguez, M., Redondo, M. and Herrera, L., de la Fuente, J. 1998. Protection against *Boophilus annulatus* infestations in cattle vaccinated with the *B. microplus* Bm86-containing vaccine Gavac. *Vaccine*, 16(20): 1990-1992.

Garcia-Garcia, J.C., Montero, C., Redondo, M., Vargas, M., Canales, M., Boue, O., Rodriguez, M., Joglar, M., Machado, H., Gonzalez, I.L., Valdes, M., Mendez, L. And de la Fuente, J. 2000. Control of ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antigen Bm95 isolated from the cattle tick, *Boophilus microplus*. *Vaccine*, 18: 2275-2287.

Geary, T.G. and Thompson, D.P. 2003. Development of antiparasitic drugs in the 21st century. *Veterinary Parasitology*. 115:167- 184.

Georghiou, G. and Lagunes- Tejada, A. 1991. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. FAO, Rome. pp.318.

Guglielmone, A.A., 1995. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Veterinary Parasitology*, 57:109-119.

Guglielmone, A.A., Estrada Peña, A., Keirans, J.L. and Robbins, R.G. 2004. Las garrapatas (Acari: Ixodida:) de la región zoogeográfica neotropical. Ediciones Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires. Argentina.p. 141.

Haile, D.G., Mount, G.A. and Cooksey, L.M. 1992. Computer simulation of *Babesia bovis* (Babes) and *B. bigemina* (Smith and Kilborne) transmission by *Boophilus* cattle ticks (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, 29(2): 246-258.

Hernandez, F., Teel, P.D., Corson, M.S. and Grant, W.E. 2000. Simulation of rotational grazing to evaluate integrated pest management strategies for *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Venezuela. *Veterinary Parasitology*, 92: 139-149.

Jonson., N. 2005. Integrated control programs for ticks on livestock: an examination of some possible components. FAO, en prensa.

Labarta, V., Rodriguez, M., Penichet, M., Lleonart, R., Lorenzo Luaces, L. and de la Fuente, J. 1996. Simulation of control strategies for the cattle tick *Boophilus microplus* employing vaccination with a recombinant Bm86 antigen preparation. *Veterinary Parasitology*, 63(1-2): 131-160.

Martins, J.R., Evans, D.E., Cereser, V.H. and Correa, B.L. 2002. Partial strategic tick control within a herd of European breed cattle in the state of Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Experimental and Applied Acarology*, 27: 241-251.

Maywald, G. F., Sutherst, R.W. and Zaluki, M. 2004. Dymex: Modelling natural systems. <http://www.ento.csiro.au/dymex/dymexfr.htm>.

Nari, A. 1995. Strategies for the control of one-host ticks and relationship with tick-borne diseases in South America. *Veterinary Parasitology*, 57: 153-165.

Nari, A. and Hansen, J W. 1999. Resistance of Ecto- and Endo-parasites: Current and Future Solutions, 67th General Session. *International Committee*. OIE. Paris. 17-21 May. 1999.

Nari A. and Eddi, 2004. Panorama de la resistencia medicamentosa en el control de las enfermedades ectoparasitarias en las Américas. XIX Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias.24-28 Octubre. Buenos Aires. Argentina.

Redondo, M., Fragoso, H., Ortiz, M., Montero, C., Lona, J., Medellin, J.A., Fria, R., Hernandez, V., Franco, R., Machado, H., Rodriguez, M. and de la Fuente, J. 1999. Integrated control of acaricide resistant *Boophilus microplus* populations on grazing cattle in Mexico using vaccination with Gavac and amidine treatments. *Experimental and Applied Acarology*, 23: 841-849.

Sutherst, R.W., Norton, G.A., Barlow, N.D., Conway, G.R., Birley, M. and Comins, H.N. 1979. An analysis of management strategies for cattle tick (*Boophilus microplus*) control in Australia. *Journal of Applied Ecology*, 16: 359-382.

Sutherst, R.W. and Maywald, G.F. 1985. A computerized system for matching climates in ecology. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 13: 281-299.

Valdes, M., Mendez, L., Perez, H., Rodriguez, I. and Alfonso, A. 2002. Situación de la resistencia de las garrapatas a los acaricidas en Cuba. Uso de la lucha integrada como estrategia de control. *Agro-Biotech in the New Millennium*, Proceedings of Biotecnologia Habana 2002. 24-29 November 2002. p 111.

Vergara Ruiz, R. 1996. Sistema de manejo integrado de moscas comunes en explotaciones pecuarias: alternativa ecológica y económica. En: Epidemiología, diagnóstico y control de enfermedades parasitarias en bovinos. Compendio II. CORPOICA. Medellín. Colombia. Pp. 41-50.

Vial, H. J., Traore, M, Failamb, F. and Ridley R G. 1999. Renewed strategies for drug development against parasitic diseases. *Parasitology Today*. 15:393-394.

Waller, P.J., 1997. Sustainable helminth control of ruminants in developing countries. *Veterinary Parasitology*. 71, 195-207.

Young, A.S., Grocock, C.M. and Kariuki, D.P. 1988. Integrated Control of ticks and tick-borne diseases of cattle in Africa. *Parasitology*, 96: 403-432.