

CAMBIOS EN LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS GARRAPATAS Y SU RELACIÓN CON EL CALENTAMIENTO GLOBAL

J. A. Cortés¹

¹Laboratorio de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá.

RESUMEN

El cambio climático puede afectar la distribución y frecuencia de las garrapatas en diferentes partes del mundo. No obstante, existen otros factores que también explican los cambios en la incidencia de las enfermedades transmitidas por garrapatas como: la explosión demográfica, las condiciones socioeconómicas, los cambios del paisaje y el comercio internacional. Se presentan los conceptos básicos del cambio climático enmarcados en un contexto biológico y epidemiológico. Se ha documentado que la tasa de transmisión de microorganismos es más alta con ciclos de vida más rápidos de las garrapatas. Se señalan los principales factores que podrían estar involucrados en los cambios poblacionales y geográficos de las garrapatas. Las actividades antrópicas podrían tener una influencia más determinante y profunda sobre la distribución de garrapatas, en comparación con el cambio climático. Se presentan las principales estrategias diseñadas para controlar su expansión geográfica y estacional. Si bien los planes de control en animales de producción requieren el uso de acaricidas de síntesis química, la inclusión de varias estrategias integradas dentro de un plan de manejo se presenta como una alternativa efectiva y sostenible.

Palabras clave: garrapatas, cambio climático, enfermedades transmitidas por garrapatas.

CHANGES ON FREQUENCY AND DISTRIBUTION OF TICKS AND ITS RELATIONSHIP WITH THE GLOBAL WARMING

ABSTRACT

The climatic change could be affect the frequency and distribution of the vector populations, like ticks, in many different places around the world, nowadays. Nevertheless, there is a number of factors explaining changes in the incidences of vector-borne diseases, e.g., rapid growth of human population, socio-economic conditions, changes of landscape, and international trading. I am presenting basic concepts about changes of the climate in a biological and epidemiological context. It has been documented that microorganisms transmission rates are higher with shorter life cycles of ticks. I am hereby presenting the main strategies designed to limit migration and abundance of tick populations. Although tick control within farm animals uses chemical acaricides, several strategies could be added by an integrated pest management program. It poses an effective and sustainable alternative.

Key words: Ticks, climate change, tick-borne diseases.

1. jacortesv@unal.edu.co

INTRODUCCIÓN

Desde el momento en que algunos artrópodos fueron implicados como agentes transmisores de enfermedades (1), su control por parte de los servicios sanitarios se convirtió en una necesidad (2, 3) y en una responsabilidad del Estado (4). En este contexto, las garrapatas han sido señaladas como vectores de múltiples y diversas enfermedades. Las garrapatas adquieren la infección cuando se alimentan de hospederos infectados y, con mayor frecuencia, pueden transmitir la infección a un hospedero susceptible en el siguiente estadio (5). Las garrapatas pueden desarrollarse de un estadio al siguiente por períodos que varían desde semanas a meses, y hasta años (6). Por lo anterior, el triángulo epidemiológico de interacciones hospedero-vector-patógeno es afectado, principalmente, por factores ambientales extrínsecos, tanto bióticos como abióticos (5).

Actualmente, muchas enfermedades —incluidas las transmitidas por vectores— están cambiando su frecuencia y distribución hacia áreas periurbanas y no endémicas (7), como resultado de factores mundiales como: migración acelerada de personas, incremento en el intercambio comercial de productos, expansión de la población humana hacia áreas previamente inhabitadas, destrucción de los hábitats de animales y cambios del paisaje, cambios en el manejo y las tecnologías de la producción animal, desarrollo de resistencia a los antiparasitarios, ampliación de la frontera agrícola y disminución de la productividad de la tierra en países en desarrollo, privatización de los servicios de salud pública y, finalmente, cambios ambientales como el calentamiento global (4, 8, 9, 10, 11, 12). Este último factor ha adquirido par-

ticular relevancia debido a su impacto en la opinión pública, debido a la variedad de argumentos científicos que apoyan la idea de un cambio climático provocado por las actividades humanas (13). Asimismo, Bernett et ál. (14) atribuyen una señal de calentamiento en los océanos del mundo a un modelo climático forzado antropogénicamente. Debido a las consecuencias generalizadas del cambio climático sobre todos los sistemas que soportan la vida, Githeko et ál. (15) consideran que este factor debería ser colocado como prioritario entre aquellos que afectan la salud y la sobrevivencia de la población humana.

En este sentido, los cambios en el clima han favorecido diversas especulaciones sobre los impactos potenciales en la transmisión de las enfermedades infecciosas y la distribución de sus vectores asociados. De acuerdo con Reiter (16), existe una tendencia creciente hacia la exploración de los cambios que generan las variables climáticas sobre los componentes específicos del ciclo de transmisión que involucra a vectores. Así, al usar un simple modelo climático, Olwoch et ál. (17) encontraron que más del 50% de las garrapatas del género *Rhipicephalus* mostraron un potencial para la expansión de sus rangos de distribución. En tanto, Estrada-Peña (18), utilizando imágenes satelitales y métodos geoestadísticos estandarizados sobre un período de 17 años, encontró un ciclo de calentamiento junto con un incremento del índice de vegetación normalizado y derivado en Centroamérica. Según el autor, esta situación mostraba una tendencia al establecimiento de nuevos focos de garrapatas en áreas demasiado frías para mantener poblaciones de garrapatas en

el pasado. Sin embargo, una variedad de factores ecológicos y de comportamiento del hospedero pueden ser más precisos para explicar los cambios en la distribución de vectores (16).

El presente artículo focaliza el problema del cambio en la frecuencia y distribución de garrapatas en el mundo con relación al calentamiento global, sin desconocer los demás factores antes mencionados. A partir de un análisis objetivo de literatura científica pertinente se presentan las principales consecuencias de estos cambios y algunas de las estrategias que se han diseñado para enfrentarlos.

DISTRIBUCIÓN DE LAS GARRAPATAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Las garrapatas son artrópodos ectoparásitos, con fases de vida no parasítica, que se alimentan de sangre de animales y humanos para completar su ciclo de vida. Las garrapatas de la familia Ixodidae, también conocidas como “garrapatas duras”, han sido señaladas con mayor frecuencia en la transmisión de enfermedades a sus hospederos, algunas de las cuales son zoonóticas. De esta manera, la distribución geográfica de las garrapatas, así como de los microorganismos que transmiten, está condicionada por la presencia de hospederos susceptibles, el tipo de hábitat y las condiciones climáticas (7, 11). Un factor adicional para tener en cuenta son los viajes y las movilizaciones de personas y animales. En este punto, el calentamiento global estaría facilitando, al menos, algunos de estos cambios.

El cambio climático es definido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) como un cambio en el estado del clima que puede ser identificado por variaciones en el promedio o la variabilidad

de sus propiedades, y que persiste por un período extendido, típicamente de décadas o más (19, 20, 21). Este fenómeno se ha caracterizado por temperaturas más cálidas, patrones alterados de precipitación, incremento en la frecuencia y severidad de eventos climáticos extremos (como huracanes), y elevación del nivel del mar (22, 23).

Por lo anterior, se ha considerado que la variación de la temperatura ambiental puede tener efectos significativos sobre diferentes hábitats de garrapatas. Los críticos de esta afirmación aseguran que existen otros cambios ambientales, adicionales al cambio climático, como el deterioro de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento del ozono en la estratosfera (24).

Las garrapatas son animales que regulan su temperatura corporal de acuerdo con la temperatura de su ambiente inmediato y, por tanto, son sensibles a los cambios ambientales, de manera que pequeñas variaciones sobre el promedio de temperatura, humedad y brillo solar, pueden ser suficientes para afectar su abundancia, distribución y capacidad vectorial. Se ha señalado que un diagnóstico más frecuente de hemoparásitos en perros en áreas no endémicas de Europa está asociado con una nueva distribución o densidad de garrapatas (7, 11). Gothe (25) encontró, entre 1995 y 1998, casos de ehrlichiosis canina e infestación por *Rhipicephalus sanguineus* en perros que nunca habían salido de Alemania. En Suecia, el rango de distribución geográfica de *Ixodes ricinus*, se ha extendido hacia el norte y se ha relacionado con los cambios en la temperatura durante varias estaciones, que son favorables para la sobrevivencia, la actividad y el desarrollo de la garrapata (26).

Polley y Thompson (22) argumentan que las variaciones geográficas relacionadas con el cambio climático en animales y plantas se expresan como variaciones altitudinales o latitudinales con expansiones o contracciones de la distribución, así como variaciones en los patrones de migración, para el caso de los hospederos. Los autores sugieren que un cambio en la abundancia de parásitos o de hospederos puede alterar las relaciones parasitarias, modificando la prevalencia y la intensidad de la infección en el hospedero y la capacidad reproductiva en el parásito, lo que finalmente resulta en un cambio en la composición del ecosistema (22).

A partir de entrevistas y reportes anecdóticos, Kutz et ál. (23) resaltan la posibilidad de que *Dermacentor albipictus* haya expandido su rango geográfico en el norte de Canadá como una consecuencia del cambio climático en esa región, aunque otros factores podrían estar involucrados, tal como un aumento en la densidad de alces en tales áreas debido a incendios forestales en su hábitat natural. Los autores argumentan que los incendios forestales pueden aumentar en frecuencia como consecuencia del cambio climático, lo que influenciaría la ecología de las garrapatas de múltiples formas.

Asimismo, el incremento del promedio de la temperatura se ha relacionado con una expansión de las poblaciones de *I. ricinus* hacia altitudes superiores en la República Checa en las últimas dos décadas. Al respecto, en la península Escandinava y en el norte de Europa se ha registrado una mayor incidencia de casos de encefalitis transmitida por garrapatas desde mediados de los años ochenta, probablemente debido a un período

prolongado de estaciones propicias para la actividad de garrapatas (24).

En el mismo sentido, la Enfermedad de Lyme (causada por *Borrelia burgdorferi*), la cual es transmitida por las garrapatas *I. ricinus* e *Ixodes persulcatus*, podría expandir su distribución hacia latitudes y altitudes superiores, debido al cambio climático, siempre y cuando todos sus hospederos vertebrados también sean capaces de cambiar la distribución de su población (por ejemplo, los venados). Así, en un escenario futuro, el norte de Europa será más lluvioso y menos frío y, por ende, propicio para el desarrollo de las garrapatas, contrario a lo que sucedería en el sur del continente con un clima predominantemente caluroso y seco (24).

En otro caso, el cambio climático podría ayudar a explicar un brote de Fiebre Viral Hemorrágica del Congo-Crimea en Turquía, la cual es transmitida por las garrapatas del género *Hyalomma*. Finalmente, el incremento en la temperatura ambiental podría ser uno de los factores involucrados en la distribución geográfica, nueva y estimada, de las rickettsiosis transmitidas por garrapatas en Europa y Estados Unidos (24).

Sin embargo, se ha señalado que el cambio climático no puede explicar la completa heterogeneidad del cambio epidemiológico. Tal es el caso de la encefalitis transmitida por garrapatas (ETG) en los países bálticos de Europa (Estonia, Letonia y Lituania). Por ejemplo, factores como el incremento en las densidades de grandes animales silvestres, como los venados, o en el índice de pobreza observado, están correlacionados con la incidencia de ETG en ocho países de Europa en 1993 (21). De hecho, el cambio en el uso de la tierra compete con

el cambio climático por la perturbación en la función y estructura de los ecosistemas en muchas partes del mundo (lo que es particularmente cierto para las enfermedades humanas), aunque en los polos geográficos el cambio climático podría ser considerado como la fuerza dominante del cambio de hábitat (23).

Adicionalmente, se ha señalado que la introducción del Uapití (*Cervus* sp.) en la región de Yukon (Alaska), favoreció el mantenimiento y la expansión de las garrapatas *D. albipictus* convirtiéndose así en un reservorio para especies nativas como el Alce (*Alces* sp.) y el Caribú (*Rangifer* sp.). Lo anterior señala que la introducción de nuevos hospederos puede alterar las relaciones parasitológicas por la introducción de nuevos parásitos y también por cambiar la abundancia y distribución de las especies parásitas endémicas (23). Por tanto, el cambio climático podría no ser el factor más significativo para explicar los recientes patrones temporales en la epidemiología de las garrapatas en otras regiones del mundo.

Por otra parte, la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos a los efectos del cambio climático depende de varios factores, pero se ha señalado que las razas bovinas de fenotipo lechero nativas de los trópicos estarían mejor adaptadas al estrés por calor y a la sequía que las ganaderías que se encuentran en las regiones templadas. Es más, el aumento en la intensificación de los sistemas de producción lechera, a través del uso de razas de alta producción, podría resultar en una mayor susceptibilidad a temperaturas más cálidas en el futuro (27).

De acuerdo con lo anterior, y para determinar los impactos admisibles, se han identificado cinco aspectos fun-

damentales para estimar los efectos del cambio climático en la relación parásito/enfermedad infecciosa/hospedero (27): efectos sobre los patógenos, efectos sobre los hospederos, efectos sobre la epidemiología, y otros efectos indirectos (abundancia y/o distribución de los competidores, depredadores y parásitos de los vectores, así como cambios en el uso de la tierra).

Para el caso de los hospederos, el cambio climático podría favorecer la exposición de poblaciones animales vulnerables a enfermedades exóticas o a radiación ultravioleta, de manera que solo aquellos animales genéticamente resistentes podrían sobrevivir. No obstante, la alta presión de selección genética demanda cruces con razas muy productivas no adaptadas a las condiciones de los países tropicales en desarrollo, lo que podría favorecer una potencial devastación genética en grandes regiones geográficas vulnerables al cambio climático (27).

En cuanto a los vectores, la alteración de los regímenes de temperatura y los patrones de lluvia, junto con eventos climáticos extremos, podría aumentar la tasa y distribución de vectores, lo que a su vez resulta en un incremento de la probabilidad de transmisión de enfermedades (27).

Ahora bien, los impactos del cambio climático sobre las parasitosis en la producción ganadera pueden ser muy complejos, y su estudio requiere trascender la simple valoración de los efectos de la pluviosidad, la altura y la temperatura sobre la distribución de vectores. Al respecto, se ha señalado que los hábitats adecuados para la garrapata *Rhipicephalus appendiculatus* podrían desaparecer de la parte sur de Zimbabwe y Mozambique, y se trasladarían hacia las partes

centrales y occidentales del sur del continente africano (27).

En otro estudio (28) se concluyó que, ante un incremento estimado para el año 2100 en la población de garrapatas en Australia y las pérdidas en la ganancia de peso vivo en bovinos, la industria de carne vacuna debería usar razas bovinas resistentes a garrapatas o aumentar la frecuencia de tratamientos con diferentes garrapaticidas. Se deduce, entonces, que se requieren herramientas epidemiológicas para monitorear los cambios ambientales que modifiquen la distribución actual de las garrapatas en otras regiones del planeta.

MODELOS EPIDEMIOLÓGICOS PARA LA VIGILANCIA DE POBLACIONES DE GARRAPATAS

Se han desarrollado sistemas para relacionar los cambios ambientales y la dinámica poblacional de los hospederos con las densidades poblacionales de garrapatas en un determinado período de tiempo y en áreas geográficas específicas. Esto con el fin de caracterizar hábitats adecuados para las garrapatas y predecir las regiones y épocas del año que serán favorables para su incremento poblacional.

En este sentido, se requiere el desarrollo de modelos epidemiológicos que incluyan densidad de vectores y sistemas de información geográfica, en conjunto con modelos climáticos, para evaluar el efecto de cambios en variables ambientales y antrópicas, así como el impacto de diferentes medidas de control planeadas o implementadas (11).

De este modo, el principal propósito de un modelo que describa la variabilidad estacional de una población de garrapatas es correlacionar la densidad estacional de las mismas con las variables

ambientales. Por ejemplo, en las estaciones que modifican negativamente las condiciones del hábitat, las garrapatas sobrevivirán en baja densidad en relación con el hospedero por un largo período de tiempo, lo que podría ser insuficiente para mantener una respuesta inmune y, así, no se alcanza la estabilidad enzoótica. Por tanto, el uso de acaricidas debería concentrarse en aquellas estaciones que cambian las características del hábitat, propiciando un incremento en el número de estadios larvales de las garrapatas (29).

MEJORAMIENTO DE LAS TÉCNICAS Y LOS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO

Los riesgos que representa un agente patógeno desconocido naturalmente serán tratados con mayor severidad que aquellos riesgos que son conocidos (8). Por tanto, los países deberían tener la capacidad de manejar enfermedades de una manera coordinada para disminuir la amenaza de enfermedades zoonóticas.

En este sentido, el desarrollo de las investigaciones en técnicas de diagnóstico debe conllevar la formación de recursos humanos suficientes para alcanzar una masa crítica que permita dar un salto cualitativo en la lucha contra la enfermedad (30).

Por ejemplo, el diagnóstico de enfermedades transmitidas por garrapatas requiere una combinación de hallazgos clínicos y de laboratorio compatibles, visualización microscópica directa o inmunodetección de organismos infectivos en sangre o tejidos infectados, cultivo microbiológico, pruebas serológicas, *immunoblotting* y Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés) (7).

Una variedad de herramientas moleculares, como procedimientos basados en PCR, han sido útiles para la detección, identificación y caracterización de parásitos, particularmente para el diagnóstico diferencial. Tales técnicas pueden ser aplicadas a muestras clínicas y ambientales que contienen cantidades diminutas de estadios parasitarios que podrían no ser identificados sin una caracterización genética, debido a la falta de características morfológicas discriminatorias. Esta capacidad diagnóstica permitiría una determinación más precisa de los patrones de infección, y avanzar en una mitigación efectiva y en la prevención de enfermedades frente a eventos sutiles o evidentes de cambio climático (22).

Ahora bien, en aquellas áreas donde los recursos para el diagnóstico y la vigilancia de enfermedades son limitados, puede existir la oportunidad para que los servicios de salud humana y animal trabajen juntos en el monitoreo y control de las infecciones zoonóticas (31). Los modernos servicios veterinarios deberían integrar los objetivos de salud pública y animal en una única estrategia (8).

Diferentes organizaciones han generado sistemas de diagnóstico y vigilancia nacionales e internacionales para enfermedades animales, los que generalmente se han desarrollado para el control específico de enfermedades del ganado (31). De hecho, la permanente interacción entre investigación, planificación y evaluación ha facilitado el control y hasta la erradicación de algunas enfermedades como la fiebre aftosa (30).

ESTRATEGIAS PARA CONTROLAR LAS GARRAPATAS EN UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Históricamente y alrededor del mundo, la epidemiología ha relacionado, de manera sistemática, a las enfermedades infecciosas y parasitarias con la pobreza. Una solución permanente, por tanto, yace en el mejoramiento de los estándares de vida, saneamiento adecuado, acceso a agua potable, educación y alfabetismo, nutrición adecuada, así como disponibilidad y accesibilidad a servicios médicos y veterinarios (9).

Por ejemplo, el estudio de la estructura económico-social de la ganadería ha permitido determinar las diferencias entre los distintos sistemas de producción y comercialización para caracterizar y delimitar geográficamente los diversos sistemas, basándose en las situaciones de riesgo favorecidas por las estructuras de producción y comercialización imperantes. El análisis de la información generada ha evidenciado la íntima asociación entre el comportamiento de algunas enfermedades de animales domésticos en América del Sur y las formas que presenta la organización productiva pecuaria predominante en un área o región específica (30).

Sin embargo, la difícil situación socioeconómica y la inestabilidad política hacen prácticamente imposible la consecución de mejores condiciones de vida para las poblaciones humanas y de animales domésticos en los países en desarrollo. Bajo este panorama, algunas medidas de control de garrapatas tienden a ser efectivas en el corto plazo, pero la efectividad de tales medidas podría disminuir en el largo plazo si no se toma en cuenta el contexto social, económico, político y ambiental.

Al respecto, se ha señalado de manera frecuente que la medida preventiva más efectiva para el control de garrapatas ha sido el uso de acaricidas de larga acción. Sin embargo, su erradicación se considera imposible en la mayoría de las situaciones debido al mantenimiento del ciclo de vida de las garrapatas sobre animales reservorios silvestres (31). Adicionalmente, la posibilidad de generación de una inestabilidad enzoótica de hemoparásitos por un control intensivo de garrapatas es indeseable.

En este sentido, la estabilidad enzoótica de hemoparásitos se presenta como el equilibrio que existe entre el número de casos de enfermedades transmitidas por garrapatas (que tiende a ser bajo), y la presencia de éstas en una población animal de manera periódica. Así, para un adecuado control se deben tomar en cuenta varios factores que pueden influir en la presentación de la inestabilidad enzoótica, tales como: condiciones endémicas, susceptibilidad de los vacunos a las garrapatas; densidad de las garrapatas por condiciones macroclimáticas, tasa de transmisión de babesiosis / anaplasmosis, educación y cultura de los ganaderos, y tecnologías empleadas para el control (32).

Por otra parte, la eficacia de fármacos contra los microorganismos transmitidos por garrapatas depende de varios factores como: eficacia en la eliminación de la infección, farmacocinética y biodisponibilidad del principio activo, sensibilidad del microorganismo, y tratamiento de todos los animales domésticos infectados en un área geográfica determinada. Es interesante notar que la debilidad de los servicios sanitarios estatales, junto con la posibilidad económica de los propietarios, condicionan el éxito de la

quimioterapia y la quimioprofilaxis en un programa de control (7).

Adicionalmente, las perspectivas del desarrollo de vacunas contra garrapatas son limitadas, particularmente para aquellas con hábitos ecológicos de más de un hospedero. Por tanto, los esfuerzos de investigación se han venido concentrando en el desarrollo de vacunas contra los hemoparásitos transmitidos por garrapatas (7).

Tomando en cuenta lo anterior, las estrategias de manejo integrado de garrapatas están encaminadas a lograr un uso óptimo de los acaricidas de síntesis química (tradicionales y de nueva generación) que aún son efectivos, mediante la integración de estrategias químicas (acaricidas sistémicos, despegantes, feromonas, baños de inmersión y aspersión, entre otros) y no químicas (rotación de praderas, uso de hospederos resistentes, pastos anti-garrapatas y control biológico) para el control parasitario, además de buscar una reducción global en el grado de exposición de las poblaciones a pesticidas (33). De la misma forma, el uso de la vacuna contra garrapatas solamente se ha implementado para *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (34), también conocida como la garrapata tropical del ganado vacuno.

CONCLUSIONES

Las condiciones ambientales influyen de manera directa y crítica sobre el desarrollo y ciclo de vida de las garrapatas, pero aún no existe evidencia suficiente para incriminar al cambio climático como el principal responsable de las variaciones en la distribución geográfica y abundancia estacional de estos artrópodos. Por lo mismo, la modelización de las respuestas de poblaciones de garrapatas, en tiem-

pos y espacios predeterminados, frente al calentamiento global debe incluir los factores adicionales del cambio mundial, tales como: migración y colonización humana, globalización comercial, cambios del paisaje, nuevas tecnologías pecuarias, parásitos resistentes a fármacos, ampliación de la frontera agrícola, pobreza rural en el tercer mundo, y la privatización de los servicios de salud pública.

Los sistemas ganaderos con poblaciones bovinas genéticamente susceptibles al ataque de garrapatas, tales como lechería especializada, podrían ser fuertemente afectados por una nueva distribución geográfica de estos vectores. Así las cosas, la utilización de razas bovinas genéticamente resistentes a las garrapatas podría ser una efectiva estrategia para que las ganaderías bovinas enfrenten los efectos del cambio climático global en latitudes y altitudes superiores.

Existe una necesidad innegable e inaplazable de mejorar el diagnóstico de las infestaciones por garrapatas y de las enfermedades transmitidas por ellas, aunado al desarrollo y la transferencia de las estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) aplicadas al control de garrapatas, de importancia económica y sanitaria.

RECOMENDACIONES

Se debe evitar la tendencia a sobresimplificar los mecanismos en donde el cambio climático puede modificar significativamente la distribución y transmisión de enfermedades (27).

El cambio climático tendrá un gran impacto en un sistema hospedero-parásito que incluya a los vectores. Se debe ser muy cuidadoso con el traslado de animales, aún los domésticos, para evitar el establecimiento de parásitos y enfer-

medades parasitarias en ecosistemas exóticos (23) o no endémicos.

Los servicios estatales de salud pública veterinaria y humana deben definir estrategias para la vigilancia y el control de enfermedades zoonóticas. El control de los servicios de salud y de los programas de sanidad animal y producción pecuaria deberían mantenerse bajo la supervisión estatal.

REFERENCIAS

1. Durden LA, Mullen GR. Introduction. In: Mullen LA, Durden GR (eds.). *Medical and Veterinary Entomology*. San Diego: Academic Press; 2002. p. 1-15.
2. Rosen G. The origins of public health. Chapter I. In: *A history of public health* by George Rosen. Expanded Edition. Baltimore: The John Hopkins University Press; 1993. p. 1-5.
3. Machado-Allison CE. Historia de la entomología médica. *Entomotropica* 2004; 19 (2): 65-77.
4. NHSCA. In practice: the NHS market in the United Kingdom. Health Policy Network of the National Health Service Consultants' Association and the National Health Service Support Federation. *J Public Health Policy* 1995; 16 (4): 452-91.
5. Randolph SE. Dynamics of tick-borne disease systems: minor role of recent climate change. *Rev Sci Tech (Off Int Epiz)* 2008; 27 (2): 367-81.
6. Nicholson WL, Sonenshine DE, Lane RS, Uilenberg G. Ticks (Ixodida). In: Mullen GR, Durden LA (ed.). *Medical and Veterinary Entomology*. 2 Ed. San Diego: Academic Press; 2009. p. 493-542.
7. Shaw SE, Day MJ, Birtles RJ, Breitschwerdt EB. Tick-borne infectious diseases of dogs. *Trends Parasitol* 2001; 17: 74-80.
8. Thiermann A. Emerging diseases and implications for global trade. *Rev Sci Tech (Off Int Epiz)* 2004; 23 (2): 701-08.
9. Kibirige J. Population growth, poverty and health. *Soc Sci Med* 1997; 45 (2): 247-59.

10. Morrone A. Dermatología y población humana. En: XV Congreso Ibero-Americano de Dermatología. Libro de Resúmenes. Buenos Aires, Argentina; 2003, octubre 21-25. p. 10-12.
11. Beugnet F, Marié JL. Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Vet Parasitol* 2009; 163: 298-305.
12. Genchi C, Rinaldi L, Mortarino M, Genchi M, Cringoli G. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol* 2009; 16: 286-92.
13. Tett SFB, Jones GS, Stott PA, Hill DC, Mitchell JFB, Allen MR, et al. Estimation of natural and anthropogenic contributions to twentieth century temperature change. *J Geophys Res* 2002; 107 (4306).
14. Barnett TP, Pierce DW, Achutarao KM, Gleckler PJ, Santer BD, Gregory JM, et al. Penetration of human-induced warming into the world's oceans. *Science* 2005; 309 (5732): 284-7.
15. Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bull World Health Organ* 2000; 78 (9): 1136-47.
16. Reiter P. Climate change and mosquito-borne disease: knowing the horse before hitching the cart. *Rev Sci Tech (Off Int Epiz)* 2008; 27 (2): 383-98.
17. Olwoch J, Van Jaarsveld AS, Scholtz CH, Horak IG. Climate change and genus *Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae) in Africa. *Onderstepoort J Vet Res* 2007; 74: 45-72.
18. Estrada-Peña A. Climate warming and changes in habitat suitability for *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Central America. *J Parasitol* 2001a; 87 (5): 978-87.
19. Lafferty KD. The ecology of climate change and infectious diseases. *Ecology* 2009; 90 (4): 888-900.
20. Pascual M, Bouma MJ. Do rising temperatures matter? *Ecology* 2009; 90 (4): 906-12.
21. Randolph SE. To what extent has climate change contributed to the recent epidemiology of tick-borne diseases? *Vet Parasitol* 2010; 167 (2-4): 92-4.
22. Polley L, Thompson A. Parasite zoonoses and climate change: molecular tools for tracking shifting boundaries. *Trends Parasitol* 2009; 25 (6): 285-91.
23. Kutz S, Jenkins E, Veitch A, Ducrocq J, Polley L, Elkin B et al. The Arctic as a model for anticipating, preventing, and mitigating climate change impacts on host-parasite interactions. *Vet Parasitol* 2009; 163: 217-28.
24. Semenza J, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect Dis* 2009; 9: 365-75.
25. Gothe, R. *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodidae): frequency of infestation and ehrlichial infections transmitted by this tick in dogs in Germany. *Wien Tierarztl Monatsschr* 1999; 86: 49-56.
26. Lindgren E, Tälleklint L, Polfeldt T. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environ Health Perspect* 2000; 108 (2): 119-23.
27. Thornton PK, Van de Steeg J, Notenbaert, A, Herrero M. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agric Syst* 2009; 101: 113-27.
28. White N, Sutherst RW, Hall N, Whish-Wilson P. The vulnerability of the Australian beef industry to impacts of the cattle tick (*Boophilus microplus*) under climate change. *Clim Change* 2003; 61: 157-90.
29. Estrada-Peña A. Forecasting habitat suitability for ticks and prevention of tick-borne diseases. *Vet Parasitol* 2001b; 98: 111-32.
30. Correa-Melo E, López A. Control de la fiebre aftosa: la experiencia americana. *Rev Sci Tech (Off Int Epiz)* 2002; 21 (3): 689-94.
31. Shears P. Communicable disease surveillance with limited resources: the scope to link human and veterinary programmes. *Acta Trop* 2000; 76: 3-7.
32. Nari A. Strategies for the control of one-host ticks and relationship with tick-borne diseases in South America. *Vet Parasitol* 1995; 57: 153-65.

33. Benavides E, Romero A, Rodríguez JL. Situación actual de resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a acaricidas en Colombia: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (Pt 3). Carta Fedegan; 2000: 14-24.
34. Rodríguez-Valle MR, Méndez L, Valdez M, Redondo M, Espinosa CM, Vargas M et ál. Integrated control of *Boophilus microplus* ticks in Cuba based on vaccination with the anti-tick vaccine Gavac. Exp Appl Acarol 2004; 34 (3-4): 375-82.35.