



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

**INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DEL VIRUS DEL DISTEMPER CANINO EN
PERROS DOMÉSTICOS, JAGUARES Y PUMAS EN LOS ALREDEDORES DE LA RESERVA
DE LA BIOSFERA CALAKMUL EN EL SUR DE MÉXICO.**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL
PRESENTA**

SANDRA EUGENIA ORTIZ AMADOR

**TUTOR:
DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNAM**

**COMITÉ TUTORAL:
DRA. SHARON L. DEEM
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL
DR. GERARDO CEBALLOS GONZÁLEZ
INSTITUTO DE ECOLOGÍA UNAM**

MÉXICO, D.F.

ENERO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mi familia por su apoyo incondicional durante mi formación profesional y el desarrollo de este trabajo, en especial quiero dedicar esta tesis con todo mi amor a mi mamá y mi abuelo que me heredaron su amor por los gatos y la ciencia.

A mis queridos jaguares, por todo lo que me han dado y la manera en la que cambiaron mi vida, este es un pequeño gran esfuerzo para contribuir a su conservación y lo hice con todo el amor que les tengo.

A todos los que creyeron en mi y me apoyaron en este proyecto, desde su desarrollo y su realización hasta su tour artístico.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, por formarme como médica veterinaria y ahora maestra en ciencias, la mejor profesión del mundo y por lo aprendido dentro y fuera de sus salones.

Al CONACYT por la beca que me permitió estudiar esta maestría.

A los Dres. Gerardo Ceballos y Cuauhtémoc Chávez por permitirme ser parte de este increíble proyecto de grandes felinos, por permitirme trabajar con las muestras de suero, por su apoyo y enseñanzas en campo y en el lab desde mucho antes y durante el desarrollo de este trabajo. Un agradecimiento muy especial para los Dres. Heliot Zarza y Jose F. González-Maya por su invaluable ayuda con los mapas, análisis estadísticos y valiosos comentarios para el desarrollo de esta tesis, espero tengamos muchos años más de colaboraciones, publicaciones y campamentos tigreros! A todos ustedes y al equipo del campamento tigrero, gracias por los increíbles momentos, las noches de risas, experiencias y debates, las corretizas y caminatas de madrugada y por enseñarme a crecer y formarme como veterinaria de campo. Gracias especialmente al MVZ M en C Javier Ojeda porque sin el no habría podido conocer a este maravilloso equipo de investigación y no estaría haciendo el trabajo que más amo, además de todo lo que aprendí contigo en Chapultepec, gracias!!

A la MVZ Marcela Araiza, por facilitarme las muestras de suero de jaguares, pero principalmente por pavimentar el camino para las veterinarias del proyecto de Calakmul, por crear los protocolos veterinarios y velar por el bienestar y salud de todos los animales involucrados en las capturas.

Throughout this project I had the chance to meet amazing and inspiring people and I want to thank three very important persons whom I greatly respect and who were critical for the development and completion of this project.

First and foremost, a big heartfelt thank you to Dr. Sharon L. Deem. Your guidance, support and words of advice when I most needed them were invaluable for the development and completion of this project and my masters. Thank you for accepting to be part of this endeavour and for believing in me and my project since day one, for being an amazing advisor, for your help writing and preparing grant proposals and for being at the WDA and AAZV conferences, it meant a lot to me to be able to present my project there. You inspire me to become a better researcher and I look forward to many more years of collaborations. I couldn't have gotten to this point without your support, gracias!

I would like to acknowledge Dr. Edward Dubovi from Cornell University for his invaluable help with sample testing and titer interpretation. Your availability and help for the sample shipping logistics and time granted to process and complete the testing was vital for the completion of this research. I cannot express how thankful I am for your help

and I really look forward to having the opportunity to work with you again on the next phases of this project.

I would like to express my appreciation to Dr. Karen Terio from the University of Illinois for her invaluable assistance with the CITES permits and help throughout the shipping and importing process for the jaguar samples. You were extremely nice to me and I cannot thank you enough for your help to send my jaguar samples to Chicago and NY. I really appreciate the time and effort you took to get my samples in Chicago and deliver them safe and sound to Dr. Dubovi and I hope I will be able to have another opportunity to work with you in the very near future. I am glad I had the chance to include your CDV paper for the discussion of this thesis and for the upcoming papers!

Gracias a los miembros de mi jurado Emilio Rendón y Heliot Zarza por sus valiosos comentarios y atención a los detalles que enriquecieron y remodelaron totalmente esta tesis, un poco (mucho) de adrenalina y estrés al final del camino a veces sacan mejores cosas de las que uno piensa.

Al Dr. Gerardo Suzán, por cambiarme el casete veterinario desde mucho antes de ser su alumna ampliando mi visión de conservación de los animales silvestres, por enseñarme ecología para veterinarios y ecología de enfermedades y por su participación en este proyecto.

A mi hermosa familia a la cual le agradezco todo su amor y apoyo, por aguantar mis locuras veterinarias, viajes y vida loca, por cuidar a mis bebés en mi ausencia, por sus cuidados y palabras de aliento y por siempre siempre estar conmigo en las buenas, en las malas y en las peores. Gracias a ustedes he llegado a este momento de mi vida personal y profesional y les debo todo lo que soy, los amo!

Un agradecimiento extra especial a mis amigas y hermanas sin las cuales este proyecto no hubiera podido realizarse. Excelentes MVZ's M en C's, Carmen Valle y Citlali Ramírez mil gracias por compartir este sueño conmigo, por su invaluable ayuda en campo y expertise veterinario, sus enseñanzas, sus palabras, amor y sobretodo su apoyo en todo momento. El club de alumnas de posgrado rebeldes no podría estar completo sin Lili, gracias por compartir y vivir también conmigo todo este proceso, las adoro! Dios las hace y el viento las junta!

A mi hermanita Mariana, que aún en la distancia siempre estuvo conmigo, apoyándome y mandándome todas sus chakras positivas y recordándome quien soy, dándome ánimos para poder seguir en este camino, gracias por tu amor siempre.

A la selva Maya por cuidarme y prestarme por un corto tiempo a sus hermosos animales y dejarme compartir un poco de su magia, procuro siempre regresártelos tal como me los diste y espero poder trabajar y proteger esta hermosa selva y sus maravillosos animales por muchos años más. Gracias por enseñarme a estar presente, a vivir la incomodidad y soltar y aprender tanto, apreciar las noches de estrellas, de lluvia, a dormir con una orquesta de

chicharras, sapos y luciérnagas, despertar con el aullido de saraguatos y madrugar para tener la oportunidad de ver un jaguar.

Un agradecimiento muy especial a la población humana, canina y felina de los ejidos 20 de Noviembre, Narciso Mendoza y Caoba y muy especialmente a Don Pancho Zavala y sus familia por todo el apoyo logístico para la realización de este trabajo y permitimos estar en su casa. También quiero hacer una mención especial a las estrellas de las capturas, los mejores perros tigreros del mundo mundial, Mosolin, Guapeche y Cody, gracias por todo el trabajo y capturas que se lograron gracias a ustedes, los extrañamos muchísimo y ahora están persiguiendo jaguares del otro lado del arco iris.

Last but not least, a Dios por darme este reto que me cambió la vida y me hizo darme cuenta de lo que realmente me apasiona y enseñarme mi camino. Gracias por siempre darme fuerzas para continuar y cumplir este sueño.

*“The role of disease in wildlife populations has probably been radically underestimated.”
– Aldo Leopold, Game Management, 1933*

RESUMEN

Las enfermedades infecciosas son una amenaza para la conservación de los felinos silvestres. La fragmentación y expansión de los asentamientos humanos incrementa el contacto entre los perros domésticos que habitan en comunidades rurales adyacentes a las reservas naturales como la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC) y los grandes felinos que habitan en esta zona y puede favorecer la transmisión de enfermedades entre estas especies. El objetivo de este estudio fue determinar la seroprevalencia del virus del distemper canino (CDV) en jaguares (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*) y perros domésticos en 3 comunidades rurales en los alrededores de Calakmul, así como determinar los factores antropogénicos que favorecen el mantenimiento y transmisión del CDV. En Febrero del 2012 se realizaron encuestas en casas de los tres ejidos para obtener datos demográficos y patrones de tenencia, así como muestras de sangre de perros. Se utilizaron muestras de suero de 13 jaguares y 1 puma obtenidas entre 2003 y 2009 en los mismos sitios. Se realizó la prueba de neutralización de virus para determinar la presencia de anticuerpos contra CDV en el Animal Health Diagnostic Center Laboratory, en la Universidad de Cornell, el punto de corte fue 1:4 y se clasificaron los títulos en tres categorías. Los resultados se analizaron con la prueba de chi cuadrada (χ^2) y análisis de correspondencias múltiples. El 52% de los perros muestreados presentaron anticuerpos contra distemper, con diferencias ($p < 0.05$) entre sitios (Narciso Mendoza 19%, Veinte de Noviembre 44%, Caoba 73%). La seropositividad estuvo asociada significativamente con la función, restricción, títulos de anticuerpos, sexo y el sitio. Las muestras de jaguares y pumas fueron negativas al CDV. Estos resultados demuestran que los patrones demográficos y de tenencia de perros son factores importantes que determinan la prevalencia del distemper canino en perros rurales del sur de México. Se requieren más estudios sobre prevalencia y análisis moleculares de CDV en un mayor número de carnívoros silvestres y perros domésticos en áreas prioritarias como Calakmul para entender la transmisión de un patógeno multihospedero como distemper y el riesgo que representa para la conservación del jaguar.

Palabras clave: virus del distemper canino, ecología canina, jaguar, áreas naturales protegidas

ABSTRACT

Infectious diseases are considered a threat for the conservation of wild felines. Fragmentation and the expansion of human settlements are increasing the contact between domestic dogs in rural communities adjacent to natural reserves like the Calakmul Biosphere Reserve (CBR) and wild carnivores, favoring disease spillover between these species. The aim of this study was to determine canine distemper virus (CDV) seroprevalence in jaguars (*Panthera onca*), pumas (*Puma concolor*) and domestic dogs in 3 rural communities in the surroundings of Calakmul, and determine anthropogenic factors that favor the maintenance and transmission of CDV. A questionnaire survey was used to obtain demographic and ownership patterns as well as serum samples from dogs in February 2012. Serum samples from 13 jaguars and 1 puma collected from 2003-2009 in the same sites were also used. Antibodies for CDV were determined using a virus neutralization test at the Animal Health Diagnostic Center Laboratory, Cornell University, cutoff point was 1:4 and titers were classified in three categories. Results were analyzed with a chi square test (χ^2) and multiple correspondence analysis. 52% of the dogs had positive antibodies with differences ($p < 0.05$) between sites (Narciso Mendoza 19%, Veinte de Noviembre 44%, Caoba 73%). Seropositivity was significantly associated with function, restriction, antibody titers, sex and site. Jaguars and pumas had no antibodies to CDV. These results demonstrate that demographic and ownership patterns of dogs are important factors strongly associated with distemper virus seropositivity in rural communities in southern Mexico. More studies on CDV prevalence and molecular analysis on a larger simple size of wild carnivores and domestic dogs in sensitive conservation areas like Calakmul are needed to understand the transmission of a multihost pathogen like distemper and the risk it may pose for jaguar conservation.

Key words: canine distemper virus, dog ecology, jaguar, natural protected areas

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE FIGURAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	4
Los perros domésticos en comunidades rurales y su impacto ecológico.....	4
El virus del distemper canino como amenaza para la conservación de felinos silvestres.....	7
Epidemiología del virus del distemper canino y dinámicas de transmisión.....	18
Los grandes felinos de Calakmul y las amenazas para su conservación en la interfase con los animales domésticos.....	21
MATERIAL Y MÉTODOS.....	25
Área de estudio.....	25
Diseño de muestreo.....	27
Colecta de muestras de perros domésticos.....	28
Colecta de muestras de jaguares y pumas silvestres.....	31
Diagnóstico serológico.....	32
Análisis estadísticos.....	33
RESULTADOS.....	34
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	41
REFERENCIAS.....	61
CUADROS Y FIGURAS.....	84
APÉNDICE I.....	94
APÉNDICE II.....	97

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis bivariado de riesgo relativo para CDV entre los ejidos Narciso Mendoza, Veinte de Noviembre y Caoba.

Cuadro 2. Datos demográficos de población humana y canina en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Cuadro 3. Patrones de tenencia y cuidado de perros domésticos en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación Reserva de la Biosfera Calakmul y sitios de estudio en las comunidades rurales Narciso Mendoza, Veinte de Noviembre y Caoba.

Figura 2. Configuración de los ejidos Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

Figura 3. Prevalencia del virus del distemper canino en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Figura 4. Distribución de anticuerpos positivos contra CDV por categoría de edades en perros de 3 ejidos en los alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Figura 5. Distribución de perros positivos a CDV por sexo de 3 ejidos en los alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Figura 6. Mapa de áreas de actividad en base al seguimiento satelital de jaguares machos y hembras capturados entre 2003-2009.

Figura 7. Numero promedio de perros y estimación de la población y densidad canina en los municipios Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

Figura 8. Distribución del sexo y categorías de edad en perros pertenecientes a los ejidos Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

Figura 9. Características de función, restricción y origen de los perros en los ejidos Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

Figura 10. Avistamientos/ataques de jaguar-puma reportados en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Figura 11. Análisis de correspondencias múltiple para determinar la asociación entre los títulos de anticuerpos contra CDV y variables demográficas y de tenencia de los perros.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento y expansión de la población humana y la conversión de los hábitats naturales en tierras productivas han provocado un mayor contacto entre los humanos, sus animales domésticos y la fauna silvestre, favoreciendo la diseminación de enfermedades infecciosas (Daszak et al., 2000; Cleaveland, et al., 2007). Los animales domésticos y en particular los perros (*Canis familiaris*) pueden actuar como reservorios, manteniendo enfermedades infecciosas en sus poblaciones y transmitiéndolas a los carnívoros silvestres (Cleaveland y Dye, 1995; Rhodes et al., 1998; Fiorello et al., 2006).

El virus del distemper o moquillo canino (CDV) es la segunda enfermedad infecciosa más importante de los perros domésticos después de la rabia (Deem et al., 2000). Es un patógeno con un amplio rango de hospederos y ha sido reportado en todas las familias de carnívoros, incluyendo a los grandes felinos, causando brotes epidémicos en estas especies en vida libre y en cautiverio (Appel, 1987; Appel et al., 1994; Roelke-Parker et al., 1996; Barrett, 1999; Deem et al., 2000; Munson et al., 2004; Munson et al., 2008; Nava et al., 2008; Thalwitzer et al., 2010; Goodrich et al., 2012; Furtado et al., 2013; Seimon et al., 2013). El CDV representa la amenaza viral más significativa para la conservación de los carnívoros silvestres, afectando a especies altamente vulnerables como el hurón de patas negras (*Mustela nigripes*), el león africano (*Panthera leo*), el tigre de Amur (*Panthera tigris altaica*) y el lince Ibérico (*Lynx ibericus*; Thorne y Williams, 1988; Roelke-Parker et al., 1996; Meli et al., 2010; Kapil y Yeary, 2011; Seimon et al., 2013).

La transmisión de enfermedades infecciosas por las crecientes poblaciones de perros domésticos hacia carnívoros silvestres se ha convertido en un importante efecto de borde antropogénico en la interfase de sus distribuciones (Woodroffe y Ginsberg, 1998; Cleaveland et al., 2007). La frecuencia e intensidad de las interacciones entre carnívoros domésticos y silvestres aumentará con la fragmentación de hábitat en el borde de las áreas naturales protegidas y reservas donde la distribución de las especies silvestres se traslapa con los paisajes dominados por el humano (Laurance et al., 2000; Riley et al., 2004;

Fiorello et al., 2006) en zonas con gran biodiversidad y mas amenazadas por las actividades antropogénicas como la Península de Yucatán en el sureste de México.

La creciente actividad agropecuaria y deforestación están rápidamente fragmentando las selvas tropicales de esta región, afectando especialmente a las grandes areas naturales protegidas (ANP) como la Reserva de la Biosfera Calakmul en el estado de Campeche. Calakmul es una de las mas grandes áreas naturales protegidas que posee cerca de un millón de hectáreas (ha) de selva tropical conservada y alberga a miles de especies amenazadas y endémicas, incluyendo a los felinos más grandes de América, el puma (*Puma concolor*) y la segunda población más grande de jaguares (*Panthera onca*) en el continente, por lo que representa una de las areas prioritarias para la conservación de estas especies (Sanderson et al., 2002a; Ceballos et al., 2002; Ceballos et al., 2012).

Diversos grupos indígenas bajo un régimen comunal de tenencia de la tierra llamados ejidos se encuentran establecidos en la zona de amortiguamiento y en los alrededores de la Reserva. Estas comunidades rurales tienen una importante población de perros domésticos que se mantienen con malas prácticas de manejo; sin restricción, en pobres condiciones de salud, sin vacunación y se reproducen libremente, lo que puede provocar efectos negativos hacia especies silvestres como la transmisión de enfermedades infecciosas (Butler y Bingham, 2000; Ortega-Pacheco et al., 2007; Acosta-Jamett, 2009; Torres y Prado, 2010; Young et al., 2011; Sepúlveda et al., 2014). A la fecha se desconoce la prevalencia de enfermedades infecciosas en estos perros, sin embargo, patógenos como el virus del distemper canino se pueden mantener en poblaciones de perros rurales con altas densidades (Fiorello et al., 2006; Nava et al., 2008; Acosta-Jamett, 2009).

La información sobre la prevalencia de enfermedades infecciosas en carnívoros silvestres en vida libre en México es escasa (Valenzuela et al., 2000; Viniegra, 2001; Suzán y Ceballos, 2005; Díaz, 2006; Mena, 2007; Araiza et al., 2007; Rendón, 2009, Guerrero, 2011; Ramírez, 2012). Sin embargo, los casos de brotes reportados en carnívoros silvestres han demostrado que el riesgo de saltos taxonómicos o “spillover” de

enfermedades infecciosas de carnívoros domésticos a silvestres se ha convertido en un problema de conservación a nivel mundial y ha sido poco estudiado en el país (Mena, 2007; Guerrero, 2011). La epidemiología y dinámica de patógenos generalistas con múltiples hospederos como el virus del distemper canino es compleja en un ecosistema con diversas especies de carnívoros como Calakmul y por lo tanto se debe considerar el riesgo que representa para especies amenazadas como el jaguar y puma.

El distemper causa una enfermedad de ciclo corto y alta mortalidad, por lo que no puede ser mantenido en poblaciones pequeñas debido a que la infección eventualmente desaparecería por la falta de nuevos hospederos susceptibles (Acosta-Jamett et al., 2009; Prager et al., 2012; Sepúlveda, 2013). Los brotes en poblaciones pequeñas de carnívoros amenazados pueden desencadenarse por el contacto con poblaciones de hospederos más abundantes que actúan como reservorios, como es el caso de los perros domésticos en zonas rurales (Acosta-Jammet et al., 2011; Prager et al., 2012; Sepúlveda, 2013). Por lo tanto, el conocimiento de las enfermedades infecciosas presentes en los perros domésticos en proximidad con carnívoros silvestres es esencial para la planeación de programas de conservación, así como entender la ecología de los perros y los patrones de tenencia antropogénicos que tienen influencia en su manejo y efectos negativos en los ecosistemas.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la prevalencia del virus del distemper canino en perros domésticos, jaguares (*Panthera onca*) y pumas (*Puma concolor*) en tres comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Objetivos específicos

1. Determinar la prevalencia de exposición al virus del distemper canino en los perros domésticos, jaguares y pumas muestreados en tres comunidades rurales en los

alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul, utilizando una prueba de detección de anticuerpos.

2. Determinar los patrones demográficos y de tenencia de perros en los tres sitios que puedan favorecer la prevalencia de distemper.
3. Investigar las circunstancias de interacciones entre carnívoros domésticos y silvestres que puedan favorecer la transmisión de distemper.

Hipótesis

Los perros domésticos que habitan en las comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul están expuestos al virus del distemper canino. y tienen un posible papel en la transmisión del distemper hacia los felinos silvestres que viven dentro y alrededor de la Reserva.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los perros domésticos en comunidades rurales y su impacto ecológico

El perro doméstico es el carnívoro más abundante y ampliamente distribuido a nivel mundial, con una población estimada de más de 700 millones de perros asociados al movimiento y distribución de las poblaciones humanas. (Daniels y Bekoff, 1989; WHO/WSPA 1990; Young et al., 2011, Hughes y Macdonald, 2013).

Las diferencias culturales en las percepciones de los perros y las motivaciones del humano para la tenencia de éstos tienen un gran impacto en su abundancia, manejo y bienestar (Jackman y Rowan, 2007; Sepúlveda et al., 2014). El bajo costo de adquisición y mantenimiento, así como la disponibilidad de comida en los basureros y sobras de los humanos permiten a las poblaciones caninas crecer exponencialmente, provocando efectos negativos a nivel de salud pública, salud animal y conservación de especies silvestres (Orihuela y Solano, 1997; Matter y Daniels, 2000; Butler y du Toit, 2005; Jackman y Rowan, 2007; Mena, 2007; Ortega-Pacheco et al., 2007).

Los perros se pueden clasificar de acuerdo a su nivel de supervisión en diferentes categorías: perros con dueño y que pueden o no tener acceso a la calle (total o semi-restricción y supervisión); perros vecinales/comunales y perros callejeros (semi-dependientes, semi-restringidos o sin restricción con uno o varios dueños) y perros ferales o asilvestrados independientes del hombre (sin dueño ni restricción; WHO/WSPA, 1990; Boitani et al., 1995; Beck, 2000; ICAM, 2007; Jackman y Rowan, 2007; Vanak y Gompper, 2009; Massei y Miller, 2013). Para poder manejar y controlar efectivamente los problemas relacionados con perros en comunidades rurales y urbanas, es importante poder distinguir estas categorías, reconociendo que cada nivel de supervisión requiere diferentes estrategias de manejo (Asbjør, 2010; Massei y Miller, 2013).

Los perros vecinales o comunales se reconocen como el tipo de perro más común en las áreas rurales y urbanas de países en desarrollo (Brooks, 1990; Orihuela y Solano, 1995; Fielding y Plumridge, 2005; Jackman y Rowan, 2007). Los perros en comunidades rurales pueden realizar funciones prácticas y benéficas para el humano, ya sea al evitar que especies silvestres consuman sus cultivos, facilitan la cacería para autoconsumo y como guardianes al proteger su propiedad y ganado, reduciendo así el conflicto con depredadores (Orihuela y Solano, 1995; McCrindle et al., 1999; Butler y Bingham, 2000; Kitala et al., 2001; Rigg, 2001; Kongkaew et al., 2004; Fielding y Plumridge, 2005; Fiorello et al., 2006; González et al., 2007; Ortega-Pacheco et al., 2007; Acosta-Jamett, 2009; Khan, 2009; Gehring et al., 2010; Young et al., 2011; González et al., 2012; Sepúlveda et al., 2014). A pesar de su valor, los perros rurales tienen muy poca supervisión, su alimentación es escasa y de baja calidad, no tienen restricción, reciben poca atención veterinaria y se reproducen sin control (Butler y Bingham, 2000; Ortega-Pacheco et al., 2007; Acosta-Jamett, 2009; Torres y Prado, 2010; Young et al., 2011; Sepúlveda et al., 2014).

Debido a estas malas prácticas de manejo, los perros rurales alrededor de las áreas naturales pueden perturbar significativamente los ecosistemas y afectar a la fauna silvestre de diferentes maneras, por acoso, depredación, competencia y por la transmisión de enfermedades infecciosas (Feldmann, 1974; WHO/WSPA, 1990; Vanak y Gompper, 2009;

Young et al., 2011). La falta de restricción y de alimento adecuado puede provocar el acoso y depredación directa de especies silvestres cuando los perros incursionan en áreas forestales en busca de comida (McCrinkle et al., 1999; Kitala et al., 2001; Fielding et al., 2005; Silva-Rodríguez y Sieving, 2011; Ruiz-Izaguirre et al., 2014; Sepúlveda et al., 2014). Adicionalmente, los perros sin restricción son más vulnerables a la depredación por grandes carnívoros, provocando un grave conflicto con el humano, siendo además una vía de contacto directo para la transmisión de enfermedades infecciosas (Butler et al., 2004; Miquelle et al., 2005; Goodrich et al., 2011; Terio y Craft, 2013).

Las poblaciones grandes de perros rurales pueden favorecer el mantenimiento de enfermedades infecciosas como resultado de las altas densidades de la población, baja o nula vacunación y la abundancia de perros sin restricción que pueden entrar en contacto con otros perros en las comunidades y con animales silvestres (WHO/WSPA, 1990, Boitani, 2001; MacDonald y Thom, 2001; Álvarez-Romero et al., 2008; Acosta-Jamett, 2009). La probabilidad de interacciones y transmisión de enfermedades entre los carnívoros domésticos y silvestres es mayor en la interfase de sus distribuciones en el borde de las áreas naturales protegidas (ANP) y reservas donde los humanos, sus animales domésticos y la fauna silvestre pueden entrar en contacto directo (Daszak et al., 2000; Osofsky et al., 2005; Furtado y Filoni, 2008).

En diversos países se han encontrado encontrando altas densidades de perros al borde de las reservas naturales que han coincidido con la transmisión de enfermedades como el distemper y rabia hacia carnívoros silvestres amenazados. Por ejemplo, las grandes poblaciones de perros rurales en el ecosistema del Serengeti en África se considera han sido la especie que provocó los brotes de rabia y distemper en especies de carnívoros silvestres como el león africano (*Panthera leo*), lobo de Etiopía (*Canis simensis*) y perro salvaje africano (*Lycaon pictus*; Gascoyne et al., 1993; Roelke-Parker et al., 1996; Laurenson et al., 1998). En América, se han encontrado altas densidades de perros positivos a distemper canino y carnívoros silvestres como el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*) en Bolivia, zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y zorro chilla (*Lycalopex*

griseus) en Chile, diversas especies de carnívoros silvestres como mapaches (*Procyon cancrivorus*), ocelotes (*Leopardus pardalis*), pumas (*Puma concolor*) y jaguares (*Panthera onca*) en Brasil y mapache pigmeo (*Procyon pygmaeus*) en México (Fiorello et al., 2004; Deem y Emmons, 2005; Mena, 2007; Jorge, 2008; Nava et al., 2008; Acosta-Jamett et al., 2011; Furtado et al., 2013).

Por lo anterior, el estudio de la ecología canina y los aspectos antropogénicos relacionados con la tenencia de perros, tales como la motivación para adquirirlos y su función en las comunidades rurales, son críticos para entender la epidemiología de las enfermedades infecciosas caninas de relevancia para la conservación de carnívoros silvestres como el distemper canino.

El virus del distemper canino como amenaza para la conservación de felinos silvestres

El virus del distemper canino fue aislado por primera vez por Henri Carré en 1905 (Carré, 1905). Pertenece al género *Morbilivirus* dentro de la familia *Paramyxoviridae* que incluye al virus del sarampión, peste bovina, peste de pequeños rumiantes, virus del distemper de los fócidos y el morbilivirus de cetáceos (Barrett, 1999). Después de la rabia, es la enfermedad más importante en perros domésticos y causa altas mortalidades a nivel mundial (Deem et al., 2000). Es un patógeno con un amplio rango de hospederos, incluyendo a todos los miembros del orden Carnivora y otras especies del orden Artiodactyla y Primates (Appel, 1987; Yoshikawa et al., 1989; Appel et al., 1991; Machida et al., 1993; Deem et al., 2000; Oni et al., 2006; Sun et al., 2010; Kameo et al., 2012; Origgi et al., 2013; Sakai et al., 2013).

Es un virus ARN envuelto de cadena sencilla, no segmentado que codifica 6 proteínas estructurales: la nucleocápside (N), la fosfoproteína (P) y proteína larga (L), la proteína de matriz (M) y dos glicoproteínas transmembranales, la proteína de fusión (F) y la hemaglutinina (H). Estas últimas son responsables del reconocimiento e ingreso del

virus a la célula blanco, siendo el principal objetivo de los anticuerpos neutralizantes sintetizados por el sistema inmune del hospedero (Summers y Appel 1994; Céspedes et al., 2010; Kapil y Yeary 2011).

Aunque el CDV esta serológicamente clasificado como un único serotipo, los análisis filogenéticos del gen H del virus han permitido la identificación de 12 genotipos diferentes con una marcada distribución geográfica en América (Americano 1 y 2, Sudamérica, Argentina y EdoMex), Asia (Asia 1, 2 y 3), Europa (Rockborn, Fauna europea y Ártico) y Sudáfrica (Carpenter et al., 1998; Calderón et al., 2007; Kapil et al., 2008; Simón-Martínez et al., 2008; Woma et al., 2010; Zhao et al., 2010; Gámiz et al., 2011; Kapil y Yeary, 2011; Panzera et al., 2012). En México se han encontrado ocho genovariantes (EdoMex-1 a EdoMex-7 y CIESAjSMC) que no habían sido previamente reportadas y se encuentran circulando en el Estado de México (Gámiz et al., 2011).

La principal vía de transmisión es directa a través de aerosoles o por la exposición a gotas de exudado respiratorio, aunque es posible la transmisión por contacto indirecto con fluidos corporales contaminados (Greene y Vandeveld, 2011; Skyes, 2013). Pese a ser un virus envuelto muy sensible al medio ambiente, su constante eliminación a través de todo tipo de secreciones, exudados y fluidos corporales a partir del séptimo día post infección, así como su alta infectividad, permiten que se disemine rápidamente por el contacto entre animales infectados que eliminan el virus antes de manifestar signos e individuos susceptibles (Summers y Appel, 1994; Céspedes et al., 2010). El CDV puede infectar animales susceptibles de diferentes edades, sin embargo, los cachorros son los más susceptibles entre los 3 y 6 meses de edad cuando los anticuerpos maternos empiezan a disminuir (Martella et al., 2008; Greene y Vandeveld, 2011). Tiene un periodo de incubación corto de 7 a 14 días, sin embargo, la eliminación del virus se presenta antes de manifestar signos clínicos y puede durar hasta 60 y 90 días post infección (Deem et al., 2000; Martella et al., 2008; Greene y Vandeveld, 2011; Kapil y Yeary, 2011).

Las manifestaciones clínicas varían desde una presentación subclínica hasta una infección aguda y crónica con alta mortalidad, dependiendo de la especie afectada, la cepa y los factores ambientales, edad, respuesta inmune, entre otros (Budd, 1981; Appel y Summers, 1995; Martella et al., 2008; Céspedes, 2010; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). Durante la exposición natural al virus, las gotas de exudado respiratorio entran en contacto con el epitelio del tracto respiratorio alto, donde el virus invade y se replica en los linfonodos locales, provocando leucopenia (von Messling et al., 2006; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). La presentación de fiebre en dos fases (de allí el nombre “distemper”) entre los 7 a 8 días post infección es una característica de la manifestación clínica que puede pasar desapercibida, disminuye durante algunos días hasta que se desarrolla una segunda fase febril que normalmente va acompañada de signos leves a moderados como conjuntivitis, rinitis, depresión y anorexia. En los días 6 a 9 post infección, el virus se propaga hacia las células epiteliales a nivel multisistémico, principalmente del tracto gastrointestinal y urinario, piel y sistema nervioso central (Kapil y Yeary, 2011).

En esta etapa, el desarrollo de la infección y la severidad de los signos depende de factores como la edad, virulencia de la cepa y la respuesta inmune individual. Los anticuerpos anti-CDV que se desarrollan entre los 10-14 días post infección contribuyen a la eliminación viral y la recuperación del individuo cuando se desarrolla una fuerte respuesta humoral caracterizada por anticuerpos altamente específicos anti-proteína H. La inmunidad celular también juega un papel en la recuperación del distemper, una fuerte respuesta mediada por células T causa la eliminación viral en perros convalecientes, desaparecen los signos y el animal se recupera por completo, manteniendo una inmunidad de por vida (Martella et al., 2008; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). Cuando los perros desarrollan una débil respuesta inmune celular y humoral, el virus se sigue replicando y diseminando al tejido respiratorio, gastrointestinal, urogenital y nervioso, con la presentación de signos clínicos asociados como conjuntivitis, descargas nasales y oculares mucopurulentas tos, neumonía, vómitos, diarrea y signos nerviosos (Martella et al., 2008; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011; Skyes, 2013). La

hiperqueratosis de los cojinetes plantares y nariz puede presentarse como un signo concomitante con la infección diseminada de CDV (Greene y Vandeveldel, 2011).

Los signos iniciales pueden desaparecer al cabo de unas semanas, pero el virus persiste en los tejidos e invade el sistema nervioso central (SNC), ocasionando una severa desmielinización y al cabo de 20 días post infección se puede observar la manifestación de signos clínicos asociados a esta fase como ataxia, temblores, mioclonos, movimientos masticatorios, pedaleo de los miembros y convulsiones. La infección puede ser fatal o persistir de manera subaguda o crónica en el SNC, los individuos que se llegan a recuperar pueden presentar daños permanentes y seguir eliminando el virus a través de la orina y los cojinetes, por lo que se recomienda aislarlos del contacto con individuos sin vacunar, especialmente cachorros. La persistencia del virus del distemper en células del sistema nervioso central puede tener una manifestación tardía conocida como encefalitis del perro viejo (Martella et al., 2008; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011).

En los hospederos silvestres no se conoce del todo la patogenia, pero las manifestaciones clínicas son similares a las que se presentan en perros. Por ejemplo los mustélidos y cánidos silvestres son altamente susceptibles al virus y las manifestaciones clínicas son similares a las que se presentan en perros domésticos. Los felinos silvestres del género *Panthera* son particularmente susceptibles y pueden presentar signos gastrointestinales, respiratorios y nerviosos, por ejemplo los tigres y leones que fallecieron a causa de distemper se han encontrado emaciados, en estados mentales alterados y han presentado convulsiones y mioclonos similares a las que se observan en perros (Roelke-Parker et al., 1996; Deem et al., 2000; Quigley et al., 2010; Seimon et al., 2013). Sin embargo en otras especies de felinos como pumas (*Puma concolor*), ocelotes (*Leopardus pardalis*), servales (*Leptailurus serval*) y margays (*Leopardus wiedii*) se ha observado una presentación clínica leve con síntomas gastrointestinales y respiratorios o en ocasiones no presentan signos pero resultan seropositivos (Appel et al. 1994; Nava et al., 2008).

El diagnóstico de distemper ante mortem es complicado por la gran variedad de manifestaciones clínicas, por lo que se basa en la presentación de signos clínicos compatibles con la enfermedad, historia clínica e historial de vacunación contra distemper (Martella et al., 2008; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). Dentro de las pruebas de diagnóstico, el aislamiento viral es complicado y costoso por lo que generalmente se realizan pruebas como inmunofluorescencia e inmunohistoquímica para identificación de antígeno, además de pruebas serológicas como el ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) y la neutralización de virus (NV), considerada la prueba de oro para la detección de anticuerpos, así como métodos moleculares para la detección de RNA viral como la reacción en cadena de la polimerasa, tanto de transcripción de reversa (RT-PCR) como hemi-anidada, que también permiten identificar los genotipos (Appel y Robson 1973; Blixenkron-Moller et. al., 1991; Haines et al., 1999; Schultz et al., 2002; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). La genotipificación y rastreo filogenético de los aislados virales es de gran utilidad para poder identificar las cepas circulantes y rastrear la transmisión entre las diferentes especies de carnívoros y la identificación de reservorios (Kapil y Yeary, 2011).

La vacunación con virus vivo modificado y recombinantes es la principal estrategia de control contra el CDV en perros domésticos, procurando cubrir una proporción adecuada de individuos para conferir una inmunidad de manada dentro de la población (Chappuis, 1995; Larson y Schultz, 2006; Rikula et al., 2007; Martella et al., 2008; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011). Además de la vacunación durante un brote, otras medidas como el aislamiento de individuos infectados, así como una correcta desinfección pueden ayudar a controlar la transmisión de la infección aunque estas medidas no resultan viables ni prácticas en los hospederos silvestres en vida libre (Woodroffe, 1999; Munson et al., 2004; Cleaveland et al., 2006; Rikula et al., 2007; Greene y Vandeveldel, 2011; Kapil y Yeary, 2011; Terio y Craft, 2013).

La epidemiología y transmisión del CDV son complicadas debido al amplio rango de especies susceptibles a la enfermedad (Deem et al., 2000). El virus del distemper canino

está presente en todos los continentes en donde hay carnívoros, siendo el perro doméstico el reservorio principal de la enfermedad, transmitiéndola a la fauna silvestre y viceversa (Deem et al., 2000; Cleaveland et al., 2006; Cleaveland et al., 2007). La variedad de hospederos susceptibles y brotes epidémicos reportados en especies silvestres en las últimas décadas han llevado a una mayor investigación sobre la importancia del distemper en la conservación de carnívoros amenazados (Sepúlveda, 2013).

Los felinos silvestres eran considerados resistentes al distemper canino (Terio y Craft, 2013). Sin embargo, los primeros reportes de brotes y mortalidad en cautiverio en tigres, leones, leopardos y jaguar a principios de los años 90 voltearon la atención de la comunidad científica hacia los felinos silvestres como especies susceptibles al CDV (Appel et al., 1994). Un evento determinante, el brote epidémico en 1994 en el Serengeti que causó una mortalidad del 30% de la población de leones africanos (*Panthera leo*), fue la llamada de alerta del riesgo del CDV hacia poblaciones de grandes felinos amenazados en vida libre (Roelke-Parker et al., 1996; Harder y Osterhaus, 1997; Cleaveland et al., 2007; Terio y Craft, 2013).

Los estudios serológicos a largo plazo en la población de leones demostraron la complejidad del sistema de transmisión con multihospederos y factores que favorecieron el efecto devastador del distemper en casos muy particulares (Munson et al., 2008). Por ejemplo, se identificó que los brotes de distemper donde hubo altas mortalidades de leones coincidieron con fuertes sequías que provocaron una gran mortalidad de búfalos cafre (*Syncerus caffer*) infestados con *Babesia spp.* Los leones que consumieron grandes cantidades de búfalos con parásitos se infestaron severamente, lo que les provocó una inmunodepresión que coincidió con la infección de distemper (Munson et al., 2008). La sequía y coinfección de parásitos también estuvieron asociados a la propagación del brote de distemper de 1994 que se extendió a la población pequeña y aislada de leones del cráter del Ngorongoro y otro brote de distemper que afectó esta misma población en 2001 (Kissui y Packer, 2004; Munson et al., 2008).

La mayoría de los miembros de la familia Felidae son solitarios y territoriales (Sandell, 1989), por lo que los brotes epidémicos en estas especies son poco comunes (Riley et al., 2004). La estructura social del león hizo suponer que la transmisión del virus fue favorecida por el contacto intraespecífico en las manadas. El muestreo serológico en perros domésticos entre 1992 y 1994 permitió identificar a las numerosas poblaciones de perros rurales sin vacunar de las comunidades alrededor del Serengeti como la fuente de transmisión del virus, aunque no se pudo esclarecer el contacto directo entre éstos y los leones (Cleaveland et al., 2000; Cleaveland et al., 2007). Sin embargo, la adición de hienas moteadas (*Crocuta crocuta*) y chacales (*Canis mesomelas*) en el sistema de transmisión, especies que comúnmente se acercan a los poblados, pudieron actuar como hospederos puente entre los leones y los perros, explicando así el patrón espacio-temporal de propagación del brote (Craft et al., 2008).

Otras especies de felinos silvestres como el guepardo (*Acinonyx jubatus*) se reportaron con signología durante el brote del Serengeti en 1994 y seropositivos en Namibia entre 1992 y 1998 (Roelke-Parker et al., 1996; Munson et al., 2004). También se han detectado anticuerpos contra CDV en el caracal (*Caracal caracal*) y leopardo (*Panthera pardus*) en otras zonas de África (Munson et al., 2004; Thalwitzer et al., 2010).

A partir de estos eventos, se han reportado más casos de infección clínica, seroprevalencia y mortalidad en otros felinos silvestres con hábitos solitarios y elusivos, tan amenazados como el tigre de Amur en Rusia (Quigley et al., 2010; Goodrich et al., 2012; Seimon et al., 2013) y el lince Ibérico en España (Meli et al., 2010). En esta última especie, se encontró un individuo muerto con diagnóstico confirmado de distemper, así como la presencia de anticuerpos en las poblaciones silvestres de lince y otras especies de carnívoros simpátricos (Meli et al., 2010).

En el caso del tigre de Amur, se han reportado muertes confirmadas por CDV, individuos con títulos de anticuerpos altos, así como caracterización molecular de la misma cepa de distemper aislada de tigres que murieron en diferentes periodos y zonas

(Quigley et. al., 2010; Goodrich et al., 2012; Seimon et al., 2013). Los tigres con CDV presentaron comportamientos anormales que facilitaron la detección de estos casos de infección activa. Se reportaron individuos que entraban a los poblados en estados mentales alterados, vagando por las carreteras y que perdieron el miedo al humano, además de presentar signos clínicos compatibles con distemper hasta su muerte y confirmación postmortem del agente etiológico (Quigley et. al., 2010; Seimon et al., 2013). Adicionalmente, los casos confirmados de distemper se han encontrado a grandes distancias entre 200 a 300 km uno de otro, demostrando la amplia distribución del virus y específicamente de la cepa ártica que se caracterizó genéticamente en estos individuos (Seimon et al., 2013). A pesar de estos estudios, queda la incógnita sobre la posibilidad de transmisión directa entre tigres o si se trata de eventos de saltos taxonómicos y epizootias en un sistema de múltiples hospederos donde el perro doméstico es un carnívoro más dentro del sistema de transmisión (McCallum y Dobson, 1995; Sepúlveda, 2013; Terio y Craft, 2013).

En todos los casos de mortalidad y seroprevalencia, se menciona constantemente la posibilidad de contacto y transmisión directa de distemper por depredación de perros domésticos sin restricción y sin vacunar, ya que se ha encontrado que es la especie más depredada por tigres en Rusia (Quigley et al., 2010; Goodrich et al., 2012; Seimon et al., 2013). Goodrich et al., (2011) reportan un 63% de depredaciones de perros de un total de 254 animales reportados en el Extremo Oriente Ruso, lo que representa un alto porcentaje en comparación con la menor depredación de otras especies domésticas como vacas, caballos y borregos. En un estudio realizado en la Reserva de la Biosfera Sikhote-Alin al este de Rusia, se muestrearon perros en comunidades aleadañas a la reserva, encontrándose un 58% de perros sin vacunar positivos a distemper de una muestra de 45 individuos, indicando una alta exposición al virus. En el mismo reporte se encontraron anticuerpos contra distemper en 15% de un total de 40 tigres muestreados entre 1992 y 2004 (Goodrich et. al., 2012).

El tigre de Amur es uno de los felinos más amenazados del mundo con menos de 500 individuos silvestres (Miquelle et al., 2009) y las muertes reportadas han demostrado que un patógeno generalista como el CDV puede contribuir al riesgo de extinción estocástica en una población pequeña y vulnerable de carnívoros amenazados y solitarios (Woodroffe, 1999; Seimon et al., 2013; Terio y Craft, 2013). Adicionalmente, entre mediados de 2013 y principios de 2014 se han reportado casos de distemper en tigre de Bengala (*Panthera tigris tigris*) en India y tigre de Sumatra (*Panthera tigris sumatrae*) en Indonesia (ProMED, 2014), donde igualmente se sospecha de la transmisión del virus por perros sin vacunar y sin restricción, demostrando la amplia distribución e incidencia del virus en los grandes felinos silvestres.

En cuanto a los grandes felinos neotropicales, el único reporte de mortalidad por CDV en un jaguar fue durante el brote en cautiverio en Estados Unidos (Appel et al., 1994). Sin embargo, en los últimos años se han reportado casos de seroprevalencia en jaguares silvestres en áreas naturales y reservas en Brasil (Nava et al., 2008; Furtado et al., 2013). Nava et al., (2008) realizaron un muestreo de CDV en jaguares, pumas y perros en dos parques estatales en el Bosque Atlántico. Encontraron jaguares (60% n=10) y pumas (14%, n=7) positivos a distemper dentro del Parque Estatal Ivinhema, donde se encontró un 100% de perros positivos. Por el contrario, en el Parque Estatal Morro do Diabo encontraron una baja prevalencia de CDV en perros (34%) y ningún felino positivo. El Parque Ivinhema donde encontraron jaguares positivos está más fragmentado y rodeado de ranchos, por lo que es común que se deje pastorear el ganado ilegalmente dentro de la reserva y es común la entrada de vaqueros con perros.

En otro estudio en Brasil, se muestrearon perros y jaguares en varios ecosistemas, el Amazonas, el Cerrado, el Pantanal y el Parque Nacional Emas (Furtado et al., 2013). La mayor prevalencia registrada en perros domésticos (53.6%) en el Pantanal coincidió con la alta prevalencia detectada en jaguares (54.5%, n=22) únicamente en ese sitio. Sus resultados concuerdan con los de Nava et al., (2008) que encontraron jaguares positivos únicamente en las zonas rodeadas de poblaciones rurales y donde los perros domésticos

tenían acceso (Furtado et al., 2013), contrastando con la ausencia de anticuerpos en jaguares y bajas prevalencias en perros en las áreas naturales menos accesibles y que no estaban cercanas a los asentamientos humanos. Ambas autoras mencionan la ausencia de signos clínicos de distemper en los perros y carnívoros silvestres muestreados, mas notable en el estudio de Furtado donde se realizó el seguimiento con collares satelitales de los jaguares seropositivos por 4-39 meses y no evidenciaron mortalidad ni debilitamiento asociado a distemper (Furtado et al., 2013). Adicionalmente, en el mismo estudio, el seguimiento satelital permitió identificar que los jaguares seropositivos se movieron en lugares con perros sin anticuerpos positivos a distemper. Esto sugiere la posibilidad de que los jaguares podrían ser infectados por otros carnívoros silvestres. Además se demostró que los jaguares positivos y negativos utilizan las mismas áreas, sugiriendo que aún en altas densidades, los hábitos solitarios del jaguar pueden contribuir a una baja transmisión intraespecífica (Soisalo y Cavalcanti, 2006; Furtado et. al., 2013).

En pumas no se han reportado mortalidades asociadas a CDV, a pesar de que se han realizado extensos estudios serológicos de individuos silvestres en Norteamérica (Biek et al., 2006) y en Brasil (Nava et al., 2008; Jorge, 2008) donde se encontraron bajas prevalencias. En México únicamente se ha realizado un estudio de prevalencia de enfermedades infecciosas en jaguares capturados en la región de Calakmul, en los estados de Campeche y Quintana Roo (Ceballos et al., 2002; Chávez, 2010). Dicho estudio utilizó pruebas de diagnóstico rápido comerciales (CDV IMMUNOCOMB® i.e. antibody test kit) para realizar la prueba de CDV, con resultados negativos (Araiza et al., 2007).

Se han realizado pocos estudios de prevalencia de CDV en México que involucren otras especies de carnívoros susceptibles a distemper, siendo de relevancia los estudios de prevalencia de distemper en el mapache pigmeo (*Procyon pygmeus*) endémico de la isla de Cozumel en Quintana Roo y perros sin dueño en la misma isla (McFadden et al., 2005; Mena, 2007). En el estudio de McFadden et al., (2005) se realizó la prueba de seroneutralización en 28 muestras de mapaches, resultando un individuo positivo con bajos títulos de anticuerpos. Mena (2007) utilizó la prueba de inmunofluorescencia (IFA) con

muestras de improntas conjuntivales y la prueba de RT-PCR a partir de globulos blancos, encontrando un mapache (1.08%) positivo por IFA de 92 muestreados y tres mapaches (12%) y 4 perros (16%) positivos de 25 analizados por RT-PCR. Es importante mencionar que identificaron la más alta prevalencia de animales positivos (60%) en zonas de influencia humana y un menor porcentaje (27%) en la zona más conservada de manglar y únicamente se encontraron mapaches positivos en zonas donde hubo perros positivos.

En otro estudio de relevancia, Viniegra (2001) realizó un estudio enfocado en la prevalencia de rabia y distemper por IFA en improntas conjuntivales de diversas especies de carnívoros medianos, entre ellos ocelotes (*Leopardus pardalis*), coyotes (*Canis latrans*), mapaches (*Procyon lotor*), coati mundis (*Nasua narica*), jaguarundi (*Herpailurus yaguarondi*) y gatos monteses (*Lynx rufus*) en el estado de Tamaulipas, donde no encontró ningún animal positivo a CDV. Sin embargo, en su discusión menciona que se analizaron de manera externa al estudio 3 muestras de puma y 1 jaguar del mismo proyecto de Calakmul, utilizando la prueba de inmunfluorescencia, de las cuales resulto positiva una muestra de puma. El mapache se ha identificado como reservorio silvestre del virus y en Estados Unidos se han documentado brotes de distemper en poblaciones silvestres, sin embargo no se ha reportado la prevalencia del virus en esta especie en México (Hoff y Bigler, 1974; Lednicky et al., 2004; Kapil et al., 2008).

El distemper canino es un patógeno altamente generalista con múltiples hospederos entre los cuales deben considerarse las especies de felinos silvestres que han demostrado ser susceptibles al virus. Los estudios sobre la dinámica de este patógeno en sistemas con diversas especies de carnívoros y los casos de brotes en vida libre han proporcionado información sumamente valiosa sobre la epidemiología y amenaza que puede representar el distemper para la conservación de carnívoros amenazados (Williams et al., 1988; Roelke-Parker et al., 1996; Woodroffe, 1999; Biek et al., 2006; Cleaveland et al., 2007; Timm et al., 2009; Almberg et al., 2010; Acosta-Jamett, 2011; Nelson et al., 2012; Prager et al., 2012; Woodroffe et al., 2012; Sepúlveda, 2013).

El estudio de la prevalencia y epidemiología de patógenos infecciosos resulta complicado en poblaciones de carnívoros que son difíciles de visualizar y capturar en hábitats densamente forestales (Sepúlveda, 2013). La probabilidad de encontrar individuos enfermos es muy baja y si hay muertes ocasionadas por enfermedades infecciosas, es complicada la recuperación de cadáveres para su estudio (Furtado y Filoni, 2008). La diseminación e incidencia de epizootias de distemper tanto en carnívoros domésticos como silvestres aumentará con el incremento de las poblaciones de perros asociadas a las crecientes poblaciones humanas y la expansión de la urbanización (Kapil y Yeary, 2011).

La investigación de las dinámicas de transmisión, características e identificación de los hospederos y reservorios, tanto silvestres como domésticos, son de vital importancia para el manejo adecuado y control de enfermedades infecciosas que pueden representar una amenaza para la conservación de carnívoros en peligro de extinción, entre éstos los felinos neotropicales como el jaguar y puma.

Epidemiología y dinámicas de transmisión del virus del distemper canino

La persistencia de un patógeno altamente virulento que provoca infecciones de corta duración como el CDV depende de factores como las características del patógeno, de la población hospedera y sus interacciones (Lloyd-Smith et al., 2005; Greene y Vandeveld, 2011). El tamaño poblacional del hospedero es una característica demográfica muy importante que puede favorecer la persistencia de la enfermedad (Acosta-Jamett, 2009). Un patógeno que es capaz de infectar a todos los individuos susceptibles de una población pequeña, terminará por extinguirse sin nuevos hospederos o susceptibles de otras fuentes para mantener la cadena de transmisión y mantendrá una infección epidémica. Por el contrario, un patógeno puede persistir en una población grande donde constantemente hay individuos susceptibles, a través de altas tasas de reproducción o inmigración, manteniendo una infección endémica en la población (Grenfell y Harwood, 1997).

Las diferencias entre las áreas urbanas más densamente pobladas en comparación con las rurales para mantener patógenos infecciosos han sido investigadas tomando como caso particular el sarampión en humanos (Anderson y May, 1991), ya que se identificó un modelo de transmisión llamado “complejo ciudad-pueblo” en donde la enfermedad se difunde de las grandes ciudades a las áreas rurales, presentando un estado endémico en poblaciones grandes y atenuaciones o extinciones en las poblaciones pequeñas (Anderson y May, 1991; Cliff et al., 1993; Acosta-Jamett, 2009). Para el sarampión se ha descrito un tamaño crítico de la comunidad (CCS por sus siglas en inglés), refiriéndose al tamaño mínimo de una población cerrada donde el patógeno puede persistir indefinidamente y debajo de este umbral de población no puede persistir sin adiciones externas de susceptibles (Anderson y May 1991; Dobson y Hudson 1995; Keeling y Grenfell, 1997; Acosta-Jamett, 2009).

Las dinámicas de transmisión en epidemiología han sido comparadas por varios autores con la teoría de metapoblaciones (Harrison, 1991; May y Novak, 1994; Hanski y Gilpin, 1997; Acosta-Jamett, 2009) ya que las poblaciones de hospederos pueden compararse con los parches de hábitat y la transmisión de poblaciones infectadas a susceptibles puede compararse con la colonización de parches de hábitat por inmigración de individuos de los parches grandes a los pequeños (Acosta-Jamett, 2009). Los modelos del complejo de transmisión ciudad-pueblo predicen que la infección se mantendrá en una ciudad que funcione como un parche grande y cuya población está por encima del CCS, albergando una alta densidad de susceptibles que son infectados y pueden migrar a las poblaciones más pequeñas que no puedan mantener el virus por sí solos (pueblos y comunidades rurales), manteniendo la infección dentro de la metapoblación en una escala espacial más amplia (Anderson y May, 1991; Grenfell y Harwood, 1997; Grenfell y Bolker, 1998; Acosta-Jamett, 2009).

Por lo anterior, si el patógeno se extingue en una población pequeña dentro de la metapoblación, los individuos de otras poblaciones pueden re-colonizar y mantener la infección (Grenfell y Harwood, 1997; Keeling, 1997; Keeling et al., 2004; Acosta-

Jammett, 2009). Adicionalmente, si la inmigración de animales infectados hacia áreas rurales está asociada a la distancia de la población fuente (ciudades), se esperarían más individuos infectados conforme están más cercanos a la población fuente (Grenfell et al., 2001; Keeling et al., 2004, Acosta-Jammett, 2009). Se ha comprobado que éste modelo también es aplicable en la dinámica de transmisión del distemper canino en perros domésticos de centros urbanos a rurales en Chile y es de relevancia para determinar estrategias de manejo y control de enfermedades en perros y carnívoros silvestres (Acosta-Jammett, 2009; Acosta-Jammett et al., 2011; Sepúlveda, 2013).

Las características del patógeno tales como el periodo de incubación, el periodo infeccioso, la tasa de transmisión y la duración de la inmunidad inducida en el hospedero también determinan los patrones de persistencia e invasión (Anderson y May 1979; Swinton et al., 2002; Acosta-Jamett, 2009; Prager et al., 2012). El virus del distemper tiene un periodo de incubación corto y un periodo de infección largo, por lo tanto, puede transmitirse rápidamente en una población de susceptibles hasta agotar a estos individuos. Si la infección se transmite en la población más rápido de lo que los individuos se pueden reproducir, se requerirá una población hospedera mas grande para persistir (Thrusfield, 2005; Prager et al., 2012). Adicionalmente, el distemper induce inmunidad de por vida en los sobrevivientes (Greene y Vandeveld, 2011), una característica que contribuye a crear una inmunidad de de la población o manada que requiere una población hospedera más grande para que persista la infección (Anderson y May, 1979; Schultz et al., 2010).

La interacción entre las características del hospedero y el patógeno definen si una población puede actuar como reservorio, definido de acuerdo a Haydon et al., (2002) como una o más poblaciones epidemiológicamente conectadas en donde el patógeno es capaz de persistir indefinidamente y de la cual el patógeno puede saltar taxonómicamente hacia otras poblaciones potencialmente vulnerables. La identificación de las poblaciones hospederas puede ser clave en el manejo de enfermedades, ya que permite que los esfuerzos de control como la vacunación, control poblacional y reducción del contacto

entre infectados y susceptibles, estén dirigidas al reservorio, reduciendo y previniendo los saltos taxonómicos a otras especies susceptibles (Prager et al., 2012).

Los patógenos con múltiples hospederos tienen dinámicas espacio-temporales diferentes a las de los patógenos con un sólo hospedero, ya que la diversidad de especies puede considerarse como una forma adicional de heterogeneidad, que divide a la población total en subpoblaciones con diferentes tasas de transmisión dentro y entre cada subpoblación (Craft et al., 2008). El modelo estocástico de transmisión de Craft et al., (2008) demostró que cuando la transmisión interespecifica es alta, la presencia de múltiples hospederos es prácticamente el equivalente a una sola y grande población susceptible. Más hospederos serán infectados y el patógeno tendrá un mayor impacto en especies que no podrían mantener el brote por si solas debido a su menor tamaño poblacional y aislamiento (Craft et al., 2008).

La información sobre la epidemiología básica de la mayoría de los patógenos en animales silvestres es escasa, pero es muy poco probable que las poblaciones de carnívoros amenazados, casi por definición, estén por arriba del umbral del tamaño poblacional para permitir la persistencia de un patógeno altamente generalista como el distemper (Anderson y May, 1979; Sepúlveda, 2013). Las dinámicas de transmisión del CDV involucran a múltiples especies de carnívoros en un sistema de transmisión de múltiples hospederos que interactúan para permitir la permanencia de la enfermedad en una o varias poblaciones (Sepúlveda, 2013). Es necesario entender los mecanismos que permiten la persistencia y transmisión entre carnívoros domésticos y silvestres en el borde de las ANP, el papel de los perros como reservorios y los factores antropogénicos que pueden favorecer la transmisión de enfermedades.

Los grandes felinos de Calakmul y las amenazas para su conservación en la interfase con los animales domésticos

El jaguar es el único representante del género *Panthera* en el continente Americano y el menos estudiado de los grandes felinos (Novak et al., 2005; Ceballos et al., 2006).

Junto con el puma, son los únicos grandes felinos que se distribuyen en México y son simpátricos a lo largo del rango de distribución del jaguar (Scognamillo et al., 2003). Son carnívoros tope que necesitan de áreas muy extensas de hábitat para mantener poblaciones viables (Ceballos et al., 2002).

Históricamente el jaguar se encontraba distribuido desde el norte de México y suroeste de los Estados Unidos de América hasta Argentina, aunque se considera que las poblaciones más norteñas de la especie son las que se encuentran en México (Chávez et al., 2010) y la especie esta prácticamente extinta de El Salvador y Uruguay (Sanderson et al., 2002a). El puma tiene el área de distribución más grande de los mamíferos de América, se extiende del oeste de Canadá hasta el sur de Chile (Sunkist y Sunkist, 2002). Debido a cambios en el uso del suelo y degradación del hábitat, el jaguar actualmente se encuentra en el 46% de su área de distribución histórica (Sanderson et al., 2002a) al igual que las poblaciones y distribución del puma también han disminuido en el continente y aunque se desconoce su situación poblacional en el país, se piensa que en los estados del centro de México se encuentran en una situación crítica (Chávez et al., 2005).

Ambos felinos se encuentran incluidos en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES, 2010), mientras que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2010), considera al jaguar en la categoría de bajo riesgo (NT, near threatened) y al puma como de preocupación menor (LC, least concern). Aunque ambos felinos se consideran amenazados, únicamente el jaguar esta bajo protección especial en la Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010) bajo la categoría P (en peligro de extinción) y desde 1987 existe una veda indefinida para su aprovechamiento (SEDUE, 1987), aunque en el caso del puma si se permite la cacería deportiva.

La Península de Yucatán mantiene la población de jaguares más importante del país y la más grande al norte del Darien (Sanderson et al., 2002a; Ceballos et al., 2002; Ceballos et al., 2012). Al ser una de las zonas en donde su conservación puede tener

mayores posibilidades de éxito a largo plazo, la región se considera una de las principales Áreas Prioritarias para la Conservación del Jaguar (Ceballos et al., 2006). La región de Calakmul abarca una superficie de 13,717 km² e incluye a la Reserva de la Biosfera Calakmul y las reservas estatales Bala'am Ka'ax, Balam Ku y Balam Kin en Campeche y junto con la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo y reservas adicionales en el noreste de la península como Ría Lagartos y Yum Balam en Yucatán, forman la red de áreas naturales protegidas (ANP) que mantienen a la población más grande de jaguares en México con cerca de 2,000 individuos de acuerdo al Censo Nacional del Jaguar (Chávez et al., 2007; Faller et al., 2007; Navarro et al., 2007; Ceballos et al., 2012).

Chávez y Zarza, (2009) identificaron que la Reserva de la Biosfera Calakmul mantiene el mayor hábitat disponible para jaguar (5,146 km²), sin embargo, cerca del 80% de su hábitat potencial se encuentra fuera de las ANP, en tierras ejidales que mantienen grandes extensiones forestales en buen estado de conservación (Zarza et. al., 2007; Chávez y Zarza, 2009). Los ejidos forestales del centro y suroeste de la Península de Yucatán que permiten la conexión entre las reservas de Calakmul y Sian Ka'an, son de vital importancia para la conservación de la especie ya que representan un área extensa de hábitat continuo que puede complementar el papel de las ANP existentes, facilitando el establecimientos de corredores biológicos (Ceballos et al., 2002; Chávez, 2006; Chávez et al., 2007; Zarza et al., 2007; Chávez y Zarza, 2009).

Sin embargo, las ANP están bajo una fuerte presión por las actividades antropogénicas, infraestructura, crecimiento urbano y la expansión de la frontera agrícola, favoreciendo e incrementando el riesgo de conflicto humano-jaguar en la zona de amortiguamiento y borde de dichas áreas protegidas (Chávez et al., 2007; Zarza et al., 2007). En las últimas décadas, miles de inmigrantes se han establecido en las áreas que rodean la reserva, incrementando la fragmentación de la selva a través de la deforestación y la cacería furtiva, favoreciendo la posibilidad de conflictos con jaguares como la depredación de ganado y otros animales domésticos (Ceballos et al., 2002; Chávez y Zarza, 2009). La cacería de subsistencia sin regulación puede impactar negativamente las

densidades de sus presas y por ende a los felinos, siendo una de las principales causas de depredación de ganado, debido a que las especies que mayormente cazan los humanos en el área de la Selva Maya son precisamente las mismas especies que prefieren el puma y el jaguar (Novak et al., 2005; Chávez et al., 2007; González et al., 2007; Estrada, 2008; Santos-Fita et al., 2012).

El conflicto ganadero es la principal causa de intolerancia de los humanos hacia los grandes depredadores y representa la mayor causa de mortalidad por represalia (Woodroffe y Ginsberg 1998; Sanderson et al., 1999a,b; Treves y Karanth, 2003; Miquelle et al., 2005; Woodroffe et al., 2005; Chávez y Zarza, 2009; Inskip y Zimmerman, 2009; Goodrich et al., 2011). Aunque se considera como una menor afectación económica, resulta de igual o mayor impacto negativo la depredación de perros domésticos que los pobladores usan para cazar o como guardia y dicho conflicto no debe ser subestimado cuando también contribuye sustancialmente a la mortalidad ocasionada por humanos (Hötte; 2003; Miquelle et al., 2005; Goodrich et al., 2011; Amador-Alcalá et al., 2013). La falta de presas naturales promueve las interacciones con animales domésticos, principalmente como fuente alterna de alimento y convirtiéndose en vías de contacto directo para la transmisión de enfermedades infecciosas caninas que pueden afectar severamente al jaguar y puma.

La transmisión de enfermedades infecciosas de carnívoros domésticos a silvestres es un importante efecto de borde antropogénico que debe considerarse en los programas de conservación del jaguar y puma (Woodroffe y Ginsberg, 1998; Cleaveland et al., 2007). La mayoría de los felinos silvestres están amenazados o en peligro de extinción, por lo que la vigilancia epidemiológica y estudios sobre las enfermedades infecciosas que potencialmente pueden amenazar su supervivencia son críticos dentro de los planes de conservación (Kapil y Yeary, 2011). El éxito de la conservación del jaguar dependerá en gran medida, de la incorporación de los paisajes dominados por el hombre y sus animales domésticos, dentro de las estrategias de conservación a escala regional y nacional (Zarza et

al., 2007), enfocándose principalmente en la mitigación de conflictos con el hombre por depredación de animales domésticos.

Nuestro entendimiento de la epidemiología y ecología de enfermedades en carnívoros silvestres es aún limitada (Biek et al., 2006). La investigación de la prevalencia de enfermedades complejas como el CDV en perros domésticos y grandes carnívoros silvestres como el jaguar y puma en los alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul, nos ayudará a entender como se transmite y mantiene un patógeno generalista como el distemper canino en estas poblaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de Estudio

La Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC) fue decretada en 1989, se localiza al sureste de Campeche en el municipio de Calakmul. Limita al este con el estado de Quintana Roo y al sur con la República de Guatemala, dentro de las coordenadas 19°15' y 17°45' Norte y 90°10' y 89°15' Oeste (Figura 1). Representa la mayor reserva de bosque tropical en buen estado de conservación en el país con una mezcla de selvas altas, medianas y bajas inundables temporalmente. El clima predominante en la reserva es cálido subhúmedo (Aw) y se caracteriza por una estacionalidad marcada de lluvias donde un tercio de la región permanece inundada y una temperatura anual promedio de 24.9 °C (Galindo-Leal, 1999; INE, 1999; Ceballos et al., 2002).

Calakmul es considerado un “hotspot” de biodiversidad (Myers et al., 2000) con una composición de especies endémicas de la región, aves migratorias y una gran variedad de peces, anfibios y reptiles. La reserva alberga una gran diversidad de mamíferos silvestres, con 16 especies de carnívoros incluyendo cinco de los seis felinos registrados para México (INE, 1999), además mantiene a dos de las tres especies de primates, el tapir centroamericano (*Tapirus bairdii*), dos especies de pecaríes y las tres especies neotropicales de venados reportados para el país (INE, 1999).

La RBC comprende una extensión de 723,185 ha divididas en dos zonas núcleo (248,260 ha) y una zona de amortiguamiento (474,924 ha) (INE, 1999; Ceballos et al., 2002). En el área de amortiguamiento de la Reserva y en sus alrededores, llamada zona de influencia, se localizan 114 comunidades bajo un régimen de tenencia comunal de la tierra llamados ejidos (INE, 1999). El paisaje alrededor de los poblados (<6.5 km) está dominado por campos de cultivos, pastizales, carreteras, pequeños fragmentos de selva madura y de vegetación secundaria (Escamilla et al., 2000; Zarza et al., 2007). La producción ganadera en la zona (bovina, porcina, ovina y caprina) es incipiente y es principalmente para autoconsumo y en menor medida para venta (INE, 1999). La cacería de subsistencia y para comercio es una actividad muy común, siendo las especies más cazadas los grandes vertebrados como venados y pecaríes, entre otros. (INE, 1999; Chávez et al., 2007; González et al., 2007; Santos-Fita et al., 2012). Otras actividades comunes son la extracción de madera y chicle, además de la recolección de leña para autoconsumo (González et al., 2007).

El área de estudio comprende tres comunidades rurales bajo un sistema de tenencia comunal llamados ejidos localizados en la zona de influencia de la Reserva (Figura 1) y La configuración de los ejidos se puede observar en la figura 2. Los sitios fueron elegidos porque forman parte de un proyecto de investigación y conservación donde se han capturado y seguido con telemetría y collares satelitales a diversos individuos de jaguar y puma (Ceballos et al., 2002; Chávez, 2006; Chávez et al., 2007; Chávez, 2010).

El ejido Caoba se localiza en el municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo (18° 14' N, 89° 03' O). Fue fundado por gente proveniente de Yucatán, Campeche y Veracruz (Vidal, 2002). Tiene una extensión de 68,553 ha y cuenta con una reserva forestal permanente con área de conservación de fauna silvestre y otras designadas para uso agropecuario. En el ejido existen dos centros de población, Caoba y San José de la Montaña con 1,412 habitantes y 359 casas (INEGI, 2010). Para este estudio solo se trabajó en el ejido Caoba. Las principales actividades económicas son el aprovechamiento forestal, apicultura, agricultura y ganadería, así como actividades de subsistencia como la

cacería, la extracción de chicle y la recolección de leña (Vidal, 2002; González et al., 2007). El ejido tiene un grado de marginación social alto y rezago social bajo (INEGI, 2010; SEDESOL).

El ejido Veinte de Noviembre, localizado en el municipio de Calakmul, estado de Campeche, (18° 22' N, 89° 45' O) cuenta con una superficie de 52,340 ha y una población de 418 habitantes y 96 casas (INEGI, 2010). Se fundó en 1970 con mayas yucatecos originarios de Dzitbalché, Campeche. Las actividades principales en el ejido son de aprovechamiento forestal, agricultura, ganadería y apicultura. El ejido tiene un grado de marginación social alto y rezago social bajo (INEGI, 2010; SEDESOL).

El ejido Narciso Mendoza se encuentra también en el municipio de Calakmul, en el estado de Campeche (18° 45' N, 89° 30' O) con una extensión de 43,680 ha y una población de 364 habitantes y 66 casas (INEGI, 2010). Fue formado por inmigrantes de otros estados como Yucatán y Tabasco en los años 80. Las principales actividades productivas son de aprovechamiento forestal, agricultura y en menor grado ganadería y cacería de subsistencia (SEDESOL). El ejido tiene un grado de marginación social alto y rezago social medio (INEGI, 2010).

Diseño de Muestreo

Se realizó un muestreo por conglomerados de una etapa en Febrero de 2012. Se aplicaron cuestionarios en viviendas en los tres ejidos para obtener datos demográficos de la población de perros domésticos y muestras de suero para realizar la prueba de detección de anticuerpos contra el virus del distemper canino. El tamaño de la población de perros de cada ejido se estimó antes de realizar el muestreo, basándose en una proporción estimada conservadora de 1.5 perros por casa que fue tomada de un estudio previo realizado en el estado de Yucatán en comunidades similares a las del presente trabajo (Ortega-Pacheco et al., 2007). Basada en esta proporción, las poblaciones de perros estimadas para cada ejido fueron 538 para Caobas, 144 para Veinte de Noviembre y 99 para Narciso Mendoza. Posteriormente, con los resultados demográficos obtenidos durante el muestreo, se estimó

el número total de la población de perros multiplicando el promedio obtenido de perros por casa entre el número de casas, basado en el último Censo Nacional de Población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (INEGI 2010). La densidad de perros para cada sitio se obtuvo dividiendo la población estimada de perros obtenida de los cuestionarios entre la superficie de cada sitio (Ortega-Pacheco et al., 2007).

El tamaño de muestra se calculó utilizando Win Episcopo 2.0 (Borland Delphi 5.0 para Microsoft Windows®), basado en una prevalencia de 50%, que es utilizada cuando no se tiene conocimiento previo de la prevalencia del patógeno y que resultará en el tamaño de muestra más alto (Thrusfield et al., 2001), con un intervalo de confianza de 95%, ajustado al tamaño de muestra de cada sitio, además tomando en cuenta un porcentaje de no respuesta de 20%. El tamaño final de muestra fue de 258 perros entre los tres sitios y de 172 casas para obtener las muestras suficientes de perros. Sin embargo debido a limitaciones de presupuesto y personal, no se pudo obtener el tamaño de muestra estimado y se trabajó con el mayor número de animales que fue posible muestrear por ejido. Debido a la configuración de cada ejido (Figura 2), una cuadra fue considerada como un conglomerado. Cada cuadra consistió de un promedio de 4-5 casas y se muestrearon cuadras o conglomerados en las esquinas y en el centro de cada ejido para obtener un muestreo homogéneo de cada poblado. Las coordenadas de cada casa fueron registradas con un aparato de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS; Etrex, Garmin®).

Colecta de muestras de perros domésticos

Se desarrolló un cuestionario siguiendo las pautas de la Organización Mundial de la Salud (WHO 1987; WHO/WSPA, 1990) y las preguntas fueron adaptadas de estudios similares (Apéndice I; Butler y Bingham 2000; Acosta-Jamett, 2009) para obtener información detallada de la demografía como número de perros por casa donde se usaron tres categorías: 1, 1-2 y >3; densidad, tamaño poblacional, sexo y edad. Para los análisis estadísticos se utilizaron tres categorías de edad con la información de los cuestionarios; juvenil (0-11 meses), juvenil-adulto (1-3 años), adulto (3-5 años) y senil (>6 años).

El cuestionario también incluyó preguntas sobre los patrones de tenencia con las siguientes categorías: raza (mestizo, raza pura o mestizo mix con raza pura), origen de cada individuo (adquirido de vecinos, comprado, encontrado, nacido en casa), función (mascota, guardia, cacería, pastoreo), tipo de alimentación (sobras, sobras más croquetas y sobras más animales cazados), así como la restricción, (casero y no casero), considerando a un perro casero cuando tenía restricción dentro de la casa de origen y se le permitía estar dentro de la casa/patio y no casero cuando eran perros que se mantenían sin restricción constantemente, que no se les permitía entrar a la casa y acompañaban a los dueños a realizar actividades fuera de su casa de origen.

La reproducción se registró en los cuestionarios con el número de camadas, tamaño de camada y mortalidad de los cachorros durante el año anterior. Adicionalmente se incluyó la mortalidad de adultos con las causas de muerte reportadas durante los 12 meses anteriores contando con tres categorías: muerte natural, muerte por humanos (envenenamiento, atropellamiento, arma) y muerte por enfermedad, para lo cual se utilizó un listado de signología compatible con distemper para identificar las muertes asociadas con distemper en cada ejido igualmente durante el último año. También se incluyó información sobre la atención veterinaria, vacunación (contra distemper), desparasitación y esterilización de los perros domésticos de cada ejido para ser analizados posteriormente. Por último, se obtuvo información sobre las interacciones registradas en el último año con animales silvestres, por ejemplo, por depredación de animales domésticos y viceversa.

El cuestionario fue aplicado a un adulto mayor de 18 años de cada casa y se incluyó el número de personas por casa y nombre del dueño de los perros que fueron muestreados. La realización del cuestionario tomó aproximadamente de 10 a 30 minutos por casa, dependiendo del número de perros que fueron muestreados y posteriormente se obtuvieron muestras de sangre. No fue posible muestrear a todos los perros de cada casa y algunos dueños no aceptaron responder el cuestionario y no quisieron que tomáramos muestras de sus perros, representando esto el porcentaje de no respuesta de 20%. Las muestras obtenidas fueron identificadas utilizando el nombre del perro y una clave de

identificación con el nombre del ejido. Sólo se muestrearon perros de más de 4 meses de edad para evitar interferencias con anticuerpos maternos.

Los perros fueron revisados por médicas veterinarias para evaluar su estado de salud y constantes fisiológicas, fueron contenidos físicamente utilizando un bozal para obtener sangre de la vena cefálica. Se colectaron entre 5 a 10 ml de sangre en tubos Vacutainer® (BD Company, México) sin anticoagulante, se mantuvieron 5 minutos a temperatura ambiente y fueron transportadas en hieleras hasta las casas donde se procesaron en cada ejido. Se centrifugaron las muestras a 3,000 RPM (revoluciones por minuto) durante 15–20 minutos para separar los componentes celulares y obtener suero que fue transferido a crioviales de 2 ml. Los sueros fueron almacenados en congeladores en casas de los ejidos y posteriormente fueron enviadas a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el Distrito Federal donde se mantuvieron en un congelador a -70°C hasta su análisis.

Después de obtener la muestra de sangre, todos los perros en la casa fueron vacunados contra la rabia con una vacuna de virus vivo modificado (Rab-Aid® Laboratorios Pisa, México) y desparasitados con una combinación de pirantel, febantel y prazicuantel (Prantel Plus®, Laboratorios Pisa, México). Dentro del estudio se incluyeron tres perros machos del ejido Caoba que han participado durante más de 5 años en las capturas de jaguar y puma del proyecto de Calakmul. Aunque habían sido vacunados en junio del año anterior contra moquillo y rabia por la autora, se incluyeron en el estudio serológico para medir los títulos de anticuerpos post-vacunales ya que se sabe con certeza que son los perros que han estado en contacto más directo con grandes felinos. Se incluyeron en los análisis demográficos y de patrones de tenencia, considerándose como perros de función de cacería, pero fueron excluidos de los análisis de prevalencia para evitar un sesgo en este resultado.

Colecta de muestras de jaguares y pumas silvestres

Se utilizaron 13 muestras de suero de jaguares y 1 muestra de puma que fueron capturados en los tres ejidos entre el año 2003 y 2009 como parte del proyecto de ecología y conservación del jaguar y puma en la Reserva de la Biosfera Calakmul realizado por el Instituto de Ecología (Ceballos et al., 2002; Chávez, 2006; Chávez et al., 2007; Chávez, 2010). La captura de los felinos silvestres se efectuó durante los meses secos del año, de enero a mayo, debido a que Calakmul se inunda parcialmente durante la estación de lluvias, lo que hace prácticamente imposible el trabajo de campo durante esta temporada. Todos los individuos fueron capturados utilizando sabuesos, con los que se les persiguió hasta que subieran a un árbol y utilizando rifles para inyección remota del dardo con anestésico. Si el felino había subido demasiado alto (> 8 m) no se le disparaba debido a que podría herirse al caer. Una vez que el animal se encontraba arriba del árbol se estimaba su peso para preparar el volumen correcto de anestésicos.

Todos los individuos fueron anestesiados con una combinación de clorhidrato de Ketamina (Anesket® Laboratorios Virbac, México) 10mg/kg y Xilazina (Procin Plus®, Laboratorios Pisa, México) 1 mg/kg. El dardo fue disparado en la región caudal de la masa muscular de los miembros posteriores. Una vez que el felino estaba en el suelo, se le cubrían los ojos con un trapo limpio de color oscuro y se humectaban con pomada o gotas lubricantes (Duralágrima®, Laboratorios Grin, México), además de posicionar correctamente al animal con la cabeza y cuello estirados de manera que permitiera el libre flujo de aire. Las constantes fisiológicas (frecuencia cardíaca, respiratoria y temperatura corporal) fueron monitoreadas cada 5 minutos durante todo el proceso anestésico.

La herida del dardo fue tratada con antiséptico y cicatrizante (Topazone®, Laboratorios Pisa, México) para evitar infecciones. Se tomaron las medidas corporales estandar de cada felino y a cada individuo se le dio un nombre para identificarlos. Se calculó la edad con base en la morfología, color de la piel y dentición, además de estimar el estado reproductivo de las hembras. A todos los animales adultos se les colocaron collares de GPS satelitales (Telonics® Inc., Arizona, EUA) y fueron monitoreados durante

12 a 18 meses y no se identificaron mortalidades posterior a la contención química durante este periodo.

Después del manejo y durante el periodo de recuperación, la veterinaria a cargo de la anestesia se sentaba en silencio y a una distancia considerable del jaguar mientras éste se recuperaba del efecto de los anestésicos para evitar daños o que fuera cazado furtivamente. Se obtuvieron muestras de sangre de la vena cefálica y/o yugular, se colectaron de 5-10 ml de sangre en tubos Vacutainer® (BD Company, México) sin anticoagulante, se mantuvieron 10 minutos a temperatura ambiente y fueron transportadas en hieleras hasta el campamento. Se centrifugaron las muestras a 3,000 RPM (revoluciones por minuto) durante 15–20 minutos para separar los componentes celulares y obtener suero que fue transferido a crioviales de 2 ml. Los sueros fueron almacenados en congeladores en el campamento y posteriormente fueron enviadas a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el Distrito Federal donde se mantuvieron en un congelador a -70°C hasta su análisis.

Se utilizaron mapas realizados por H. Zarza donde se delimitan las áreas de actividad de algunos de los individuos de jaguar (del puma no se contó con esos datos) basados en el seguimiento satelital de los felinos, para identificar los patrones de movimiento de los jaguares cercanos a los ejidos.

Diagnóstico Serológico

Las muestras de suero obtenidas de perros y grandes felinos fueron enviadas al Animal Health Diagnostic Center Laboratory, College of Veterinary Medicine en la Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York, Estados Unidos de América donde se realizó la prueba de neutralización de virus (NV) para detectar anticuerpos con el virus del distemper canino (Appel y Robson, 1973).

La prueba se realizó de acuerdo a los protocolos estándar del laboratorio para los ensayos de NV en microplacas de títulos virales. Se mezclaron diluciones dobles seriadas de suero previamente inactivado por calor empezando desde 1:2 con 30 TCID₅₀ (dosis

infectiva 50% cultivo celular) de virus del distemper canino (cepa Onderstepoort –Instituto Baker) en un volumen de 50 μ l. Las mezclas fueron incubadas por 2 horas a temperatura ambiente (37 °C). Se utilizó suero fetal bovino como control negativo y como control positivo una mezcla preparada con muestras positivas del laboratorio. Un volumen de 50 μ l de células indicadoras Vero (ATCC® American Type Culture Collection, Virginia, EUA) fueron agregadas a cada pozo y las placas fueron colocadas en un incubador de CO² (Modelo Symphony 8.5, ®VWR, Pennsylvania, EUA) a 37 °C durante 5 días. Los pozos fueron evaluados y se consideraron positivos al observar la presencia del efecto citopático de CDV que fue la formación de sincitios. Los resultados fueron expresados en títulos, es decir unidades de anticuerpos o el recíproco de la dilución final. Los títulos fueron clasificados en tres categorías: bajo (<24), medio (24-511) y alto (>512) para los análisis.

Análisis Estadísticos

Los resultados de las prevalencias de CDV y del resto de las variables fueron comparados entre las tres comunidades mediante la prueba de chi-cuadrada (χ^2) para determinar diferencias significativas con un intervalo de confianza del 95%. Se obtuvo el riesgo relativo (OR, odds ratio por sus siglas en inglés) entre individuos seropositivos y seronegativos con respecto al ejido como factor de riesgo. Un resultado igual a 1 indica que la variable analizada, en este caso el sitio, no representa un factor de riesgo en la presentación de individuos positivos a CDV. Por el contrario, el riesgo aumenta conforme el resultado sea mayor a 1 y un resultado menor a 1 indica una asociación negativa entre las variables, lo que se interpreta como un riesgo de transmisión bajo o nulo en epidemiología (Thrusfield, 2005). Se construyeron curvas tipo gaussianas para conocer los porcentajes acumulados de títulos de anticuerpos contra CDV en las muestras provenientes de las tres localidades. Dichas curvas se ajustaron con funciones no lineales.

Adicionalmente, se realizaron análisis de correspondencias múltiples (ACM) para determinar la relación entre la seropositividad, el ejido y los patrones de tenencia de los perros. Los resultados del ACM se presentan en una grafica bidimensional donde las nubes de datos representan las categorías de las variables incluidas. El patrón de asociación entre

las mismas se interpreta en términos de la posición relativa entre un par de puntos a lo largo de las dimensiones (factores principales de variación), por lo tanto la menor distancia entre puntos se asocia a una mayor correspondencia (asociación) entre categorías de cada variable. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (SAS® Institute, EUA) y Prism 6 (Graph Pad®, Software Inc., EUA).

RESULTADOS

Prevalencia de CDV en perros domésticos

Se muestrearon 98 perros de los cuales se obtuvieron 93 muestras con cantidad suficiente para realizar la prueba de distemper. Aunque se incluyeron en el estudio 3 perros del ejido Caoba que habían sido vacunados contra distemper el año anterior, fueron excluidos de los análisis de prevalencia ya que el objetivo del estudio fue identificar la exposición natural al virus en perros sin vacunación previa. Por lo tanto, la muestra final para los análisis estadísticos de distemper fue de 90 sueros, de los cuales 21 corresponden a Narciso Mendoza, 25 a Veinte de Noviembre y 44 a Caoba.

Fueron detectados anticuerpos en 52% (n=47) del total de muestras de los tres ejidos con diferencias significativas entre sitios (Fig. 3A; $p < 0.05$) con 19% (n=4) para Narciso Mendoza, 44% (n=11) en Veinte de Noviembre y 73% (n=32) en Caoba. Los títulos de anticuerpos se encontraron en un rango amplio de 4-2048, razón por la cual no se encontraron diferencias significativas en el valor promedio entre los sitios (Fig. 3B; $p > 0.05$). No obstante, los valores resultaron contrastantes entre los tres ejidos: Narciso Mendoza 6.3 ± 10.5 ; Veinte de Noviembre 175.7 ± 286.5 y Caoba, 219.2 ± 431.8 .

En la figura 3C se presenta la distribución de porcentajes de las categorías de títulos de anticuerpos de acuerdo a su procedencia, encontrándose el mayor porcentaje de títulos en la categoría medio (66% n=31), un menor porcentaje en alto (21%, n=10) y el porcentaje más bajo en la categoría de títulos bajos (13%, n=6) en general para los tres ejidos, con diferencias significativas por sitio ($p < 0.05$). El ejido Narciso Mendoza no presentó títulos

altos, teniendo la prevalencia más baja y el mayor porcentaje (50%, n=2) de títulos bajos de los tres sitios, en contraste con el ejido Veinte de Noviembre que no presentó títulos en esta categoría. El ejido Caoba presentó la mayor prevalencia, el mayor porcentaje de títulos medios (66%, n=21) y junto con Veinte de Noviembre, fueron los únicos ejidos donde se encontraron títulos altos con un porcentaje de 45% (n=5) para Veinte de Noviembre y 22% (n=7) para Caoba. Adicionalmente, los títulos >1000 únicamente se encontraron en el ejido Caoba. Finalmente, las curvas de acumulación de los títulos de anticuerpos revelaron diferencias sustanciales en la forma de las curvas, ya que a pesar de los distintos valores de ajuste de los datos ($R^2 = 0.66-0.96$), la cantidad de muestras acumuladas en cada categoría fue significativamente diferente (Fig. 3D; $p < 0.05$).

Se realizó un análisis bivariado de riesgo relativo que demostró una asociación significativa entre la seropositividad y el ejido Caoba, ya que se presentaron valores altos de riesgo relativo cuando se comparó contra Narciso Mendoza o Veinte de Noviembre (Cuadro 1; $p < 0.05$), dichos resultados indican que existe un incremento significativo en la probabilidad de que los perros provenientes de Caoba resulten positivos a CDV cuando se comparan contra perros de los otros sitios. En contraste, la comparación entre Narciso Mendoza y Veinte de Noviembre no arrojó una asociación significativa entre la positividad a CDV y la pertenencia de los perros a estos ejidos (Cuadro 1).

En la distribución de animales positivos por categorías de edad, se encontró un mayor porcentaje en la categoría juvenil-adulto (55%, n=26), seguido de un porcentaje igual para la categoría juvenil y adulto (17%, n=8) y el menor porcentaje en la edad senil (11%, n=5), con variaciones entre ejidos que se observan en la figura 4. Narciso Mendoza presentó el 100% (n=4) de perros positivos en edad juvenil-adulto.

La distribución de anticuerpos positivos por sexo demostró una mayor prevalencia en machos (64%, n=30) en comparación con las hembras (36%, n=17), con variaciones por ejido, habiendo un mayor porcentaje de hembras positivas en Narciso Mendoza (75%, n=3)

en comparación con los otros ejidos donde la mayoría correspondió a machos con 82% (n=9) para Veinte de Noviembre y 63% (n=20) para Caoba (Figura 5).

Prevalencia CDV en jaguares y pumas

Se realizó la misma prueba de neutralización de virus para detectar anticuerpos contra CDV en 13 muestras de jaguar y 1 puma y todas resultaron negativas. La distribución de sexos y especie se muestra en el Apéndice II, donde se puede observar una predominancia de muestras de machos en el caso de jaguares (62%). Es importante mencionar que ninguno de los individuos incluidos en este muestreo presentaron signos de enfermedad, todos se encontraron clínicamente sanos y el seguimiento satelital posterior permitió corroborar que los individuos estuvieron vivos y en movimiento al menos durante el periodo de monitoreo. Al no encontrarse felinos silvestres positivos, los mapas de actividad de los felinos solo se refieren en la discusión en cuanto al potencial riesgo espacial de contacto con perros en los ejidos estudiados (Fig. 6).

Patrones demográficos y tenencia de perros domésticos

Se entrevistaron un total de 53 casas en los tres ejidos, de las cuales 30.2% (n=16) correspondieron a Narciso Mendoza, 32.1% (n=17) a Veinte de Noviembre y 37.7% (n=20) a Caoba. Los patrones demográficos y la estimación de la población de perros en cada localidad se resume en el cuadro 2 y figura 7. La población total de perros fue estimada para los tres sitios con los datos demográficos obtenidos con los cuestionarios. Tanto la densidad como la población total estimada de perros presentaron un importante incremento en el ejido Caoba (Fig. 7B), resultado probablemente asociado al valor promedio de perros por casa en dicho ejido. Caoba presentó el mayor promedio de perros por casa con 2.3 mientras que para Veinte de Noviembre fue 2.1 y 1.6 para Narciso Mendoza (Cuadro 2), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre el valor promedio de perros por casa (Fig. 7A; $p > 0.05$). Adicionalmente, no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre las categorías del número de perros por casa (1, 2-3 y >3), siendo predominante el mantenimiento de un solo perro por casa (Fig. 7C).

Se presentaron diferencias entre el sexo y la edad de los perros mantenidos en cada ejido (Fig. 8). Se encontró un mayor porcentaje de machos (59%, n=58) en la población total de perros muestreados, con diferencias por sitio, ya que en Narciso Mendoza el porcentaje de machos fue menor (36%, n=8) en comparación con los otros sitios (Fig. 8A; $p < 0.05$). La proporción de machos:hembras fue de 1:1.4.

La edad promedio para el total de perros muestreados fue de 2.5 años con variaciones entre los sitios, Narciso Mendoza con una edad promedio de 2.0 años, Veinte de Noviembre con 2.8 y Caoba con 2.6 años. Con respecto a la distribución de las categorías de edad, se encontró para los tres sitios un mayor porcentaje de perros dentro del grupo de edad juvenil-adulto (48%, n=44) y un bajo porcentaje (10%, n=9) de perros seniles >6 años con diferencias entre ejidos (Fig. 8B; $p < 0.05$). En Narciso Mendoza y Caoba, la población fue predominantemente juvenil-adulta con 65% (n=11) y 54% (n=25) respectivamente. En contraste, para 20 de Noviembre el grupo predominante lo ocupó la edad juvenil (48%, n=14) y el ejido Narciso tuvo el más bajo porcentaje de juveniles (6%, n=1) de los tres sitios y no presento perros de edad senil.

En base a los cuestionarios se obtuvo información sobre los patrones de tenencia de perros, incluyendo la función, restricción y origen de los animales para cada ejido, los resultados se pueden observar en la figura 9 (A, B y C). Las principales funciones de los perros fueron de guardia (56%, n=55), mascota (27%, n=26) y cacería (16%, n=16) con diferencias por sitio (Fig. 9A; $p < 0.05$). Un solo perro tuvo función de pastoreo de ganado en Veinte de Noviembre y no se incluyó en la gráfica ni en los análisis estadísticos. En Caoba y Veinte de Noviembre predominó la función de guardia (72%, n=21 y 62%, n=29, respectivamente), a diferencia de Narciso Mendoza (23%, n=5). En claro contraste, el 50% (n=11) de los perros de Narciso Mendoza se mantienen como mascotas, a diferencia de Caoba con el menor porcentaje de perros con ésta función (17%, n=8). La función de cacería presentó bajos porcentajes tanto para Narciso Mendoza como Caoba y no se presento para Veinte de Noviembre.

Con respecto a la restricción de los perros, se encontró un mayor porcentaje de perros caseros (58%, n=57) contra no caseros (42%, n=41), aunque hubo diferencias entre los ejidos (Fig 9B; $p < 0.05$), ya que en Caoba fue mayor el porcentaje de perros no caseros (57%, n=27). En comparación, en Veinte de Noviembre se encontró el mayor porcentaje de perros caseros (83%, n=24). En ningún ejido se encontraron perros ferales o callejeros sin dueño, los animales que se encontraban en la calle o afuera de las casas tenían uno o varios dueños, por lo que se consideran como perros vecinales o comunales.

En cuanto al origen, se encontró que hubo un mayor porcentaje de perros que fueron regalados a los dueños (38%, n=36) y al haber nacido en casa (31%, n=30) y en menor proporción fueron adquiridos de vecinos (14%, n=13), con diferencias significativas entre el origen de éstos para cada ejido que se pueden observar en la figura 9C ($p < 0.05$).

Continuando con la información sobre los patrones de tenencia y cuidados (Cuadro 3), de forma consistente, se encontró que en los tres sitios la mayoría de los perros son de raza mestiza (72%, n=71), sin embargo, en el ejido Caoba el 40% (n=19) de los perros resultaron de raza pura (principalmente sabuesos), por lo que se encontraron diferencias significativas entre los tipos de razas (Cuadro 3; $p < 0.05$).

La frecuencia de visitas al veterinario (4%, n=4), esterilización (2%, n=2) y vacunación contra CDV (3% n=3) fue muy baja en general para los tres sitios, mientras que la desparasitación (interna y externa; 36%, n=35) no fue tan baja, encontrándose variaciones entre los ejidos (Cuadro 3). En cuanto a la alimentación, el tipo predominante de alimento fueron las sobras con un 77% (n=72) para los tres ejidos, sin embargo para Veinte de Noviembre y Caoba, se presentó un porcentaje alto de alimentación con sobras y croquetas (24%, n=6 y 23%, n=11, respectivamente) y que no se presentó para Narciso Mendoza. En ningún sitio la alimentación consistió exclusivamente de croquetas.

En cuanto a la reproducción, se reportaron un total de 24 camadas durante el año anterior al periodo de muestreo de 40 perras registradas para los tres sitios. De estos, Caoba

presento 50% (n=12) del número de camadas, seguido del 46% (n=11) de Narciso Mendoza y el 4% (n=1) de Veinte de Noviembre, con un tamaño de camada promedio de 5 cachorros. La tasa de mortalidad de los cachorros para los tres sitios fue de 80%, con la mortalidad más alta en Narciso (84%) y la más baja en Caoba (76%). Las causas de muerte principales fueron: a) nacieron muertos, b) la madre no les dio leche o c) murieron a los pocos días de nacidos por causas no especificadas.

Adicionalmente, se registró la mortalidad de un total de 12 perros adultos durante el año anterior, con el mayor número de muertes en Veinte de Noviembre (n=6), seguido de Caoba (n=4) y Narciso Mendoza (n=2). La mortalidad estuvo asociada a signos de enfermedad, habiendo dos casos asociados a signos de distemper en Narciso Mendoza, un caso asociado a enfermedad inespecífica en Veinte de Noviembre y otro en Caoba, así como un caso asociado a signología del virus de la rabia. Las muertes provocadas por el humano fueron principalmente por envenenamiento y se registró una en Veinte de Noviembre y una en Caoba por esta causa. Hubo 4 casos de muerte de perros por depredación de animales silvestres en Veinte de Noviembre, pero de acuerdo con los dueños, ninguna fue provocada por algún felino, si no por mordeduras de tlacuache (*Didelphis virginiana*). El único caso registrado de muerte natural por vejez sucedió en Caoba. Además de las muertes de adultos, se mencionó la muerte de 6 cachorros de más de dos meses asociados a signos de enfermedad inespecíficos y envenenamiento. A todos los perros se les hizo un examen clínico general y ninguno presentó signos de enfermedad, a excepción de un perro que presentaba mordidas por peleas y una hembra que fue eutanasiada por una enfermedad avanzada

No fue posible determinar las tendencias en el nivel de contacto entre especies silvestres y domésticas con las respuestas de los cuestionarios. Los pobladores mantienen otros animales domésticos además de perros, que pueden ser susceptibles a depredación por carnívoros silvestres, se encontraron principalmente gato doméstico, aves (gallinas y pavos), pericos, cuyos, conejos, cerdos, vacas, borregos y cabras. Las personas entrevistadas no dieron respuestas muy específicas en cuanto a los ataques o pérdidas por

animales silvestres, por lo tanto los resultados que se presentan a continuación se enfocan únicamente en los avistamientos y/o ataques de jaguar o puma (Figura 10). La mayoría de avistamientos de jaguar fueron reportados en el ejido 20 de Noviembre, donde 9 personas de diferentes casas y una persona del ejido Caoba reportaron haber visto a un jaguar. Asimismo, únicamente se reportaron tres depredaciones confirmadas de jaguar hacia animales domésticos (borregos, vacas y cerdos) en el ejido 20 de Noviembre.

Se incluyeron ataques de años anteriores donde se sospecha que el causante pudo haber sido un gran felino por el tipo de depredación y tamaño de presa (vacas, borregos y perros domésticos). Se reportaron 21 ataques en general en los tres ejidos, incluyendo los tres ataques confirmados mencionados anteriormente, con el mayor número registrado en 20 de Noviembre (n=10) y en menor medida Narciso Mendoza (n=6) y Caoba (n=5) como se muestra en la figura 9. Los pobladores locales reportaron pocas interacciones donde los perros domésticos atacaron a especies silvestres. Hubo 5 reportes de este tipo, 2 en el ejido Caoba y 3 en el ejido Veinte de Noviembre. Las especies involucradas fueron zorra, ardilla y tlacuache y no mencionaron ataques de perros hacia grandes felinos.

Por último, se realizó el análisis de correspondencias múltiple con la asociación entre las categorías de títulos de anticuerpos (<24, 24-512 y >512), el sexo de los perros (macho o hembra), el grupo de edad (juvenil, juvenil-adulto, adulto y senil), función (mascota, guardia, cacería) y finalmente, el ejido de procedencia (Narciso Mendoza, Veinte de Noviembre o Caoba). Los resultados del análisis multivariado se presentan en la Figura 11. Narciso Mendoza presentó una fuerte asociación con valores bajos de CDV (< 24), mientras que los otros dos ejidos se asociaron principalmente a títulos más elevados de anticuerpos (24-512 y >512), razón por la cual los puntos de los ejidos se encuentran a una menor distancia de dichas categorías de CDV. Adicionalmente, para Narciso Mendoza se asoció la función de mascota y el sexo hembra, mientras que para Caoba y Veinte de Noviembre se presentó una correspondencia alta con la función guardia y el sexo macho para los perros que cumplen dicha función. La función de cacería no tuvo asociación clara con ninguna categoría de anticuerpos o sitio.

DISCUSIÓN

El presente es el primer estudio enfocado en la demografía y prevalencia de enfermedades infecciosas de perros domésticos que potencialmente pueden estar en contacto con grandes felinos en la Península de Yucatán. Se encontraron diferencias relevantes en las características demográficas de las poblaciones de perros en comunidades rurales asentadas en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Calakmul, que tienen implicaciones directas en el mantenimiento y transmisión de enfermedades hacia los carnívoros silvestres de la región.

Se encontraron diferencias significativas en la presentación de anticuerpos contra CDV y en los títulos de anticuerpos en cada sitio. El ejido Caoba presentó la mayor prevalencia para todos los sitios, el rango de títulos de anticuerpos más amplio y se encontraron animales positivos en todas las clases de edad. Adicionalmente, los títulos más altos (>1000) de todos los animales muestreados se encontraron únicamente en Caoba en animales adultos y jóvenes adultos, pudiendo indicar una infección activa o reciente (Oyedele et al., 2004; Bronson et al., 2008; AAHA, 2011; Prager et al., 2012). En contraste, el ejido Narciso Mendoza tuvo la menor prevalencia y los títulos más bajos para los tres sitios, encontrándose únicamente positivos en la edad juvenil-adulto.

Cabe mencionar que ningún perro juvenil en los tres sitios presentó títulos altos, el título más alto fue 192, que pueden considerarse como títulos protectores tras la exposición natural del virus o si estos perros hubieran sido vacunados previamente (Oyedele et al., 2004; Lechner et al., 2010; AAHA, 2011). Dado que los animales muestreados tenían historia previa de no vacunación contra distemper, se puede considerar que los títulos de anticuerpos detectados fueron adquiridos naturalmente al estar expuestos a una cepa silvestre y se podría considerar más bien como una exposición histórica al CDV, a excepción de los títulos muy altos >512 que indicarían una exposición más reciente (Cleaveland et al., 2000; Fiorello et al., 2006; Bronson et al., 2008; Prager et al., 2012).

Cuando un patógeno persiste en una población, una proporción de individuos en todas las clases de edades estarán expuestos cada año, por lo que la presencia de juveniles seropositivos puede indicar exposición reciente si se considera que los individuos nacen seronegativos o pueden seroconvertir entre las 6-12 semanas de edad cuando los anticuerpos maternos disminuyen (Chappuis, 1998). La detección consistente de individuos seropositivos, especialmente juveniles, puede sugerir persistencia en la población (Prager et al., 2012). En este estudio, la ausencia de juveniles con anticuerpos altos podría indicar una exposición histórica más que reciente. Sin embargo, la mayor población en los tres sitios se concentró en la clase juvenil-adulta, justo donde se concentraron la mayor cantidad de títulos altos y medios de anticuerpos para Veinte de Noviembre y Caoba, que pudieran indicar una infección reciente en las edades más prevalentes en todos los sitios.

Schultz et al., (2010) mencionan que la duración de la inmunidad obtenida al vacunar con una vacuna de virus vivo modificado puede ser similar, pero no mayor a la obtenida por una infección natural con el virus y reportaron la persistencia de títulos de anticuerpos hasta por 14 años en animales que fueron vacunados una sola vez y que estuvieron expuestos a un ambiente tanto libre de virus y con presencia de virus. Por lo tanto, si los anticuerpos detectados en estas poblaciones son resultado de la exposición natural al virus, aunque no se sabe que genotipo es el que este circulando en esta zona, los títulos encontrados se mantendrían durante varios años, pero sería necesario realizar otro muestreo en estos mismos individuos positivos para corroborarlo.

Dado que la exposición a distemper proporciona inmunidad de por vida en los que sobreviven la infección y dada la corta edad de los perros de estos sitios, es probable que tengan inmunidad de por vida (Fiorello et al., 2006). Sin embargo, los adultos y juveniles-adultos que no monten una respuesta inmune adecuada o presenten infección reciente podrían estar excretando virus durante sus incursiones de cacería o cuando están sin restricción fuera de sus casas y en contacto con otros perros. Es importante notar que la ausencia de anticuerpos o títulos menores a 32, indican que dichos individuos son susceptibles a la infección y es recomendable vacunarlos (Oyedele et al., 2004; Lechner et

al., 2010; Schultz et al., 2010; AAHA, 2011). Precisamente las poblaciones con bajas prevalencias de CDV como Narciso Mendoza son las más vulnerables a la introducción y dispersión de la enfermedad al contar con una población casi en su totalidad de susceptibles.

Es importante mencionar que los tres perros vacunados en el ejido Caoba recibieron la inmunización en Junio del 2011, fueron muestreados en Febrero del 2012, y presentaron títulos de 12, 36 y 120, por lo que al menos uno de los individuos no presentó títulos protectores. Por lo anterior, previo a la implementación de una campaña de vacunación en estos sitios, sería recomendable realizar otro muestreo para determinar los títulos de anticuerpos en los animales no vacunados, así como la caracterización de la cepa que se encuentra circulando en estas poblaciones para determinar la mejor estrategia de vacunación y el tipo de vacuna.

Las prevalencias encontradas en este estudio son similares a las reportadas en la isla Cozumel en México y otros países como Brasil, Chile, Bolivia (Laurenson et al., 1998; Fiorello et al., 2004; Fiorello et al., 2006; Mena, 2007; Whiteman et al., 2007; Bronson et al., 2008; Nava et al., 2008, Acosta-Jamett et al., 2011; Furtado et al., 2013; Sepúlveda, 2013), Rusia (Goodrich et al., 2012) Kenia, Namibia y Tanzania (Cleaveland et al., 2000; Gowtage-Sequeira et al., 2009; Prager et al., 2012; Woodroffe et al., 2012) y en la mayoría de los casos, las altas densidades de perros presentaron altas prevalencias como en los estudios realizados en perros del Serengeti tras el brote de distemper en leones (Cleaveland et al., 2000).

Las características demográficas de la población hospedera tienen un efecto muy importante en la transmisión de patógenos infecciosos y su mantenimiento (Grenfell y Dobson, 1995; Keeling, 1997; Keeling y Grenfell, 1997; Acosta-Jamett, 2009) y esto se ve reflejado en la seroprevalencia de CDV y los patrones de tenencia y demografía que favorecen la presencia de anticuerpos en las comunidades rurales de este estudio, discutidas en detalle más adelante. Es importante mencionar que a pesar de no existir una gran

diferencia entre el número de casas muestreadas en los diferentes sitios, hubo diferencias demográficas y de prevalencia para cada ejido, demostrado con las diferencias significativas en los análisis demográficos y con el análisis bivariado que demostró una asociación significativa entre la seropositividad y el ejido Caoba, en comparación con los otros sitios donde no hubo significancia.

En cuanto a los jaguares y pumas, las razones por las que las muestras de este estudio no presentaron anticuerpos contra distemper pueden ser que dichos individuos nunca estuvieron expuestos, o que no presentaron títulos que pudieran ser detectados por la prueba de NV, que a pesar de tener una sensibilidad de 92% y una especificidad del 100%, puede variar en cuanto a la sensibilidad en la detección de cepas con diferente virulencia o cepas silvestres que se desconoce cuales son las que están circulando en esta zona. (Appel et al., 1994; Schultz et al., 2010).

Sin embargo la ausencia de animales positivos en este tamaño de muestra no implica que se descarte la posible transmisión de CDV de los perros a los felinos, ya que pudieran estar expuestos individuos que no fueron capturados y al realizar las capturas para la colocación de collares satelitales, se limita el número de animales que se pueden capturar por año por el número de collares que se tienen disponibles por temporada. Adicionalmente, es importante considerar que existe la posibilidad de que haya jaguares expuestos que mueren por distemper y no es posible localizarlos en las zonas forestales ya que no han ocurrido casos como en el tigre de Amur donde los jaguares se aproximen a los asentamientos humanos en estados mentales alterados.

Posiblemente el tamaño de muestra de 13 jaguares y un puma durante los diferentes años de muestreo no es suficiente para poder identificar y caracterizar la exposición al CDV de las poblaciones de estos felinos, a pesar de ser una muestra representativa de una población estimada de 400 jaguares en Calakmul (Chávez, 2010). Otra explicación podría ser que los jaguares sean menos susceptibles al distemper que tigres y leones, sobretodo porque hay reportes en vida libre con seroprevalencias y sin mortalidad con seguimiento de

hasta dos años de los individuos como en el caso de los estudios en Brasil (Nava et al., 2008; Furtado et al., 2013).

Araiza et. al., (2007) realizaron el primer estudio de seroprevalencia de diversos patógenos infecciosos en los jaguares de el mismo proyecto de Calakmul capturados en Caoba y Narciso Mendoza (Ceballos et al., 2002; Chávez, 2006; Chávez et al., 2007; Chávez, 2010). Algunas de las muestras de jaguares utilizadas para el presente estudio, fueron previamente usadas para determinar la seroprevalencia de distemper y otros agentes infecciosos utilizando pruebas comerciales de diagnóstico rápido. Se encontraron prevalencias altas contra parvovirus canino, *Toxoplasma gondii* y *Dirofilaria immitis*, además de un jaguar positivo a *Brucella abortus* que se capturó en la zona núcleo más conservada de la reserva, cercana al ejido Narciso Mendoza (Araiza et al., 2007).

Para la prueba de CDV, también se utilizaron kits de diagnóstico rápido, obteniendo un resultado negativo de todos los jaguares. Estas pruebas son utilizadas frecuentemente y son de gran utilidad en campo, aunque pueden dar falsos positivos en especies silvestres y su validación es necesaria para poder realizar diagnósticos confiables (Gabriel et al., 2010). Sin embargo, los kits utilizados tienen una especificidad de 100% y sensibilidad del 82 al 100% en perros (Mazar et al., 2010). Adicionalmente, el resultado obtenido con esta prueba se confirma al haber realizado la prueba de oro en laboratorio de NV y obtener un resultado negativo también.

Una muestra de puma capturado durante los inicios del proyecto en Calakmul resultó positiva con la prueba de inmunofluorescencia, mencionado en la discusión del trabajo de Viniegra, (2001). La positividad de esta prueba en muestras de impresión conjuntival depende de la etapa de infección, además de ser una prueba con baja sensibilidad, por lo que se podría suponer que el puma positivo estaba en una etapa de eliminación del virus, pero no se tienen más datos sobre el estado de salud de dichos individuos al ser capturados. Aunque no se ha reportado mortalidad asociada a distemper en pumas, y se han reportado bajas prevalencias en Norteamérica y Brasil (Appel et al., 1994;

Biek et al., 2006; Nava et al., 2008; Jorge, 2008), se desconoce aún el papel del puma en la dinámica y transmisión del distemper a otras especies de felinos mas vulnerables como el jaguar. Igualmente se desconoce la prevalencia de patógenos como el distemper en carnívoros silvestres reservorios como mapaches y otras especies simpátricas del jaguar y puma en México.

Sin embargo, en los estudios del mapache pigmeo de Cozumel (*Procyon pygmeus*), aunque no es una especie simpátrica con los felinos silvestres, es importante el hallazgo ya que se encontraron pocos individuos positivos al igual que perros ferales en contacto con estos carnívoros silvestres, encontrando la más alta prevalencia de animales positivos en zonas de influencia humana y un menor porcentaje en la zona más conservada.

Por lo anterior, es importante tomar en cuenta el contexto espacial para analizar el riesgo que representa el CDV para las poblaciones de jaguares y pumas en Calakmul. A pesar de que los carnívoros silvestres y domésticos no fueron muestreados en los mismos años, se utilizaron mapas del uso de hábitat de algunos de los felinos silvestres capturados (2003-2009) y se encontró que sus áreas de actividades están dentro o cercanas a los ejidos estudiados. Estos patrones de movimiento podrían ser utilizados para analizar el riesgo potencial de contacto entre perros y jaguares, si la prevalencia en los perros hubiera sido la misma durante los años de seguimiento satelital de los felinos.

Se utilizaron los mapas de áreas de actividad realizados por H. Zarza, para identificar las áreas potenciales de contacto con perros seropositivos (Figura 6). En el caso hipotético de la misma prevalencia en los perros domésticos durante el seguimiento satelital de los felinos, se observa que las mayores oportunidades de contacto se presentarían en el ejido Narciso Mendoza y Caoba. Narciso se encuentra prácticamente dentro de la zona núcleo de Calakmul y dentro del área de actividad de uno de los jaguares machos. Al ser el ejido con la menor prevalencia y el menos apto para mantener un patógeno como distemper, el riesgo de transmisión a jaguares se podría considerar bajo. Al contrario del riesgo que representaría Caoba, ya que, a pesar de que ningún individuo incluyó dentro de

su área de actividad a este ejido, los jaguares si se movieron en las cercanías del poblado y es mayor la probabilidad de contacto con las grandes poblaciones de perros sin restricción con mayor prevalencia de distemper, demostrado por los análisis de riesgo relativo que demuestran la asociación significativa entre la seropositividad y el ejido Caoba.

En los ejidos Caoba y Veinte de Noviembre se ha estudiado el impacto de las actividades antropogénicas que afectan directamente a las especies silvestres (González et al., 2007; Santos-Fita et al., 2012). En estas comunidades, la cacería organizada y muchas veces furtiva con perros se realiza dentro de las zonas forestales protegidas a distancias de 10 a 15 km del ejido, mientras que la cacería de subsistencia se realiza dentro de la zona agrícola en las milpas cuando suelen cazar especies que entran a sus cosechas. El trabajo en la milpa está relacionado con las demás actividades extractivas ya que cuando la gente va a su parcela a trabajar, paralelamente recolecta leña y caza y por lo general sus perros los acompañan a estas actividades. Las especies más cazadas son precisamente las presas preferidas por el jaguar y puma (González et al., 2007; Santos-Fita et al., 2012), creando un doble conflicto con el jaguar al disminuir sus presas naturales, propiciando la depredación de animales domésticos, tanto ganado como perros y al utilizar éstos últimos para cazar, se facilita el contacto con las especies silvestres.

A pesar de que se incluyeron preguntas sobre las interacciones (depredación) entre carnívoros domésticos y silvestres en los cuestionarios, al ser observaciones subjetivas de los entrevistados, son sujetas a las percepciones y veracidad de los registros de los pobladores, que pueden identificar erróneamente un ataque de carnívoros. Sin embargo esta es una cuestión muy importante que debe ser investigada más a fondo con preguntas más específicas y varias visitas para corroborar la información, así como incluir el uso de fototrampeo y de collares satelitales o de VHF para identificar los movimientos de los perros y poder realizar un mejor análisis de las circunstancias de interacciones con especies silvestres.

La identificación de zonas potenciales de mayor contacto y transmisión de enfermedades deben ser estudiados y analizados más a fondo para identificar su viabilidad para formar parte de las estrategias de conservación del jaguar en áreas prioritarias como la Península de Yucatán. Los patrones demográficos y de tenencia de mascotas no difieren tanto entre ejidos de otras zonas de la Península y en base a los parámetros demográficos de este estudio se podrían adaptar para identificar las zonas de mayor riesgo de transmisión de enfermedades.

En cuanto a los patrones demográficos de los perros, se ha comprobado que las densidades de perros en áreas rurales y urbanas están fuertemente asociadas a las densidades de población humanas (Brooks, 1990; Butler y Bingham, 2000; Kitala et al., 2001; Torres y Prado, 2010; Acosta-Jamett et al., 2010). Esta asociación parece ser evidente en las comunidades estudiadas, ya que se encontró una mayor densidad y población de perros en Caoba, siendo el ejido de mayor superficie y mayor población humana. Inversamente, la población y densidad de perros fue menor en el ejido de menor tamaño y densidad humana, Narciso Mendoza (Cuadro 1).

Las densidades de perros encontradas en este estudio en el ejido Narciso Mendoza y Veinte de Noviembre se consideran bajas, sin embargo la densidad del ejido Caoba es similar a la reportada para otras comunidades rurales en el estado de Yucatán de 0.86 ind/km² (Ortega-Pacheco et al., 2007) y en Brasil (Torres y Prado, 2010) de 2.09 ind/km², pero menor que la densidad de 7.2 y 15.9 ind/km² reportado en Chile por Acosta-Jamett et al., (2010). En África en el distrito del Serengeti se encontraron densidades de 5.72 a 7.17 ind/km² y 0.38 a 0.46 ind/km² para el distrito del Ngorongoro, ambos en Tanzania (Cleaveland et al., 1996). También se han reportado densidades mayores entre 20.9 ind/km² en Zimbabwe y 13.5 ind/km² en Kenia en áreas rurales y periurbanas, aunque el promedio de perros por casa fue similar a lo reportado en el presente estudio, tomando en cuenta que el número de casas es tres veces mayor (Butler y Bingham, 2000; Kitala et al., 2001)

Se ha identificado que las áreas rurales en países en desarrollo tienen más casas con perros y más perros sin restricción que las áreas urbanas (Davlin y VonVille, 2012). Ésta observación es consistente con los resultados de este estudio donde el promedio de perros por casa fue similar al rango de 1.8 -2.8 reportado por Acosta Jamett et al., (2010) y 1.7 reportado por Sepúlveda et al., (2014), ambos en comunidades rurales en Chile, al rango 1.96-2.9 reportado por Torres y Prado (2010) en Brasil, 1.6-2.9 en comunidades rurales en Yucatán (Ortega-Pacheco et al., 2007) y 1.8-2.1 reportado en Miacatlán, México (Orihuela y Solano, 1995).

En países en desarrollo, los rangos de proporción humano:perro se consideran bajos debido a un mayor población de perros (WHO/WSPA 1990). Por ejemplo, en Chile se encontró una proporción de 1.1:1 a 2.1:1 en comunidades rurales y de 2.3:1 a 6.2:1 en pueblos y ciudades (Acosta-Jamett et al., 2010). En México, Flores-Ibarra y Estrella-Valenzuela, (2004) estimaron una proporción de 4.3:1 en Mexicali, Baja California Norte. La proporción menor en Caoba, comparada con Narciso Mendoza fue inesperada, ya que tanto la densidad como la estimación del tamaño poblacional demostraron un claro incremento en Caoba. Sin embargo, ya se ha observado en otros estudios en ciudades y comunidades rurales, con marcadas variaciones en cuanto al tamaño de la población humana, que no siempre resultan más bajas las proporciones humano:perro en las comunidades rurales con una menor densidad y población canina, como es el caso del estudio de Ortega Pacheco et al., (2007) en el estado de Yucatán calcularon una proporción de 3.4:1 en la ciudad de Mérida con 163,751 habitantes y de 1.7 a 4.6:1 en comunidades rurales similares a las de este estudio con una población entre 1,374 y 2850 habitantes.

La población predominante de machos encontrada es consistente con otros estudios (Orihuela y Solano, 1995; Butler y Bingham, 2000; Cleaveland et al., 2000; Kitala et al., 2001; Fielding y Mather, 2001; Flores-Ibarra y Estrella-Valenzuela, 2004; Fiorello et al., 2006; Ortega-Pacheco et al., 2007; Acosta-Jamett et al., 2010; Sepúlveda et al., 2013). Al realizar las encuestas, los pobladores no expresaron una preferencia en cuanto a la adquisición de machos o hembras, sin embargo, el análisis de correspondencias múltiples

demostró que la función de los perros si tuvo una asociación con el sexo y a su vez con la prevalencia en cada sitio. Las funciones predominantes en los ejidos, mascota para Narciso Mendoza y guardia para Caoba, estuvieron asociados a hembras y machos, respectivamente, denotando una preferencia y selección de sexo tal vez involuntaria y poco percibida por los pobladores de estos ejidos. Sepúlveda et al., (2014) reportaron en comunidades rurales en Chile una fuerte selección de perros machos, ya que los pobladores locales matan o evitan selectivamente a las hembras, creando un sesgo en términos de proporciones de sexo y como consecuencia una baja reproducción y bajo reclutamiento al limitar la reproducción, que en el contexto de el presente estudio, podría explicar algunos patrones demográficos que se discuten más adelante.

Las edades promedio encontradas en este estudio son similares a las reportadas en comunidades rurales en Ecuador (2.5 años), Bolivia (2.9) y Kenia (2.9 años; Beran y Frith, 1988; Butler y Bingham, 2000; Kitala et al., 2001; Fiorello et al., 2006). Una edad promedio menor en comunidades rurales comparada con ciudades es un indicativo de la mejor supervivencia de perros en áreas urbanas debido a una mejor alimentación, protección y medicina preventiva (Ortega-Pacheco et al., 2007; Reece et al., 2008; Hampson et al., 2009), por lo que la edad promedio de perros con un buen cuidado y atención veterinaria puede ser de 5 años o más (Egenvall et al., 1999). El promedio de edad mayor en Veinte de Noviembre en comparación con Caoba fue inesperado, ya que hay algunos indicadores que demuestran mayor longevidad y mejores cuidados en los perros de Caoba en comparación con los otros ejidos. Sin embargo, Veinte de Noviembre también parece presentar una población estable de perros y esto se ve reflejado en el promedio y distribución de edades.

Las variaciones en la distribución de edades por clase pueden considerarse como indicativas de la longevidad de los perros en cada ejido la cual puede explicarse además con la procedencia de los perros y la reproducción (Cuadro 3). En Narciso Mendoza, los pobladores comentaron que muchos perros son comúnmente atropellados o envenenados por la gente del ejido y la corta longevidad es notable por la ausencia de animales de más

de 6 años, además, el bajo porcentaje de juveniles es compatible con la alta mortalidad en cachorros reportada en los cuestionarios. A pesar de haber tenido 12 nacimientos durante el año anterior, la mortalidad es suficientemente alta para no permitir el crecimiento de la población. La mayoría de los perros en este ejido fueron regalados o nacidos en casa, por lo que la mortalidad en cachorros se podría ver compensada por los perros regalados de otros sitios o dentro del mismo ejido. La mayor proporción de hembras en el ejido también podría limitar la reproducción como ya se discutió anteriormente.

Por el contrario, Veinte de Noviembre presentó el menor porcentaje de perros adultos con solo dos individuos reportados durante el muestreo y con una clara predominancia de individuos juveniles y el mayor porcentaje de seniles. Esto podría indicar una mejor supervivencia de cachorros en comparación con los otros sitios y mayor longevidad, ya que no se reportaron nacimientos durante el año previo. En cuanto a Caoba, la estructura de edades en el ejido se podría asociar a la manera en la que se han obtenido la mayoría de los perros, ya que presentaron el mayor porcentaje de perros adquiridos de vecinos y comprados.

A pesar de que Caoba tuvo el segundo porcentaje más alto de perros nacidos en casa después de Narciso Mendoza, hubo una mortalidad menor y ésta podría ser compensada por los perros que se adquieren de vecinos o se compran en otros sitios. Caoba es el ejido más cercano a un centro urbano, la ciudad de Chetumal y varios pobladores comentaron que es común que las personas traigan perros de esta ciudad al ejido, además de haber presentado el más alto porcentaje de perros comprados, que podrían ser dentro del mismo ejido o en la ciudad, lo que podría explicar el mayor porcentaje de perros de raza en este sitio, aunque también se encontró un alto porcentaje de perros mestizos. Es importante mencionar que no se reportaron animales esterilizados en Caoba y en los otros dos sitios solo hubo un perro esterilizado por ejido. A pesar de esta reproducción libre, las poblaciones no crecen exponencialmente ya que su manejo está controlado por los humanos quienes regulan las poblaciones de perros de cada sitio a través de los cuidados y pocos recursos que les proporcionan y la selección e importación de individuos en base a la función.

En cuanto a los patrones de tenencia, se puede identificar que la función además de estar relacionada con el sexo, puede explicar las diferencias en la restricción en cada sitio. Los perros considerados mascota se mantienen con mayor restricción en las inmediaciones de su casa de origen, lo que podría explicar el mayor porcentaje de perros caseros en Narciso Mendoza. Por el contrario, algunos autores han mencionado que las personas dejan deliberadamente a los perros afuera de las casas y sin restricción al pensar que así cuidan mejor su propiedad y esto podría explicar el mayor porcentaje de perros no caseros en Caoba, donde la mayoría de los perros tienen la función de guardia (Fielding et al., 2005). La falta de restricción además tiene implicaciones en cuanto a un mayor riesgo de interacciones negativas con los humanos, otros perros, animales de granja y silvestres y puede favorecer la transmisión de enfermedades que se discute más adelante.

El encontrar más perros de raza en el ejido Caoba puede estar relacionado con la función ya que es donde más se utilizan para guardia y cacería, aunque esta última actividad no fue la más prevalente. Sin embargo, también la cercanía a la ciudad de Chetumal permite que se puedan adquirir perros de otras razas en mayor medida que si se compran o adoptan perros de raza mestiza dentro de los otros ejidos. Esto podría tener implicaciones de que hay una mayor importación de perros de la ciudad, donde están más expuestos a distemper y otras enfermedades y podrían ser los que introduzcan estos patógenos a la población canina de Caoba.

Además de la reproducción e importación de perros de otros sitios que afecta el tamaño de la población, es importante considerar los demás patrones de tenencia de mascotas que tienen influencia en el mantenimiento y longevidad de la población de perros de cada ejido. Se encontraron diferencias en los patrones de tenencia de los perros entre ejidos que pueden considerarse como el nivel de cuidado.

En el ejido Narciso Mendoza se observó un nivel de cuidados más bajo en comparación a los demás ejidos. Es el único sitio donde ningún perro ha recibido atención veterinaria, no han sido desparasitados y su dieta consiste principalmente en sobras y en

menor porcentaje de lo que cacen durante las incursiones de cacería con sus dueños. Adicionalmente, en este ejido la principal función de los perros fue como mascota, seguido de cacería y en menor porcentaje como guardia, sin embargo, la cacería que se realiza en el ejido es esporádica y principalmente de subsistencia. Podría considerarse que los perros no tiene una función de trabajo y por lo tanto no representan un mayor valor para los pobladores.

La calidad y cantidad del alimento tiene una gran influencia en el estado de salud de los perros y en sus hábitos de forrajeo (McCrindle et al. 1999; Kitala et al. 2001; Butler et al., 2004; Butler y du Toit, 2005; Fielding et al., 2005; Silva-Rodríguez y Sieving, 2011; Sepúlveda et al., 2014). La alimentación con sobras fue predominante en los tres sitios, aunque se pudieron observar diferencias en la calidad y cantidad. Por ejemplo, en Narciso Mendoza donde inclusive la calidad de la alimentación humana es baja, los animales de granja, así como perros y gatos son alimentados principalmente con tortillas, maíz y sobras del alimento de la casa y raras veces incluyen algún producto cárnico. Ningún animal recibe alimento comercial y en un menor porcentaje pueden comer lo que caza el dueño, al igual que en Veinte de Noviembre. Tanto en Caoba como en Veinte de Noviembre hay un mayor porcentaje de perros alimentados con croquetas mezclados con sobras y éstas son de mejor calidad incluyendo restos de carne, huevo y huesos. Esta observación se puede relacionar con la pobre condición corporal de los perros en Narciso, menor supervivencia y reproducción, comparado con la mejor condición de los de Caoba y Veinte de Noviembre.

Los perros mal alimentados o que no reciben suficiente alimento de sus dueños, así como los perros sin dueño pueden conseguir alimento en los basureros de los poblados (Matter y Daniels, 2000; Butler et al., 2004; Butler y du Toit, 2005; Ortega-Pacheco et al., 2007; Sepúlveda, 2013; Jackman y Rowan, 2007), lugar donde comúnmente se congregan animales ferales y hasta silvestres, lo que crea oportunidades de contacto y transmisión de enfermedades con otros perros y otras especies (Butler y Bingham, 2000; Mena, 2007; Sepúlveda, 2013).

En cuanto a la atención veterinaria y medicina preventiva, se encontró un muy bajo nivel de atención médica en general en los tres sitios. Es importante mencionar que no hay médicos veterinarios ni clínicas en ninguno de los tres ejidos. El veterinario más cercano se encuentra en la ciudad de Chetumal a 60 km de distancia del ejido Caoba, donde hay alrededor de 10 clínicas veterinarias. Tanto en Narciso Mendoza como en Caoba hubo un bajo porcentaje de perros que han recibido atención veterinaria, aunque en este ejido los perros que la recibieron son los utilizados para capturas de grandes felinos y fueron atendidos por la autora.

El manejo preventivo por medio de la desparasitación fue más alto de lo esperado, sin embargo, los desparasitantes son comúnmente administrados por los mismos dueños sin prescripción veterinaria (obs. personal), por lo que es probable que no estén siendo administrados los medicamentos adecuados para las especies de parásitos que tengan los perros. Aunque el objetivo de este estudio era enfocado en el CDV, se preguntó sobre la vacunación contra rabia, ya que la Secretaría de Salud aplica una campaña nacional de vacunación contra la rabia en perros y gatos anualmente, en Caoba dicha campaña es llevada a cabo por el médico que atiende humanos de la comunidad y no siempre cubre al total de la población de perros y gatos¹. En Narciso Mendoza y 20 de Noviembre la campaña de vacunación se realiza ocasionalmente y los pobladores respondieron haber vacunado a algunos de sus animales en los últimos dos años.

La vacunación contra el virus del distemper y otras enfermedades de relevancia para perros fue nula tanto en Narciso Mendoza como en Veinte de Noviembre y baja en Caoba con solo 3 perros vacunados. Aún en las grandes ciudades de la Península de Yucatán como Mérida, Chetumal y Cancún, la inmunización contra otras enfermedades además de la rabia es baja. A pesar de la amplia disponibilidad de vacunas en México, el distemper sigue siendo una enfermedad de gran relevancia con alta morbilidad y mortalidad en perros domésticos debido a que el porcentaje de cobertura de vacunación ha sido bajo y

¹ Comunicación personal Dr. Antonio Moreno, Ejido Caoba.

se tienen pocos estudios sobre las cepas silvestres que están circulando en el país, así como su prevalencia a nivel nacional (Simón-Martínez et al., 2008; Gámiz et al., 2011).

Además de las características demográficas, los patrones de tenencia claramente tienen una influencia en la presencia y mantenimiento del distemper en estos ejidos, principalmente en el caso de Caoba y Narciso Mendoza. En éste último, los patrones de tenencia explican la fuerte asociación entre los bajos títulos de anticuerpos contra CDV, asociados con la función como mascota, con hembras y asociados con este sitio. Asimismo, los patrones demográficos de Caoba pueden explicar la asociación significativa entre perros con títulos altos y medios, con función de guardia, machos y sin restricción asociados al ejido. Caoba presenta las condiciones ideales para el mantenimiento de poblaciones grandes, longevas, con un mayor reclutamiento y compensación con individuos de otras zonas urbanas y actividades de riesgo como la participación en actividades de cacería y guardia, reflejado en el mayor riesgo relativo significativo de encontrar perros positivos a CDV en este ejido en comparación con los otros sitios (Figura 11).

Los perros utilizados como guardia por lo general tienen pocos cuidados, se mantienen sin restricción en las inmediaciones de su casa de origen y tienen mayor posibilidad de contacto con otros perros en la calle y con otras especies silvestres (Butler y Bingham, 2000; Acosta et al., 2010; Sepúlveda, 2013; Sepúlveda et al., 2014). Veinte de Noviembre también podría representar una población estable donde se pudiera mantener el virus de distemper, aunque no se encontraron asociaciones significativas y la prevalencia no fue tan alta como en Caoba. Sin embargo, la presencia de títulos altos y medios en todas las clases de edades y un mayor porcentaje de títulos altos en la clase de edad de animales seniles podrían indicar que el CDV es endémico en la población de perros. La seroprevalencia predominantemente alta en Caoba, el ejido más cercano a la ciudad de Chetumal, refuerza el planteamiento de que las áreas urbanas pueden ser una fuente de distemper hacia las zonas rurales cercanas, consistente con lo reportado en Chile por Acosta-Jammett et al., (2011) y Sepúlveda (2013).

La población pequeña y poco longeva de Narciso Mendoza es una población que no puede mantener un patógeno como el distemper, evidenciado por los pocos individuos positivos y los títulos bajos. Sin embargo es posible que 20 de Noviembre y Caoba puedan funcionar como metapoblaciones que sí pueden mantener la enfermedad y están conectadas por el movimiento entre sitios (parches) de individuos provenientes de centros urbanos potencialmente infectados (Chetumal). En mayo de 2014 se reportó un brote de distemper en Chetumal, por lo que se podría considerar esta ciudad como una fuente importante de perros que pudieran estar más expuestos a distemper y donde se conoce que algunos pobladores adquieren perros para el ejido Caoba, principalmente². Acosta-Jamett et al., (2011) mencionan que los perros de las ciudades son comúnmente abandonados en los pueblos y comunidades rurales en Chile. Aunque esto también es común en México, los pobladores de los sitios de el presente estudio comúnmente adquieren perros de la ciudad cuando los suyos mueren o se pierden, consistente con lo reportado por Sepúlveda et al., (2014) y esto tiene implicaciones importantes para el manejo y control tanto de la población como de enfermedades.

A pesar de que no se encontró una alta mortalidad asociada a enfermedad y específicamente a signos de distemper, algunos entrevistados mencionaron la presencia simultánea de signos asociados a distemper en el ejido Caoba, como signos respiratorios, gastrointestinales y en pocos casos muerte súbita. Además, se consultó con el médico del ejido y con pobladores locales sobre mortalidades masivas y repentinas en perros en los últimos años y nos indicaron que no habían presenciado decesos con estas características en la población de perros. Cabe mencionar que ninguno de los perros muestreados se encontraban enfermos o presentaban signos de enfermedad, a excepción de un perro que fue atendido por mordeduras de otro perro y una hembra que fue eutanasiada por piometra avanzada.

A pesar de que el distemper se puede transmitir y excretar aún en ausencia de signología y aunque el virus permanece por unas pocas horas en el ambiente en

² Comunicación personal MVZ Esp. Hansel Pérez.

temperaturas de $>25^{\circ}$ C (Shen y Gorham, 1980), tiene largos periodos infecciosos en todos los fluidos y secreciones del animal infectado (Greene y Vandeveld, 2011), por lo que la simpatría o contacto indirecto con fluidos infectados puede ser suficiente para una transmisión exitosa entre los diferentes hospederos (Fiorello et al., 2006; Bronson et al., 2008; Acosta-Jamett, 2009; Sepúlveda, 2013).

Los resultados de este estudio son consistentes con los patrones de tenencia y demografía de perros reportados en otras partes de México, Sudamérica y África (Orihuela y Solano, 1995; Butler y Bingham, 2000; Cleveland et al., 2000; Kitala et al., 2001; Fiorello et al., 2006; Ortega-Pacheco et al., 2007; Whiteman et al., 2007; Acosta-Jamett et al., 2010; Torres y Prado, 2010; Sepúlveda et al., 2014), particularmente en cuanto a los hallazgos de una mayor porcentaje de perros machos, con función de guardia, sin restricción, sin vacunar y con una alta prevalencia de distemper. Dichos estudios resaltan la importancia del estudio de enfermedades infecciosas en las poblaciones de perros en comunidades rurales cerca de reservas naturales y la consideración del gran riesgo que representa la transmisión de enfermedades infecciosas para la conservación de carnívoros silvestres (Woodroffe et al., 2012). Este riesgo se incrementa cuando se trata de un patógeno generalista multihospedero como el CDV, ya que representa la amenaza viral más significativa para la conservación de carnívoros amenazados, por encima de la rabia (Kapil y Yeary, 2011).

Para entender y prevenir el riesgo que representa el distemper en un ecosistema como Calakmul, será necesario realizar muestreos a largo plazo, ampliando el número de perros domésticos e incluir otras especies de carnívoros silvestres que puedan ser reservorios de la enfermedad y un mayor número de felinos muestreados, así como la utilización de técnicas moleculares y estudios filogenéticos para identificar reservorios y las cepas circulantes en estos animales, un componente necesario para el mejor manejo y prevención de brotes epidémicos como los que ya se han observado en felinos silvestres con devastadoras consecuencias.

Conforme las poblaciones humanas sigan aumentando y expandiéndose hacia las zonas forestales junto con sus animales domésticos en la Península y otras áreas sensibles de conservación en México, será crítico mejorar las medidas de manejo y control poblacional de perros en la cercanía de las áreas protegidas y reservas naturales. El censo nacional del jaguar (Ceballos et al., 2012) estimó alrededor de 4000 jaguares en todo el territorio nacional y esta cifra disminuye aceleradamente conforme aumentan las amenazas para su supervivencia. Sin embargo, si las poblaciones de jaguar empezaran a crecer, aumentarían las oportunidades de conflicto e interacciones con animales domésticos.

En la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an en Quintana Roo, considerada como zona prioritaria para la conservación del jaguar, se decretó el Programa de Ordenamiento Ecológico que regula y reglamenta el desarrollo de la Zona Costera de la Reserva. En dicho reglamento se prohíbe la introducción y tenencia de gatos domésticos y otras especies domésticas, incluidos los perros en esta sensible zona de conservación. La implementación de este tipo de ordenamientos territoriales dentro de la zona núcleo de las ANP de la Península podría ser una estrategia de mitigación de impacto no solo para los jaguares, sino para miles de especies que podrían verse en riesgo por animales domésticos y ferales. La integración de programas de manejo y control poblacional de animales domésticos en los planes de manejo de las ANP contribuirá a mitigar los impactos negativos por carnívoros domésticos y fomentar el trabajo de conservación con los pobladores locales, creando oportunidades de conservación basada e integrada en la comunidad.

Es muy importante considerar que los perros en una comunidad rural tienen una función benéfica para el humano, por lo que el entendimiento de las motivaciones de los pobladores para adquirir y mantener a estos animales puede contribuir significativamente para implementar medidas de manejo que favorezcan y beneficien a las comunidades y su modo de vida a la vez que se favorece la conservación de especies silvestres (Sepúlveda, 2013; Sepúlveda et al., 2014).

En las comunidades rurales de este estudio se deberán aplicar diferentes estrategias de manejo dependiendo de la función de los perros, por ejemplo mejorando la tenencia y restricción de los perros no caseros en todos los ejidos, así como mejores condiciones de salud en los perros de Narciso Mendoza que son considerados mascotas y fomentar la función y valor de perros guardianes con restricción, así como mantener en mejores condiciones de salud (vacunados y desparasitados) a todos los perros.

Este estudio proporciona información valiosa para considerar el desarrollo de programas de manejo y control de perros domésticos que no han involucrado los aspectos demográficos y de ecología de los perros, las motivaciones para la tenencia y valor de los perros por su función en los ejidos, así como la concientización por medio de los múltiples beneficios que la tenencia responsable y las mejoras en el manejo sanitario de los perros representa para la salud humana, salud y bienestar animal y la conservación de especies amenazadas como el jaguar. Dichos programas deben involucrar la cooperación de diversas instancias gubernamentales como la Secretaría de Salud, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, así como los gobiernos municipales, organizaciones civiles, instituciones académicas como la UNAM, grupos de investigadores, veterinarios y educadores ambientales.

A pesar de que el cuidado y bienestar de animales domésticos mantenidos como mascotas en comunidades rurales se percibe como un asunto independiente de la conservación de animales silvestres, en realidad está fuertemente ligado y relacionado, ya que su mal manejo y tenencia irresponsable tiene severas consecuencias directas no solo para la conservación sino para la salud de especies silvestres amenazadas y los ecosistemas (Young et al., 2011). Los esfuerzos de conservación de especies amenazadas que no incluyan acciones encaminadas a reducir el conflicto con perros domésticos resultarán poco efectivos en las áreas con mayor influencia antropogénica en el borde con las reservas naturales (Young et al., 2011).

CONCLUSIONES

Se encontró una alta prevalencia del virus del distemper canino en tres ejidos en el área de influencia de la Reserva de la Biosfera Calakmul, con diferencias significativas tanto en la prevalencia entre sitios como en los títulos de anticuerpos encontrados, indicando el contacto de manera natural con el virus en los ejidos Veinte de Noviembre y Caoba donde se presentó la mayor prevalencia y menor exposición en el ejido Narciso Mendoza.

No se encontró evidencia de exposición al CDV en las muestras de 13 jaguares y 1 puma muestreados durante 2003-2009, sin embargo se desconoce la prevalencia de distemper en los perros en esos años.

Los factores asociados a la prevalencia fueron la función, sexo, edad, títulos de anticuerpos y el sitio, demostrando que los patrones de tenencia y demográficos de los perros en estos ejidos tienen una asociación significativa con la prevalencia de exposición al virus del distemper canino.

REFERENCIAS

- AAHA (American Animal Hospital Association). (2011). *AAHA Canine Vaccination Guidelines* Disponible en línea en: https://www.aaaha.org/professional/resources/canine_vaccine.aspx#gsc.tab=0 [Accesado: Agosto 3, 2013].
- ACOSTA-JAMETT, G. (2009) *The role of domestic dogs in diseases of significance to human and wildlife health in central Chile*. Tesis de Doctorado. Edimburgo, Reino Unido: University of Edinburgh.
- ACOSTA-JAMETT, G., CHALMERS, W.S.K., CUNNINGHAM, A.A., CLEAVELAND, S., HANDEL, I.G. y BRONSVO, B.M. de C. (2011) Urban domestic dog populations as a source of canine distemper virus for wild carnivores in the Coquimbo region of Chile. *Veterinary Microbiology* 152: 247-257.
- ACOSTA-JAMETT, G., CLEAVELAND, S., CUNNINGHAM, A.A. y BRONSVOORT, B.M. de C. (2010) Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. *Preventive Veterinary Medicine* 94: 272–281.
- ALMBERG, E.S., CROSS, P.C. y SMITH, D.W. (2010) Persistence of canine distemper virus in the Greater Yellowstone Ecosystem's carnivore community. *Ecological Applications* 20: 2058-2074.
- ÁLVAREZ-ROMERO, J. G., MEDELLÍN, R.A., OLIVERAS DE ITA, A., GÓMEZ DE SILVA, H., y SÁNCHEZ, O. (2008) *Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad*. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 24-38.
- AMADOR-ALCALÁ, S., NARANJO, E.J. y JIMÉNEZ-FERRER, G. (2013) Wildlife predation on livestock and poultry: implications for predator conservation in the rainforest of south-east Mexico. *Oryx* 47(2): 243–250.
- ANDERSON, R.M. y MAY, R.M. (1991) *Infectious diseases of humans: dynamics and control*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. 768.

- ANDERSON, R.M. Y MAY, R.M. (1979a) Population biology of infectious diseases Part I. *Nature* 280:361-367.
- APPEL, M.J. (1987) Canine distemper virus. En: Appel, M.J. (ed.) *Virus infections of carnivores*. Amsterdam, Holanda: Elsevier Science Publishers. 28-47.
- APPEL, M.J., REGGIARDO, C., SUMMERS, B.A., PEARCE-KELLING, S., MARE, C.J., NOON, T.H., REED, R.E., SHIVELY, J.N. y ORVELL, C. (1991) Canine distemper virus infection and encephalitis in javelinas (collared peccaries). *Archives of Virology* 119: 147–152.
- APPEL, M.J. y ROBSON, D.S. (1973) A microneutralization test for canine distemper virus. *American Journal of Veterinary Research* 34: 1459-1463.
- APPEL, M.J. y SUMMERS, B.A. (1995) Pathogenicity of morbilliviruses for terrestrial carnivores. *Veterinary microbiology* 44: 187-191.
- APPEL, M.J., YATES, R.A., FOLEY, G.L., BERNSTEIN, J.J., SANTINELLI, S., SPELLMAN, L.H., MILLER, L.D., ARP, L.H., ANDERSON, M., BARR, M., PEARCE-KELLING, S. y SUMMERS, B.A. (1994) Canine distemper epizootic in lions, tigers, and leopards in North America. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigations* 6: 277-278.
- ARAIZA, M.A., CEBALLOS, G. y CHÁVEZ, C. (2007) Enfermedades del jaguar en estado silvestre en el sureste de México. En: Ceballos, G., Chávez, C., List, R., Zarza, H. (eds.) *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. México D. F.: CONABIO – UNAM – Alianza WWF Telcel. 179-185.
- ASBJER, E. (2010) *Dog population management in Malawi and Peru: Implementation of guidelines to manage stray dog populations and control transmission of zoonotic diseases from dogs*. Alemania: LAP Lambert Academic Publishing. 72.
- BARRETT, T. (1999) Morbillivirus infections, with special emphasis on morbilliviruses of carnivores. *Veterinary Microbiology* 69: 3-13.
- BECK, A.M. (2000) The human-dog relationship: a tale of two species. En: Macpherson, C., Meslin, F. y Wandeler, A. (eds.) *Dogs, zoonoses and public health*. Wallingford, Oxfordshire, Reino Unido: CAB International Publishing. 1-9.
- BERAN, G.W. Y FRITH, M. (1988) Domestic animal rabies control: an overview. *Reviews of Infectious Diseases* 10(4): S672–7.

- BIEK, R., RUTH, T.K., MURPHY, K.M., ANDERSON, C.R., JOHNSON, M., DESIMONE, R., GRAY, R., HORNOCKER, M.G., GILLIN, C.M. y POSS, M. (2006) Factors associated with pathogen seroprevalence and infection in rocky mountain cougars. *Journal of Wildlife Diseases* 42(3): 606–615.
- BLIXENKRONE-MOLLER, M., PEDERSEN, I.R., APPEL, M.J. y GRIOT, C. (1991) Detection of IgM antibodies against canine distemper virus in dog and mink sera employing enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigations* 3: 3-9.
- BOITANI, L. (2001) Carnivore introductions and invasions: their success and management options. En: Gittleman, J.L., Funk, S.M., Macdonald, D.W., Wayne, R.K. (eds.) *Carnivore Conservation*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- BOITANI, L., FRANCISCI, F., CIUCCI, P. y ANDREOLI, G. (1995) Population biology and ecology of feral dogs in central Italy. En: Serpell, J. (ed.) *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour, and Interactions with People*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 209-225.
- BRONSON, E., EMMONS, L.H., MURRAY, S., DUBOVI, E.J., y DEEM, S.L. (2008) Serosurvey of pathogens in domestic dogs on the border of Noël Kempff Mercado National Park, Bolivia. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 39(1): 28-36.
- BROOKS, R. (1990) Survey of the dog population in Zimbabwe and its levels of rabies vaccination. *Veterinary Record* 127: 592–596
- BUDD, J. (1981) Distemper. En: Davis, J.W., Karstad, L. H. y Trainer, D.O. (eds.) *Infectious Diseases of Wild Mammals*. Ames, Iowa, Estados Unidos de América: Iowa State University Press. 50-58.
- BUTLER, J.R.A. y BINGHAM, J. (2000) Demography and dog-human relationships of the dog population in Zimbabwean communal lands. *Veterinary Record* 147: 442-446.
- BUTLER, J.R.A. y du TOIT, J.T. (2005) Diet of free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) in rural Zimbabwe: implications for wild scavengers on the periphery of wildlife reserves. *Animal Conservation* 5: 29–37.

- BUTLER, J.R.A., du TOIT, J.T. y BINGHAM, J. (2004) Free-ranging domestic dogs (*Canis familiaris*) as predators and prey in rural Zimbabwe: threats of competition and disease to large wild carnivores. *Biological Conservation* 115: 369-378.
- CALDERON, M.G., REMORINI, P., PERIOLO, O., IGLESIAS, M., MATTION, N. y LA TORRE, J. (2007) Detection by RT-PCR and genetic characterization of canine distemper virus from vaccinated and non-vaccinated dogs in Argentina. *Veterinary Microbiology* 125: 341–349.
- CARPENTER, J.W., APPEL, M.J., ERICKSON, R.C. y NOVILLA, M.N. (1976) Fatal vaccine-induced canine distemper virus infection in black-footed ferrets. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 169(9): 961-4.
- CARPENTER, M.A., APPEL, M.J., ROELKE-PARKER, M.E., MUNSON, L., HOFER, H., EAST, M. y O'BRIEN, S.J. (1998) Genetic characterization of canine distemper virus in Serengeti carnivores. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 65(2-4): 259-266.
- CARRÉ, H. (1905) Sur la maladie des jeunes chiens. *C. R. Acad. Sci.* 140: 689–690, 1489–1491.
- CEBALLOS, G., CHÁVEZ, C., BLANCO, S., JIMÉNEZ, R., LÓPEZ, M., MOCTEZUMA, O., TÁMEZ, V. y VALDEZ, M. (2006) Áreas prioritarias para la conservación. En: Chávez, C. y Ceballos, G. (eds.) *Memorias del Primer Simposio El Jaguar Mexicano en el Siglo XXI: Situación Actual y Manejo*. México, D.F.: CONABIO / Alianza WWF-Telcel / Universidad Nacional Autónoma de México. 13-19.
- CEBALLOS, G., CHÁVEZ, C., RIVERA, A. y MANTEROLA, C. (2002) Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. En: Medellín, R.A., Equihua, C., Chetkiewics, C., Rabinowitz, A., Crawshaw, P., Redford, K., Robinson, J.G., Sanderson, E. y Taber, A. (eds.) *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. 403-417.
- CEBALLOS, G., CHÁVEZ, C. y ZARZA, H. (2012) *Censo Nacional del Jaguar y sus Presas (1a Etapa)*. CONANP, IE-UNAM, ALIANZA WWF-TELCEL, TELMEX y CONABIO. México, D.F.: Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto HE011. Disponible

digital en: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=HE&Numero=11> [Accesado Febrero 12, 2013].

-CÉSPEDES, PF., CRUZ, P. Y NAVARRO, CO. (2010) Modulación de la respuesta inmune durante la infección por virus distemper canino: implicancias terapéuticas y en el desarrollo de vacunas. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42: 15-28.

-CHAPPUIS G. (1995) Control of canine distemper. *Veterinary Microbiology* 44(2-4): 351-8.

-CHÁVEZ, C. (2006) *Ecología poblacional y conservación del jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.

-CHÁVEZ, C. (2010) *Ecología y conservación del jaguar (Panthera onca) y puma (Puma concolor) en la region de Calakmul y sus implicaciones para la conservación de la Península de Yucatán*. Tesis de Doctorado. Granada, España: Universidad de Granada.

-CHÁVEZ, C., ARANDA, M. y CEBALLOS. G. (2005) Jaguar (*Panthera onca*). En: Ceballos, G. y Oliva, G. (eds.) *Los mamíferos silvestres de México*. México D.F.: CONABIO – UNAM – Fondo de Cultura Económica. 367-370.

-CHÁVEZ, C., CEBALLOS, G. y AMÍN, M. (2007) Ecología poblacional del jaguar y sus implicaciones para la conservación en la Península de Yucatán. En: Ceballos, G., Chávez, C. List, R. y Zarza, H. (eds.) *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. México: CONABIO-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. 91-100

-CHÁVEZ, C. y ZARZA, V.H. (2009) Distribución potencial del hábitat del jaguar y áreas de conflicto humano-jaguar en la Península de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología* 13: 46-62.

-CITES. (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (1998) *Communication on international trade in endangered species home page. Protected species, appendices I and II*. Disponible en: www.wcmc.org.uk:80/CITES/english/eappendic.htm [Accesado: Enero 5, 2010].

-CLEAVELAND, S., APPEL, M.G.J., CHALMERS, W.S.K., CHILLINGWORTH, C., KAARE, M. y DYE, C. (2000) Serological and demographic evidence for domestic dogs as

a source of canine distemper virus infection for Serengeti wildlife. *Veterinary Microbiology* 72: 217–227.

-CLEAVELAND, S. y DYE, C. (1995) Maintenance of a microparasite infecting multiple host species: rabies in the Serengeti. *Parasitology* 111(supplement S): S33-47.

-CLEAVELAND, S., KAARE, M., KNOBEL, D. y LAURENSEN, M.K. (2006) Canine vaccination-providing broader benefits for disease control. *Veterinary Microbiology* 117: 43- 50.

-CLEAVELAND, S., MIENGEYA, T., KAARE, M., HAYDON, D., LEMBO, T., LAURENSEN, M.K. y PACKER, C. (2007) The conservation relevance of epidemiological research into carnivore viral diseases in the Serengeti. *Conservation Biology* 21(3): 612-622.

-CLIFF, A.D., HAGGETT, P. y SMALLMAN-RAYNOR, M. (1993) *Measles: an historical geography of a major human viral disease from global expansion to local retreat, 1840 -1990*. Oxford, Reino Unido: Blackwell. 462.

-CRAFT, M., HAWTHORNE, P., PACKER C., DOBSON, A. (2008) Dynamics of a multihost pathogen in a carnivore community. *Journal of Animal Ecology* 77: 1257-1264.

-DANIELS, T.J. y BEKOFF, M. (1989) Population and social biology of free-ranging dogs, *Canis familiaris*. *Journal of Mammalogy* 70: 754-762.

-DASZAK P., CUNNINGHAM. A.A. y HYATT, A.D. (2000) Emerging infectious diseases of wildlife -Threats to biodiversity and human health. *Science* 287: 443-449.

-DAVLIN, S.L. y VONVILLE, H.M. (2012) Canine rabies vaccination and domestic dog population characteristics in the developing world: A systematic review. *Vaccine* 30: 3492-3502.

-DEEM, S., SPELMAN, H.S., YATES, R.A. y MONTALI, R.J. (2000) Canine distemper in terrestrial carnivores: A review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 31(4): 441-451.

-DEEM, S. y EMMONS, L.H. (2005) Exposure of free-ranging maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*) to infectious and parasitic disease agents in the Noel Kempff Mercado National Park, Bolivia. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 36(2): 192–197.

- DÍAZ, N.M. (2006) *Niveles de cortisol y estado endoparasitario en heces de jaguar (Panthera onca) y puma (Puma concolor) de vida libre en el ejido Caobas, Quintana Roo, México*. Tesis de Maestría. Chetumal, Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- DOBSON, A. (2004) Population dynamics of pathogens with multiple host species. *The American Naturalist* 164: S64-S78.
- DOBSON, A.P. y HUDSON, P.J. (1995) Microparasites: observed patterns in wild animal populations. En: Grenfell, B.T. y Dobson, A.P. (eds.) *Ecology of infectious diseases in natural populations*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 52-89.
- EGENVALL, A., HEDHAMMAR, A., BONNET, B.M. y OLSON, P. (1999) Survey of the Swedish dog population: age, gender, breed, location and enrolment in animal insurance. *Acta Veterinaria Scandinavia* 40: 231–240.
- EMMONS, L. (1987) Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest. *Behavioral Ecology Sociobiology* 20: 271-283.
- ESCAMILLA A., SANVICENTE M., SOSA M. y GALINDO-LEAL C. (2000) Habitat mosaic, wildlife availability, and hunting in the tropical forest of Calakmul, Mexico. *Conservation Biology* 14: 1592–1601.
- ESTRADA, C.G.H. (2008) Dieta, uso de hábitat y patrones de actividad del puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*) en la selva maya, centroamerica. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12: 113-130.
- FALLER-MENÉNDEZ, J.C., CHÁVEZ, C., JOHNSON, S. y CEBALLOS, G. (2007) Densidad y tamaño de la población de jaguar en el noreste de la Península de Yucatán. En: Ceballos, G., Chávez, C. List, R. y Zarza, H. (eds.) *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. México: CONABIO-Alianza WWF/Telcel- - Universidad Nacional Autónoma de México. 111-121.
- FELDMANN, B.M. (1974) The problem of urban dogs. *Science* 185: 903.
- FIELDING, W., MATHER, J y ISAACS, M. (2005) *Potcakes: Dog ownership in New Providence, the Bahamas*. West Lafayette, Indiana, Estados Unidos de América: Purdue University Press. 185
- FIELDING, W. y PLUMRIDGE, S. (2005) Characteristics of owned dogs on the Island of New Providence, the Bahamas. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 8(4): 245–260.

- FIORELLO, C.V., ANDREW, J.N. y DEEM, S.L. (2006) Demography, hunting ecology, and pathogen exposure of domestic dogs in the Isoso of Bolivia. *Conservation Biology* 20(3): 762-771.
- FIORELLO, C.V., DEEM, S.L., GOMPPER, M.E. y DUBOVI, E.J. (2004) Seroprevalence of pathogens in domestic carnivores on the border of Madidi National Park, Bolivia. *Animal Conservation* 7: 45–54.
- FLORES-IBARRA, M. y ESTRELLA-VALENZUELA, G. (2004) Canine ecology and socioeconomic factors associated with dogs unvaccinated against rabies in a mexican city across the US-Mexico border. *Preventive Veterinary Medicine* 62: 79-87.
- FURTADO, M.M. y FILONI, C. (2008) Diseases and their role for Jaguar conservation. *CAT News Special Issue 4 - The Jaguar in Brazil*. 35-40.
- FURTADO, M.M., de RAMOS FILHO, J.D., SCHEFFER, K.C., COELHO, C.J., CRUZ, P.S., IKUTA, C.Y., DE ALMEIDA JÁCOMA, A.T., DE OLIVEIRA PORFÍRIO, G.E., SILVEIRA, L., SOLLMANN, R., TORRES, N.M. y NETO, J.S. (2013) Serosurvey for selected viral infections in free-ranging jaguars (*Panthera onca*) and domestic carnivores in Brazilian cerrado, pantanal and Amazon. *Journal of Wildlife Diseases* 49: 510 –521.
- GABRIEL, M.W., WENGERT, G.M., MATTHEWS, S.M., HIGLEY, J.M., FOLEY, J.E., BLADES, A., SULLIVAN, M. y BROWN, R.N. (2010) Effectiveness of rapid diagnostic tests to assess pathogens of fishers (*Martes pennanti*) and gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*). *Journal of Wildlife Diseases* 46(3): 966–970.
- GALINDO-LEAL, C. (1999) *La Gran Región de Calakmul, Campeche: Prioridades biológicas de conservación y propuesta de modificación de la Reserva de la Biosfera*. Reporte Final a World Wildlife Fund. México D.F.
- GÁMIZ, C., MARTELLA, V., ULLOA, R., FAJARDO, R., QUIJANO-HERNANDÉZ, I. y MARTÍNEZ, S. (2011) Identification of a new genotype of canine distemper virus circulating in America. *Veterinary Research Communications* 35(6): 381-390.
- GASCOYNE, S.C., KING, A.A., LAURENSEN, M.K., BORNER, M., SCHILDGER, B. y BARRAT, J. (1993a) Aspects of rabies infection and control in the conservation of the African wild dog (*Lycaon pictus*) in the Serengeti region, Tanzania. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 60: 415–420.

- GEHRING, T.M., VERCAUTEREN, K.C., PROVOST, M.L. y CELLAR, A.C. (2010) Utility of livestock-protection dogs for deterring wildlife from cattle farms. *Wildlife Research* 37: 715–721.
- GONZÁLEZ, A.A., SCHMOOK, B. y CALMÉ, S. (2007) Distribución espacio-temporal de las actividades extractivas en los bosques del ejido Caoba, Quintana Roo. *Investigaciones Geográficas (Mx)* 62: 69-86.
- GOODRICH, J.M., QUIGLEY, K.S., LEWIS, J.C., ASTAFIEV, A.A., SLABI, E.V., MIQUELLE, D.G., SMIRNOV, E.N., KERLEY, L.L., ARMSTRONG, D.L., QUIGLEY, H.B., y HORNOCKER, M.G. (2012) Serosurvey of free-ranging Amur tigers in the Russian Far East. *Journal of Wildlife Diseases* 48: 186-189.
- GOODRICH, J.M., SERYODKIN, I.V., MIQUELLE, D.G., y BERIZNUK, S.I. (2011) Conflicts between Amur (Siberian) tigers and humans in the Russian Far East. *Biological Conservation* 144: 584 –592.
- GOWTAGE-SEQUEIRA, S., BANYARD, A.C., BARRETT, T., BUCZKOWSKI, H., FUNK, S.M. y CLEVELAND, S. (2009) Epidemiology, pathology, and genetic analysis of a canine distemper epidemic in Namibia. *Journal of Wildlife Diseases* 45(4): 1008–1020.
- GREENE, G.E. y VANDEVELDE, M. (2011) Canine distemper. En: Greene, G.E., (eds.) *Infectious diseases of the dog and cat*. 4ta edición. Philadelphia, Pennsylvania, Estados Unidos de América: W.B. Saunders. 25-42.
- GRENFELL, B.T., BJORNSTAD, O.N. y KAPPEY, J. (2001) Traveling waves and spatial hierarchies in measles epidemics. *Nature* 414:716-723.
- GRENFELL, B.T. y BOLKER, B.M. (1998) Cities and villages: infection hierarchies in a measles metapopulation. *Ecology Letters* 1: 63–70.
- GRENFELL, B.T. y DOBSON, A.P. (eds.) (1995) *Ecology of infectious diseases in natural populations*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 536.
- GRENFELL, B. y HARWOOD, J. (1997) (Meta)population dynamics of infectious diseases. *Trends in Ecology y Evolution* 12: 395-399.
- GUERRERO, S.S. (2011) *Riesgo zoonótico y antropozoonótico en carnívoros silvestres pequeños y medianos en Calakmul, Campeche*. Tesis de Maestría. Campeche, Campeche, México: El Colegio de la Frontera Sur.

- HAINES, D.M., MARTIN, K.M., CHELACK, B.J., SARGENT, R.A., OUTERBRIDGE, C.A. y CLARK, E.G. (1999) Immunohistochemical detection of canine distemper virus in haired skin, nasal mucosa, and footpad epithelium: a method for antemortem diagnosis of infection. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 11: 396-399.
- HAMPSON, K., DUSHOFF, J., CLEVELAND, S., HAYDON, D.T., KAARE, M., PACKER, C. y DOBSON, A. (2009) Transmission dynamics and prospects for the elimination of canine rabies. *PLoS Biology* 7(3):e53.
- HANSKI, I. (1998) Metapopulation dynamics. *Nature* 396:41-49.
- HANSKI, I.A. y GILPIN, M.E. (1997) *Metapopulation biology: ecology, genetics, and evolution*. San Diego, California, Estados Unidos de América: Academic Press. 512.
- HARDER, T.C. y OSTERHAUS, A.D. (1997) Canine distemper virus - a morbillivirus in search of new hosts? *Trends in Microbiology* 5: 120-124.
- HARRISON, S. (1991) Local extinction in a metapopulation context: an empirical evaluation. *Biological Journal of the Linnean Society* 42:3-16.
- HAYDON, D.T., LAURENSEN, M.K. y SILLERO ZUBIRI, C. (2002) Integrating epidemiology into population viability analysis: Managing the risk posed by rabies and canine distemper to the Ethiopian wolf. *Conservation Biology* 16: 1372-1385.
- HOFF, G. L. y BIGLER, W.J. (1974) Epizootic of canine distemper virus infection among urban raccoons and gray foxes. *Journal of Wildlife Diseases* 10: 423-428.
- HÖTTE, M. (2003) *Amur leopard and tiger conservation in a social and economic context*. Zoological Society of London / Tigris Foundation - Amur Leopard and Tiger Alliance (ALTA) Disponible digital en: http://www.tigrisfoundation.nl/cms/publish/content/downloaddocument.asp?document_id=5 [Accesado: Junio 20, 2012].
- HUGHES, J. y MACDONALD, D.W. (2013) A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. *Biological Conservation* 2157: 341-351.
- ICAM (2007) Coalición Internacional para el Manejo de Animales de Compañía (International Companion Animal Management Coalition). *Guía para el manejo humanitario de poblaciones caninas*. Disponible digital en: <http://icam-coalition.org> [Accesado 23 Octubre, 2012].

- INE (Instituto Nacional de Ecología) (1999) *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul*. México, D.F: Unidad de Participación Social, Enlace y Comunicación, INE.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). *Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad* (ITER) <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/> [Accesado Junio 19, 2011].
- INSKIP, C. y ZIMMERMANN, A. (2009) Human-felid conflict: a review of patterns and priorities worldwide. *Oryx* 43(1):18-34.
- IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species) La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Version 2013.2. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> [Accesado 30 de Oct. 2011].
- JACKMAN, J. y ROWAN, A. (2007) Free-roaming dogs in developing countries: the public health and animal welfare benefits of capture, neuter, and return programs. En: Salem, D. y Rowan, A. (eds.) *State of the animals*. Washington DC, Estados Unidos de América: Humane Society Press. 55-78.
- JORGE, R.S.P. (2008) *Caracterização do estado sanitário dos carnívoros selvagens da RPPN SESC Pantanal e de animais domésticos da região*. Tesis de doctorado. Brasil: Universidade de São Paulo.
- KAMEO, Y., NAGAO, Y., NISHIO, Y., SHIMODA, Y., NAKANO, H., SUZUKI, K., UNE, Y., SATO, H., SHIMOJIMA, M. y MAEDA, K. (2012) Epizootic canine distemper virus infection among wild mammals. *Veterinary Microbiology* 154: 222-229.
- KAPIL, S., ALLISON, R.W., JOHNSTON III, L., MURRAY, B.L., HOLLAND, S., MEINKOTH, J., JOHNSON, B. (2008) Canine distemper virus strains circulating among North American dogs. *Clinical and Vaccine Immunology* 15(4): 707–712.
- KAPIL, S. y YEARY, T.J. (2011) Canine distemper spillover in domestic dogs from urban wildlife. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 41: 1069-1086.
- KEELING, M.J. (1997) Modeling the persistence of measles. *Trends in Microbiology* 5: 513-518.
- KEELING, M.J., BJØRNSTAD, O.N. y GRENFELL. B.T. (2004) Metapopulation dynamics of infectious diseases. En: Hanski, I.A. y Gaggiotti, O.E. (eds.) *Ecology, genetics*

and evolution of metapopulations. Burlington, Massachussets, Estados Unidos de América: Elsevier. 415-446.

-KEELING, M.J. y GRENFELL, B.T. (1997) Disease extinction and community size: Modeling the persistence of measles. *Science* 275:65-67.

-KHAN, M.M. (2009) Can domestic dogs save humans from tigers *Panthera tigris*? *Oryx* 43: 44–47.

-KISSUI, B.M. y PACKER, C. (2004) Top-down regulation of a top predator: lions in the Ngorongoro Crater. *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences* 271: 1867–1874.

-KITALA P., MCDERMOTT, J., KYULE, M., GATHUMA, J., PERRY, B. y WANDELER, A. (2001). Dog ecology and demographic information to support the planning of rabies control in Machakos District: Kenya. *Acta Tropica* 78(3): 217–30.

-KONGKAEW, W., COLEMAN, P., PFEIFFER, D., ANTARASENA, C. y THIPTARA, A. (2004) Vaccination coverage and epidemiological parameters of the owned-dog population in Thungsong District, Thailand. *Preventive Veterinary Medicine* 65: 105–115.

-LARSON, L.J. y SCHULTZ, R.D. (2006) Effect of vaccination with recombinant canine distemper virus vaccine immediately before exposure under shelter-like conditions. *Veterinary Therapeutics: research in applied veterinary medicine* 7(2): 113– 8.

-LAURENSEN, K., SILLERO-ZUBIRI, C., THOMPSON, H., SHIFERAW, F., THIRGOOD, S. y MALCOLM, J. (1998) Disease as a threat to endangered species: Ethiopian wolves, domestic dogs, and canine pathogens. *Animal Conservation* 1: 273–280.

-LAURANCE, W.F., VASCONCELOS, H.L. y LOVEJOY, T.E. (2000) Forest loss and fragmentation in the Amazon: implications for wildlife conservation. *Oryx* 34: 39-45.

-LECHNER, E.S., CRAWFORD, P.C., LEVY, J.K., EDINBORO, C.H., DUBOVI, E.J. y CALIGIURI, R. (2010) Prevalence of protective antibody titers for canine distemper virus and canine parvovirus in dogs entering a Florida animal shelter. *JAVMA* 236(12): 1317-1321.

-LEDNICKY, J.A., DUBACH, J., KINSEL, M.J., MEEHAN, T.P., BOCCHETTA, M., HUNGERFORD, L.L., SARICH, N.A., WITECKI, K.E., BRAID, M.D., PEDRAK, C. y HOUDE, C.M. (2004) Genetically distant American canine distemper virus lineages have

recently caused epizootics with somewhat different characteristics in raccoons living around a large suburban zoo in the USA. *Virology Journal* 1: 2–15.

-LLOYD-SMITH, J.O., CROSS, P.C., BRIGGS, C.J., DAUGHERTY, M., GETZ, W.M., LATTO, J., SANCHEZ, M.S., SMITH, A.B. y SWEI, A. (2005) Should we expect population thresholds for wildlife disease? *Trends in Ecology y Evolution* 20:511-519.

-MACDONALD, D.W. (1980) *Rabies and wildlife: A biologist's perspective*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. 160.

-MACDONALD, D.W. y THOM, M.D. (2001) Alien carnivores: unwelcome experiments in ecological theory. En: Gittleman, J.L., Funk, S.M., Macdonald, D.W., Wayne, R.K. (eds.) *Carnivore Conservation*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 93-122.

-MACHIDA, N., KIRYU, K., OH-ISHI, K., KANDA, E., IZUMISAWA, N. y NAKAMURA, T. (1993) Pathology and epidemiology of canine distemper in raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics* 108: 383–392.

-MARTELLA, V., ELIA, G. y BUONAVOGLIA, C. (2008) Canine distemper virus. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice* 38: 787–797.

-MASSEI, G. y MILLER, L.A. (2013) Nonsurgical fertility control for managing free-roaming dog populations: A review of products and criteria for field applications. *Theriogenology* 80: 829–838

-MATTER, H.C. y DANIELS, T.J. (2000) Dog ecology and population biology. En: Macpherson, C., Meslin, F. y Wandeler, A. (eds.) *Dogs, zoonoses, and public health*. New York, Estados Unidos de América: CABI Publishing. 17-18.

-MAY, R.M. y NOVAK, M. (1994) Superinfection, metapopulation dynamics, and the evolution of diversity. *Journal of Theoretical Biology* 170: 95-114.

-MAZAR, S., LARSON, L. Y LAVI, Y. (2010) *Sensitivity-specificity-accuracy and difference between positive and negative mean results of the ImmunoComb® Canine VacciCheck Antibody Test Kit for Canine Distemper, Parvo and AdenoVirus*. BioGal, Galed Labs, Israel.

- McCALLUM, H. y DOBSON, A. (1995) Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. *Trends in Ecology y Evolution* 10: 190-194.
- McCRINDLE, C., GALLANT, J., CORNELIUS, S. y SCHOEMAN, H. (1999) Changing roles of dogs in urban African society: A South African perspective. *Anthrozoös* 12(3): 157–161.
- McFADDEN, K.W., WADE, S.E., DUBOVI, E.J. y GOMPPER, M.E. (2005) A serological and fecal parasitologic survey of the critically endangered pygmy raccoon (*Procyon pygmaeus*). *Journal of Wildlife Diseases* 41(3): 615–617.
- MELI, M.L., SIMMLER, P., CATTORI, V., MARTÍNEZ, F., VARGAS, A., PALOMARES, F., LÓPEZ-BAO, J.V., SIMÓN, M.A., LÓPEZ, G., LEÓN-VIZCAINO, L., HOFMANN-LEHMANN, R. y LUTZ, H. (2010) Importance of canine distemper virus (CDV) infection in free-ranging Iberian lynxes (*Lynx pardinus*). *Veterinary Microbiology* 146(1-2): 132-7.
- MENA, G.H. 2007. *Presencia de Leptospira spp. y moquillo canino en poblaciones de perros y carnívoros silvestres en la Isla Cozumel*. Tesis de Maestría. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- MIQUELLE, D.G., DUNISHENKO, YU. M., ZVYAGINTSEV, D.A., DARENSKY, A.A., GOLYB, A.M., DOLININ, V.V., SHVETX, V.G., ARAMILEV, V.V., FOMENKO, P.V., NIKOLAEV, I.G., PIKUNOV, D.G., SALKINA, G.P., ZAUMYSLOVA, O.YU. y KOZICHEV, R.P. (2009) A monitoring program for the Amur Tiger 12-year Report: 1998–2009. *Wildlife Conservation Society, Russia Program, Vladivostok, Rusia*.
- MIQUELLE, D., NIKOLAEV, I., GOODRICH, J., LITVINOV, B., SMIRNOV, E., SUVOROV, E. (2005) Searching for the co-existence recipe: A case study of conflicts between people and tigers in the Russian Far East. En: Woodroffe, R. y Thirgood, S. (eds.) *People and wildlife: Conflict or co-existence?* Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. 305-322.
- MUNSON, L., MARKER, L., DUBOVI, E., SPENCER, J.A., EVERMANN, J.F. y O'BRIEN, S.J. (2004) Serosurvey of viral infections in free-ranging namibian cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Wildlife Diseases* 40(1): 23–31

- MUNSON, L., TERIO, K.A., KOCK, R., MLENGEYA, T., ROELKE, M.E., DUBOVI, E., SUMMERS, B., SINCLAIR, A.R. y PACKER, C. (2008) Climate extremes promote fatal co-infections during canine distemper epidemics in african lions. *Plos One* 3: e2545.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. y KENT. J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NAVA, A.F.D., CULLEN, L., ALESSIO, S.D., SCHIAVO, N.M., DOMINGUES RAMOS, F.J., FERRAZ, L.T., CACHUBA, A.K. y FERREIRA, F. (2008) First evidence of canine distemper in brazilian free-ranging felids. *EcoHealth* 5: 513-518.
- NAVARRO, S.C.J., REMOLINA, S.J.F. y PÉREZ, R.J.J. (2007) El jaguar en Yum Balam y el norte de Quintana Roo. En: Ceballos, G., Chávez, C. List, R. y Zarza, H. (eds.) *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. México: CONABIO-Alianza WWF/Telcel- Universidad Nacional Autónoma de México. 123-130.
- NELSON, B., HEBBLEWHITE, M., EZENWA, V., SHURY, T., MERRILL, E.H., PAQUET, P.C., SCHMIEGELOW, F., SEIP, D. SKINNER, G. y WEBB, N. (2012) Prevalence of antibodies to canine parvovirus and distemper virus in wolves in the Canadian Rocky Mountains. *Journal of Wildlife Diseases* 48: 68.
- NOVAK, A.J., MAIN, M.B., SUNQUIST, M.E. y LABISKY, R.F. (2005) Foraging ecology of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in hunted and non-hunted sites within the Maya Biosphere Reserve, Guatemala. *Journal of Zoology* 267: 167-178
- ONI, O., WAJJWALKU, W., BOODDE, O. y CHUMSING, W. (2006) Canine distemper virus antibodies in the Asian elephant (*Elaphas maximus*) *Veterinary Record* 159:420- 421.
- ORIGGI, F., SATTLER, U., PILO, P. y WALDVOGEL, A. (2013) Fatal combined infection with canine distemper virus and orthopoxvirus in a group of asian marmots (*Marmota caudata*). *Veterinary Pathology* 50(5): 914-20.
- ORIHUELA, T.A. y SOLANO, V.J. (1995) Demographics of the owned dog population in Miacatlan, Morelos, Mexico. *Anthrozoös* 8(3): 171-175.
- ORTEGA-PACHECO, A., RODRIGUEZ-BUENFIL, BOLIO-GONZALEZ, M.N., SAURI-ARCEO, C.H., JIMÉNEZ-COELLO, M. y FORSBERG, C.L. (2007) A survey of dog populations in urban and rural areas of Yucatan, Mexico. *Anthrozoös* 20(3): 261-274.

- OSOFSKY, S.A., CLEAVELAND, S., KARESH, W.B., KOCK, M.D., NYHUS, P.J., STARR, L. y YANG, A. (eds.) (2005) *Conservation and development interventions at the wildlife/livestock interface: Implications for wildlife, livestock and human health*. Gland and Cambridge: IUCN Publications Services Unit.
- OYEDELE, O.I., OLUWAYELU, D.O., CADMUS, S.I.B., ODEMUYIWA, S.O. y ADU, F.D. (2004) Protective levels of canine distemper virus antibody in an urban dog population using plaque reduction neutralization test. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 71: 227–230.
- PANZERA, Y., CALDERÓN, M. G., SARUTE, N., GUASCO, S., CARDEILLAC, A., BONILLA, B., HERNÁNDEZ, M., FRANCIA, L., BEDÓ, G. y LA TORRE, J. (2012) Evidence of two co-circulating genetic lineages of canine distemper virus in South America. *Virus Research* 163: 401-404.
- PRAGER, K.C., MAZET, J.A., DUBOVI, E.J., FRANK, L.G., MUNSON, L., WAGNER, A.P. y WOODROFFE, R. (2012) Rabies virus and canine distemper virus in wild and domestic carnivores in northern Kenya: Are domestic dogs the reservoir? *EcoHealth* 9:1-16.
- ProMED (2013) Número de archivo 20140114.2172144 y 20130615.1774170
Disponible en: <http://promedmail.org> [Accesado 24 Enero 2014].
- QUIGLEY, K.S., EVERMANN, J.F., LEATHERS, C.W., ARMSTRONG, D.L., GOODRICH, J., DUNCAN, N.M. y MIQUELLE, D.G. (2010) Morbillivirus infection in a wild Siberian tiger in the Russian Far East. *Journal of Wildlife Diseases* 46: 1252–1256.
- RAMÍREZ, C.C. (2012) *Presencia de anticuerpos rábicos en mamíferos silvestres de la Reserva del Pedregal de San Ángel, Ciudad de México*. Trabajo de Investigación de Maestría en Medicina Veterinaria y Zootecnia de Fauna Silvestre. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- REECE, J.F., CHAWLA, S.K., HIBY, E.F. y HIBY, L.R. (2008) Fecundity and longevity of roaming dogs in Jaipur, India. *BMC Veterinary Research* 4: 1-7.
- RENDÓN, F.E. (2009) Evaluación del efecto de la relación presa-depredador sobre la prevalencia de microparásitos a través de modelos matemáticos: *Toxoplasma gondii* y *Leptospira* en ocelotes (*Leopardus pardalis*) como caso de estudio. Tesis de Maestría. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

- RHODES, C.J., ATKINSON, R.P.D., ANDERSON, R.M. y MACDONALD, D.W. (1998) Rabies in Zimbabwe: reservoir dogs and the implications for disease control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 353: 999-1010.
- RIGG, R. (2001) Livestock guarding dogs: their current use worldwide. *IUCN/ SSC Canid Specialist Group Occasional Paper* No 1. Disponible digital en: <http://www.canids.org/occasionalpapers/livestockguardingdog.pdf> [Accesado: Junio 2, 2012].
- RIKULA, U., NUOTIO, L., SIHVONEN, L. (2007) Vaccine coverage, herd immunity and occurrence of canine distemper from 1990-1996 in Finland. *Vaccine* 25(47): 7994-8.
- RILEY, S.P.D., FOLEY, J. y CHOMEL, B. (2004) Exposure to feline and canine pathogens in bobcats and gray foxes in urban and rural zones of a national park in California. *Journal of Wildlife Diseases* 40(1): 11-22.
- ROELKE-PARKER, M.E., MUNSON, L., PACKE, C., KOCK, R., CLEAVELAND, S., CARPENTER, M., O'BRIEN, S.J., POSPISCHIL, A., HOFFMANN-LEHMANN, R., LUTZ, H., MWAMENGELE, G.L.M., MGASA, M.N., MACHANGE, G.A., SUMMERS, B.A. y APPEL, M.J.G. (1996) A canine distemper virus epidemic in Serengeti lions (*Panthera leo*). *Nature* 379: 441-445.
- RUIZ-IZAGUIRRE, E., van WOERSEM, A., EILERS, K.H.A.M., van WIEREN, S.E., BOSCH, G., van der ZIJPP, A.J. y de BOER, I.J.M. (2014) Roaming characteristics and feeding practices of village dogs scavenging sea-turtle nests. *Animal Conservation*. doi: 10.1111/acv.12143
- SAKAI, K., NAGATA, N., AMI, Y., SEKI, F., SUZAKI, Y., IWATA-YOSHIKAWA, N., SUZUKI, T., FUKUSHI, S., MIZUTANI, T. y YOSHIKAWA, T. (2013) Lethal canine distemper virus outbreak in Cynomolgus Monkeys in Japan in 2008. *Journal of Virology* 87: 1105-1114.
- SANDELL, M. (1989) The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. En: Gittleman, J.L. (ed.) *Carnivore behavior, ecology, and evolution*. Ithaca, New York, Estados Unidos de América : Cornell University Press. 164-182.
- SANDERSON E., CHETKIEWICS, C., MEDELLÍN, R., RABINOWITZ, A., REDFORD, K., ROBINSON, J., SANDERSON, E. y TABER, A. (2002a) Un análisis

geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. En: Medellín, R.A., Equihua, C., Chetkiewics, C., Rabinowitz, A., Crawshaw, P., Redford, K., Robinson, J.G., Sanderson, E. y Taber, A. (eds.) *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society.

-SANDERSON E., CHETKIEWICS, C., MEDELLÍN, R., ROBINOWITZ, A., REDFORD, K., ROBINSON, J., SANDERSON, E. y TABER, A. (2002b) Prioridades geográficas para la conservación del jaguar. En: Medellín, R.A., Equihua, C., Chetkiewics, C., Rabinowitz, A., Crawshaw, P., Redford, K., Robinson, J.G., Sanderson, E. y Taber, A. (eds.) *El Jaguar en el Nuevo Milenio: Una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. 601-621.

-SANTOS-FITA, D., NARANJO, E.J. y RANGEL-SALAZAR, J.L. (2012) Wildlife uses and hunting patterns in rural communities of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8: 38.

-SCOGNAMILLO, D.G., MAXIT, I.E., SUNQUIST, M.E. y POLISAR, J. (2003) Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. *Journal of the Zoological Society of London* 259: 269-279.

-SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) Unidad de microrregiones. Catálogo de localidades.

	Ejido	Caoba:
		http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=claveycampo=locyent=23ymun=004 .
	Ejido	20 de Noviembre:
		http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=040100262 .
Narciso		Ejido Mendoza:
		http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=040100152 [Accesado
		Enero 2, 2011].

- SEDUE. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) (1987) Acuerdo por el que se declara veda indefinida del aprovechamiento del Jaguar (*Panthera onca*) en todo el territorio nacional. Diario Oficial de la Federación, 23 de abril.
- SEIMON, T.A., MIQUELLE, D.G., CHANG, T.Y., NEWTON, A.L., KOROTKOVA, I., IVANCHUK, G., LYUBCHENKO, E., TUPIKOV, A., SLABE, E. y MCALOOSE, D. (2013) Canine distemper virus: an emerging disease in wild endangered Amur tigers (*Panthera tigris altaica*). *Molecular Biology* 4(4): e00410-13.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Listas de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002.
- SEPÚLVEDA, M. (2013) *Interactions between domestic, invasive and threatened carnivores and their implications in conservation and pathogen transmission*. Tesis de Doctorado, Minnesota, Estados Unidos de América: University of Minnesota.
- SEPÚLVEDA, M.A., SINGER, R., SILVA-RODRÍGUEZ, E., STOWHAS, P. y PELICAN, K. (2014) Domestic dogs in rural communities around protected areas: conservation problem or conflict solution? *PLoS ONE* 9(1): 1-8.
- SCHULTZ, R.D., FORD, R.B., OLSEN, J. Y SCOTT, F. (2002) Titer testing and vaccination: a new look at traditional practices. *Veterinary Medicine* 97(2): 1–13.
- SCHULTZ, R.D., THIEL, B., MUKHTAR, E., SHARP, P y LARSON, L. J.(2010) Age and long-term protective immunity in dogs and cats. *Journal of Comparative Pathology* 142: S102eS108.
- SHEN, D. y GORHAM, J. (1980) Survival of pathogenic distemper virus at 5°C and 25°C. *Veterinary Medicine Small Animal Clinician* 75: 69-70.
- SILVA-RODRIGUEZ, E.A. y SIEVING, K.E. (2011) Influence of care of domestic carnivores on their predation on vertebrates. *Conservation Biology* 25: 808–815.
- SIMON-MARTÍNEZ, J., ULLOA-ARVIZU, R., SORIANO, V.E. y FAJARDO R. (2008) Identification of a genetic variant of canine distemper virus from clinical cases in two vaccinated dogs in Mexico. *Veterinary Journal* 175(3): 423–6.
- SKYES, J.E. (2013) Canine distemper virus. En: Skyes, J.E. (ed.) *Canine and feline*

infectious diseases. 1st edition. Saint Louis, Missouri, Estados Unidos de América: Saunders Elsevier. 152-165.

-SOISALO, M.K. y CAVALCANTI, S.M.C. (2006) Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* 129: 487-496.

-SUMMERS, B.A. y APPEL, M.J. (1994) Aspects of canine distemper virus and measles virus encephalomyelitis. *Neuropathology and Applied Neurobiology* 20(6): 525-34.

-SUN, Z., LI, A., YE, H., SHI, Y., HU, Z. y ZENG, L. (2010) Natural infection with canine distemper virus in hand-feeding Rhesus monkeys in China. *Veterinary Microbiology* 141: 374-378.

-SUNQUIST, M. y SUNQUIST, F. (2002) *Wild Cats of the World*. Chicago, Estados Unidos de América.:The University of Chicago Press. 443.

-SUZÁN, A.G. y CEBALLOS, G. (2005) The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico City limits. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 36(3): 479-484.

-SWINTON, J., WOOLHOUSE, M.E.J., BEGON, M.E., DOBSON, A.P., FERROGLIO, E., GRENFELL, B.T., GUBERTI, V., HAILS, R. S., HEESTERBEEK, J. A. P., LAVAZZA, A., ROBERTS, M.G., WHITE, P. J. y WILSON, K. (2002) Microparasite transmission and persistence. En: Hudson, R. J., Rizzoli, A.P., Grenfell, B. T., Heesterbeek, H. y Dobson, A.P. (eds.) *The ecology of wildlife diseases*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press. 83-101.

-TERIO, K.A. y CRAFT, M.E. (2013) Canine distemper virus (CDV) in another big cat: Should CDV be renamed carnivore distemper virus? *Molecular Biology* 4(5): 1-3.

-THALWITZER, S., WACHTER, B., ROBERT, N., WIBBELT, G., MÜLLER, T., LONZER, J., MELI, M.L., BAY, G., HOFER, H. y LUTZ, H. (2010) Seroprevalences to viral pathogens in free-ranging and captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*) on Namibian Farmland. *Clinical and Vaccine Immunology* 17(2): 232-8.

-THORNE, E.T. y WILLIAMS, E.S. (1988) Disease and endangered species: the black-footed ferret as a recent example. *Conservation Biology* 2(1): 66-74.

- THRUSFIELD, M., ORTEGA, C., DE BLAS, I., NOORDHUIZEN, J.P. y FRANKENA, K. (2001) WIN EPISCOPE 2.0: improved epidemiological software for veterinary medicine. *Veterinary Record* 148: 567–572.
- THRUSFIELD, M. (2005) *Veterinary Epidemiology*, 3rd edition. Oxford, Reino Unido: Blackwell Scientific Publications Ltd. 610.
- TIMM, S.F., MUNSON, L., SUMMERS, B.A., TERIO, K.A., DUBOVI, E.J., RUPPRECHT, C.E., KAPIL, S. y GARCELON, D.K. (2009). A suspected canine distemper epidemic as the cause of a catastrophic decline in Santa Catalina Island foxes (*Urocyon littoralis catalinae*). *Journal of Wildlife Diseases* 45(2): 333–43.
- TORRES, P.C. y PRADO, P.I. (2010) Domestic dogs in a fragmented landscape in the Brazilian Atlantic Forest: abundance, habitat use and caring by owners. *Brazilian Journal of Biology* 70(4): 987-994.
- TREVES, A. y KARANTH, K.U. (2003) Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology* 17: 1491–1499.
- VALENZUELA, D., CEBALLOS, G. y GARCIA, A. (2000) Mange epizootic in white-nosed coatis in western Mexico. *Journal of Wildlife Diseases* 36: 56–63.
- VANAK, A.T. y GOMPPER, M.E. (2009) Dogs *Canis familiaris* as carnivores: their role and function in intraguild competition. *Mammal Review* 39: 265–283.
- VIDAL, C. (2002) *Programa de manejo forestal persistente para el aprovechamiento maderable en el ejido Caoba, Municipio Othón P. Blanco, Quintana Roo, México*. Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo, México.
- VINIEGRA, M.F. (2001) *Prevalencia de enfermedades virales en pequeños mamíferos silvestres en el noreste de México (1999-2000)* Tesis de maestría. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- VON MESSLING, V., SVITEK, N. y CATTANEO, R. (2006) Receptor (SLAM [CD150]) recognition and the V protein sustain swift lymphocyte-based invasion of mucosal tissue and lymphatic organs by a morbillivirus. *Journal of Virology* 80:6084-6092.
- WHITEMAN, W.C., MATUSHIMA, E.R., CAVALCANTI, C.U.E., CORREIA, P.M.D., LIMA, S.A.S. y CONCEICAO, M.V. (2007) Human and domestic animal populations as a

- potential threat to wild carnivore conservation in a fragmented landscape from the Eastern Brazilian Amazon. *Biological Conservation* 138: 290–296
- WILLIAMS, E.S., THORNE, E.T., APPEL, M.J. y BELITSKY, D.W. (1988) Canine distemper in black-footed ferrets (*Mustela nigripes*) from Wyoming. *Journal of Wildlife Diseases* 24: 385-398.
- WHO (World Health Organization) (1987) *Guidelines for dog rabies control*. Ginebra, Suiza.
- WHO (World Health Organization) (1989) *WHO consultation on the feasibility of global control and elimination of urban rabies*, December 11–13. Ginebra, Suiza.
- WHO (World Health Organization) (2005) *WHO Expert Consultation on Rabies*. TRS # 931. Ginebra, Suiza.
- WHO/WSPA (World Health Organization/World Society for the Protection of Animals) (1990) *Guidelines for dog population management*. WHO, Ginebra, Suiza.
- WOMA, T.Y., VAN VUUREN, M., BOSMAN, A.M., QUAN, M. y OOSTHUIZEN, M. (2010) Phylogenetic analysis of the haemagglutinin gene of current wild-type canine distemper viruses from South Africa: Lineage Africa. *Veterinary Microbiology* 143: 126-132.
- WOODROFFE, R. (1999) Managing disease threats to wild mammals. *Animal Conservation* 2: 185–93.
- WOODROFFE, R. y GINSBERG, J.R. (1998) Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280: 2126–2128.
- WOODROFFE, R., PRAGER, K.C., MUNSON, L., CONRAD, P.A., DUBOVI, E.J. y MAZET, J.A.K. (2012) Contact with domestic dogs increases pathogen exposure in endangered african wild dogs (*Lycaon pictus*). *PLoS ONE* 7(1): e30099.
- WOODROFFE, R., THIRGOOD, S. y RABINOWITZ, A. (2005) The future of coexistence: resolving human–wildlife conflicts in a changing world. En: Woodroffe, R., Thirgood, S. y Rabinowitz, A. (eds.) *People and Wildlife: Conflict or Coexistence?* Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- YOSHIKAWA, Y., OCHIKUBO, F., MATSUBARA, Y., TSURUOKA, H., ISHII, M., SHIROTA, K., NOMURA, Y., SUGIYAMA, M. y YAMANOUCHI, K. (1989) Natural

infection with canine distemper virus in a Japanese monkey (*Macaca fuscata*). *Veterinary Microbiology* 20: 193-205.

-YOUNG, J.K., OLSON, K.A., READING, R.P., AMGALANBAATAR, S., y BERGER, J. (2011) Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *BioScience* 61(2): 125–132.

-ZARZA, H., CHÁVEZ, C. y CEBALLOS, G. (2007) Uso de hábitat del jaguar a escala regional en un paisaje dominado por actividades humanas en el sur de la Península de Yucatán. En: Ceballos, G., Chávez, C. List, R. y Zarza, H. (eds.) *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas*. México: CONABIO-Alianza WWF/Telcel-Universidad Nacional Autónoma de México. 101-110.

-ZHAO, J.-J., YAN, X.-J., CHAI, X.-L., MARTELLA, V LUO, G.-L., ZHANG, H.-L., GAO, H., LIU, Y.-X., BAI, X. y ZHANG, L. (2010) Phylogenetic analysis of the haemagglutinin gene of canine distemper virus strains detected from breeding foxes, raccoon dogs and minks in China. *Veterinary Microbiology* 140: 34-42.

CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Análisis bivariado de riesgo relativo para CDV entre los ejidos Narciso Mendoza, Veinte de Noviembre y Caoba.

Cuadro 2. Fuerza de asociación entre el ejido y la seropositividad a CDV en perros

Comparación	Odds ratio	Intervalo de confianza 95%	Diferencia en la frecuencia de casos positivos
Nar. Men. vs. 20 de Noviembre	3.3	0.86 - 12.83	No ($p > 0.05$)
Nar. Men. vs. Caoba	11.33	3.16 - 40.59	Si ($p < 0.05$)
20 de Noviembre vs. Caoba	3.39	1.2 - 9.52	Si ($p < 0.05$)

Cuadro 2. Datos demográficos de población humana y canina en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

	Narciso Mendoza	20 de Noviembre	Caoba
No. casas entrevistadas	16	17	20
Superficie ejido	43,680 ha	52,340 ha	68,553 ha
Población humana	364	418	1,412
Población estimada perros	106	202	825
Proporción humano:perro	3.4:1	2:1	1.7:1
Promedio perros/casa	1.6	2.1	2.3
Densidad perros	0.2 perro/km ²	0.4 perro/km ²	1.2 perro/km ²

*Datos demográficos de población por ejido: INEGI, 2010.

Cuadro 3. Patrones de tenencia y cuidado de perros domésticos en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Mestizo mix: Mestizo mix con raza; Visitas vet: visitas al veterinario; Esteril.: esterilización; Desp.: desparasitación; Sobras + croq.: sobras más croquetas; Sobras + caza: sobras más restos de cacería.

SITIOS	RAZA			VISITAS VET	ESTERIL	DESP	VACUNACIÓN CDV	COMIDA		
	Mestizo	Mestizo mix	Raza					Sobras	Sobras+ croq.	Sobras +caza
Narciso Mendoza n(%)	21 (95)	1 (5)	0	0	1 (5)	0	0	20 (91)	0	2 (9)
20 de Noviembre n(%)	24 (83)	4 (14)	1 (3)	1 (3)	1 (3)	5 (17)	0	16 (64)	6 (24)	3 (12)
Caoba n(%)	26 (55)	2 (4)	19 (40)	3 (6)	0	30 (64)	3 (3)	36 (77)	11 (23)	0
TOTAL	71 (72)	7 (7)	20 (20)	4 (4)	2 (2)	35 (36)	3 (3)	72 (77)	17 (18)	5 (5)

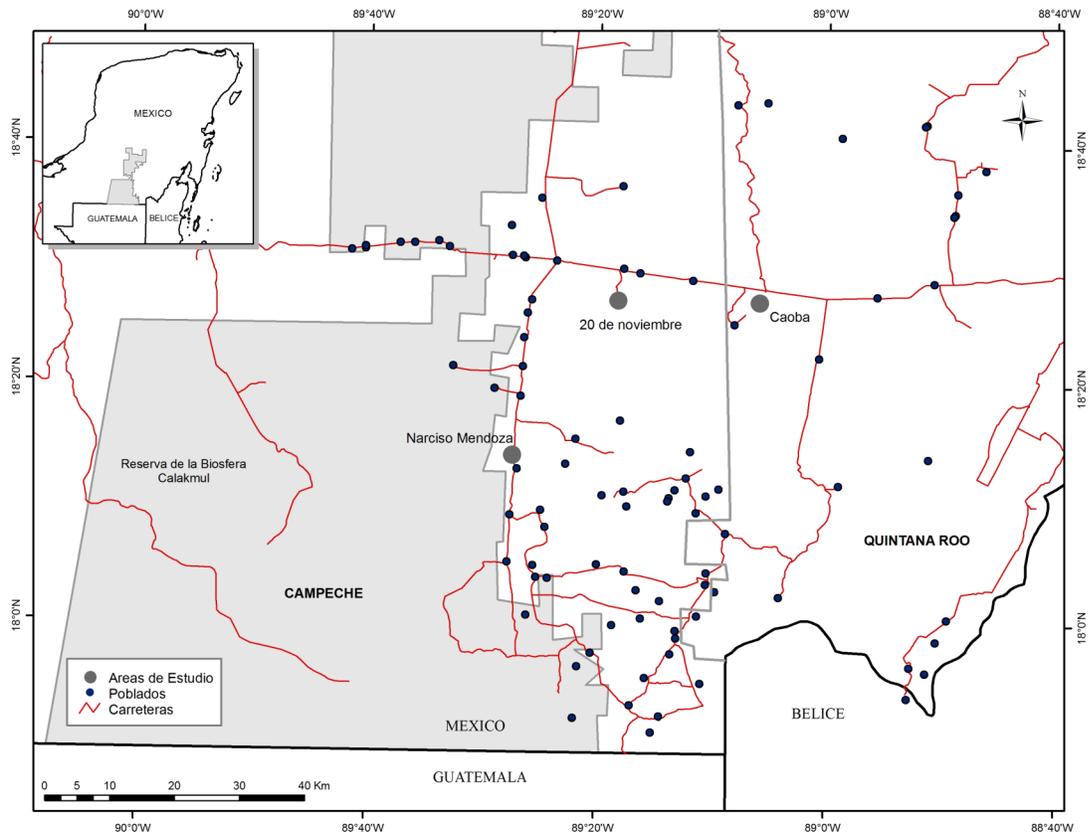


Figura 1. Mapa de ubicación Reserva de la Biosfera Calakmul y sitios de estudio en las comunidades rurales Narciso Mendoza, Veinte de Noviembre y Caoba.



A.

B.

C.

Figura 2. Configuración de los ejidos A. Narciso Mendoza, B. 20 de Noviembre y C. Caoba. *Fuente: SEDESOL:Unidad de microrregiones. Catálogo de localidades.

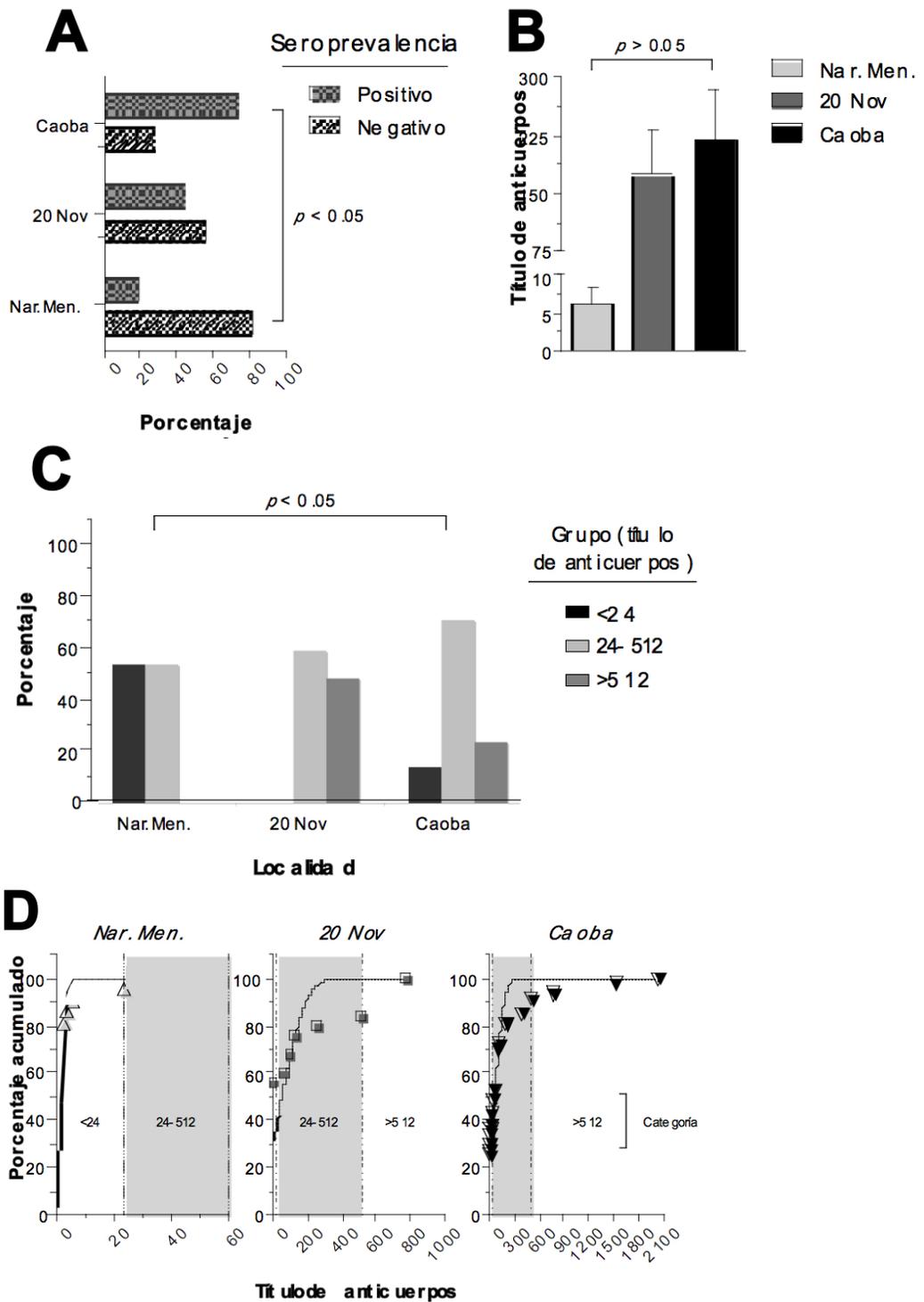


Figura 3 A, B, C, D. Prevalencia del virus del distemper canino en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

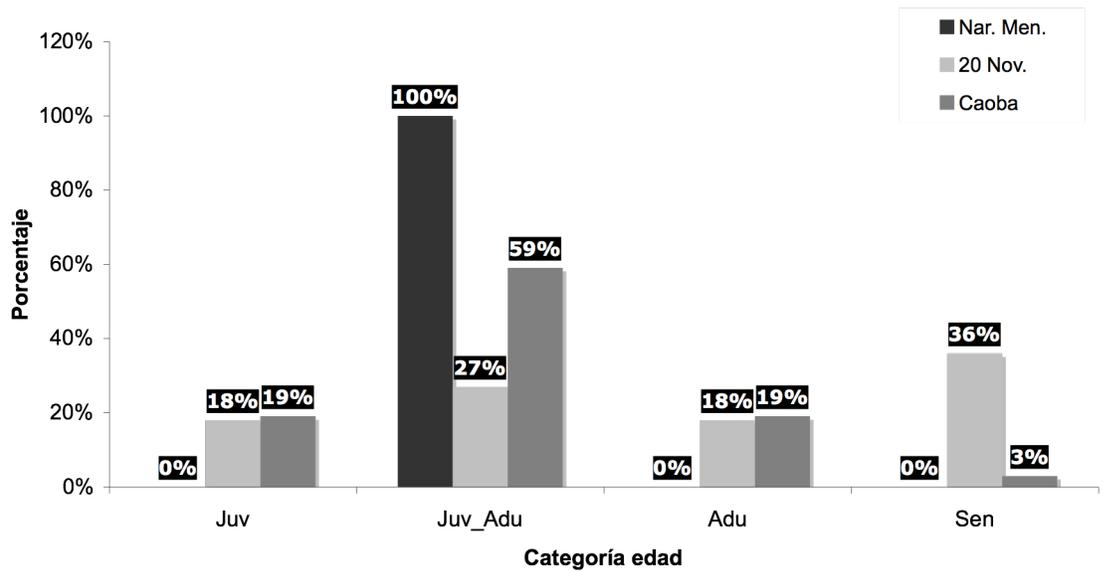


Figura 4. Distribución de anticuerpos positivos contra CDV por categoría de edades en perros de 3 ejidos en los alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

♣-Juv: Juvenil; Juv_Adu: Juvenil-Adulto; Adu: Adulto; Sen: Senil.

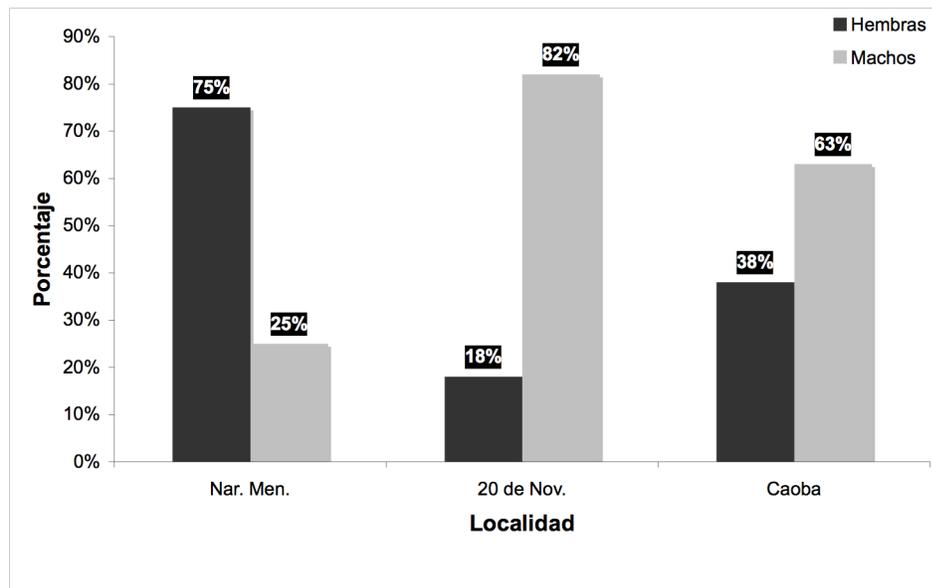


Figura 5. Distribución de perros positivos a CDV por sexo de 3 ejidos en los alrededores de la Reserva de la Biosfera Calakmul.

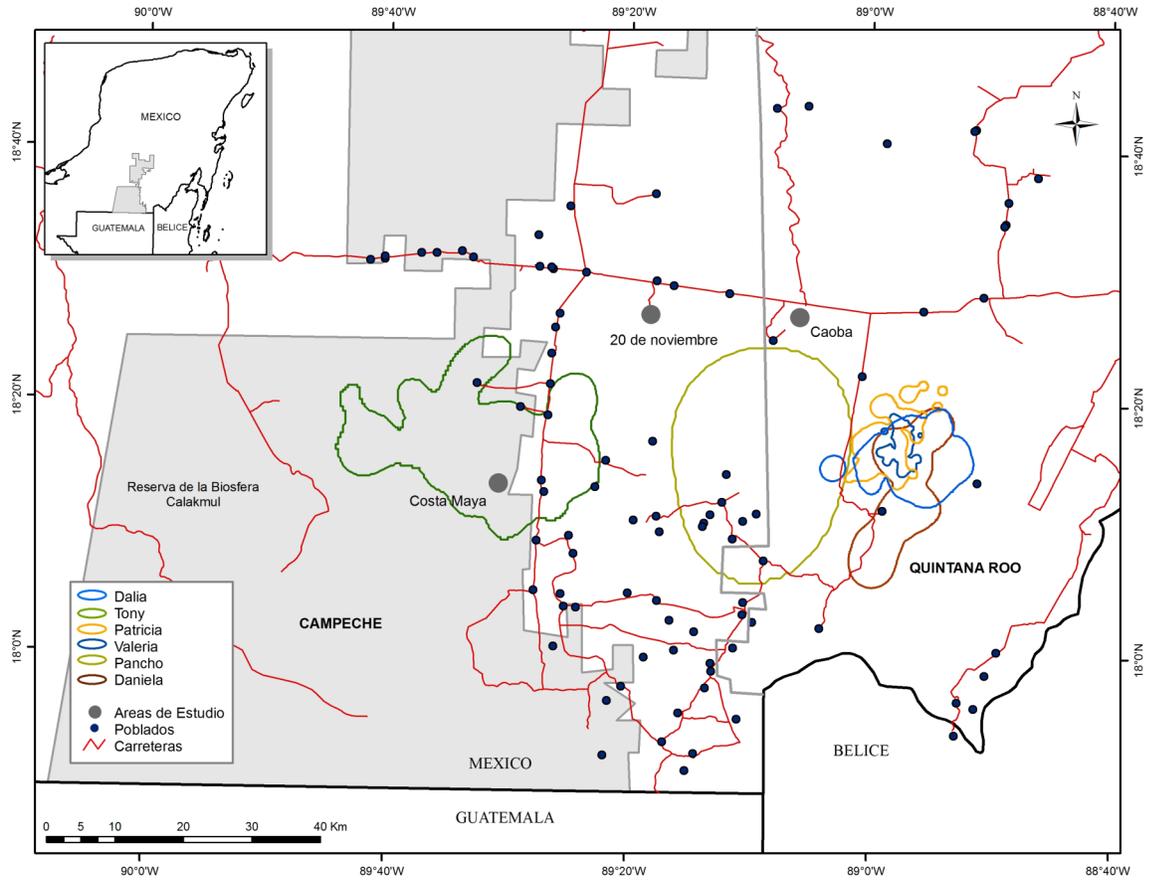


Figura 6. Mapa de áreas de actividad en base al seguimiento satelital de jaguares machos y hembras capturados entre 2003-2009. Costa Maya: Narciso Mendoza.

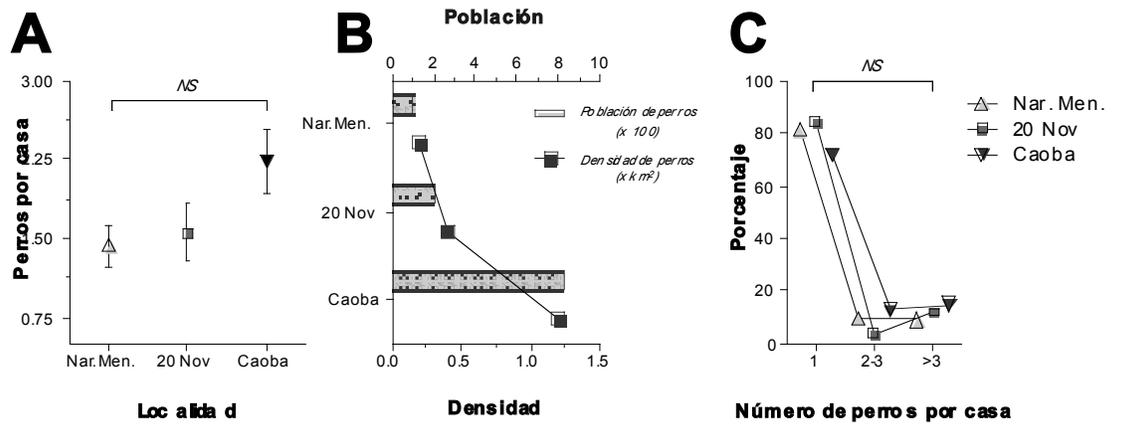


Figura 7. Numero promedio de perros y estimación de la población y densidad canina en los municipios Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

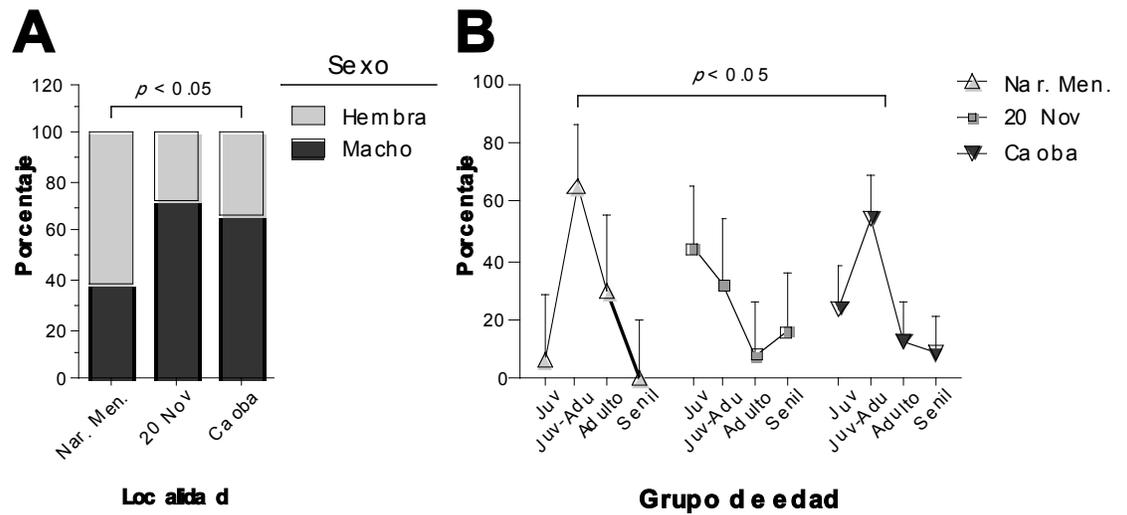


Figura 8. Distribución del sexo y categorías de edad en perros pertenecientes a los ejidos Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

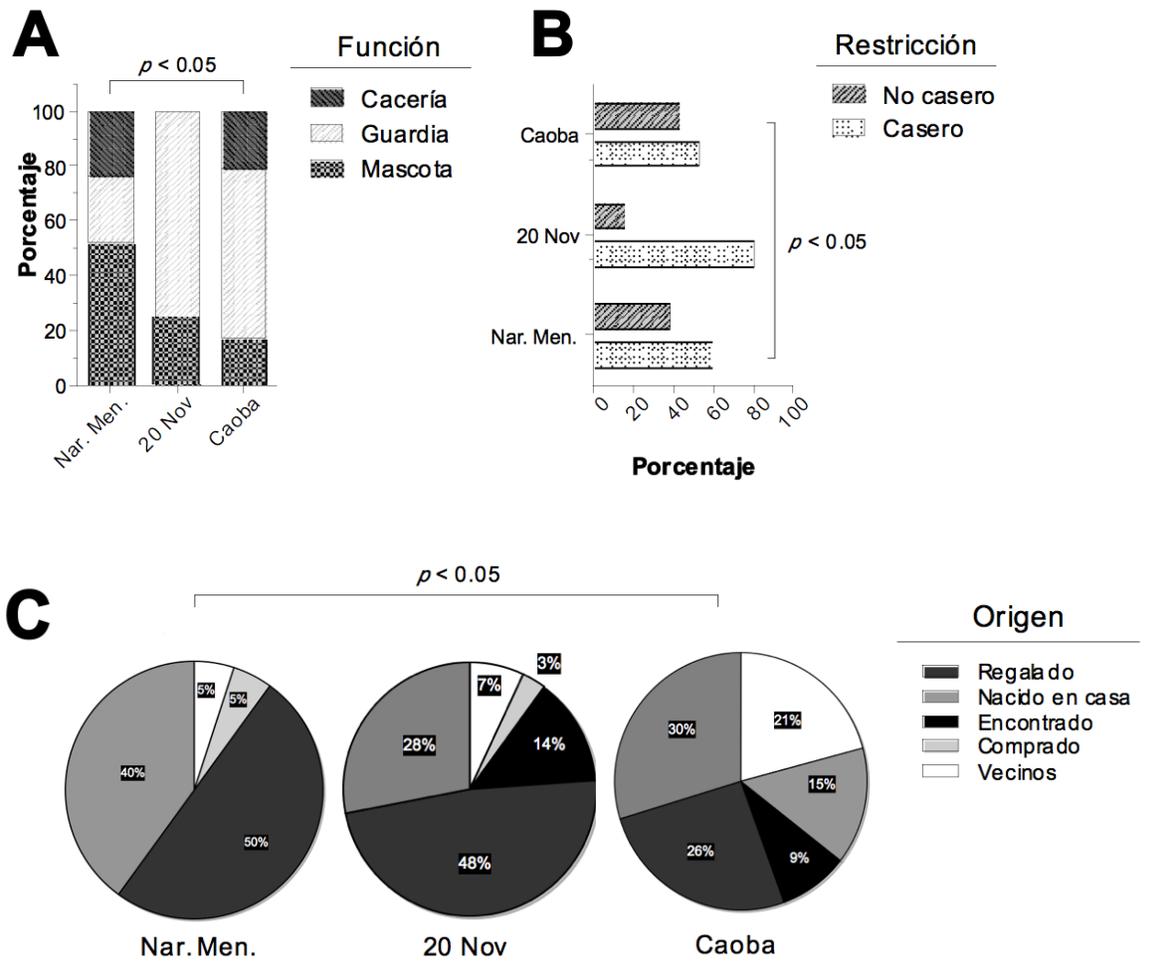


Figura 9. Características de función, restricción y origen de los perros en los ejidos Narciso Mendoza, 20 de Noviembre y Caoba.

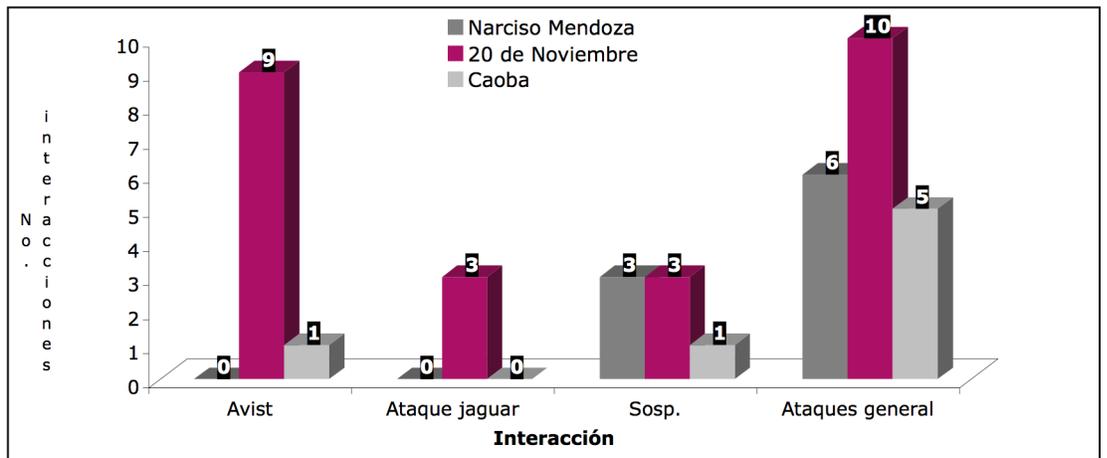


Figura 10. Avistamientos/ataques de jaguar-puma reportados en 3 comunidades rurales alrededor de la Reserva de la Biosfera Calakmul.
 *Avist: Avistamiento; Sosp.: Sospecha de ataque felino.

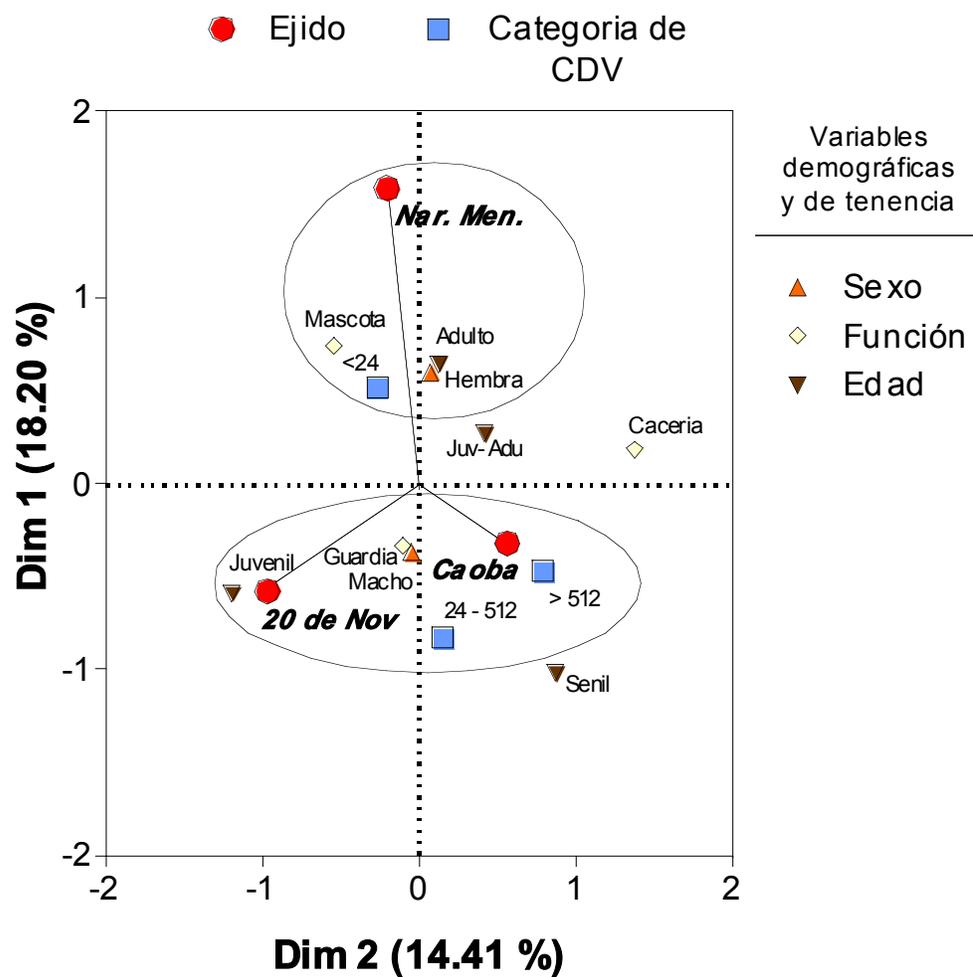


Figura 11. Análisis de correspondencias múltiple para determinar la asociación entre los títulos de anticuerpos contra CDV y variables demográficas y de tenencia de los perros.

APÉNDICE I. Guía de entrevista.

CUESTIONARIO

Entrevistador: _____ Fecha: _____

Sitio: Caoba_____20 de Noviembre_____Narciso Mendoza_____

ID casa:

Localización GPS:

Nombre del propietario:

No. de personas en la casa:

No. de niños (<18 años):

I. PREGUNTAS SOBRE EL (LOS) PERRO(S):

1. ¿Cuántos perros tiene?
2. Información del(los) perro(s):

Nombre	Sexo (M/F)	Edad	Raza	Origen ^a	Función ^b	Roaming ^c	Esterilizado (Y/N)

3. Continuación de pregunta de función: Si se utilizan para cazar especificar a donde lo lleva a cazar y que tanto se aleja del ejido.
4. ¿Qué alimento le da a su(s) perro(s)? (Especificar: tipo de comida y frecuencia)
5. ¿Desparasita a su(s) perro(s)? Si/no, ¿con qué y frecuencia?
6. ¿Ha llevado a su(s) perro(s) al veterinario? Si/no. (En caso de respuesta afirmativa, contestar la siguiente pregunta)
7. ¿Qué tan seguido ha llevado a su perro al veterinario en los últimos 12 meses?

^a AV: adquirido de vecinos, C: comprado, E: encontrado , NC: nacido en casa

^b G: guardia, P: pastoreo, M: mascota, CZ: cacería

^c CA: casero, NC: no casero (esta fuera de casa o en la calle la mayoría del tiempo)

8. Estatus de vacunación de su(s) perro(s):

Nombre del perro	¿Vacunado? (S/N)	Vacuna ^e	Fecha de vacunación (mes/año)

^e R: rabia, CDV: moquillo, CPV: Parvovirus, Q: Quintuple, S: Sextuple, L: leptospira

9. En caso de hembras, llenar la siguiente tabla (Fertilidad):

Nombre	No. de camadas	Camada en último 12 meses (S/N)	Mes de nacimiento	Tamaño de camada	Cachorros de últimos 12 meses			
					Cachorros regalados	¿Cuántos murieron?	Causas de muerte	¿Cuántos quedan?

10. ¿Cuántos perros adultos han muerto en los últimos 12 meses _____?

11. Completar la siguiente tabla por cada perro que murió:

Nombre	Edad	Sexo	Fecha	Causas			
				Muerto por humano (describa)	Vejez	Enfermedad	Otro (describir)

12. En cuanto a los animales que murieron por enfermedad: que signos clínicos mostraron los perros? (A: agudo, C: crónico y N: ninguno).

Signos clínicos	Nombre del perro			
Tos				
Estornudos				
Descarga nasal				
Ceguera				
Catarata				
Lagrimeo				
Anorexia				
Emaciación				
Salivación				
Vómitos				
Diarrea (c/ y sin sangre)				
Vocalizaciones				
Cambio de conducta				
Ataxia				
Convulsiones				
Movimientos musculares				
Parálisis				
Coma				
Otros				
Muerte súbita				

II. PREGUNTAS SOBRE ANIMALES SILVESTRES Y GANADO

13. ¿Qué especies de animales silvestres ha visto en el ejido?

14. ¿Ha visto a alguno de estos animales cerca de su casa o de sus animales? (ganado o animales domésticos) anotar que especie. Si/No.

15. ¿Qué otros animales domésticos tiene y cuántos? (cerdos, gallinas, cabras, borregos, vacas, conejos)

16. Sus animales domésticos ha sido atacados por animales silvestres? (Ataques de pumas/jaguares) Si/No

17. Por favor indique que especies y el número de animales que ha perdido por estos ataques en el último año y que especie de animal silvestre cree que lo atacó.

18. ¿Ha visto a sus perros en contacto con animales silvestres? Si/no y que especies?
19. ¿En que circunstancias ocurrió el contacto? (Describa)
20. ¿Ha visto a algún animal silvestre con signos de enfermedad? Si/No.
21. Si contesto que si, describa lugar, fecha aproximada (temporada o estación), especie, detalles del animal y signos.

APÉNDICE II. Relación de muestras de jaguares y pumas.

ESPECIE	AÑO COLECTA	ID	SEXO	SITIO DE COLECTA
Puma (<i>Puma concolor</i>)	2009	ID William	M	20 de Noviembre
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2009	ID Pat	M	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2003	ID Cuau	M	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2003	ID Tona	M	Narciso Mendoza
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2003	ID Amparo	H	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2003	ID Daniela	H	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2004	ID Valeria	H	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2004	ID Tony	M	Narciso Mendoza
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2004	ID Dalia	H	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2004	ID Alex	M	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2004	ID Pancho	M	Caoba
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2009	ID Sandra	H	20 de Noviembre
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2009	ID Enoc	M	20 de Noviembre
Jaguar (<i>Panthera onca</i>)	2009	ID Macho	M	20 de Noviembre