



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A TASAS DE INFECCIÓN  
DE DISTEMPER CANINO EN PERRO DOMÉSTICO (*Canis  
familiaris*) Y CARNÍVOROS SILVESTRES EN LA RESERVA DE LA  
BIÓSFERA DE JANOS, CHIHUAHUA, MÉXICO.**

**Rocío Almuna Morales**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Medicina  
Preventiva Animal

**PROFESOR GUÍA: DR. GERARDO SUZÁN AZPIRI**  
Universidad Nacional Autónoma de México

**PROYECTO FINANCIADO POR EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DE MÉXICO (CONACYT, PROYECTO CB-179482)**

**SANTIAGO, CHILE**  
2016



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS VETERINARIAS**

**FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A TASAS DE INFECCIÓN  
DE DISTEMPER CANINO EN PERRO DOMÉSTICO (*Canis  
familiaris*) Y CARNÍVOROS SILVESTRES EN LA RESERVA DE LA  
BIÓSFERA DE JANOS, CHIHUAHUA, MÉXICO.**

**Rocío Almuna Morales**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Médico Veterinario  
Departamento de Medicina  
Preventiva Animal

Nota final:.....

Profesor guía: Dr. Gerardo Suzán Azpiri .....

Profesor corrector: Dr. Cristóbal Briceño Urzúa.....

Profesor corrector: Dr. Santiago Urcelay Vicente.....

SANTIAGO, CHILE  
2016

## **AGRADECIMIENTOS**

Desde siempre he considerado que prefiero el trabajo en grupo por sobre el trabajo individual, ya que el aporte de todas las partes le da un mayor sustento al resultado. Es así que, a pesar de que la tesis es algo personal, este trabajo ha sido realizado en base al aporte de muchos. Si esta es mi oportunidad de agradecer, la tomaré para agradecer a todos y a todas quienes me han acompañado en mi proceso universitario de formación tanto académico, como personal, político y social.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, mi mamá, mi papá y mis hermanos, quienes siempre han creído en mí. Me han dado las herramientas y la seguridad para buscar y, afortunadamente hasta el momento, encontrar lo que quiero. Me siento muy afortunada de tenerlos a mi lado y de que hayamos superado cada conflicto que se nos ha presentado, aceptándonos en todo aspecto e incluso amando nuestras diferencias.

Quiero agradecer la oportunidad que tuve de viajar a México y poder realizar la investigación de mi tesis allá. Conocí personas que tengo la certeza de que guardaré su amistad para toda la vida. Agradecer a Gerardo, por recibirme como su alumna cuando ya tenía tanto tesista bajo su tutoría. Por su apoyo, sus enseñanzas y, sobre todo, su enorme e incansable simpatía. Al Grupo de Ecología de Enfermedades, por toda la entretención, lindas amistades y maravillosa compañía de muchos de sus integrantes. El intercambio de ideas, los seminarios, esas cervezas y mezcales hicieron de mi estadía una experiencia enriquecedora más allá del sólo sentido académico. Asimismo, no puedo dejar de agradecer especialmente a mi buen amigo y padre de mentira Andrés Mauricio, que me ayudó en mis momentos de mayor desorientación (incluso cuando perdía las trampas), me acogió en su hogar con Liber cuando quedé sin casa en mis últimos días en el D.F. y me otorgó su amistad siempre. Se agradece la excelente compañía y las constantes risas con humor rápido y no tan inocente. Me alegra mucho el hecho de que hasta el día de hoy sigamos en constante comunicación y reconozco que todo ese bullying junto a Julio, mi otro buen amigo, fue excelente forma de comenzar a cultivar esta buena amistad.

A todos y todas mis compañeras del Laboratorio de Virología de la FMVZ, quiero agradecerles los buenos ratos pasados mientras realizábamos aquellos áridos procedimientos

de laboratorio, por apoyarnos mutuamente cuando cometíamos constantemente errores tontos que entorpecían nuestros avances. Todas esas horas ahí dentro fueron propiciando buenas y memorables conversaciones. A la Dra. Rosa Elena por su enorme apoyo, paciencia y buena disposición y también a Tere y a Susy, también por su paciencia conmigo, que en un principio con suerte sabía tomar una pipeta, por quedarse hasta altas horas en el laboratorio sólo por ayudarme y por todos los lindos gestos de buena amistad.

A Benito, que siempre con sabios consejos me impulsó a terminar con esta etapa, y me corrigió el escrito hasta que quedó en su última versión. Gracias por la buena compañía en terreno y las innumerables enseñanzas.

Por otra parte, si hay algo que debo agradecer a la Universidad, es la oportunidad que me dio de establecer estrechísimos lazos con gente tan hermosa. De ellos aprendí que desde la pasión y la entrega surgen los proyectos colectivos o personales más sólidos; de ellos aprendí que ser feliz es importante y que el amor por uno mismo, por los que te rodean y por lo que uno hace son la base de esta felicidad.

Quisiera destacar lo importante que fue para mi trayectoria universitaria (sobre todo durante los últimos años), la energía y el vínculo femenino establecido con mis amigas más cercanas, que fue realmente fundamental para nunca caer en la locura y la depresión. Galleta, Moris, Cotetin (Nariz), Pili, Fofi y Paty fueron mis grandes pilares, modelos a seguir y fueron parte de mis más grandes alegrías durante la universidad. Gracias por el estrógeno, gracias por Rock DJ, Ricky Martin y gracias por nuestra complicidad inigualable.

Finalmente, agradecer al proyecto del Huerto Popular Observatorio al Sur y a todas esas personas que han aportado en su creación, mantenimiento y fortalecimiento. Este proyecto lleva años llenando de alegría mi alma y alimentando mi esperanza de que cambiar (o derrumbar) este sistema es posible, sobre todo con proyectos locales donde más podemos notar los cambios y avances que realizamos. Aún queda mucho por trabajar y me alegra que, con altos y bajos, nuestro querido huerto se mantenga en pie y más potente que nunca. De cierta manera, como le he comentado al Cano, este proyecto ha sido una buena forma de poner en práctica mi ideología, y espero que lo siga siendo por muchos años.

# ÍNDICES

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
Perro doméstico de vida libre como fuente de infección de carnívoros de áreas rurales.....	4
Virus Distemper Canino. ....	5
El VDC como amenaza para la conservación de carnívoros silvestres. ....	5
Reserva de la Biósfera de Janos (RBJ), un importante sitio para la conservación de mamíferos de México. ....	8
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>10</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
Área de Estudio.....	11
Diseño de muestreo.....	12
Estimación de abundancia poblacional de perros domésticos. ....	16
Procedimiento de recopilación de la información. ....	16
Capturas de carnívoros silvestres.....	17
Toma de muestras en perros y carnívoros silvestres.....	18
Procedimiento de análisis de Laboratorio.....	19
Procedimiento de análisis de datos. ....	20
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
Características demográficas y de tenencia del perro doméstico.....	22
Interacción entre perros domésticos y carnívoros silvestres.....	30
Seropositividad de VDC en perros domésticos. ....	32
Seropositividad de VDC en carnívoros silvestres.....	37
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Ubicación del área propuesta como reserva en México.....	12
2. Mapa de la Reserva de la Biósfera de Janos.....	12
3. Mapa con ubicación de sitios de capturas de carnívoros y pueblos seleccionados para el muestreo de perros.....	13
4. Vista de los cuatro pueblos de muestreo.....	15
5. Distribución de las estaciones de trampeo en el ejido de Casa de Janos.....	18
6. Ocupaciones de las personas encuestadas.....	23
7. Frecuencia relativa y absoluta de personas que afirman o no haber visto perros de vida libre desconocidos en diferentes sectores de los ejidos.....	24
8. Cantidad de perros por casa por pueblo.....	24
9. Distribución de perros en los diferentes grupos etarios en los cuatro pueblos.....	25
10. A. Porcentaje de perros que reciben atención veterinaria ante enfermedad o preventiva.	28
10. B. Porcentaje de perros que han recibido o no la vacuna contra distemper.....	28
10. C. Porcentaje de perros que han sido o no desparasitados.....	28
11. Características de función, restricción, dependencia y supervisión de los perros en los cuatro pueblos.....	29
12. Resultados estudio serológico de la presencia de anticuerpos contra VDC en perros.....	33
13. Distribución de individuos positivos por categoría de edad en los cuatro pueblos.....	34
14. Distribución de individuos positivos por sexo en los cuatro pueblos.....	35
15. Gráficos de dispersión de la seropositividad en perros asociada a la densidad y a la edad promedio de los perros en los cuatro pueblos.....	35
16. Gráficos de dispersión de la seropositividad en carnívoros capturados en las cercanías de los cuatro pueblos asociada a la seropositividad en perros y a los porcentajes de interacciones descritas entre perros y carnívoros.....	38
Anexo II. A. Recuento de especies capturadas por la localidad en RBJ durante la temporada de otoño y primavera, periodo 2013-2014.....	55
Anexo II. B. Resultados del estudio serológico para VDC de los carnívoros silvestres capturados.....	55
Anexo IV. Fotos de carnívoros silvestres capturados.....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Mapa con ubicación de sitios de captura de carnívoros y ejidos seleccionados para el muestreo de perros.....	14
2. Características de superficie, población humana y cantidad de viviendas en los cuatro pueblos.....	15
3. Datos demográficos calculados de los perros de las localidades en las que se realizaron las encuestas.....	22
4. Tablas de contingencia con frecuencias relativas y absolutas de los perros de raza y mestizos, orígenes de los perros y tipo de alimentación en cada uno de los distintos pueblos	26
5. Categoría de acercamiento de las especies de carnívoros silvestres.....	31
6. Resultados de la regresión logística múltiple en perros.....	37
7. Resultados estudio serológico de la presencia de anticuerpos neutralizantes para VDC en los carnívoros silvestre capturados en este estudio.....	37
Anexo I. Listado de carnívoros en la RBJ y su estado de conservación.....	54

## **RESUMEN**

El crecimiento y expansión de la población humana ha ocasionado un mayor contacto entre los humanos, sus animales domésticos y la fauna silvestre. La interacción física entre estas especies ha favorecido la diseminación de enfermedades infecciosas entre ellas y tienen consecuencias para la salud y la conservación. En asociación con lo anterior, la presencia del perro doméstico (*Canis familiaris*) en áreas protegidas, puede afectar la conservación de carnívoros silvestres debido, principalmente, a la transmisión de enfermedades mediante “salto taxonómico”, como del virus distemper canino (VDC), que ha sido reportado en todas las familias de carnívoros terrestres y algunos marinos. Esta enfermedad representa una amenaza para estos depredadores y los perros pueden actuar como reservorio del agente infeccioso, manteniendo el virus en sus poblaciones y diseminándolo hacia otros hospederos. El objetivo presente estudio es determinar los factores de riesgo asociados a la presencia de VDC en perros y carnívoros silvestres de la Reserva de la Biósfera de Janos. Se realizó el diagnóstico de VDC mediante serología y se corroboró que el agente se encuentra circulando tanto en poblaciones de perros como de carnívoros silvestres. Los resultados muestran que existe una interacción física entre especies domésticas y silvestres, sin embargo, no sugieren la existencia de un riesgo de infección interespecífico entre los individuos seropositivos.

**Palabras clave:** Perro doméstico, carnívoros silvestres, VDC, seropositividad, salto taxonómico, Janos.

## **ABSTRACT**

Human population growth and expansion have caused a habitat overlap between humans, their domestic animals and wildlife population. Physical interactions between these species has enabled the spread of infectious diseases and has had implications for public health and conservation. In addition, the presence of domestic dogs (*Canis familiaris*) in protected areas may impact wild carnivore's conservation due to, mainly, disease transmission caused by spillover infection. A good example of this is canine distemper virus (CDV), that has been reported in every family of terrestrial and some marine carnivores. The disease poses a threat for these predators and dogs are the principal reservoir of the infectious agent, keeping the virus among their population and spreading it towards other hosts. The objective of the present study is to determine the risk factors related to the presence of CDV in dogs and wild carnivores of the Janos Biosphere Reserve. The virus diagnosis was made by serological testing and it was found that the virus is circulating in both dogs and wild carnivore population. The results show that there is a physical interaction between domestic and wild species, however, they suggest that there is no risk of interspecies infection between positive individuals.

**Key words:** Domestic dog, wild carnivores, CDV, seropositive, spillover, Janos.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han documentado múltiples modificaciones ambientales ocasionadas por impactos antropogénicos de diversa índole. El cambio de uso de suelo, el cambio climático, la invasión de especies no nativas y la sobreexplotación de recursos son ejemplos de estos cambios (Smith *et al.*, 2009). La inquietud por preservar los distintos ecosistemas del mundo se presenta hoy en un escenario con una creciente disminución de la biodiversidad, que afecta tanto a humanos como a la vida silvestre. Una de las principales amenazas a la biodiversidad es la destrucción de los hábitats naturales, y su conversión a tierras productivas ocasionada por el desarrollo de las sociedades modernas (Ceballos *et al.*, 2010; Dobrovolski *et al.*, 2013; Woodroffe, 2000)

El crecimiento y expansión acelerado de la población humana ha provocado un mayor contacto entre las personas, sus animales domésticos y la fauna silvestre debido al asentamiento e irrupción humana en hábitats naturales. Esta interacción física ha favorecido la diseminación de enfermedades infecciosas y tiene consecuencias para la salud y la conservación (Daszak *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2009).

El crecimiento de las poblaciones de animales domésticos está siendo favorecido por la expansión humana, por lo que están incrementando rápidamente. Es así que la presencia de animales domésticos y en particular del perro doméstico (*Canis familiaris*) en áreas protegidas, puede afectar la conservación de especies amenazadas debido, entre otros, a la potencial transmisión de enfermedades (Whiteman *et al.*, 2007). Un ejemplo es el virus distemper canino (VDC), que ha sido reportado en todas las familias de carnívoros terrestres (Deem *et al.*, 2000) y algunos marinos (Kuiken *et al.*, 2006) y representa una amenaza para estos depredadores, pudiendo provocar altas tasas de mortalidad en ellos (Acosta-Jamett *et al.*, 2011).

Reportes de esta problemática existen a lo largo de todo el mundo. Existen casos como el del zorro de bengala (*Vulpes bengalensis*) en la India (Belsare y Gompper, 2015); el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) y el lobo (*Canis lupus*) en Italia (Marcacci *et al.*, 2014; Martella *et al.*, 2002); y el león africano (*Panthera leo*) en el Serengeti (Roelke-Parker *et al.*, 1996) en los que el distemper canino (DC) se asocia directamente a la interacción con perros domésticos. Otros informes solo describen la presencia de VDC, como es el caso del lince rojo (*Lynx rufus*) y

el lince canadiense (*Lynx canadensis*) (Daoust *et al.*, 2009) y del hurón de patas negras (*Mustela nigripes*) (Biggins *et al.*, 1998). Muchas de estas especies se encuentran clasificadas en peligro de extinción o incluso en peligro crítico por la Lista Roja de la IUCN, y esta enfermedad representa una amenaza que puede empeorar aún más el estado de estas poblaciones.

El presente estudio se enfocará principalmente en determinar los factores de riesgo asociados a las tasas de infección VDC presentes en los perros y los carnívoros silvestres de la Reserva de la Biósfera de Janos, ubicada en el Estado de Chihuahua, México. Se seleccionó el VDC porque es una infección de interés por su impacto en carnívoros silvestres con problemas de conservación, cuya presencia es fundamental para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de pastizal en el norte de México, además es una infección endémica en los perros domésticos y ferales de México y porque ha sido reportado en ocho especies de carnívoros silvestres en el área de estudio (Moreno *et al.*, 2015). En el desarrollo de este estudio se realizará el diagnóstico de VDC en perros y carnívoros mediante serología y se evaluarán los factores de riesgo para la presencia del virus utilizando datos recopilados de encuestas y relacionándolos con resultados de análisis de laboratorio.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En los últimos años y a nivel global se ha reportado un gran número de enfermedades infecciosas emergentes (EIE). Esto conlleva no solo una problemática de salud pública, sino que también ocasiona alto impacto sobre la extinción de especies y la consecuente pérdida de biodiversidad (Aguirre, 2009).

Este riesgo de exposición a enfermedades y cambios en la dinámica de los diversos patógenos, que afectan tanto a humanos como a animales silvestres y domésticos, se ha asociado a causas antropogénicas multifactoriales (Aguirre, 2009). Entre estas causas están las prácticas agrícolas intensivas, el incremento de la movilización de personas, animales y sus productos por el mundo, la irrupción de los humanos en hábitats naturales, la introducción de especies exóticas, la contaminación, la fragmentación del hábitat y el cambio climático (Cutler *et al.*, 2010; Daszak *et al.*, 2000).

Una enfermedad emergente y reemergente está definida por la WHO (*World Health Organization*) como:

*“Enfermedad provocada por un patógeno de reciente aparición o que ya había sido descubierto anteriormente que presenta un incremento en su incidencia, su expansión geográfica o en su rango de hospederos o vectores”* (WHO, 2016).

Éstas se presentan por mutaciones o cambios de distribución geográfica y sobre todo, por saltos taxonómicos que ocurren cuando un patógeno se transmite desde una población reservorio a otra que no es reservorio. A este fenómeno se le denomina “spillover”. En este sentido, los perros domésticos (*Canis familiaris*) representan un riesgo significativo como reservorios de enfermedades infecciosas, como el distemper canino (DC), especialmente para carnívoros silvestres (Aguirre, 2009).

Se suma a lo anterior la evidencia que existe de la amenaza y limitación directa o indirecta que sufren los carnívoros silvestres por la actividad humana. Numerosos estudios incluyen las interacciones bióticas con humanos como una importante influencia sobre el hábitat de carnívoros (Woodroffe, 2000; Whiteman *et al.*, 2007). Así, la conservación de estos representantes de los eslabones más altos de las redes tróficas es fundamental debido al rol

que estos cumplen en las dinámicas de los ecosistemas y en estructuras de comunidades de flora y fauna (Roemer *et al.*, 2009).

### **Perro doméstico de vida libre como fuente de infección de carnívoros de áreas rurales.**

A medida que la población humana se expande, también lo hacen las poblaciones de perros, ya que ambas se encuentran fuertemente relacionadas. Existen reportes que indican que la población global de perros domésticos supera los 700 millones. Esto lo convierte en el carnívoro más abundante y ampliamente distribuido a nivel mundial y su crecimiento poblacional está fuertemente asociado a las comunidades humanas (Hughes y Macdonald, 2013; WHO/WSPA, 1990).

Los perros en ambientes rurales pueden moverse entre áreas dominadas por el ser humano, y áreas protegidas de los alrededores, debido a que comúnmente se les permite deambular de manera libre, facilitando la interacción con especies silvestres (WHO/WSPA, 1990).

Cada uno de estos perros, con sus distintas funciones, tiene variados grados de dependencia y restricción de espacio. Existen los que son completamente dependientes y supervisados o restringidos por el humano; los perros semi-restringidos, pero totalmente dependientes del humano por comida y albergue; los perros de vecindario, son semi-dependientes y semi-restringidos; y finalmente los que no tienen contacto con poblaciones humanas, son completamente independientes y están sujetos a selección natural. Estos últimos, también son denominados perros ferales (WHO/WSPA, 1990).

Los perros juegan un importante papel en la dinámica de muchas enfermedades zoonóticas (WHO/WSPA, 1990). Pueden también ser la fuente de infección de brotes de enfermedades que afectan a carnívoros silvestres, como el DC y la rabia (Funk *et al.*, 2001). En el caso de carnívoros silvestres, el VDC suele presentarse en pequeñas poblaciones de bajas densidades, por lo que es difícil que se mantenga la infección de este virus altamente patogénico y generalista por sí solo. Es así que estos patógenos tienden a realizar un salto taxonómico (*spillover*) desde perro doméstico a carnívoros silvestres por el contacto ocasional (Cleaveland *et al.*, 2000).

En este contexto, es necesario el estudio de los perros y su efecto sobre las dinámicas de las enfermedades que pueden afectar a especies silvestres (Acosta-Jamett *et al.*, 2010). Para esto,

también es necesario conocer al patógeno en cuestión, sus características generales, diseminación, patogenia, etc.

### **Virus Distemper Canino.**

El DC es una de las enfermedades infecciosas más comunes y globalmente significativas del perro doméstico (Acosta-Jamett *et al.*, 2011). Pertenece al género *Morbillivirus*, de la familia Paramyxoviridae y es causante de una severa enfermedad sistémica en perros (Beineke *et al.*, 2009; Martella *et al.*, 2008). Es un virus ARN de una hebra, no segmentado, de sentido negativo y envuelto que contiene 6 proteínas estructurales (Martella *et al.*, 2008). Es un virus altamente contagioso y su rango de hospederos es amplio (Martella *et al.*, 2008; Roelke-Parker *et al.*, 1996).

El virus se disemina principalmente por secreciones oro-nasales, pero cualquier descarga o secreción puede transportar el virus, es por esto que altas tasas de contacto elevan la prevalencia de la enfermedad por transmisión directa (Green y Appel, 1998). Después de la rabia, el distemper es reconocido como la enfermedad infecciosa que produce la segunda más alta tasa de mortalidad en perro doméstico (Deem *et al.*, 2000).

Una respuesta inmune temprana y adecuada mediante anticuerpos específicos neutralizantes IgM contra el virus, puede evitar el curso clínico de la enfermedad y lograr incluso la recuperación (Green y Appel, 1998). Un 25 a un 75% de los perros susceptibles tienen infecciones subclínicas de VDC. Si luego de la infección del virus el perro sobrevive, generalmente el individuo permanece inmune de por vida ante una reinfección. Los perros pueden actuar como reservorios del agente infeccioso, manteniendo el virus en sus poblaciones, diseminándolo y provocando altas tasas de mortalidad en carnívoros silvestres (Acosta-Jamett *et al.*, 2011).

### **El VDC como amenaza para la conservación de carnívoros silvestres.**

El VDC se ha reportado en todas las familias de carnívoros terrestres: Canidae, Felidae, Hyaenidae, Mustelidae, Procyonidae, Ursidae y Viverridae, afecta a animales susceptibles de todas las edades, pero sus tasas de morbilidad y mortalidad pueden ser muy variables entre carnívoros (Deem *et al.*, 2000). De todas las enfermedades virales, el distemper es el que

produce un mayor impacto negativo para carnívoros susceptibles de vida libre y cautiverio (Roelke-Parker *et al.*, 1996).

Existen reportes a lo largo de todo el mundo de carnívoros silvestres que se han visto fuertemente afectados por el VDC. Un ejemplo de esto es el caso de los leones del Serengeti en África. En 1994 hubo una epidemia de DC reportada en poblaciones de león (*Panthera leo*), los casos fueron confirmados en Parque Nacional Serengeti y en la Reserva Maswa de Tanzania (Roelke-Parker *et al.*, 1996). Cleaveland *et al.* (2000) determinaron que los perros domésticos presentes en el Serengeti eran una fuente de infección de VDC para la fauna silvestre de la zona.

Existen otros estudios que aluden a poblaciones de carnívoros silvestres que se han visto fuertemente afectadas por la infección de este virus en todo el mundo. Algunos sitúan la problemática en países europeos, como Alemania, donde se mencionan muchas especies de mustélidos afectadas y también el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) (Frölich *et al.*, 2000), también en Italia, donde se señalan poblaciones de *Canis lupus* afectadas por el virus (Marcacci *et al.*, 2014) y en España poblaciones de *Lynx pardinus* (Meli *et al.*, 2010). También hay estudios que reportan poblaciones de carnívoros marinos enfermos de DC. En Asia se describió una epidemia en la foca del mar Caspio (*Phoca caspica*) (Kuiken *et al.*, 2006) y también en la foca del lago Baikal (*Phoca sibirica*) (Butina *et al.*, 2010), entre otros casos.

Un ejemplo de Chile es el expuesto por Acosta-Jamett *et al.* (2010), que entre 2005 y 2008 realizaron un estudio demográfico detallado de los perros domésticos en Chile, específicamente en la región de Coquimbo. El estudio se realizó debido a que ocurrió un brote de VDC en el año 2003 que involucró a dos especies de zorros de la zona, chilla (*Lycalopex griseus*) y culpeo (*Lycalopex culpaeus*). Los autores realizaron un análisis demográfico por medio de encuestas realizadas a los dueños de perros de distintas zonas de la región. Los resultados mostraron que las densidades de perros eran mayores en las ciudades, luego en los pueblos y menores en áreas rurales y que la mayor parte de los dueños permitían que estos merodearan libremente en las diferentes áreas de estudio. Además se indica que menos del 30% de los perros había sido vacunados contra VDC y que los resultados del estudio sugieren que en áreas urbanas es más probable que se presenten las

condiciones adecuadas para que los perros actúen como reservorios de infecciones patógenas (Acosta-Jamett *et al.*, 2010).

En otro estudio del mismo autor se investigó la relación entre perros domésticos y carnívoros silvestres y sus efectos en la epidemiología del VDC. Las prevalencias de VDC, tanto de perros como de zorros, fueron más altas en áreas más cercanas a asentamientos humanos. En base a esta información, se concluyó que lo más probable era que la infección haya sido conducida desde los perros domésticos a los zorros silvestres (Acosta-Jamett *et al.*, 2011).

Por otra parte, en Norteamérica, el hurón de patas negras (*Mustela nigripes*) es un carnívoro de la familia de los mustélidos que se encuentra en peligro de extinción (IUCN, 2015) y es el único hurón nativo existente en Norte América (Williams *et al.*, 1988). Históricamente esta especie se encontraba desde el sur de Canadá al Norte de México, en hábitats en los que su presa, el perrito de la pradera (*Cynomys ludovicianus*), se encontrara presente (Hillman and Clark, 1980). Las poblaciones de hurones de patas negras disminuyeron rápidamente por la exterminación de los perritos de la pradera, por los cambios de uso de suelo asociados a la agricultura y por la diseminación del VDC y la peste (*Yersinia pestis*) (Biggins *et al.*, 1998). La peste representa una doble encrucijada para las poblaciones de estos individuos, debido a que existe una alta susceptibilidad a este agente por parte del hurón de patas negras y también por parte de su presa, los perritos de la pradera (Biggins *et al.*, 1998; Williams *et al.*, 1988). La especie se creía extinta en vida libre hasta que en 1985 se descubrió una población en el Estado de Wyoming, al sur de los Estados Unidos (Williams *et al.*, 1988). Entre 1985 y 1987 se capturaron 18 individuos para su reproducción en cautiverio y posterior reintroducción (Belant *et al.*, 2008). Durante la primera captura de individuos en 1985 se diagnosticó DC en un macho y una hembra adultos. Posteriormente, cuatro nuevos hurones de patas negras cautivos desarrollaron la enfermedad.

En el año 1996 la IUCN lo declaró extinto en vida libre, hasta la fecha se ha realizado la reintroducción de individuos en 18 sitios diferentes, de los cuales solo tres han logrado mantener poblaciones viables; dos sitios en Dakota del Sur y uno en Wyoming. En la actualidad el hurón de patas negras se encuentra regionalmente extinto en Canadá y en EEUU y en México se están realizando reintroducciones (Belant *et al.*, 2008).

Uno de los sitios de reintroducción del hurón de patas negras es la Reserva de la Biósfera de Janos, ubicada al noroeste del Estado de Chihuahua en el Municipio de Janos (Pacheco *et al.*, 2002). En el año 2001 se realizó la primera reintroducción de esta especie en la reserva, debido a que este es uno de los lugares con las mayores poblaciones de perritos de la pradera en Norteamérica (List *et al.*, 2010). Sin embargo, no se ha logrado probar la mantención de una población viable del hurón debido a que no ha habido avistamientos actuales en la reserva (CONANP, 2014).

### **Reserva de la Biósfera de Janos (RBJ), un importante sitio para la conservación de mamíferos de México.**

La Reserva de la Biósfera de Janos es considerado uno de los sitios más importantes para la conservación de los mamíferos de México, se estableció como reserva en el año 2009, fecha en la que se transformó en la primera área protegida federalmente con el objetivo de proteger un ecosistema de pastizal nativo. Se han registrado 79 especies de mamíferos, pertenecientes a 4 órdenes, 18 familias y 47 géneros en el área de Janos-Casa Grandes. Los carnívoros son el segundo orden mejor representado en la zona, en primer lugar están los roedores (CONANP, 2006; List *et al.*, 2010).

Para ver el listado de especies de carnívoros que se encuentran en la reserva y su estado de conservación revisar el Anexo I. De estos tanto la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*) como el tejón (*Taxidea taxus*) se encuentran amenazados localmente (SEMARNAT, 2011), el jaguar (*Panthera onca*) y el oso negro (*Ursus americanus*) se encuentran en peligro de extinción a la misma escala (SEMARNAT, 2010).

Por otro lado, cabe destacar que la región de Janos fue antiguo hábitat del oso pardo (*Ursus arctos horribilis*) (List *et al.*, 2010) y del lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*) (CONANP, 2006; List *et al.*, 2010). Hoy en día el lobo gris mexicano es una especie probablemente extinta en el medio silvestre (SEMARNAT, 2010), es por esto que actualmente existe un programa de reintroducción de esta especie. En el 2013 se realizó una liberación de dos ejemplares de lobo mexicano dentro de la Sierra Madre Occidental, entre la RBJ y el Área de Protección de Flora y Fauna Campo Verde. Esto se debe a que es una de las zonas de mayor probabilidad de ser receptoras de lobos para vivir en libertad (CONANP, 2013a).

Varias de las especies de carnívoros silvestres que son potencialmente susceptibles al VDC, habitan la reserva (Pacheco *et al.*, 2000). Además, un estudio de tesis de Maestría de la Universidad Nacional Autónoma de México realizó un muestreo de carnívoros silvestres en la RBJ para evaluar la prevalencia de VDC que demostró la presencia del virus en algunas especies de carnívoros silvestres con una seropositividad del 31,42% (Moreno *et al.*, 2015). Se efectuaron dos muestreos en diferentes temporadas del año, otoño y primavera, durante el 2013-2014.

En el Anexo II se pueden ver gráficos con las especies capturadas y los resultados de prevalencia del virus. Se puede observar que durante el otoño el 100% de los animales capturados en la Báscula fueron positivos a la prueba serológica para pesquisar anticuerpos con VDC, esto quiere decir que los dos coyotes (*Canis latrans*) capturados fueron positivos. En el Cuervo las especies positivas fueron todas menos una zorra del desierto. En Monte Verde la única zorra del desierto capturada fue positiva. En Ojitos las especies positivas fueron un coyote, un lince (*Lynx rufus*), un tejón, un mapache (*Procyon lotor*) y un zorrillo rayado (*Mephitis mephitis*). Los seropositivos en el Rancho San Pedro correspondieron a dos coyotes, una zorra gris (*Urocyon cinereargentus*), un lince, un zorrillo rayado y una zorra del desierto. Finalmente, los individuos con anticuerpos contra VDC en San Pedro fueron una zorra del desierto, un coyote y un zorrillo rayado.

A diferencia del otoño, durante la primavera las prevalencias fueron un poco más bajas. No hubo positivos en la Báscula ni en El Cuervo. En Monte Verde las especies positivas fueron dos zorras del desierto, en Ojitos el lince, en Rancho San Pedro dos coyotes, dos zorras grises y un mapache. En San Pedro la única especie capturada, el coyote, fue positiva.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar factores de riesgo asociados a la presencia del Virus Distemper Canino (VDC) en perros domésticos y en carnívoros silvestres en diferentes sitios de la Reserva de la Biósfera de Janos, Estado de Chihuahua, México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir y comparar las características demográficas, tipo de tenencia del perro doméstico y el tipo de interacción de este con carnívoros silvestres entre localidades.
2. Determinar la presencia de anticuerpos contra VDC en perros domésticos y en carnívoros silvestres.
3. Determinar los factores de riesgo asociados a la seropositividad de VDC en el perro doméstico y en carnívoros silvestres.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

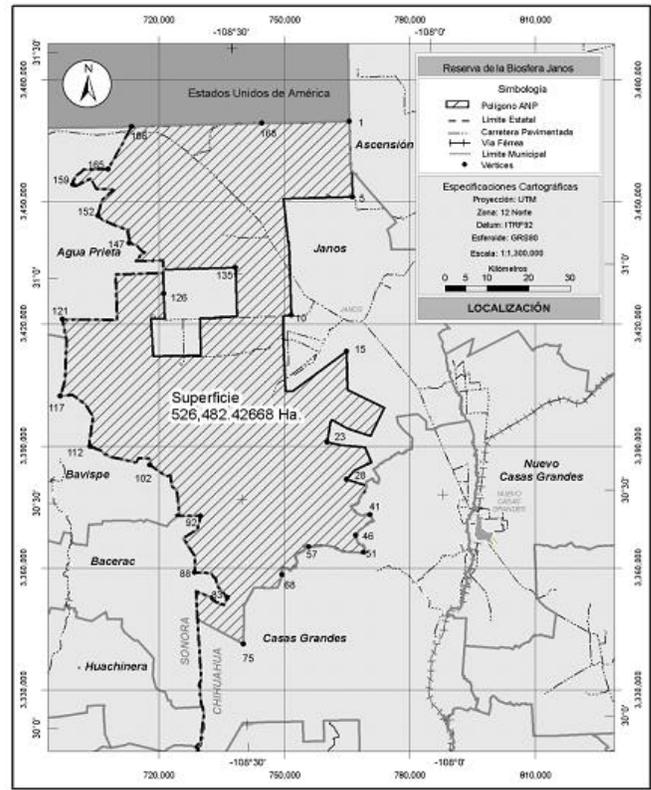
### **Área de Estudio.**

El estudio se realizó en la Reserva de la Biósfera de Janos, que abarca la mayor parte del territorio del Municipio de Janos, al noroeste del estado de Chihuahua, al sur de la frontera con Estados Unidos (Nuevo México) y al este de la frontera con el estado de Sonora (meridianos 108° 56' 49'' y 108° 56' 22'' de Longitud Oeste y los paralelos 31° 11' 7'' y 30° 11' 27'' de Latitud Norte). Janos incluye el extremo norte de la Sierra Madre Occidental y el extremo oeste del Desierto Chihuahuense y tiene un rango de altitud de los 1200 a los 2700 msnm.

Su superficie es de aproximadamente 530.000 ha y forma parte de la ecorregión del Desierto Chihuahuense (CONANP, 2006; List *et al.*, 2010). La figura 1 demuestra la ubicación que en el año 2006 se propuso como reserva, antes de que fuese aprobado el proyecto y la figura 2 indica el área que comprende la reserva actualmente. El paisaje se constituye de grandes llanuras uniformes y áridas, con una vegetación de pastizales, matorrales áridos y manchones de vegetación riparia y pequeños humedales (Pacheco *et al.*, 2000) y mantiene una fauna muy rica que incluye 383 especies de vertebrados terrestres como anfibios, reptiles, aves y mamíferos (CONANP, 2006).



**Figura 1.** Ubicación del área propuesta como reserva en México (Conanp, 2006)



**Figura 2.** Mapa de la Reserva de la Biósfera de Janos (DOF, 2009)

### Diseño de muestreo.

El presente estudio es de tipo descriptivo y la recopilación de la información se realizó obedeciendo a un muestreo no probabilístico por conveniencia de dos días por localidad. En cada pueblo se realizaron tanto cuestionarios como tomas de muestra de sangre de perros.

La temporada de muestreo duró dos semanas y se realizó durante el mes de marzo del año 2015. Se trabajó en cuatro ejidos<sup>1</sup> de la zona noroeste de la Reserva: San Pedro (SP), Monte Verde (MV), Pacho Villa (PV) y Casa de Janos (CJ). El criterio de inclusión de los tres primeros ejidos obedece a la cercanía con sitios de muestreo de carnívoros realizados el año 2014 para diagnóstico de VDC. En el caso de Casa de Janos, se realizó un muestreo adicional

<sup>1</sup> Ejido: Propiedad rural colectiva en la que se establecen asentamientos humanos y se llevan a cabo actividades agropecuarias.

en carnívoros para el diagnóstico de VDC con el fin de que los resultados obtenidos complementen la información recolectada previamente.

En cada localidad se realizaron encuestas a los dueños, cálculos de tamaños y densidades poblacionales de perros y toma de muestra de suero y sangre de los perros.

La figura 3 indica la ubicación de los sitios de muestreo de carnívoros silvestres y sus distintas distancias los pueblos de los ejidos seleccionados para la realización de encuestas y muestreo de perros. La tabla 1 especifica las distancias de cada sitio de captura respecto del pueblo encuestado más cercano.



**Figura 3.** Mapa con ubicación de sitios de capturas de carnívoros y ejidos seleccionados para el muestreo de perros (las casas indican la ubicación de los pueblos de los ejidos y las estrellas de colores indican el sector en que se instalaron los diferentes transectos para la captura de carnívoros silvestres).

**Tabla 1. Mapa con ubicación de sitios de capturas de carnívoros y ejidos seleccionados para el muestreo de perros.**

<b>Pueblo</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Sitio de captura</b>	<b>Distancia promedio al pueblo (km)</b>
<b>San Pedro</b>	30°51'22.83"N	La Báscula	5,9
	108°23'19.23"O	San Pedro	3,6
<b>Monte Verde</b>	30°54'46.56"N	Monte Verde	7,7
	108°42'53.04"O		
<b>Casa de Janos</b>	30°43'4.10"N	Rancho San Pedro	9,8
	108°25'23.61"O	El Cuervo	17,6
		Casa de Janos	4,5
<b>Pancho Villa</b>	30°48'6.46"N	Ojitos	10,4
	108°38'40.37"O		

La figura 4 muestra las imágenes de cada uno de los pueblos de los ejidos, podemos observar que cada uno tiene una configuración distinta, con variaciones en la superficie y la cantidad de viviendas (Ver tabla 2).

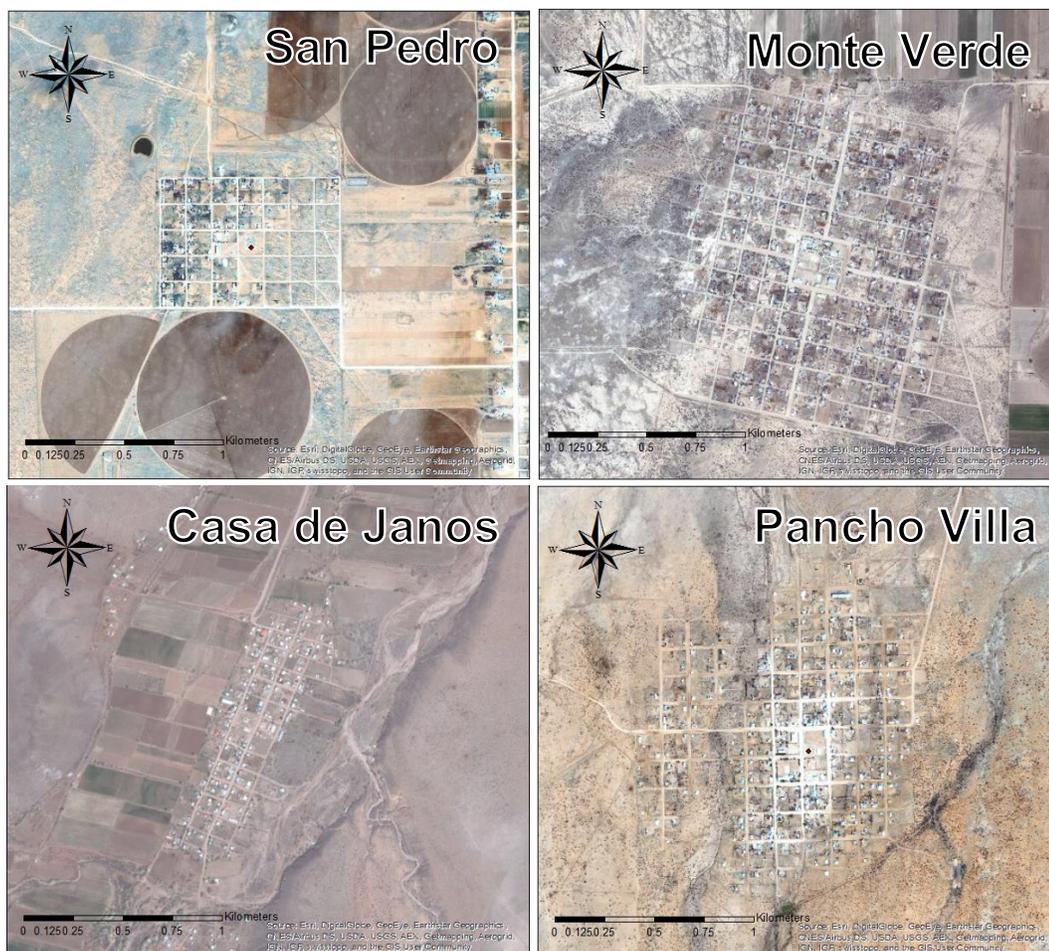


Figura 4. Vistas de los cuatro pueblos de muestreo a 4,3 kilómetros de altura. Fuente: Google Earth.

Tabla 2. Características de superficie, población humana y cantidad de viviendas en los cuatro pueblos

	San Pedro	Monte Verde	Casa de Janos	Pancho Villa
<b>Superficie pueblo</b>	44,73 ha	135,63 ha	55 ha	131,89 ha
<b>Población humana</b>	336	1.087	399	812
<b>Cantidad de casas</b>	72	332	134	266

Los datos fueron tomados del Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

### **Estimación de abundancia poblacional de perros domésticos.**

En cada uno de los ejidos se estimó la abundancia poblacional y la densidad poblacional de los perros domésticos. Para esto se realizaron transectos lineales de ancho fijo de 100 metros, recorriendo las calles de cada uno de los ejidos y contabilizando los perros visualizados. La longitud total de cada transecto varió según el número de calles direccionadas en el eje Norte-Sur y su propia longitud. Para San Pedro la longitud del transecto fue de 3,5 km, para Monte Verde de 11,7 km, para Casa de Janos de 4 km y para Pancho Villa fue de 8,3 km.

La densidad poblacional se calculó dividiendo abundancia poblacional estimada de perros por la superficie abarcada en el transecto de cada ejido (ha). Además, en cada localidad, se calculó el promedio de perros por casa encuestada, dividiendo el total de perros que habitaban en las casas donde se realizó la encuesta por la cantidad de casas.

### **Procedimiento de recopilación de la información.**

Para obtener información detallada de los patrones de tenencia de perros y la tasa de encuentro con animales silvestres se desarrollaron encuestas (Anexo III) entre el 16 y 23 de marzo 2015. Los cuestionarios se realizaron a habitantes de las localidades seleccionadas, con un criterio de inclusión de personas mayores de 18 años, exceptuando dos casos en los que las encuestadas fueron niñas de 14 años debido a que eran las principales a cargo del cuidado de los perros muestreados y manejaban la información requerida mejor que los adultos del hogar.

El cuestionario se dividió en dos secciones: 1) Preguntas generales; 2) Preguntas por individuo, obteniéndose una base de datos que contiene información tanto a nivel de los dueños y su visión de la problemática de perros callejeros, como a nivel de los perros domésticos. Para la elaboración de las encuestas se tomó como referencia los cuestionarios realizados por Acosta-Jamett (2009) en un estudio en el que describió características demográficas de algunas poblaciones de perros en Coquimbo, Chile.

En las preguntas generales se obtuvieron datos que incluyen nombre del dueño, edad, género, dirección, número de perros que alberga en su casa, la frecuencia en que ha visto perros callejeros (siempre, a veces, nunca) y sectores en los que los ha visto y se les preguntará si

es que en los últimos dos años tuvo tenencia de otro perro doméstico que ya no resida en la casa y la razón de no tenencia actual (fallecimiento, adopción, venta, extravió, otro). Además, se les preguntó sobre tipos de interacción entre perros y carnívoros silvestres que hayan identificado y sobre avistamientos de distintas especies de carnívoros silvestres en las calles del pueblo.

En base a la información de los avistamientos obtenida, se realizó una categorización de las especies de carnívoros silvestres según la cantidad de personas que mencionaron haberlas visto en las cercanías de cada pueblo. Se distribuyeron del 1 al 4, en que la categoría 1 implica que entre un 1 a un 20% de las personas de la localidad dicen haber visto la especie en las inmediaciones del pueblo, la categoría 2 de un 21% a un 40%, la categoría 3 de un 41% a un 60% y la categoría 4 de un 61% a un 80%.

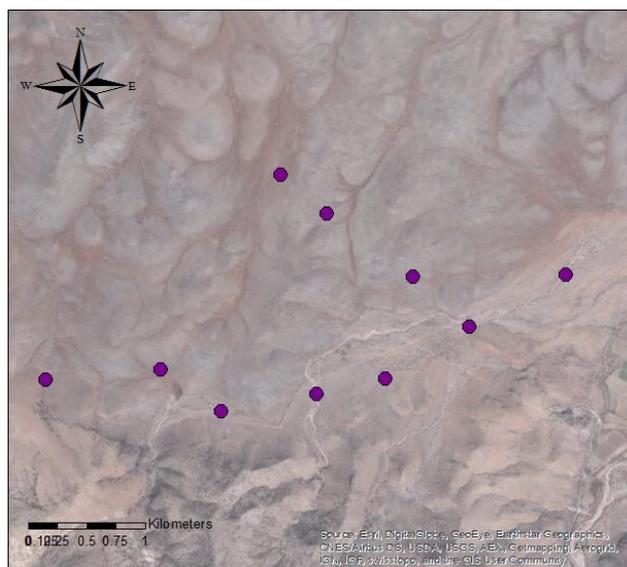
En el caso de casas con perros domésticos se procedió a realizar la encuesta con preguntas individuales y se recopiló información del nombre del perro, raza, edad, género, atención veterinaria, medidas preventivas de enfermedad como desparasitación o vacunación, del origen, tipo de alimentación, método anticonceptivo, función que cumple el perro en la casa, origen, grado de dependencia y supervisión y sobre posibles interacciones del perro de la casa con carnívoros silvestres de la zona. En el caso de las hembras se adicionó información respecto a cantidad de partos, tamaño de la camada, mortalidad de los cachorros y destino de los cachorros vivos.

### **Capturas de carnívoros silvestres.**

Las capturas de carnívoros silvestres se ejecutaron en el ejido de Casa de Janos. Se realizó un transecto con 10 estaciones de trampeo con una distancia entre cada de 500 a 800 metros, resultando transectos de aproximadamente 7 km de largo. Cada estación de trampeo consistía en una trampa Tomahawk de 30"x30"x70" y un cebo Oneida Victor ® 1.75#, con una distancia de 20 a 50 m entre ellas (Ver figura 5). Las trampas estuvieron activas por 9 días consecutivos con un esfuerzo de muestreo de 90 trampas noche y se mantuvieron abiertas día y noche, siendo revisadas dos veces al día.

Para la instalación de cada trampa se tuvo cuidado de que el terreno se encontrara libre de piedras y objetos que pudiesen poner en peligro la integridad del individuo capturado.

Para la sujeción y el manejo de carnívoros, cada animal capturado fue sujetado con un lazo perro y una vara en Y y se realizó inmovilización química con una mezcla de ketamina hidrocloreuro (Anesket ®) y xilacina hidrocloreuro (Rompun ®) acorde con las dosis reportadas para mamíferos de talla mediana (Kreeger *et al.*, 2002). Los carnívoros capturados fueron identificados por especie, sexo, tamaño, peso, estado reproductivo, edad y medidas morfométricas.



**Figura 5.** Distribución de las estaciones de trapeo en el ejido Casa de Janos. Los puntos morados indican la ubicación de los cepos de cada estación.

### **Toma de muestras en perros y carnívoros silvestres.**

Se recolectaron muestras de sangre de los perros de los dueños entrevistados y de los carnívoros silvestres capturados. La muestra fue extraída desde vena cefálica, safena, femoral o yugular de cada individuo, con agujas Vacutainer ®, y transferida a tubos Vacutainer ® sin anticoagulante (3 ml se sangre para cada uno). Las muestras de sangre se sometieron a centrífuga a 3000 RPM por quince minutos para separar el suero y transferirlo a criotubos de 1.5 ml. Las muestras fueron posteriormente almacenadas a  $-4^{\circ}\text{C}$  hasta que fueron transportadas al laboratorio donde se almacenaron definitivamente a  $-70^{\circ}\text{C}$  hasta ser procesadas.

## **Procedimiento de análisis de Laboratorio.**

Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Virología perteneciente al Departamento de Microbiología e Inmunología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

### **a. Kit comercial de diagnóstico rápido**

El suero recolectado proveniente de cánidos se utilizó para el diagnóstico de VDC con kit comercial de diagnóstico rápido BioNote © para la detección cualitativa del antígeno del virus. La prueba consiste en un inmunoensayo cromatográfico en el que pueden utilizar muestras de conjuntiva, orina, suero o plasma. La prueba fue realizada según las indicaciones del fabricante y tiene una sensibilidad del 98,6% y una especificidad del 100%.

Se utilizó como control positivo el virus de la cepa *Buzzel* y como control negativo un cachorro de dos meses no vacunado ni expuesto al virus.

### **b. Neutralización viral**

El suero proveniente de carnívoros no cánidos se utilizó para diagnóstico mediante seroneutralización. Para esto se utilizó una cepa VDC denominada *Buzzel* como control positivo, sueros de los individuos muestreados, medio de crecimiento *Dulbecco's Modified Eagle Medium* (DMEM) suplementado con suero fetal bovino (SFB) al 10% y cultivos de células CRFK ATCC® CCL-94™ provenientes de corteza de riñón de gato.

Se consideraron sueros positivos a aquellos en los que se observó una pérdida de la capacidad infectante del virus por la reacción de los anticuerpos protectores presentes en la muestra. Se utilizará un control positivo y negativo, el positivo era una inoculación del virus en las células CRFK y el negativo, simplemente un cultivo de células CRFK no infectado, ambos sin suero. Esto último servirá para comparar el estado de las células y evaluar la presencia o no de efecto citopático ocasionado por el virus.

Se anotó el número de pozos positivos y negativos de cada dilución para poder finalmente realizar la titulación de anticuerpos neutralizantes empleando el método de Reed y Muench (1938).

### **Procedimiento de análisis de datos.**

En base a las preguntas realizadas en las encuestas, se describieron características de la tenencia de perros. Además, se pudo identificar el tipo de interacción entre carnívoros silvestres y perros domésticos que existía. Las principales características de tenencia que se definieron corresponden al tipo de alimentación, función que cumple el perro, desparasitación, vacunación, definición del grado de dependencia y supervisión de los perros por parte del dueño. Por otro lado, se calculó el tamaño promedio de las camadas y mortalidad de los cachorros.

En base a las respuestas a la pregunta relacionada con los avistamientos de carnívoros silvestres en las cercanías del pueblo, se le asignará a cada especie una categoría de acercamiento. La categoría de cada especie será establecida en función del porcentaje de personas que afirman haberla visto, diferenciando entre pueblos. La categoría 1 será asignada a las especies que hayan sido vistas por un 0 a 20% de los encuestados, la categoría dos por un 20 a 40%, categoría 3 por un 40 a 60%, categoría 4 por un 60 a 80% y finalmente la categoría 5 por un 80 a un 100% de los encuestados.

La asociación entre los ejidos, la presencia del virus en perros y las características de tenencia se evaluó mediante la prueba de regresión logística múltiple. El modelo consideró como variable dependiente la presencia/ausencia del virus en perros y se logró definir los factores de riesgo asociados a esta. Las variables explicatorias utilizadas fueron: la localidad de procedencia (SP, MV, CJ, PV), la cantidad de perros con los que habitaban en la casa, la edad, el origen (recogido de la calle, regalado, comprado, nacido en casa), el tipo de alimentación (pellets, sobras de comida casera, leche materna), la función (animal de compañía, perro guardián, perro de pastoreo), la restricción (con acceso libre a calle, sin acceso libre a calle), la atención veterinaria recibida (preventiva, ante enfermedad, no recibe), signología actual asociada a la enfermedad (con, sin), signología previa asociada a la enfermedad (con, sin) y finalmente la interacción con fauna silvestre (dueños identifican interacción, no la identifican).

Previo a la regresión logística múltiple, se efectuaron análisis de regresión logística simple entre cada una de las variables explicatorias y la variable dependiente. Luego, para la

regresión logística múltiple, se utilizaron las variables que resultaron tener una asociación significativa con la variable dependiente ( $p < 0,05$ ).

Por otra parte, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman ( $\rho$ ) para evaluar la asociación o interdependencia de la variable de seropositividad de los perros con las variables de edad promedio de los perros y las densidades de los perros por ejidos.

Para el análisis de los resultados relacionados a carnívoros silvestres, se evaluaron factores de riesgo para la presencia del virus nuevamente mediante la prueba de regresión logística. Se consideró como variable dependiente la presencia del virus en carnívoros silvestres utilizando los datos tomados por Moreno *et al.* (2015) en los periodos de primavera y otoño del año 2014 sumado a los datos tomados en este trabajo. Las variables explicatorias introducidas al modelo fueron: la cercanía de los asentamientos humanos con los sitios de muestreo, los ejidos, las especies de carnívoros muestreados, las temporadas de captura y la categoría de acercamiento.

Se evaluó la relación entre los resultados serológicos (porcentaje de seropositivos) de los carnívoros silvestres de cada localidad con los diferentes porcentajes de perros seropositivos, porcentajes de interacciones entre perros y carnívoros descritas (encuestados que reconocen haber presenciado perros y carnívoros interactuando), porcentajes de perros con acceso libre a las calles, porcentajes de avistamientos de carnívoros de cada pueblo y las distintas distancias entre los sitios de captura y los pueblos. Para esto, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman.

## RESULTADOS

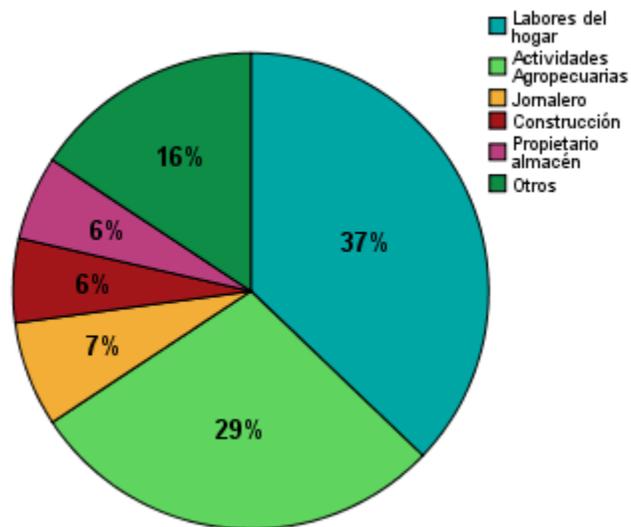
### Características demográficas y de tenencia del perro doméstico.

Se realizaron 70 encuestas, de las cuales 20 se realizaron en San Pedro (SP), 20 en Monte Verde (MV), 20 en Casa de Janos (CJ) y 10 en Pancho Villa (PV). La abundancia poblacional estimada de los perros y las características demográficas de los ejidos en los que se trabajó se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3. Datos demográficos calculados de los perros de las localidades en las que se realizaron las encuestas.**

	<b>San Pedro</b>	<b>Monte Verde</b>	<b>Casa de Janos</b>	<b>Pancho Villa</b>
<b>Perros contabilizados</b>	64 perros en 35 ha	134 perros en 117 ha	54 perros en 40 ha	54 perros en 102 ha
<b>Densidad calculada de perros</b>	1,8 perros/ha	1,1 perros/ha	1,4 perros/ha	0,5 perros/ha
<b>Razón humano:perro</b>	5,3:1	8,1:1	7,3:1	15:1
<b>Promedio perros/casa encuestada</b>	1,6	1,6	2	1

El porcentaje de mujeres encuestadas fue de un 53% y de hombres de un 47%. Las personas encuestadas eran mayoritariamente dedicadas a las labores del hogar (37%), en su mayoría mujeres, o personas a actividades agropecuarias (29%), principalmente hombres. Las diferentes ocupaciones de los(as) encuestados(as) se describen en la figura 6.



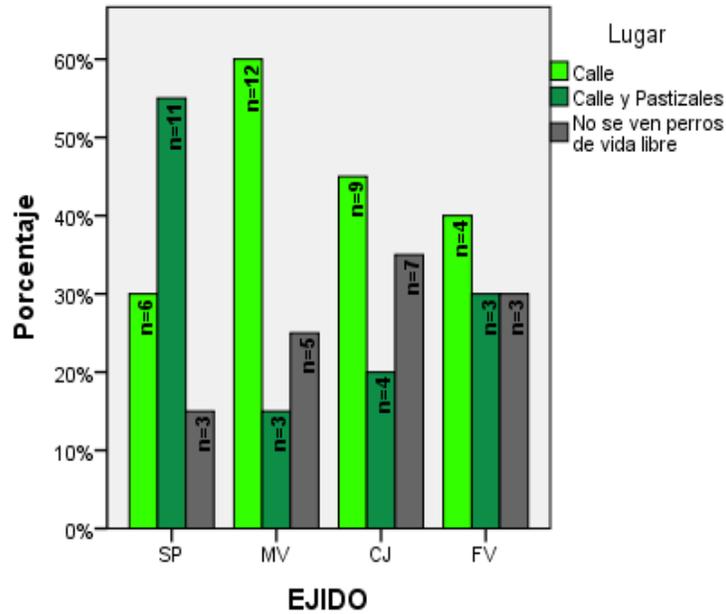
**Figura 6.** Ocupaciones de las personas encuestadas.

De la población total de perros muestreados hubo un mayor porcentaje de machos (64%, n=45). Esta tendencia se repitió en cada una de las localidades donde el porcentaje de perros muestreados siempre superó al de las perras. La razón macho:hembra fue de 1:1,8 para el total de perros.

Por otro lado, el promedio de edad para el total de perros muestreados fue de 2,8 años con variaciones dependiendo del sitio: 2,2 en SP, 3 en MV, 2,5 en CJ y 4,3 en PV.

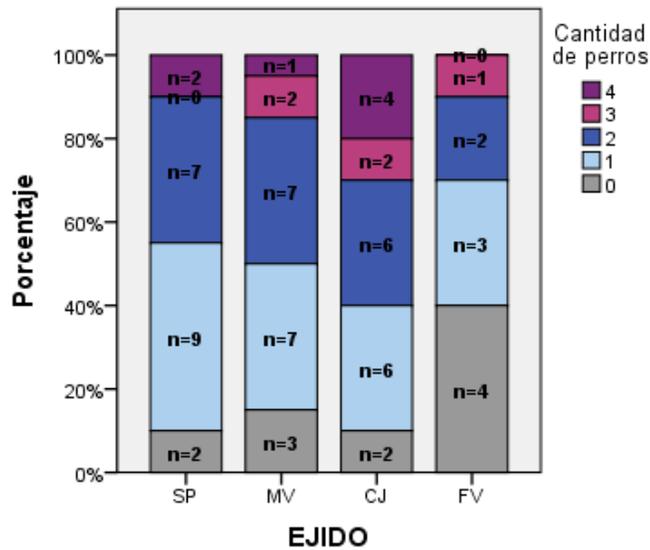
Respecto a la presencia de perros callejeros deambulando en las calles del pueblo o fuera de este (pastizales), un 51% de los encuestados afirma que siempre se observan perros callejeros, un 23% dice que a veces y un 26% niega haberlos visto. En la figura 7 se encuentran la frecuencia de veces que los perros callejeros han sido vistos en las calles del pueblo y en los pastizales.

Un gran porcentaje de personas afirma haber visto perros deambulando por las calles del pueblo y/o en los pastizales, sin supervisión (74%) y esta tendencia se repite en cada uno de los ejidos.



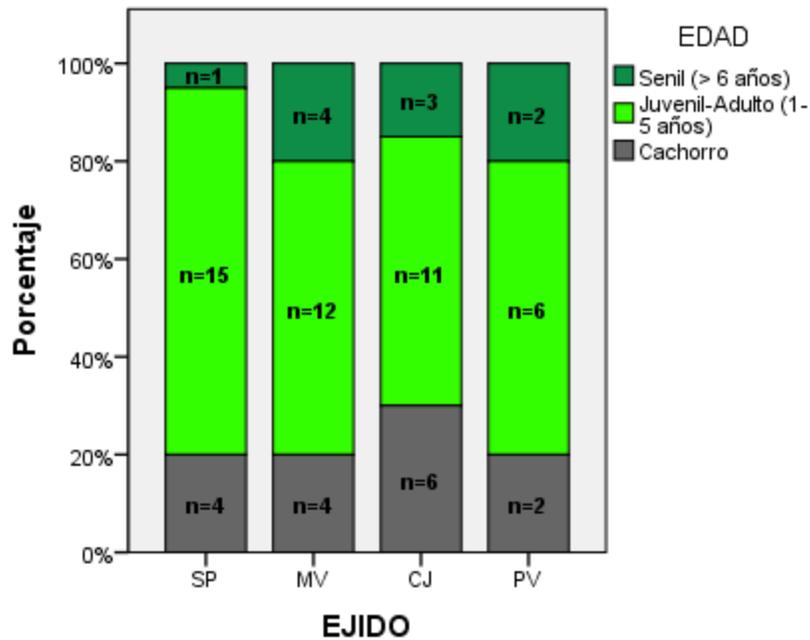
**Figura 7.** Frecuencia relativa y absoluta de personas que afirman o no haber visto perros de vida libre desconocidos en diferentes sectores de los ejidos.

En la figura 8 se observa la cantidad de perros que residen en las casas encuestadas. Existen variaciones entre ejidos pero los datos indican que en general la mayoría de las personas tienen uno o dos perros por casa (colores celeste y azul de la figura 8).



**Figura 8.** Cantidad de perros por casa

En cuanto a los perros muestreados, estos pertenecían a distintos grupos etarios (figura 9). El gráfico revela que la mayoría de los individuos se encuentran en el grupo etario juvenil-adulto (1-5 años) en todas las localidades. En general existe un menor porcentaje de individuos seniles (14%), seguido de los individuos cachorros (23%) y los juvenil-adultos (63%).



**Figura 9.** Distribución de perros en los diferentes grupos etarios en los cuatro pueblos.

Por otro lado, un 59% de los encuestados afirmó haber tenido perros anteriores que ya no vivían en la casa. Se calcularon aproximadamente 40 perros anteriores totales en los cuatro ejidos, de estos, un 55% murieron envenenados, 13% murieron enfermos con signología que podría estar asociada a distemper canino (decaimiento, inapetencia, secreción nasal, fiebre, diarrea, vómito, signos neurológicos), 10% murieron atacados por otros perros, 8% murieron atropellados y 15% ya no estaban por otras razones como ataque de serpiente, parto distócico, robo, extravío o muerte natural por ser perro viejo. Del 13% de perros que fallecieron con signología asociada a distemper canino dos pertenecían a San Pedro, uno a Monte Verde, uno a Casa de Janos y uno a Pancho Villa.

En todas las localidades, excepto Casa de Janos, los perros de raza eran minoría, esto lo podemos corroborar en la tabla 4.A. donde se observa una clara tendencia hacia una mayor presencia de perros mestizos. De las razas presentes, las más comunes son perros pastor ganadero australiano, pitbull, chihuahua y boxer. Asimismo, se les preguntó a los encuestados respecto al origen de sus perros y resultó ser que la mayoría de los perros habían sido regalados a las familias. Esta tendencia se mantuvo en todos los ejidos, solo en Monte Verde hubo dos casos de perros que fueron comprados. En cada localidad hubo casos de perros recogidos de la calle, pero fueron muy escasos, y perros nacidos en las propias casas también fueron reportados (tabla 4.B.). Respecto a la alimentación de los perros (tabla 4.C.), en general los perros estaban alimentados a base de pellets en su mayoría, también los alimentaban con sobras de comida casera o leche materna en el caso de los cachorros lactantes.

**Tabla 4. Tabla de contingencia con frecuencias relativas y absolutas de los perros de raza y mestizos (A), orígenes de los perros (B) y tipo de alimentación (C) en cada uno de los distintos pueblos.**

**A.**

**Tabla de contingencia RAZA \* EJIDO**

Recuento

		EJIDO				Total
		CJ	MV	PV	SP	
RAZA	Mestizo	9	13	9	11	42
	Raza	11	7	1	9	28
Total		20	20	10	20	70

**B.**

**Tabla de contingencia ORIGEN \* EJIDO**

Recuento

		EJIDO				Total
		SP	MV	CJ	PV	
ORIGEN	Regalo	13	15	13	7	48
	Nacidocasa	3	1	6	0	10
	Recogido	4	2	1	3	9
	Comprado	0	2	0	0	2
Total		20	20	20	10	70

## C.

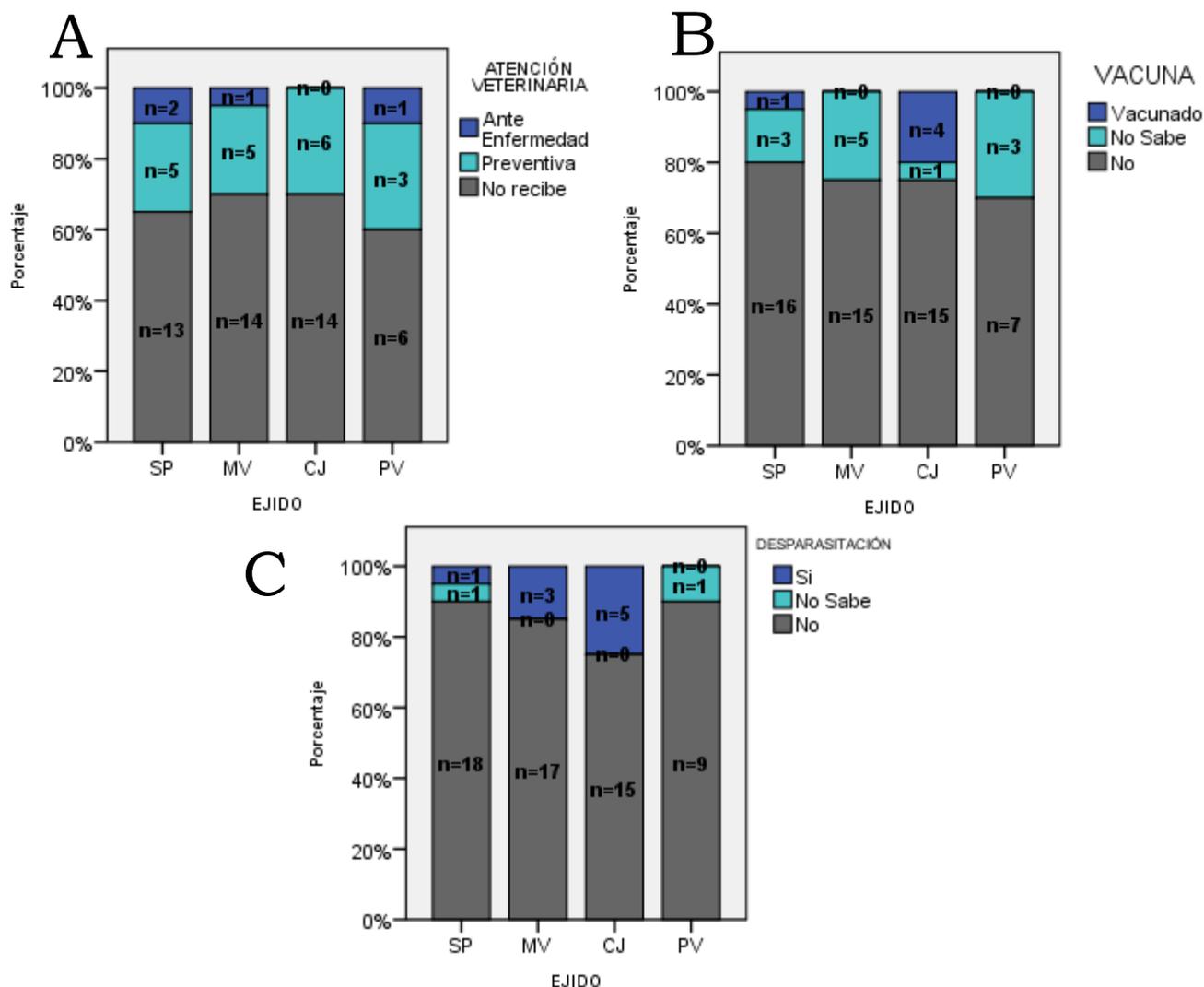
Tabla de contingencia ALIMENTACION \* EJIDO

Recuento

		EJIDO				Total
		SP	MV	CJ	PV	
ALIMENTACION N	Pellets	8	6	15	1	30
	Pellets y sobras	9	8	2	4	23
	Sobras	3	6	1	3	13
	Leche Materna	0	0	2	2	4
Total		20	20	20	10	70

Para describir las características de tenencia y cuidado de los perros se averiguó respecto a la función, la atención veterinaria que recibían, vacunas, desparasitaciones y el grado de dependencia y supervisión de cada uno de los perros, mediante el cual se concluyó si los individuos tenían o no acceso libre e irrestricto a las calles del pueblo y sus alrededores.

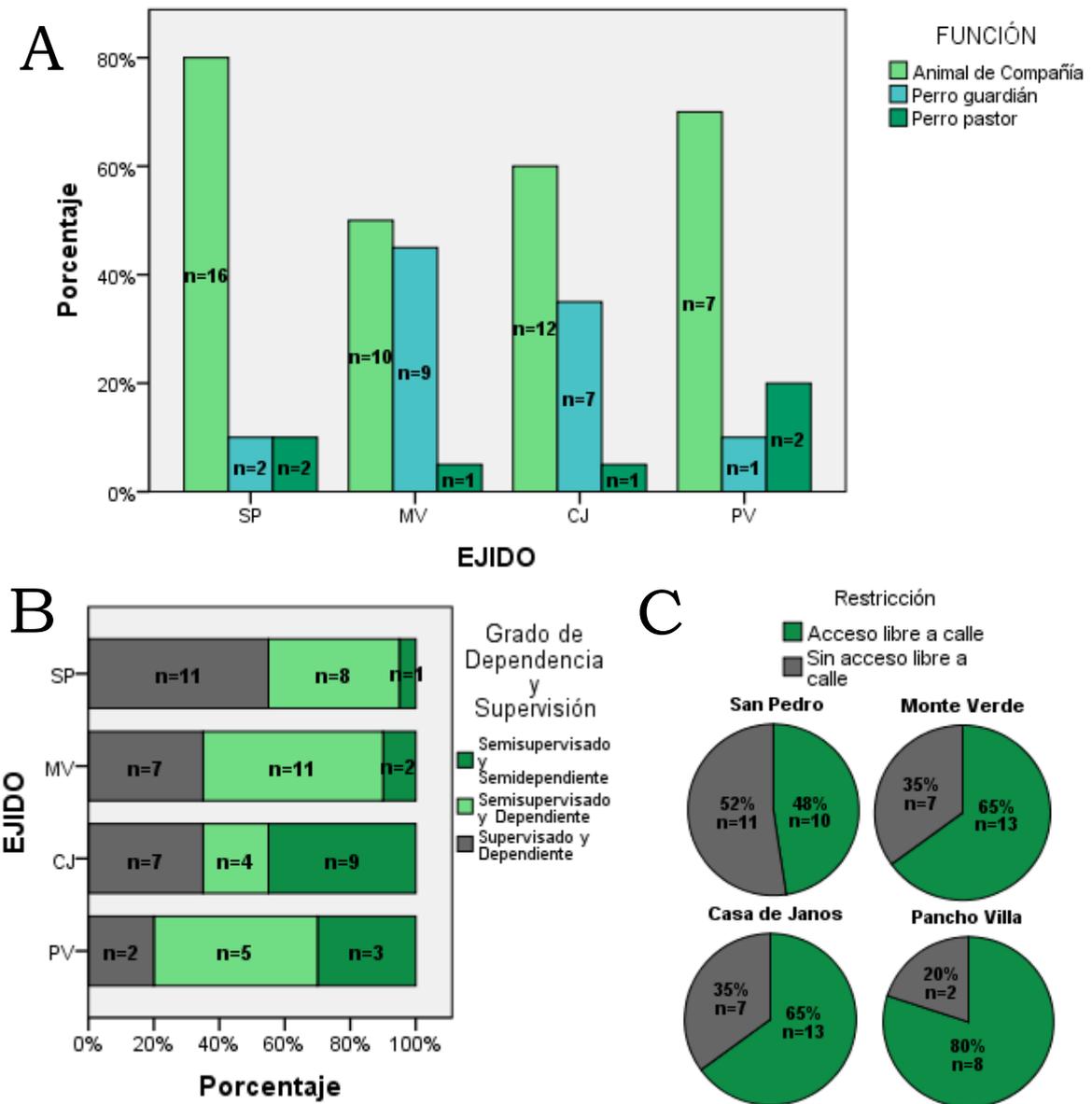
Cuando se habla de atención veterinaria preventiva, en este caso, se refiere a la postura de vacunas y desparasitaciones. Para el caso de los sitios muestreados, la figura 10 demuestra que en su mayoría los perros no reciben atención veterinaria ante enfermedad ni tampoco preventiva. Debido a que este estudio se enfoca en el VDC, la vacuna considerada fue solo aquella que actuaba contra este virus y se puede observar que en todas las localidades las tasas de vacunación fueron bajas o nulas. Los valores son aún más bajos para el caso de la desparasitación interna y externa de los perros.



**Figura 10.** A. Porcentaje de perros que reciben atención veterinaria ante enfermedad o preventiva. B. Porcentaje de perros que han recibido o no la vacuna contra Distemper Canino. C. Porcentaje de perros que han sido o no desparasitados.

Por otra parte, en lo relacionado a la función que cumplían los perros en el hogar, en términos generales, la principal era animal de compañía (64%), seguido de guardián (27%) y finalmente pastores para el ganado (9%). Las funciones que cumplen los perros en cada uno de los ejidos están representadas en la figura 11.A. En todas las localidades la función de animal de compañía es la más común, mientras que los perros guardianes y pastores son pocos. Cabe mencionar que para las tres funciones existen perros con acceso libre a la calle,

pero las diferencias más evidentes se ven en los casos de los perros guardianes y pastores que cerca de un 70% y 80% respectivamente de los perros tienen un acceso irrestricto a las calles.



**Figura 11.A.B.C.** Características de función, restricción, dependencia y supervisión de los perros en los cuatro pueblos. Los perros totalmente supervisados y dependientes son los únicos que no tienen acceso libre a las calles, siempre que salen del hogar están siendo supervisados por sus dueños. Estos son los menos representados en todos los ejidos excepto en San Pedro, que son un poco más de la mitad. Es así que, en todo el resto de los ejidos, existe una mayor cantidad de perros que

no están restringidos de salir libremente a las calles del pueblo, teniendo así acceso libre al área protegida donde habitan especies silvestres.

### **Interacción entre perros domésticos y carnívoros silvestres.**

No fue posible determinar una tasa de interacción o contacto entre especies silvestres y domésticas con las respuestas de los cuestionarios. Es por esto que los resultados se describen a continuación en relación a tres preguntas específicas que se realizaron en las encuestas. En la primera se consultó respecto a si ellos habían visto a otros perros diferentes a él(los) suyo(s) teniendo algún tipo de contacto con carnívoros silvestres y que describiera la interacción. En los ejidos Pancho Villa y Monte Verde un 40% de los dueños mencionaron que, si habían visto alguna interacción, en Casa de Janos un 35% y en San Pedro un 25%. Se describieron peleas de perros con coyotes, con zorrillos y con lince, muchas veces ven perros solos o jaurías incursionando las áreas protegidas donde se suelen observar carnívoros.

La segunda pregunta era similar pero dirigida a su(s) propio(s) perro(s). Para esta pregunta Pancho Villa fue la localidad con el mayor porcentaje de afirmaciones de reconocimiento de interacción (40%), seguido de Casa de Janos (30%), Monte Verde (25%) y finalmente San Pedro (10%). En general, las interacciones descritas se relacionaban con la caza específicamente de zorrillos, mencionaban que sus perros llegaban a la casa con olor a orina de zorrillo, también describieron peleas entre sus perros y coyotes y que muchas veces ven a sus perros incursionando las áreas protegidas donde se suelen observar carnívoros.

La última pregunta relacionada con las interacciones entre domésticos y silvestres fue respecto a los avistamientos de carnívoros silvestres en las cercanías del pueblo o en el pueblo mismo. La tabla 5 describe la categoría de acercamiento al pueblo por especie asignada según el porcentaje de avistamientos en el pueblo.

Tabla 5. Categoría de acercamiento de las especies de carnívoros silvestres.

<b>Ejido</b>	<b>Especie</b>	<b>Porcentaje de avistamientos en el pueblo</b>	<b>Categoría de acercamiento al pueblo</b>
<b>San Pedro</b>	<i>Canis latrans</i>	35%	2
	<i>Lynx rufus</i>	5%	1
	<i>Urocyon cinereargentus</i>	0%	0
	<i>Vulpes macrotis</i>	5%	1
	<i>Mephitis spp</i>	20%	1
	<i>Taxidea taxus</i>	0%	0
	<i>Procyon lotor</i>	5%	1
	<i>Ursus americanus</i>	0%	0
<b>Monte Verde</b>	<i>Canis latrans</i>	75%	4
	<i>Lynx rufus</i>	10%	1
	<i>Urocyon cinereargentus</i>	0%	0
	<i>Vulpes macrotis</i>	0%	0
	<i>Mephitis spp</i>	40%	2
	<i>Taxidea taxus</i>	5%	1
	<i>Procyon lotor</i>	0%	0
	<i>Ursus americanus</i>	0%	0
<b>Casa de Janos</b>	<i>Canis latrans</i>	70%	4
	<i>Lynx rufus</i>	45%	3
	<i>Urocyon cinereargentus</i>	35%	2
	<i>Vulpes macrotis</i>	30%	2
	<i>Mephitis spp</i>	75%	4
	<i>Taxidea taxus</i>	30%	2
	<i>Procyon lotor</i>	30%	2
	<i>Ursus americanus</i>	20%	1
<b>Pancho Villa</b>	<i>Canis latrans</i>	80%	4
	<i>Lynx rufus</i>	30%	2
	<i>Urocyon cinereargentus</i>	0%	0
	<i>Vulpes macrotis</i>	0%	0
	<i>Mephitis spp</i>	60%	3
	<i>Taxidea taxus</i>	10%	1
	<i>Procyon lotor</i>	10%	1
	<i>Ursus americanus</i>	0%	0

Los porcentajes más bajos de avistamientos pertenecen al ejido San Pedro, en el que el coyote (*Canis latrans*) es el más visto con una frecuencia de solo 7 personas de las 20 encuestadas (35%), clasificándose en la categoría 2 de acercamiento al pueblo. El resto de las especies vistas se encuentran en la categoría 1 y son el lince (*Lynx rufus*), la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*), el zorrillo (*Mephitis spp*) y el mapache (*Procyon lotor*).

En Monte Verde el coyote sigue siendo la especie más observada en las cercanías de los pueblos (75%), esta vez con una categoría de acercamiento de 4. Le sigue el zorrillo con una categoría 2 y el lince y el tejón (*Taxidea taxus*) con bajo porcentaje de avistamientos, pertenecientes a la categoría 1 de acercamiento. Se puede observar que en este ejido son menos las especies mencionadas, pero tienen porcentajes más altos que en San Pedro.

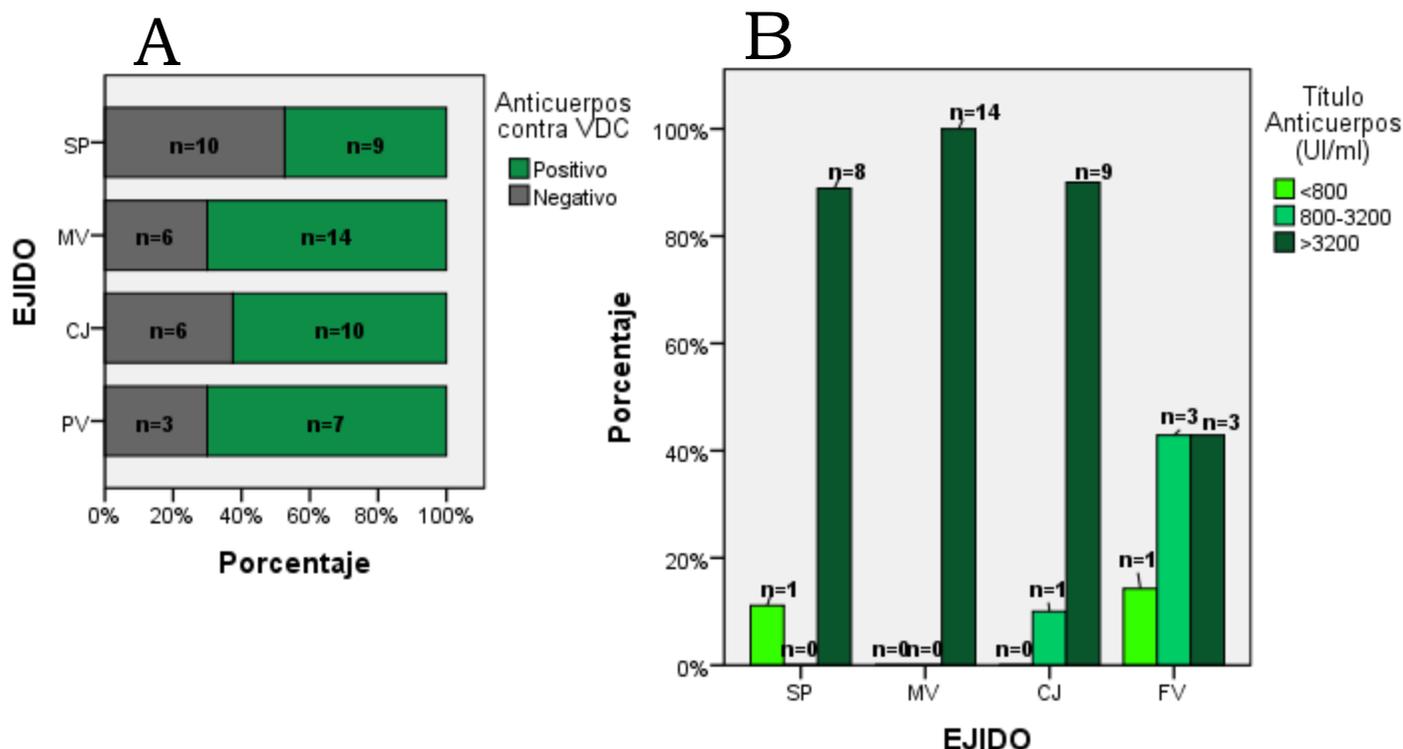
En Pancho Villa son dos las especies asignadas con las dos categorías más altas, el coyote fue mencionado por 8 de los 10 encuestados, obteniendo una categoría 4 y el zorrillo fue mencionado por 6 personas, perteneciendo así a la categoría de acercamiento 3. El lince es descrito por 3 personas, siendo la única especie de categoría 2 en este ejido. Los menos vistos son el mapache y el tejón, cada uno visto por solo una persona de los encuestados.

La localidad con mayores porcentajes de avistamientos y mayor cantidad de especies vistas es Casa de Janos. Aquí se integran nuevas especies que no fueron mencionadas en los otros ejidos, estas son el oso (*Ursus americanus*) de categoría de acercamiento 1 y la zorra gris (*Urocyon cinereargentus*) con una categoría 2. Al igual que en Pancho Villa y Monte Verde, el coyote es la especie más vista (categoría 4) y el zorrillo pertenece a la categoría 4, siendo este el sitio que más ha visto a esta especie en las orillas o en el pueblo mismo. Por otro lado, un 45% de las personas dicen haber visto al lince y tanto la zorra del desierto, como el tejón y el mapache fueron vistos por 6 personas de los 20 encuestados (30%).

### **Seropositividad de VDC en perros domésticos.**

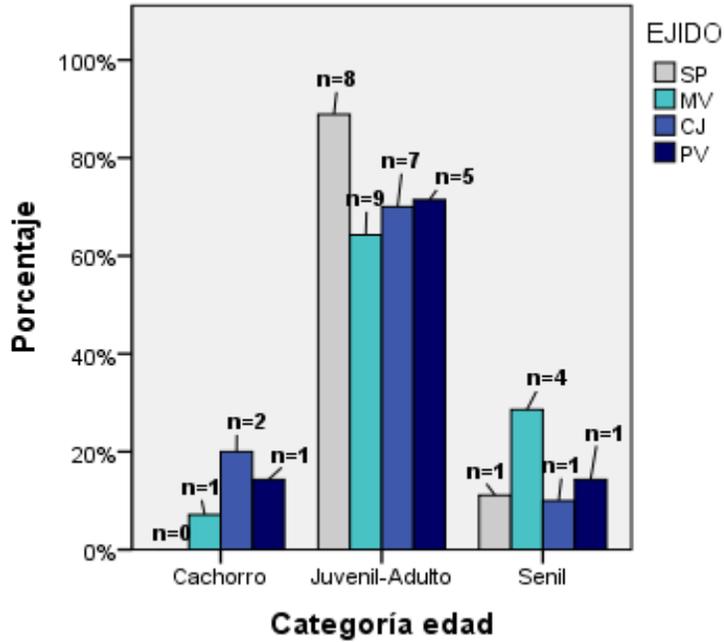
En total se muestrearon 70 perros para ser sometidos a la prueba serológica de diagnóstico rápido por inmunocromatografía. Cinco individuos que habían sido vacunados contra VDC en algún momento de su vida que fueron excluidos del análisis de seropositividad ya que este estudio busca identificar la exposición natural al virus en perros sin vacunación previa. Por lo que el tamaño muestral final es de 65 sueros, 19 individuos de San Pedro, 20 de Monte Verde, 16 de Casa de Janos y 10 de Pancho Villa.

En total se detectaron anticuerpos en un 62% (n=40) del total de 65 muestras, con diferencias entre los ejidos (figura 12.A.), con 47% (n=9) para San Pedro, 70% (n=14) para Monte Verde, 63% (n=10) para Casa de Janos y 70% (n=7) para Pancho Villa. Los títulos de anticuerpos están descritos según los rangos establecidos por el proveedor del kit.



**Figura 12 A, B.** Resultados estudio serológico de la presencia de anticuerpos contra VDC en perros  
 SP=San Pedro/MV=Monte Verde/CJ=Casa de Janos/PV=Pancho Villa

La figura 13 muestra que la mayoría de los positivos se encuentran en la categoría de edad juvenil-adulto, sin embargo, a su vez la mayoría de los individuos muestreados pertenecían a esta misma categoría. Cabe mencionar, entonces, que de los 16 cachorros muestreados en total, solo 4 fueron positivos. Por otro lado, del total de 44 individuos juvenil-adultos muestreados, 29 fueron positivos y finalmente de los 10 seniles muestreados, 7 individuos fueron positivos. La significancia de esta relación será evaluada más adelante.



**Figura 13.** Distribución de individuos positivos por categoría de edad en los cuatro pueblos.

La distribución de positivos por sexo (figura 14) indica que la mayoría de los positivos fueron individuos machos (30 de 45 machos totales). En cambio, para el caso de las hembras, fueron 10 hembras positivas de las 25 totales.

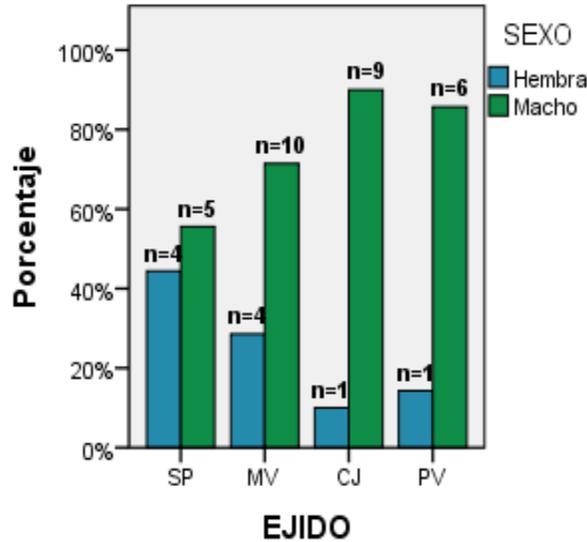


Figura 14. Distribución de individuos positivos por sexo en los cuatro pueblos.

Para evaluar la asociación entre las densidades y las edades promedio de los perros de cada una de las localidades con los resultados serológicos en perros se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. La siguiente figura 15 indica la relación lineal que existe entre estas variables. En el caso de los valores de densidad de perros en los distintos pueblos, estos tienen una relación negativa con un valor de rho cercano a -1 ( $p < 0,05$ ). Es decir, el pueblo con la mayor densidad de perros (SP) tuvo el menor porcentaje de perros seropositivos y que los pueblos con las menores densidades de perros (PV-MV) tuvieron los mayores porcentajes de perros positivos.

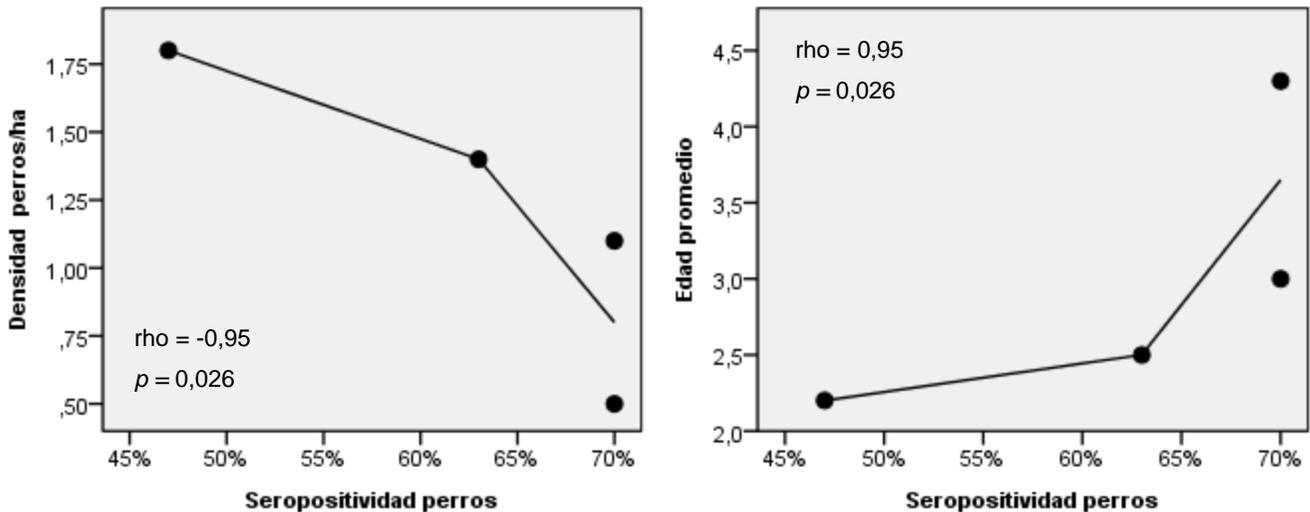


Figura 15. Gráficos de dispersión de la seropositividad en perros asociada a la densidad y a la edad promedio de los perros en los cuatro pueblos.

Las edades promedio tienen una relación lineal positiva con la seropositividad de los perros, con un valor de rho cercano a 1 ( $p < 0,05$ ). Es decir que a medida que las edades aumentan también aumenta la cantidad de perros seropositivos.

Al momento de realizarse la encuesta y la toma de muestra, se realizó a los perros un examen clínico para evaluar la presencia o ausencia de signología que pudiese estar asociada a distemper canino. Además, se les preguntó a los dueños si sus perros habían estado enfermos previamente presentando este tipo de signología.

Los signos considerados eran decaimiento, inapetencia, desnutrición, vómito, diarrea, alteraciones neurológicas, secreciones nasales, secreciones conjuntivales, tos, estornudos, entre otros. Hubo 9 individuos del total de 65 (no vacunados) que al momento de tomarle la muestra estaban con signos clínicos asociados y el 67% ( $n=6$ ) de ellos fueron positivos a la presencia de anticuerpos. Por otra parte, hubo 12 individuos cuyos dueños comentaron una signología previa asociada a distemper, de estos, un 75% ( $n=9$ ) fueron positivos.

Para el análisis de regresión logística múltiple se seleccionaron las variables que resultaron tener una asociación significativa con la variable dependiente ( $p < 0,05$ ) en los análisis de regresión logística simple. Las únicas que cumplieron con este requisito fueron la función de perro guardián ( $p=0,0472$ ) y la restricción de salida libre a la calle ( $p=0,0402$ ).

La siguiente tabla 6 revela los resultados del análisis de regresión logística múltiple. Se puede observar que, al momento de correr el análisis, solo una de las variables mantiene su significancia, la variable de función de perro guardián sube su valor de  $p$  a 0,0559 por lo que deja de ser significativa.

Con estos resultados se establece que la restricción del acceso a las calles es un factor protector para la seropositividad del VDC. Esto debido tanto al valor significativo de  $p$  (0,0479) como a su valor de O.R. de (0,33) que la define como una variable protectora por ser menor a 1.

**Tabla 6. Resultados de la regresión logística múltiple en perros.**

<b>Parámetros</b>	<b>Est.</b>	<b>E.E.</b>	<b>O.R.</b>	<b>Wald (95%)</b>	<b>LI</b>	<b>Wald LS (95%)</b>	<b>Wald Chi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
<b>Constante</b>	0,63	0,40	1,88	0,85	4,16	2,44	0,1180	
<b>Función (G)</b>	1,39	0,72	4,00	0,97	16,55	3,66	0,0559	
<b>Funcion (T)</b>	1,7E-03	1,00	1,00	0,14	7,07	2,8E-06	0,9987	
<b>Restricción (SALC)</b>	-1,10	0,56	0,33	0,11	0,99	3,91	0,0479	

*Est (coeficiente de regresión); E.E.(error estándar); O.R. (odds ratio); LI (Límite inferior); LS (Límite superior); SALC: Sin Acceso Libre a las Calles)*

### **Seropositividad de VDC en carnívoros silvestres.**

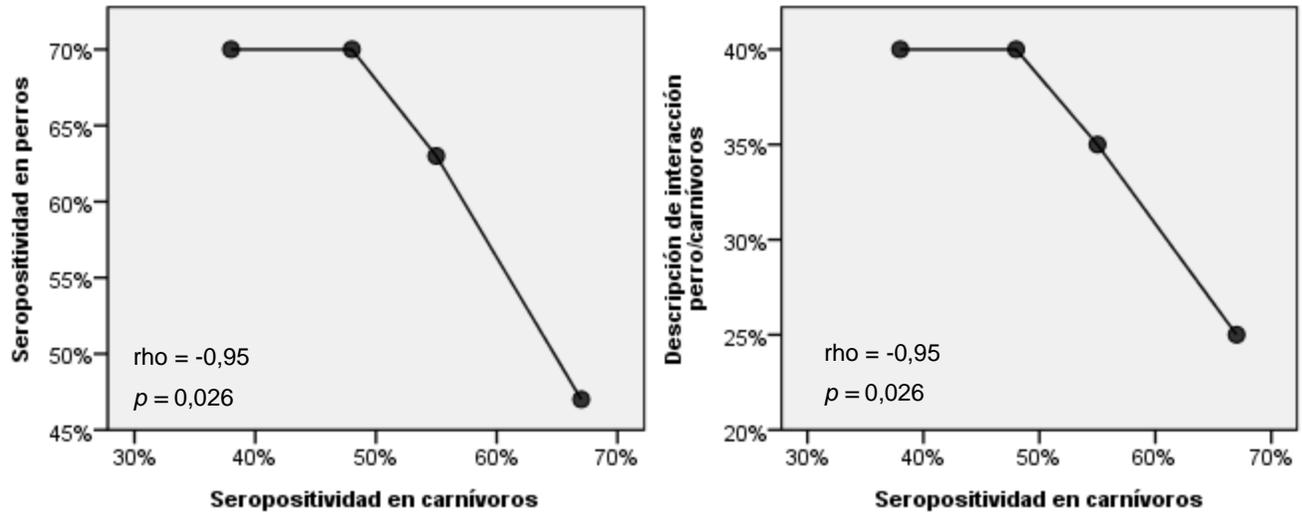
Para este estudio se realizó un nuevo muestreo de carnívoros silvestres. Se capturaron tres individuos de especies diferentes (Anexo IV) las muestras de suero fueron procesadas para evaluar la presencia de anticuerpos contra VDC mediante la prueba neutralización viral.

En la tabla 7 se pueden observar los resultados que indican que el único individuo positivo fue un lince con un título de 15.849 anticuerpos neutralizantes. Tanto la zorra gris como el zorrillo fueron negativos.

**Tabla 7. Resultados estudio serológico de la presencia de anticuerpos neutralizantes para VDC en los carnívoros silvestres capturados en este estudio.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Coordenada de captura (UTM)</b>	<b>Presencia/Ausencia de neutralizantes Ac</b>
Canidae	Urocyon cinereargenteus	Zorra gris	0743967 3399587	Negativo
Felidae	Lynx rufus	Lince	0741695 3399221	Positivo
Mephitidae	Mephitis mephitis	Zorrillo rayado	0740852 3399146	Negativo

De las regresiones logísticas simples realizadas ninguna de estas variables tuvo significancia respecto a su influencia sobre la exposición al virus. No obstante, al calcular el coeficiente de correlación de Spearman para los resultados serológicos en carnívoros se observó una relación negativa y significativa con las variables de seropositividad en perros y de porcentaje de interacciones descritas entre carnívoros silvestres. Se puede ver esta relación en la figura 16.



**Figura 16.** Gráficos de dispersión de la seropositividad en carnívoros capturados en las cercanías de los 4 pueblos asociada a la seropositividad en perros y a los porcentajes de interacciones descritas entre perros y carnívoros.

Se observa, entonces, que mientras mayores fueron porcentajes de seropositividad en perros (PV-MV), menores fueron los de carnívoros y que donde más se describieron perros interactuando con carnívoros (PV-MV) menor fue la seropositividad en estos. A su vez, los positivos carnívoros fueron aumentando en CJ y aún más en SP, localidades en las que hubo menos perros positivos y menos interacción.

Las otras variables analizadas no tuvieron un valor de rho significativo ( $p > 0,05$ ), por lo que no se evidenció una asociación entre la seropositividad de carnívoros y el porcentaje de perros con acceso libre, ni el porcentaje de avistamientos de carnívoros, ni la distancia de los sitios de captura con los pueblos.

## DISCUSIÓN

El área de estudio se encuentra inmersa en una de las reservas de mayor importancia para la conservación de mamíferos de México y en la que los carnívoros son el segundo orden mejor representado. Para el lugar se describen 79 especies de mamíferos pertenecientes a 18 familias y a cuatro órdenes. Dentro de las especies descritas, 19 corresponde al orden carnívora (CONANP, 2013b).

Los resultados de este estudio, junto con los de Moreno *et al.*, 2015, indican que el virus está circulando en la zona y esto se presenta como una potencial amenaza para las poblaciones de carnívoros que habitan la reserva. Además, el actual proyecto de liberación del hurón de patas negras en la zona (Pacheco *et al.*, 2002) le da aún mayor importancia a un estudio como este, pues, Janos es considerado un sitio con grandes posibilidades para el establecimiento viable de una población del hurón patas negras, debido a que alberga una gran población de perritos llaneros de cola negra (*Cynomis ludovicianus*), su principal presa (CONANP, 2013b). Sin embargo, al estar expuestos a un virus como el VDC, que históricamente ha afectado fuertemente poblaciones de esta especie, los esfuerzos para el establecimiento de la población reintroducida podrían verse mermados.

Un factor necesario para la diseminación del virus, es el contacto directo y para esto debe existir una interfaz entre perro doméstico y carnívoros silvestres. En este sentido, una importante propiedad de los carnívoros, es que estos establecen un ámbito de hogar en el hábitat en el que se encuentran. Este varía, puede ser muy pequeño (menor a 1 ha) para el caso de los mustélidos o muy amplio (sobre los 100 km<sup>2</sup>) para los lobos (Boitani y Powell, 2012).

Por su parte, el perro de vida libre tiene un ámbito de hogar similar al del coyote, que puede llegar hasta los 25 km<sup>2</sup> (Meek, 1999) La superficie de los pueblos incorporados al área de muestreo no supera las 136 ha (1,36 km<sup>2</sup>) y los perros sin restricción pueden salir libremente de los pueblos e ingresar al área protegida colindante. Por su parte los ámbitos de hogar de los cánidos como los del coyote (5 a 27 km<sup>2</sup>) (Gehrt *et al.*, 2009) y la zorra gris (3 a 7 km<sup>2</sup>) (Rountree, 2004) o el del lince (28 a 60 km<sup>2</sup>) (Lovallo y Anderson, 1996) son bastante amplios. Debido a esto, se genera una superposición de hábitats de carnívoros silvestres y perros domésticos. Teniendo en consideración que el VDC es un agente que afecta a una gran

cantidad de hospederos (Martella *et al.*, 2008), surge la pregunta de si este simpatrismo entre perros domésticos de vida libre y carnívoros silvestres estará influyendo sobre las prevalencias de distemper en carnívoros.

En la misma línea, individuos infectados, ya sean perros u otros carnívoros, pueden acarrear el patógeno y dispersarlo hacia otras especies que permanezcan más aisladas, es decir, que no se acerquen a los asentamientos humanos, o tengan ámbitos de hogar más reducidos, como los mustélidos (Sepúlveda *et al.*, 2014), entre ellos el hurón de patas negras, pudiendo generar un impacto negativo en la salud de estas poblaciones. Esto se condice con lo postulado por Viana *et al.* (2014) que sostiene que los carnívoros pueden ser reservorios del VDC, al igual que el perro, manteniendo el virus en su población e intercediendo en la dinámica del patógeno.

En Janos existen asentamientos humanos inmersos dentro de la reserva en los que habitan perros que tienen acceso irrestricto al área protegida. Esto permite que se genere una interfaz entre animales domésticos y silvestres en la que el virus podría realizar un “salto taxonómico” desde poblaciones de perros domésticos hacia poblaciones de carnívoros silvestres (Acosta-Jamett *et al.*, 2011; Cleaveland *et al.*, 2000; Marcacci *et al.*, 2014).

Se ha descrito que, para poblaciones de perros, a mayores densidades, mayores son las prevalencias del virus, pues aumenta la tasa de contacto directo entre individuos. Asimismo, sitios con mayores densidades de perros son una fuente más probable de infección VDC para la vida silvestre local (Acosta-Jamett *et al.*, 2010; Cleaveland *et al.*, 2000).

Lo anterior también se puede aplicar cuando nos referimos a la razón humano:perro, a medida que disminuye esta razón, es decir, mayor cantidad de perros por persona, se esperan mayores prevalencias de distemper. En este estudio, las razones humano:perro calculadas no escapan los rangos reportados por otros autores. Una investigación realizada por Ibarra *et al.* (2003) respecto a los aspectos demográficos de las poblaciones de perros en distintas comunas de Santiago, Chile, describió valores que iban desde 4,4:1 hasta 17:1, con un promedio de 6,4 personas por cada perro en todo Santiago. Los valores calculados en las cuatro localidades de muestreo, en general, superan el promedio descrito por Ibarra *et al.* (2003) (excepto para el caso de San Pedro, que está bajo este promedio). Esto es de esperarse, dado que las

poblaciones de perros en asentamientos humanos rurales tienden a ser menores que en los espacios urbanos.

Respecto a las prevalencias del virus asociadas a las densidades de perros, los resultados de este estudio muestran que no se sigue el patrón descrito anteriormente, lo cual está explicado por la asociación negativa entre los perros positivos y las densidades de cada uno de los pueblos. San Pedro es la localidad con la mayor densidad de perros (1,9 perros/ha) y la que tiene la menor razón humano:perro (5,3:1) pero es la que tiene el menor porcentaje de individuos seropositivos (45%). A su vez, Pancho Villa es la localidad con la menor densidad de perros (0,5 perros/ha) y la mayor razón humano:perro (15:1) y es, junto con Monte Verde, la localidad con el mayor porcentaje de seropositivos (70%).

La baja seropositividad en lugares de mayor densidad de perros se explicaría por el control de acceso a las calles por parte de los dueños. El contacto directo entre perros solo se puede dar en la medida que se presente la oportunidad de que los perros interactúen, y esto se puede dar solo si a estos perros se les permite el libre acceso a las calles. San Pedro es el sitio con el mayor porcentaje de perros cuyo acceso a las calles está restringido, mientras que, Pancho Villa es el pueblo con el mayor porcentaje de perros con acceso libre a las calles. Esto explica la baja seropositividad presente en San Pedro y la alta seropositividad presente en Pancho Villa, ya que, en este último, los perros tienen mayor posibilidad de tener un contacto directo. Esta afirmación se ve aún más respaldada por el hecho de que el análisis de regresión logística múltiple definió que la restricción a las calles era un factor protector para el riesgo de exposición de los individuos al VDC.

Casa de Janos es la localidad que sigue a San Pedro en cuanto al porcentaje de individuos seropositivos (63%). Cabe destacar que, además, estos son los dos sitios con las poblaciones más jóvenes de perros y con los menores porcentajes de positividad. El promedio de edad para San Pedro es de 2,2 y para Casa de Janos es de 2,5 años, mientras que para Monte Verde es de 3 años y para Pancho Villa es de 4,3 años. Esto denota una relación positiva entre variables, corroborada por el valor significativo y cercano a 1 del coeficiente de correlación Spearman. Esto cumple con lo esperado, ya que a mayor edad mayor riesgo de presentar anticuerpos contra VDC, debido a que el individuo tiene más tiempo para exponerse al virus por infección natural (Lechner *et al.*, 2010).

Para los perros, las seroprevalencias encontradas en este estudio varían entre 47% a 70% dependiendo del sitio (seroprevalencia general de 62%). Un estudio realizado en la Región de la Araucanía, Chile por Acosta-Jamett *et al.* (2015) se encontraron distintas seroprevalencias en áreas urbanas y rurales, siendo más altas en la zona urbana 78% y más bajas en la zona rural 36%. Otros estudios de Acosta-Jamett (2009) y Acosta-Jamett *et al.* (2011), ambos en realizados en Chile, región de Coquimbo, encontraron seroprevalencias de 82% y 75% respectivamente. Pese a que los porcentajes obtenidos en este estudio no escapan los rangos reportados en otros casos, se debe tener precaución respecto a las diferencias en los diseños muestrales.

Para el caso de los carnívoros, el único en el que se demostró presencia de anticuerpos contra VDC fue una lince rojo (*Lynx rufus*) capturada en las cercanías del pueblo de Casa de Janos (a 5 km). Asimismo, Moreno *et al.*, 2015 también obtuvo muestras de lince positivas en las cercanías de Casa de Janos y de Pancho Villa.

Existen otros reportes de lince rojo afectado por infecciones de este virus, uno de estos en un sector muy próximo al del área de estudio de este trabajo, realizado por Harrison (2010) en el desierto de Chihuahua de Nuevo México, también mediante serología (el artículo no especifica el método diagnóstico). Del mismo modo, lince rojos han resultados positivos mediante serología para CDV en California (Riley *et al.*, 2004) y mediante serología y análisis molecular en el este de Canadá (Daoust *et al.*, 2009). La importancia de este último es que los ejemplares fueron encontrados muertos y se demostró que la causa de muerte fue por una infección de VDC.

El trabajo realizado por Moreno *et al.* (2015) y el presente estudio han comprobado que los carnívoros de la reserva han estado expuestos del VDC. El análisis de regresión logística realizado con el fin de evaluar los factores de riesgo relacionados a la seropositividad encontrada en carnívoros no mostró asociación alguna entre las variables explicatorias y la variable respuesta, por lo que no fue posible establecer ninguna de las variables como factor de riesgo. No obstante, existe una relación negativa significativa entre: a. los porcentajes de seropositivos carnívoros y los porcentajes de seropositivos presentes en los perros muestreados y b. los porcentajes de seropositivos carnívoros y los porcentajes de interacciones entre perros y carnívoros silvestres descritas.

Lo anterior podría estar relacionado a que las cepas infectantes de los carnívoros silvestres no son las mismas que están afectando a los perros, lo que implicaría que no se está realizando un salto taxonómico por parte del virus o que simplemente no existe un contacto directo entre silvestres y domésticos que acarrean el virus. Sin embargo, no es posible tomar esta conclusión por diferentes razones. En primer lugar, se está realizando una comparación entre una comunidad de carnívoros y poblaciones de perros, que es una sola especie. Lo más correcto sería comparar los resultados en perros con los resultados de cada una de las especies de carnívoros. Por otro lado, los tamaños muestrales son muy bajos como para aceptar o rechazar una hipótesis, por lo que es necesario realizar un estudio con tamaños muestrales representativos de las poblaciones para esto.

En cuanto a los procedimientos realizados para el estudio serológico, los métodos que se utilizaron fueron dos, el diagnóstico rápido por inmunocromatografía que detecta anticuerpos totales (IgG), y la seroneutralización viral, que detecta anticuerpos neutralizantes en muestras de suero. Para este estudio el hecho de corroborar la exposición de los individuos (perros y carnívoros silvestres) al virus habla de que existe cierto nivel de circulación del virus en el sector, por lo que estas pruebas aportan información valiosa para los objetivos de este trabajo, sobre todo si nos referimos a carnívoros.

Ambas pruebas son altamente específicas y sensibles. El hecho de que la seroneutralización mida solo anticuerpos neutralizantes es una ventaja en términos de que evalúa la respuesta protectora del animal (Gauger y Vicent, 2014). Por otro lado, el kit tiene la ventaja de ser rápido y sencillo (Bionote, 2005), ideal para casos en que sean muchas las muestras requeridas para su procesamiento y en que lo que se pretenda comprobar sea la exposición al virus por parte del individuo en algún momento de su vida. Sin embargo, cuando se busca el diagnóstico de la enfermedad, los mismos instructivos de la prueba recomiendan complementar los resultados con signos clínicos y otras pruebas capaces de determinar la presencia del patógeno, como la técnica de PCR, que en este caso se suele usar la de transcripción reversa.

Otra limitante que debe ser considerada es que ambos métodos tienen cierto nivel de subjetividad en la interpretación de los resultados, ya que ninguno cuenta con una herramienta cuantitativa para medir, ya sea, coloración (en el caso del kit) o efecto citopático

(en el caso de la seroneutralización). Una buena alternativa podría ser utilizar la prueba del ELISA, ya que los cambios de coloración se miden con espectrofotómetro y también es rápida y sencilla (Reinhardt *et al.*, 2001).

En este estudio, en base a las encuestas y a los testimonios de las personas que afirmaron haber visto a carnívoros silvestres y a perros de vida libre en contacto directo, es posible referirse a una interacción entre carnívoros silvestres y perros. Según lo expuesto por las personas, este contacto se permite tanto por la presencia de los perros dentro del área protegida (hábitat de los carnívoros), como por el acercamiento de los carnívoros a los pueblos por diferentes motivos (principalmente por la búsqueda de alimento).

Es así que la presencia de asentamientos humanos en áreas protegidas que albergan vida silvestre, puede ir en desmedro de la conservación de la fauna. Esto debido a la introducción de especies hospederas de enfermedades, VDC para este caso, que hacen que la transmisión del virus sea un riesgo para los carnívoros susceptibles (Acosta-Jamett *et al.*, 2011; Hughes y Macdonald, 2013; Sepúlveda *et al.*, 2014).

Ante la necesidad de evaluar interacción y transmisión de enfermedades entre domésticos y silvestres, un método válido utilizado en diferentes estudios es el análisis molecular de las muestras mediante la técnica de PCR y el análisis filogenético de las muestras positivas. Este procedimiento tiene la ventaja de dar a conocer la(s) cepa(s) circulante(s) en el área de estudio y corroborar si la infección existente en poblaciones de carnívoros silvestres proviene de los perros domésticos de vida libre, solo si es que la cepa infecta es la misma que la presente en la población de perros, o del medio silvestre en el caso de que las cepas difieran.

Diferentes autores, a lo largo de todo el mundo, han utilizado esta técnica y han comprobado que los brotes de distemper en poblaciones de carnívoros provienen directamente de poblaciones de perros (Frölich *et al.*, 2000; Marcacci *et al.*, 2014; Meli *et al.*, 2010). Este es el siguiente paso a seguir en todos los sitios donde poblaciones de carnívoros susceptibles se encuentren amenazadas por esta enfermedad. Es fundamental pesquisar la causa de la infección para plantear medidas de prevención y mitigación efectivas.

Particularmente en la Reserva de la Biósfera de Janos, no se ha reportado un brote de Virus Distemper Canino que afecte a poblaciones de carnívoros. No obstante, las medidas preventivas para que esto se evite son necesarias, aún más, con el programa de reintroducción

del hurón de patas negras ahora en marcha (Pacheco *et al.*, 2002). Es importante que, a la hora de ubicar una población de hurón de patas negras dentro de la reserva, estén las condiciones óptimas para su adecuación biológica, pues la circulación del virus en la zona podría ir en desmedro de su adaptación al medio.

Las medidas preventivas descritas en distintos estudios van desde el control de la interface entre perros y carnívoros silvestres mediante la restricción del libre movimiento de los perros, hasta la vacunación masiva de perros e incluso la vacunación de carnívoros silvestres. Aparentemente no existen programas de vacunación gubernamentales contra DC en México. Esto probablemente debido a que esta no es una enfermedad zoonótica, por lo que no tiene importancia para la salud pública y no genera una inquietud para su control a nivel nacional. Sin embargo, Di Sabatino *et al.* (2013) plantea que cuando existen especies susceptibles en peligro que podrían verse afectadas, la vacunación masiva de perros en áreas prioritarias estratégicas, que cubra el 95% de la población, debe ser considerada una medida preventiva válida. Además, debe existir una legislación que respalde la importancia de esta medida, planteando la vacunación como una acción obligatoria en zonas donde el perro doméstico habite en las cercanías de áreas naturales protegidas.

Los beneficios de la vacuna preventiva contra el virus distemper canino se asocian tanto al bienestar de los mismos perros, al estar inmunizados contra el patógeno y no presentar signos de enfermedad (Cherpillod *et al.*, 2000), como al control de su diseminación hacia especies de carnívoros silvestres, ya que los mismos perros no serían reservorios de la enfermedad y el principal reservorio de VDC para la fauna silvestre son los perros infectados (Laurenson *et al.*, 1997; Di Sabatino *et al.*, 2015). En el sitio de estudio, las encuestas realizadas revelaron que existe una baja tasa de vacunación y de atención veterinaria en general en el sitio de estudio. Esto no sorprende dado el contexto en el que viven los habitantes de las localidades inmersas en la reserva. La clínica veterinaria más cercana se encuentra en el pueblo de Janos, que está a 20 km de San Pedro, que sería el ejido más cercano. El transporte hacia allá es complicado por lo que la baja atención veterinaria, tanto preventiva como ante enfermedad, de sus perros es reflejo del aislamiento de las localidades y la falta de educación en tenencia responsable de mascotas.

Respecto a la vacunación de poblaciones de carnívoros silvestres afectadas por un virus, existen dudas respecto a su conveniencia ya que se postula que el manejo asociado a este procedimiento podría aumentar la mortalidad en la población, contribuyendo a la extinción local (Burrows, 1992). Ante esto Woodroffe (2001), en el contexto del virus de la rabia que afectó a poblaciones de perro salvaje africano (*Lycaon pictus*), realizó una investigación en la que determinó que la vacuna y su manejo no causaron muertes, pero falló en proteger a la población de la infección. En suma, plantea que para el caso del VDC la vacunación no es apropiada debido a que vacunas inactivadas no son efectivas (Visee, 1996) y las vacunas vivas podrían ser fatales (Durchfeld *et al.*, 1990).

El cuestionamiento de la técnica de vacunación de fauna silvestre radica entonces en su posible ineffectividad, y no en el estrés y posterior inmunodepresión que podría causar, ya que esta última hipótesis ha sido ampliamente rechazada. Es por esto que para aprobar una medida como esta es necesaria más investigación con un enfoque más ecológico para el control de enfermedades que afectan especies en peligro. De todas formas, la administración de vacunas debería estar dirigida a especies amenazadas que son reservorio de la enfermedad, o que están en contacto con otras especies reservorio (Woodroffe, 2001).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio demuestran que la presencia de perros con acceso libre a las calles en las localidades de estudio es un factor de riesgo para la infección de VDC en perros y que existe una relación positiva entre el aumento de la edad de los individuos y la seropositividad al virus. Por otro lado, se encontraron anticuerpos contra VDC en una lince capturada en el ejido de Casa de Janos. Este resultado, junto a los de Moreno *et al.* (2015), demuestran que las poblaciones de carnívoros de la reserva están expuestas al virus, sin embargo, se encontró una relación negativa entre la seropositividad de estas especies silvestres con la de los perros que habitan los pueblos inmersos en la reserva.

Por otra parte, se logró comprobar un grado de interacción entre perros y carnívoros silvestres, es por esto que es importante definir si es que lo domésticos están cumpliendo un rol en la transmisión del virus hacia las poblaciones de carnívoros silvestres. Para esto es necesario indagar más en los niveles de interacción entre los sujetos de estudio e identificar las cepas infectivas del virus utilizando tamaños muestrales representativos.

Lograr el control o eliminación del distemper canino es una meta desafiante y altamente compleja, ya que el virus se mantiene en ecosistemas con múltiples hospederos y sus patrones de patogenicidad y transmisión están cambiando. Es por esto que estudios como el presente trabajo son necesarios, con el fin de profundizar en el conocimiento de las dinámicas de esta enfermedad para prevenir futuros brotes y afecciones a poblaciones de fauna silvestre susceptible.

## BIBLIOGRAFÍA

- **ACOSTA-JAMETT, G.** 2009. The role of domestic dogs in diseases of significance to humans and wildlife health in central Chile. Thesis Doctor on Philosophy, University of Edimburgh. 237 p.
- **ACOSTA-JAMETT, G.; CLEAVELAND, S.; CUNNINGHAM, A. A. Y BRONSVOORT, B. M.** 2010. Demography of domestic dogs in rural and urban areas of the Coquimbo region of Chile and implications for disease transmission. *Prev. Vet. Med.* 94(3-4):272-281.
- **ACOSTA-JAMETT, G.; CHALMERS, W. S.; CUNNINGHAM, A. A.; CLEAVELAND, S.; HANDEL, I. G. Y BRONSVOORT, B. M.** 2011. Urban domestic dog populations as a source of canine distemper virus for wild carnivores in the Coquimbo region of Chile. *Vet. Microbiol.* 152(3-4):247-257.
- **ACOSTA-JAMETT, G.; SUROT, D., CORTES, M.; MARAMBIO, V.; VALENZUELA, C.; VALLVERDU, A. Y WARD, M. P.** 2015. Epidemiology of canine distemper and canine parvovirus in domestic dogs in urban and rural areas of the Araucania region in Chile. *Vet. Microbiol.* 178(3-4):260-264.
- **AGUIRRE, A. A.** 2009. Wild canids as sentinels of ecological health: a conservation medicine perspective. *Parasite Vector* 2: 1–8.
- **BEINEKE, A.; PUFF, C.; SEEHUSEN, F.; BAUMGA, W.** 2009. Pathogenesis and immunopathology of systemic and nervous canine distemper. *Vet Immunol Immunop* 127: 1–18.
- **BELANT, J.; GOBER, P.; BIGGINS, D.** 2008. *Mustela nigripes*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> [consulta: 25-05-2015].
- **BELSARE, A. V. Y GOMPPER, M. E.** 2015. A model-based approach for investigation and mitigation of disease spillover risks to wildlife: Dogs, foxes and canine distemper in central India. *Ecological Modelling* 296:102-112.
- **BIGGINS, D. E.; GODBEY, J. L.; HANE BURY, L. R.; LUCE, B.; MARINARI, P. E.; MATCHETT, M. R. Y VARGAS, A.** 1998. The effect of rearing methods on survival of reintroduced black-footed ferrets. *J. Wildl. Manage* 62(2):643-653.
- **BIONOTE.** 2005. Anigen Rapid CDV AB Test Kit. [en línea] <<http://invet.si/pdf/navodila/Insert%20sheet%20of%20Anigen%20Rapid%20CDV%20Ab.pdf>> [consulta: 17-08-2015].
- **BOITANI, L. Y POWELL, R. A.** 2012. Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques. Oxford University Press. New York, USA. 506 p.
- **BURROES, R.** 1992. Rabies in wild dogs. *Nature* 359:277.
- **BUTINA, T. V.; DENIKINA, N. N.; BELIKOV, S. I.** 2010. Canine distemper virus diversity in Lake Baikal seal (*Phoca sibirica*) population. *Vet Microbiol* 144:192-197.

- **CEBALLOS, G.; DAVIDSON, A.; LIST, R.; PACHECO, J.; MANZANO-FISCHER, P.; SANTOS-BARRERA, G. Y CRUZADO, J.** 2010. Rapid decline of a grassland system and its ecological and conservation implications. *PLoS One*: 5(1):e8562.
- **CLEAVELAND, S.; APPEL, M. J.; CHALMERS, W. S.; 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. *Vet. Microbiol.* 72:217-227.
- **COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP).** 2006. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida "Reserva de la Biósfera de Janos". Chihuahua, México. 82 p.
- **COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP).** 2013a. Avances en la Reintroducción del Lobo Mexicano (*Canis lupus baileyi*). Boletín de Actualización Especial. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F. 1 p.
- **COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP).** 2013b. Programa de Manejo Reserva de la Biósfera de Janos. 1ª ed. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, DF. 176 p.
- **COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (CONANP).** 2014. Términos de Referencia de los Conceptos de Apoyo para la Ejecución de Actividades del Programa de Conservación de Especies en Riesgo (PROCER): Atención de las Poblaciones de Perrito Llanero de Cola Negra, de Hurón de Patas Negras y su hábitat en Chihuahua, Chihuahua, México. pp. 212-215.
- **CHERPILLOD, P.; TIPOLD, A.; GRIOT-WENK, M.; CARDOZO, C.; SCHMID, I., R, F.; FATZER, R.; SCHOBESBERGER, M.; ZURBRIGGEN, R.; BRUCKNER, L.; ROCH, F.; VANDEVELDE, M.; WITTEK, R. Y ZURBRIGGEN, A.** 2000. DNA vaccine encoding nucleocapsid and surface proteins of wild type canine distemper virus protects its natural host against distemper. *Vaccine* 18:2927-2936.
- **CUTLER, S. J.; FOOKS, A. R.; POEL, W. H. M. VAN DER.** 2010. Public Health Threat of New, Reemerging , and Neglected Zoonoses in the Industrialized World. *Emerg Infect Dis* 16(1): 1–8.
- **DAOUST, P.Y.; MCBURNEY, S. R.; GODSON, M. W. G.; VAN DE BILDT, M. W. G. Y OSTERHAUS, D. M. E.** 2009. Canine Distemper Virus-Associated encephalitis in free-living lynx (*Lynx canadensis*) and bobcats (*Lynx rufus*) of Eastern Canada. *J Wildl Dis* 45(3): 611-624.
- **DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A. Y HYATT, A. D.** 2000. Emerging Infectious Diseases of Wildlife. Threats to Biodiversity and Human Health. *Science's Compass* 287:443-449.
- **DEEM, S. L.; SPELMAN, L. H.; YATES, R. A. Y MONTALI, R. J.** 2000. Canine distemper in terrestrial carnivores: A review. *J Zoo Wildlife Med* 31(4):441-451.
- **DI SABATINO, D.; LORUSSO, A.; DI FRANCESCO, C. E.; GENTILE, L.; DI PIRRO, V.; BELLACICCO, A. L.; GIOVANNIN, A.; DI FRANCESCO, G.;**

**MARRUCHELLA, G. Y MARSILIO, F.** 2013. Arctic lineage-canine distemper virus as a cause of death in Apennine wolves (*Canis lupus*) in Italy. PLoS One 9(1):e82356.

- **DI SABATINO, D.; SAVINI, G. Y LORUSSO, A.** 2015. Canine distemper and endangered wildlife: Is it time for mandatory vaccination of dogs? Vaccine 33(48):6519.

- **DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF).** 2009. Decreto por el que se declara como área natural protegida con el carácter de reserva de la biósfera, la zona conocida como Janos, localizada en el Municipio de Janos, en el Estado de Chihuahua, Secretaría de Gobernación, México. [en línea] <[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5123647&fecha=08/12/2009&print=true](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5123647&fecha=08/12/2009&print=true)> [consulta: 22-08-2016].

- **DOBROVOLSKI, R.; LOYOLA, R. D.; GUILHAUMON, F.; GOUVEIA, S. F. Y DINIZ-FILHO, J. A. F.** 2013. Global agricultural expansion and carnivore conservation biogeography. Biological Conservation 165:162-170.

- **DURCHFELD, B.; BAUMGARTNER, W.; HERBST, W Y BRAHM, R.** 1990. Vaccine-associated canine distemper infection in a litter of African hunting dogs (*Lycaon pictus*). Zentralblatt für Veter-inrmedizin B 37:203-212.

- **FRÖLICH, K.; CZUPALLA, O.; HAAS, L.; HENTSCHKE, J.; DEDEK, J. Y FICKEL, J.** 2000. Epizootiological investigations of canine distemper virus in free-ranging carnivores from Germany. Vet Microbiol 74:283-292.

- **FUNK, S. M.; FIORELLO, C. V.; CLEAVELAND, S.; GOMPPER, M. E.** 2001. The role of disease in carnivore ecology and conservation. Conserv Biol Ser. 443-466.

- **FULLER, T. K.** 1978. Variable Home-Range Sizes of Female Gray Foxes. Journal of Mammalogy, 59(2):446-449.

- **GAUGER, P. C.; VICENT, A. L.** 2014. Serum virus neutralization assay for detection and quantitation of serum-neutralizing antibodies to influenza A virus in swine. Methods Mol Biol 1161:313-324.

- **GEHRT, S. D.; ANCHOR, C. Y WHITE, L. A.** 2009. Home range and landscape use of coyotes in a metropolitan landscape: conflict or coexistence? Journal of Mammalogy 90(5):1045-1057.

- **GREEN, G. E.; APPEL, M. J.** 1998. Canine distemper. **In:** Green, C. E. (Ed.). Infectious Disease of the Dog and Cat. W.B. Saunders. Philadelphia, Pennsylvania. pp 9-20.

- **HARRISON, R. L.** 2010. Ecological Relationships of Bobcats (*Lynx rufus*) in the Chihuahuan Desert of New Mexico. The Southwestern Naturalist 55(3):374-381.

- **HILLMAN, C. N. Y CLARK, T. W.** 1980. *Mustela nigripes*. Mammalian Species 126:1-3.

- **HUGHES, J. Y MACDONALD, D. W.** 2013. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. Biological Conservation 157:341-351.

- **IBARRA, L.; MORALES, M. A. Y ACUÑA, P.** 2003. Aspectos demográficos de la población de perros y gatos en la ciudad de Santiago, Chile. Avances en Ciencias Veterinarias 18:13-20.

- **IUCN.** 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. [en línea] <<http://www.iucnredlist.org>> [consulta: 19-11-2015].
- **KREEGER, T. J.; RAATH, J. P. Y ARNEMO, J. M.** 2002. Handbook of wildlife chemical immobilization. Wildlife Pharmaceuticals Inc.. Fort Collins, Colorado. 409 p.
- **KUIKEN, T.; KENNEDY, S.; BARRETT, T.; VAN DE BILDT, M. W. G.; BORGSTEEDE, F. H.; BREW, S. D.; CODD, G. A.; DUCK, C.; DEAVILLE, R.; EYBATOV, T.; FORSYTH, M. A.; FOSTER, G.; JEPSON, P. D.; KYDYRMANOV, A.; MITROFANOV, I.; WARD, C. J; WILSON, S. Y OSTERHAUS, D. M. E.** 2006. The 2000 canine distemper epidemic in caspian seals (*Phoca caspica*): Pathology and Analysis of Contributory Factors. *Vet Pathol* 43:321-338.
- **LAURENSEN, M. K.; SHIFERAW, F. Y SILLERO-ZUBIRI, D.** 1997. Disease, domestic dogs and the Ethiopian wolf: the current situation. **In:** Sillero-Zubiri, C., Macdonald, D.W. (Eds), The Ethiopian Wolf. Status Survey, and Conservation Action Plan. IUCN, Gland, Switzerland. pp. 32-40.
- **LECHNER, E. S.; CRAWFORD, 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.
- **LIST, R.; PACHECO, J.; PONCE, E.; SIERRA, R. Y CEBALLOS, G.** 2010. The Janos Biosphere Reserve, Northern Mexico. *Int J Wilderness* 16(2):35-41.
- **LOVALLO, M. Y ANDERSON, E.** 1996. Bobcat (*Lynx rufus*) Home Range Size and Habitat Use in Northwest Wisconsin. *The American Midland Naturalist* 135(2):241-252.
- **MARCACCI, M.; ANCORA, M.; MANGONE, I.; TEODORI, L.; DI SABATINO, D.; DE MASSIS, F.; CAMMA, C.; SAVINI, G. Y LORUSSO, A.** 2014. Whole genome sequence analysis of the arctic-lineage strain responsible for distemper in Italian wolves and dogs through a fast and robust next generation sequencing protocol. *J Virol Methods* 202:64-68.
- **MARTELLA, V.; PRATELLI, A.; CIRONE, F.; ZIZZO, N.; DECARO, N.; TINELLI, A.; FOTI, M. Y BUONAVOGLIA, C.** 2002. Detection and genetic characterization of canine distemper virus (CDV) from free-ranging red foxes in Italy. *Mol Cell Probes* 16(1):77-83.
- **MARTELLA, V.; ELIA, G.; BUONAVOGLIA, C.** 2008. Canine distemper virus. *Vet. Clin. North. Am. Small Anim. Pract* 38(4):787-797.
- **MEEK, P. D.** 1999. The movement, roaming behaviour and home range of free-roaming domestic dogs, *Canis lupus familiaris*, in coastal New South Wales. *Wildlife Research* 26(6):847-855.
- **MELI, M. L.; SIMMLER, P.; CATTORI, V.; MARTINEZ, F.; VARGAS, A.; PALOMARES, F.; LÓPEZ-BAO, J. V.; SIMON, M. A.; LÓPEZ, G.; LEÓN-VIZCAÍNO, L.; HOFMANN-LEHMANN, R. Y LUTZ, H.** 2010. Importance of canine

distemper virus (CDV) infection in free-ranging Iberian lynxes (*Lynx pardinus*). *Vet Microbiol* 146(1-2):132-137.

- **MORENO, K.; SARMIENTO, R. E.; LIST, R. H.; SUZÁN, G.** 2015. Estudio serológico y molecular de distemper y parvovirus canino en comunidades de carnívoros de la Reserva de la Biósfera de Janos, Chihuahua. **In:** 4° Congreso Internacional de Ecología de Enfermedades. Villahermosa, Tabasco, México. 13-15 octubre 2015. Kalaan-Kab, FMVZ-UNAM. pp 14.
- **PACHECO, J.; CEBALLOS, G.; LIST, Y. R.** 2000. Los Mamíferos de la Región de Janos, Casa Grandes, Chihuahua, México. *Rev Mex Mast* 4: 69–83.
- **PACHECO, J. G.; CEBALLOS, G. Y LIST, R.** 2002. Reintroducción del hurón de patas negras en las praderas de Janos, Chihuahua. *CONABIO. Biodiversias* 42:1-5.
- **REED, M.J. Y MUENCH, H.** 1938. A simple method for estimating fifty percent end points. *Am J Hyg* 27: 493-497
- **REINHARDT, G.; CARRASCO, L.; TADICH, N. Y RIEDEMANN, S.** 2001. Comparación entre dos técnicas de diagnóstico para diarrea viral bovina (DVB) en 50 predios de la X región, Chile. Seroneutralización y enzimoimmunoensayo indirecto (ELISA-I). *Arch med vet* 33(2):173-183.
- **RILEY, S. P., 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. *J Wildl Dis* 40(1):11-22.
- **ROELKE-PARKER, M. E.; MUNSON, L.; PACKER, C.; KOCK, R.; CLEAVELAND, S.; CARPENTER, M.; O'BRIEN, S. J.; POSPISCHIL, A.; HOFMANN-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*, 464(7290):942-942.
- **ROEMER, G. W.; GOMPPER, M. E.; VALKENBURGH, B. V. A. N.** 2009. The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivores. *Bioscience* 59(2): 165–173.
- **ROUNTREE, G.** 2004. Comparative study of the home range and habitat usage of red foxes and gray foxes in an urban setting: a preliminary report. Shaw WW, Harris LK & Van Druff L (Eds.) 238:244.
- **SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2010. Especies Silvestres Mexicanas. [en línea] <<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/vida-silvestre/especies-silvestres-mexicanas>> [consulta 15-03-2016]
- **SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT).** 2011. Convenio de coordinación que establece las bases para la instrumentación del proceso tendiente a la formulación, la aprobación, la expedición, la ejecución, la evaluación y la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Lerdo, Durango, que suscriben a la Secretaría de Desarrollo Social, SEMARNAT, el Estado de Durango y el R. Ayuntamiento de dicho Municipio. *Diario oficial, Durango, México*, 28 abril. 1ª Sección.

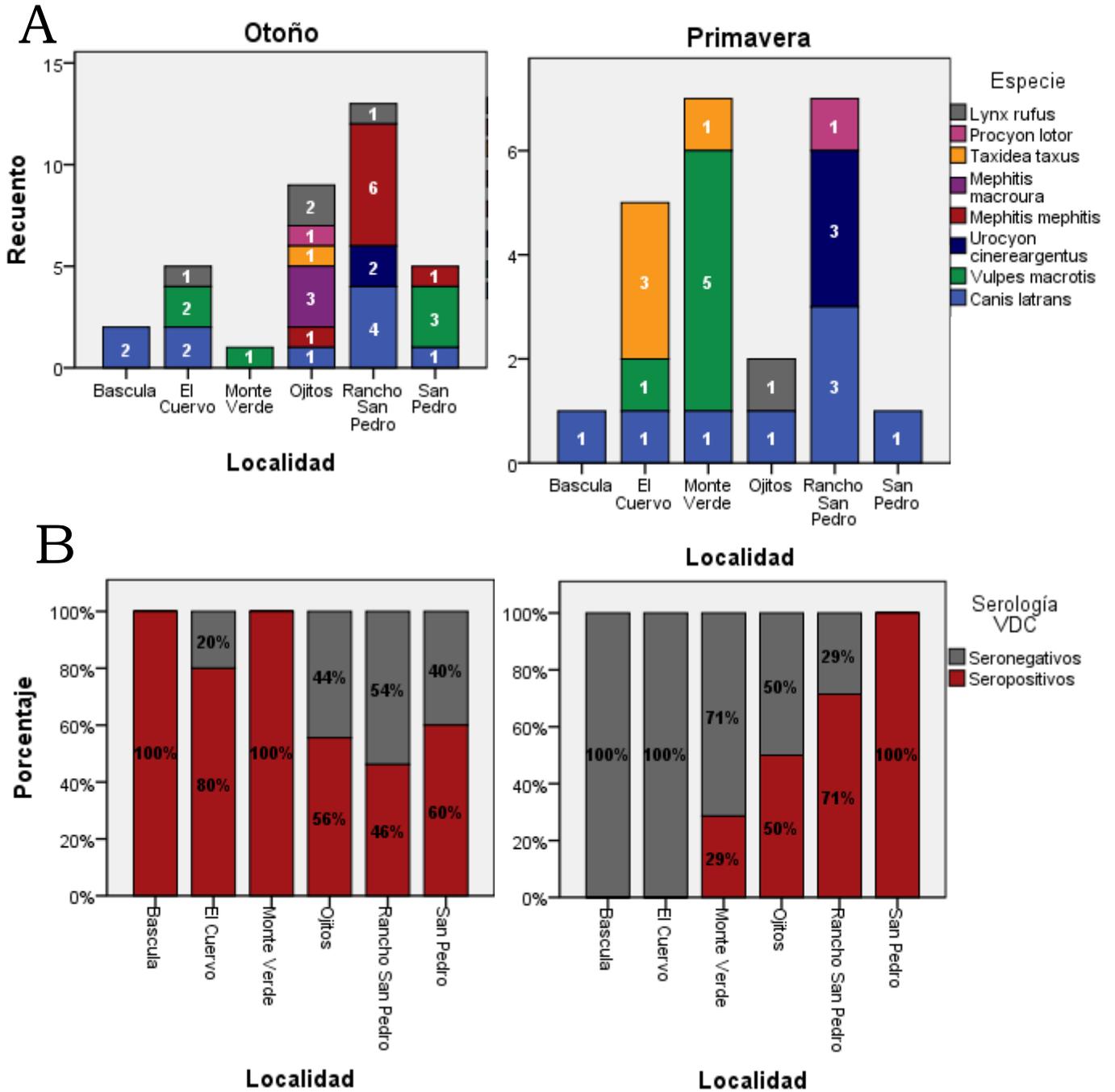
- **SEPÚLVEDA, M. A.; SINGER, R. S.; SILVA-RODRIGUEZ, E. A.; EGUREN, A.; STOWHAS, P. Y PELICAN, K.** 2014. Invasive American mink: linking pathogen risk between domestic and endangered carnivores. *Ecohealth*, 11(3):409-419.
- **SMITH, K. F.; ACEVEDO, K. Y PEDERSEN, A. B.** 2009. The role of infectious diseases in biological conservation. *Animal Conservation* 12(1):1-12.
- **VIANA, M.; CLEAVELAND, S.; MATTHIOPOULOS, J.; HALLIDAY, J.; PACKER, C.; CRAFT, M. E.; HAMPSON, K.; CZUPRYNA, A.; DOBSON, A. P.; DUBOVI, E. J.; ERNEST, E.; FYUMAGWA, R.; HOARE, R.; HOPCRAFT, J. G.; HORTON, D. L.; KAARE, M. T.; KANELLOS, T.; LANKESTER, F.; MENTZEL, C.; MLENGEYA, T.; MZIMBIRI, I.; TAKAHASHI, E.; WILLET, B.; HAYDON, D. T. Y LEMBO, T.** 2014. Dynamics of a morbillivirus at the domestic-wildlife interface: Canine distemper virus in domestic dogs and lions. *Proc Natl Acad Sci USA* 112(5):1464-1469.
- **VISEE, A. M.** 1996. African Wild Dogs, Mkomazi Game Reserve, Tanzania - Veterinary Report. Unpublished report, George Adamson Wildlife Preservation Trust.
- **WHITEMAN, C. W.; MATUSHIMA, E. R.; CAVALCANTI-CONFALONIERI, U. E.; PALHA, M. D. D. C.; DA SILVA, A. D. S. L. Y MONTEIRO, V. C.** 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(1-2):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. *J Wildl Dis* 24(3):385-398.
- **WHO/WSPA.** 1990. Guidelines for dog population management. WHO, Geneva.120 p.
- **WHO.** 2016. Emerging zoonose. [en línea] <[http://www.who.int/zoonoses/emerging\\_zoonoses/en/](http://www.who.int/zoonoses/emerging_zoonoses/en/)> [consulta: 29-07-2016]
- **WOODROFFE, R.** 2000. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation* 3:165-173.
- **WOODROFFE, R.** 2001. Assessin the risk of intervention: immobilization, radio-collaring and vaccination of African wild dogs. *Oryx* 35(3):234-244.

## ANEXOS

### I. Listado de carnívoros en la RBJ y su estado de conservación (IUCN, 2015; SEMARNAT, 2010).

Nombre científico	Familia	Nombre común	Categoría de conservación IUCN	Categoría de riesgo en México
<i>Puma concolor</i>	Felidae	Puma	Preocupación menor	
<i>Panthera onca</i>	Felidae	Jaguar, tigre	Casi amenazada	En peligro de extinción
<i>Leopardus pardalis</i>	Felidae	Ocelote, tigrillo	Preocupación menor	En peligro de extinción
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Felidae	Yaguarundi	Preocupación menor	Amenazada
<i>Lynx rufus</i>	Felidae	Gato montés, Lince rojo	Preocupación menor	
<i>Canis latrans</i>	Canidae	Coyote	Preocupación menor	
<i>Canis lupus baileyi</i>	Canidae	Lobo mexicano, lobo gris		Probablemente extinta en el medio silvestre
<i>Vulpes macrotis</i>	Canidae	Zorra del desierto	Preocupación menor	
<i>Urocyon cinereargentus</i>	Canidae	Zorra gris	Preocupación menor	Amenazada
<i>Mustela frenata</i>	Mustelidae	Comadreja cola larga	Preocupación menor	
<i>Mustela nigripes</i>	Mustelidae	Hurón de patas negras	En peligro de extinción	
<i>Taxidea taxus</i>	Mustelidae	Tejón norteamericano, talcoyote	Preocupación menor	Amenazada
<i>Conepatus leuconotus</i>	Mephitidae	Zorrillo cadeno o zorrino de nariz porcina	Preocupación menor	
<i>Spilogale gracilis</i>	Mephitidae	Zorrillo manchado	Preocupación menor	
<i>Mephitis mephitis</i>	Mephitidae	Zorrillo rayado	Preocupación menor	
<i>Mephitis macroura</i>	Mephitidae	Zorrillo listado, zorrillo encapuchado	Preocupación menor	
<i>Bassariscus astutus</i>	Procyonidae	Cacomixtle norteño	Preocupación menor	Amenazada
<i>Procyon lotor</i>	Procyonidae	Mapache	Preocupación menor	
<i>Ursus americanus</i>	Ursidae	Oso negro	Preocupación menor	En peligro de extinción

**II. A.** Recuento de especies capturadas por localidad en la RBJ durante la temporada de otoño y primavera, periodo 2013-2014. **B.** Resultados del estudio serológico para VDC de los carnívoros silvestres capturados



### III. Encuesta



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Departamento de Etología, Fauna Silvestre y Animales de Laboratorio

## ENCUESTA Patrones de Tenencia del perro doméstico en \_\_\_\_\_ Reserva de la Biósfera de Janos ESTADO DE CHIHUAHUA

### I. DATOS DEL ENTREVISTADO

Nombre			
Edad		Género	
Dirección			
Contacto			
Nº personas			

### II. PREGUNTAS

1. ¿Tiene mascotas?

Sí

No

2. Indique la especie y cuántas:

\_\_\_\_\_

3. a. Indique con qué frecuencia usted ha visto perros de vida libre desconocidos

Siempre

A veces

Nunca

b. Indique el lugar

Calles del pueblo

Potreros

Otro: \_\_\_\_\_

4. Complete la tabla para el caso de perros

Nombre mascota			
Raza			
Edad		Sexo	
Desparasitación			
Origen			
Tipo de alimentación			
Función			
<b>Hembras:</b>			
Cantidad de partos			
Tamaño camada			

Abortos	
Mortalidad de cachorros	
Destino de los cachorros	
Método anticonceptivo	

5. Describa el grado de dependencia y supervisión que tiene su mascota:

a. Respecto a la alimentación:

- i. Depende totalmente de un dueño para alimentarse
- ii. Depende totalmente de vecinos que lo alimenten
- iii. Depende del (los) dueño(s) y además tiene la opción de conseguir alimento por su cuenta
- iv. Consigue el alimento totalmente por su cuenta

b. Respecto al grado de supervisión:

- i. No sale de su casa sin supervisión
- ii. Tiene la opción de salir de su casa sin supervisión
- iii. No tiene casa, no tiene restricción

c. Defina el grado de dependencia y supervisión:

- i. Totalmente dependiente y supervisado   
*Con propietario sin acceso a calle*
- ii. Total o semi-dependiente y semi-supervisado   
*Con propietario con acceso a calle*
- iii. Semi-dependiente y semi-supervisado o sin restricción   
*Vecinal*
- iv. Sin supervisión y sin restricción   
*Callejero*
- v. Feral

6. Respecto a los cuidados veterinarios:

A. ¿Su mascota recibe atención veterinaria (preventiva, frente a una enfermedad)?

Preventiva  En caso de enfermedad  Ambas  Ninguna

B. ¿Se le ha administrado la vacuna séxtuple u óctuple a su mascota? ¿Con qué frecuencia?

\_\_\_\_\_

C. ¿Ha padecido de alguna enfermedad previa? Describa signología.

\_\_\_\_\_

7. ¿Ha tenido otros perros en los últimos 2 años?

Sí  No

8. Si la respuesta es afirmativa indique cuántas y razón de no tenencia actual (fallecimiento, adopción, venta, extravío, otro)

---

---

9. Identifique el tipo de interacción que su mascota podría haber tenido con fauna silvestre de la zona:

- Caza   
¿Qué tipo de fauna caza? \_\_\_\_\_  
Motivo de caza \_\_\_\_\_

- Incursiona en áreas protegidas   
- Otro: \_\_\_\_\_

10. ¿Ha identificado algún ataque por parte de un carnívoro silvestre a un perro doméstico o algún otro tipo de interacción?

Sí  No

¿Qué tipo de carnívoro? \_\_\_\_\_  
¿Qué interacción? \_\_\_\_\_  
¿Dónde? \_\_\_\_\_  
¿Cuándo? \_\_\_\_\_

11. ¿Ha visto alguna(s) de las siguientes especies en la zona rural poblada?

- Coyote
- Zorro gris
- Zorra del desierto
- Lince rojo-Gato Montés
- Puma-León
- Jaguar
- Zorrillo
- Comadreja
- Tejón
- Cacomixtle norteño
- Mapache
- Oso negro

#### IV. Fotos carnívoros silvestres capturados.



Zorra gris, *Urocyon cinereoargenteus*



Zorrillo rallado, *Mephitis mephitis*



Lince rojo, *Lynx rufus*