



Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias



Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas en Zonas Áridas

**“Propuesta participativa para el diagnóstico del estado de salud poblacional del borrego cimarrón  
(*Ovis Canadensis*), en sierras borregueras de Baja California, México”**

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

LUZ ADRIANA TAPIA CABAZOS

Ensenada Baja California, México



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FAULTAD DE CIENCIAS  
CAMPUS ENSENADA.



**“Propuesta participativa para el diagnóstico del estado de salud poblacional del borrego cimarrón (Ovis Canadensis), en sierras borregueras de Baja California, México”**

TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**Maestra en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas**

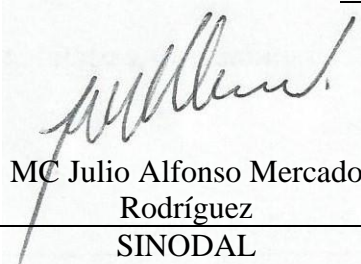
PRESENTA


**Luz Adriana Tapia Cabazos**  
**No. de matrícula: 1123466**

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P, emite los siguientes votos aprobatorios mediante rubrica:

  
Dr. Guillermo Romero Figueroa

**DIRECTOR**

  
MC Julio Alfonso Mercado  
Rodríguez  
SINODAL

  
Dr. Gerardo Enrique Medina  
Basulto  
SINODAL

**“Por la Realización Plena del Ser”**

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Al Dr. Guillermo Romero, el MC MVZ Julio Mercado y el Dr. Gerardo Medina, por el apoyo, su tiempo y sobre todo su paciencia durante el desarrollo de este proyecto, quienes me ayudaron a orientarme y encontrar el camino en este proceso.

A mis compañeros de generación y del LMCVS por el apoyo y los momentos compartidos durante este proceso.

A los ejidatarios de Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, por su tiempo, cooperación y siempre buena disposición.

Debo señalar el apoyo recibido por parte de Fundación UABC, y el santuario cimarrón.

A mis padres Alma Rocio Cabazos y Juan Tapia, a mis amigos que siempre estuvieron para mí apoyando y animando a seguir adelante a través de este largo proceso, por creer en mí y brindarme siempre todo su amor.

A Luis Ángel por siempre apoyarme, por toda tu paciencia y amor, y siempre estar ahí en cada buen o mal momento, empujándome a seguir adelante y poder cumplir mis metas.

A todos ustedes, mi mayor reconocimiento y gratitud

## Resumen

El conocimiento del estado de salud en las poblaciones de especies silvestres es de suma importancia para su conservación y manejo; en Baja California se desconoce mucha información acerca del estado de salud el borrego cimarrón (*Ovis canadensis spp.*), no se cuenta con un plan de manejo adecuado para el monitoreo y control de patologías que han sido identificadas en otras localidades a las cuales se les han atribuido graves afectaciones al desarrollo de la especie. En parte esta problemática es asociada a la falta de recursos y manejo de la especie. Este trabajo propone el monitoreo participativo como herramienta para el diagnóstico del estado de salud del borrego cimarrón a través de métodos indirectos. Se elaboraron talleres comunitarios a través de los cuales se identificaron áreas clave para la especie, así como la presencia de factores de riesgo. Se trabajó con la comunidad para la identificación de características físicas que nos ayudan a determinar el estado de salud del animal a través de la observación directa o por medio de cámaras trampa.

Los resultados obtenidos mediante el trabajo con la comunidad nos muestran que existe una nueva alternativa que nos brinda un diagnóstico aproximado del estado de salud, además que la colaboración con los pobladores nos ayuda a conocer información más precisa sobre los riesgos existentes y proporcionarles medidas de manejo adecuado para la prevención de estas.

## **Abstract**

Awareness of the health state in wildlife populations is important for their conservation and management; in Baja California, Mexico, there's deficient information about Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*), including their health status, there is no adequate management plan for the monitoring and control of pathologies that have been identified in other locations to which they have been attributed serious effects on the development of the species, this lack of knowledge is in part associated with the lack of resources and management of the species in the state. This work proposes participatory monitoring as a tool for evaluating the health status of bighorn sheep through indirect methods. Community workshops were held and key areas for the species were identified, as well as the presence of risk factors for the species health in the area. We worked with the community on identify physical characteristics (body condition, age, sex, shedding patterns, abnormalities, etc.) that help us determine the health status of the animal through direct observation or through camera traps.

The results obtained through work with the community show us that there is a new alternative that provides us with an approximate diagnosis of health status, in addition to the fact that collaboration with the residents helps us to know more precise information about the existing risks and lead us provide them management measures suitable for the prevention of these.

**ÍNDICE**

<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>12</b>
<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>II ANTECEDENTES .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1 TAXONOMÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>2.2 BIOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 ENFERMEDADES REPORTADAS EN BORREGO CIMARRÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 LA GANADERÍA Y EL IMPACTO EN LAS ENFERMEDADES DEL BORREGO CIMARRÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5 TALLERES DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN LA CONSERVACIÓN DEL BORREGO CIMARRÓN .....</b>	<b>26</b>
2.5.1 CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA .....	26
<b>2.6 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO EN FAUNA SILVESTRE .....</b>	<b>27</b>
2.6.1 DIAGNÓSTICO DEFINITIVO .....	30
<b>2.7 LEGISLACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>III JUSTIFICACION .....</b>	<b>32</b>
<b>IV HIPOTESIS .....</b>	<b>33</b>
<b>V OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>33</b>
<b>VI METOLOGIA .....</b>	<b>34</b>
<b>6.1 ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>34</b>
6.1.1 SIERRA JUÁREZ .....	35
6.1.2 SIERRA SANTA ISABEL .....	36
<b>6.2 MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
6.2.1 DISEÑO Y CAPACITACIÓN DE TALLERES DE PARTICIPACIÓN COMUNITARIA .....	37

6.2.2 ANÁLISIS DEL GANADO DOMÉSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO PARA SU EVALUACIÓN COMO FACTOR DE RIESGO PARA EL BORREGO CIMARRÓN. ....	47
6.2.3 MANEJO DE MUESTRAS EN LABORATORIO .....	50
<b><u>VII RESULTADOS</u></b> .....	<b>57</b>
7.1.1 TALLERES COMUNITARIOS .....	57
7.1.2 ENCUESTAS “IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y SU EFECTO EN EL HÁBITAT DEL CIMARRÓN” .....	61
7.1.3 ANÁLISIS DE GANADO DOMESTICO PRESENTE EN ÁREA DE ESTUDIO .....	66
<b><u>VIII DISCUSIONES</u></b> .....	<b>70</b>
8.1.1 TALLERES PARTICIPATIVOS .....	71
8.1.2 ANÁLISIS DE GANADO DOMESTICO COMO FACTOR DE RIESGO .....	73
<b><u>IX CONCLUSIONES</u></b> .....	<b>75</b>
<b><u>X BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	<b>77</b>
<b><u>XI ANEXOS</u></b> .....	<b>94</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1.</b> ESCALA DE CONDICIÓN CORPORAL PROPUESTA PARA LA CLASIFICACIÓN Y LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES A EVALUAR .....	<b>46</b>
<b>TABLA 2.</b> AGENTES INFECCIOSOS PREVIAMENTE IDENTIFICADOS EN OTROS ESTUDIOS DE BORREGO CIMARRÓN EN NORTE AMÉRICA .....	<b>57</b>
<b>TABLA 3.</b> FACTORES DE RIESGO PREVIAMENTE EVALUADOS EN OTROS ESTUDIOS COMO POSIBLES RIESGOS A LA ALTERACIÓN DEL ESTADO DE SALUD POBLACIONAL DEL BORREGO CIMARRÓN .....	<b>65</b>
<b>TABLA 4.</b> VARIEDADES DE COLONIA IDENTIFICADOS MORFOLÓGICAMENTE EN LOS CULTIVOS DE “RANCHO EL ALAMAR” DE LOS INDIVIDUOS SELECCIONADOS DE MANERA ALEATORIA PARA EL MUESTREO MICROBIOLÓGICO DE SECRECIÓN NASAL .	<b>66</b>
<b>TABLA 5.</b> IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE COLONIA BACTERIANA DESARROLLADO .....	<b>68</b>
<b>TABLA 6.</b> RESULTADOS DE ESTUDIO PARASITOSCÓPICO EN RANCHO EL ALAMAR .....	<b>69</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1.</b> ILUSTRACIÓN .....	<b>17</b>
<b>FIGURA 2.</b> DISTRIBUCIÓN DEL BORREGO CIMARRÓN EN NORTE AMÉRICA A TRAVÉS DE LOS AÑOS 1850, 1960 Y 2012 .	<b>18</b>
<b>FIGURA 3.</b> ILUSTRACIÓN DEL PATRÓN DE MUDA DEL BORREGO CIMARRÓN DE ACUERDO CON MONSON G, 2003 .....	<b>21</b>
<b>FIGURA 4.</b> ILUSTRACIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO DE TRANSMISIÓN DE PATÓGENOS .....	<b>25</b>
<b>FIGURA 5.</b> MAPA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, DONDE SE DEMARCA LAS ÁREAS DE ESTUDIO: EJIDO MATOMI, Y EJIDO CORDILLERA MOLINA .....	<b>34</b>
<b>FIGURA 6.</b> FOTOGRAFÍA DURANTE UN EJERCICIO DEL TALLER DE MONITOREO PARTICIPATIVO, PARA LA CLASIFICACIÓN DE CLASES Y SEXO DE LOS BORREGOS CIMARRÓN, EN EJIDO CORDILLERA MOLINA .....	<b>39</b>
<b>FIGURA 7.</b> ACTIVIDADES DURANTE EL TALLER COMUNITARIO DE CORDILLERA MOLINA, SOBRE LA EVALUACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE BORREGO CIMARRÓN.....	<b>40</b>
<b>FIGURA 8.</b> PRESENTACIÓN DE DISEÑO DEL MATERIAL DE APOYO PARA EL REGISTRO Y EVALUACIÓN DE BORREGO SILVESTRE, EN EJIDO CORDILLERA MOLINA .....	<b>41</b>
<b>FIGURA 9.</b> EJERCICIO PARA LA UTILIZACIÓN DEL MATERIAL DE APOYO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS, EN EJIDO CORDILLERA MOLINA .....	<b>41</b>
<b>FIGURA 10.</b> TALLERES COMUNITARIOS EN EJIDO CORDILLERA MOLINA .....	<b>42</b>
<b>FIGURA 11.</b> TALLERES COMUNITARIOS EN EJIDO MATOMI .....	<b>42</b>
<b>FIGURA 12.</b> CAPACITACIÓN DURANTE LOS TALLERES COMUNITARIOS EN EJIDO MATOMI.....	<b>43</b>
<b>FIGURA 13.</b> ENTREGA DE MATERIALES A LOS EJIDATARIOS, PARA EL REGISTRO Y EVALUACIÓN DE BORREGO SILVESTRE ...	<b>43</b>
<b>FIGURA 14.</b> TALLER DE CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA EN EJIDO MATOMÍ, REALIZANDO LA IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RIESGO .....	<b>44</b>

<b>FIGURA 15.1</b> SE ILUSTRAN UN BORREGO CIMARRÓN EN MALA CONDICIÓN CORPORAL .....	<b>44</b>
<b>FIGURA 15.2</b> SE ILUSTRAN UN BORREGO CIMARRÓN EN BUENA CONDICIÓN CORPORAL .....	<b>45</b>
<b>FIGURA 15.3</b> SE ILUSTRAN UN BORREGO CIMARRÓN EN EXCELENTE CONDICIÓN CORPORAL .....	<b>45</b>
<b>FIGURA 16.</b> REALIZACIÓN DE EXAMEN FÍSICO GENERAL, Y TOMA DE MUESTRAS EN RANCHO “EL ALAMAR” .....	<b>48</b>
<b>FIGURA 17.</b> EN ESTA IMAGEN SE OBSERVA LA TOMA DE MUESTRA DE SECRECIÓN NASAL EN UN BORREGO DOMESTICO DEL RANCHO “EL ALAMAR” .....	<b>48</b>
<b>FIGURA 18.</b> BURRO FERAL TOMANDO AGUA EN TINAJA ARTIFICIAL, EJIDO MATOMI .....	<b>49</b>
<b>FIGURA 19.</b> BURROS FERALES QUE COMPARTEN HÁBITAT CON EL BORREGO CIMARRÓN .....	<b>49</b>
<b>FIGURA 20.</b> PASOS PARA LA FORMACIÓN DE ESTRÍAS EN LA PLACA .....	<b>51</b>
<b>FIGURA 21.</b> SIEMBRA DE ORGANISMOS PARA CULTIVO MICROBIOLÓGICO .....	<b>52</b>
<b>FIGURA 22.</b> INCUBACIÓN Y AISLAMIENTO DE ORGANISMOS EN LA CAJA DE PETRI .....	<b>53</b>
<b>FIGURA 23.</b> PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS PARA EXTRACCIÓN DE RNA .....	<b>54</b>
<b>FIGURA 24.</b> LÍNEA DE ACCIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS, Y SU POSTERIOR SECUENCIACIÓN .....	<b>54</b>
<b>FIGURA 25.</b> ELECTROFORESIS PARA DETECCIÓN DE DNA .....	<b>55</b>
<b>FIGURA 26.</b> MACHO ADULTO OBSERVADO EN EJIDO MATOMI CON LESIÓN EN AUSENCIA DE LA MITAD DE LA CORNAMENTA DERECHA .....	<b>58</b>
<b>FIGURA 27.</b> FOTOGRAFÍA TOMADA CON DRON POR RAFAEL PAREDES DURANTE LAS EXPEDICIONES EN COLABORACIÓN CON LOS EJIDATARIOS DE EJIDO MATOMÍ, EL 05 DE FEBRERO DEL 2022. EN LA IMAGEN SE DISTINGUE QUE EL INDIVIDUO DE EN MEDIO PRESENTA UNA APARENTE LESIÓN EN LA BASE DE LA CORNAMENTA DERECHA .....	<b>58</b>

<b>FIGURA 28.</b> FOTOGRAFÍA TOMADA A TRAVÉS DE CÁMARA TRAMPA EN EJIDO MATOMÍ COMO RESULTADO DE LOS TALLERES COMUNITARIOS, EN LA CUAL SE OBSERVA UN MACHO CON SECRECIÓN NASAL MUCOPURULENTO, LA CUAL ES SUGERENTE AL CURSO DE UNA INFECCIÓN DE VÍAS RESPIRATORIAS .....	<b>59</b>
<b>FIGURA 29.</b> CONDICIÓN CORPORAL DE BORREGOS MACHO. FOTOGRAFÍA TOMADA POR RAFAEL PAREDES, RANCHO 5 ISLAS, EN EL EJIDO MATOMÍ .....	<b>60</b>
<b>FIGURA 30.</b> FACTORES DE RIESGO PREVIAMENTE EVALUADOS EN OTROS ESTUDIOS COMO POSIBLES RIESGOS A LA ALTERACIÓN DEL ESTADO DE SALUD POBLACIONAL DEL BORREGO CIMARRÓN .....	<b>61</b>
<b>FIGURA 31.</b> UNO DE LOS BASUREROS IDENTIFICADOS DURANTE EL TALLER DE CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA, EN EL CUAL LOS PARTICIPANTES COMENTAN HAN VISTO BORREGOS ALIMENTÁNDOSE DE BASURA, LA RUMOROSA, CORDILLERA MOLINA .....	<b>62</b>
<b>FIGURA 32.</b> MAPA DE SIERRA JUÁREZ, EJIDO CORDILLERA MOLINA EN EL CUAL PODEMOS OBSERVAR EL POLÍGONO DEL EJIDO RESULTANTE DE LOS TALLERES DE CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA REALIZADOS .....	<b>63</b>
<b>FIGURA 33.</b> MAPA DE SANTA ISABEL, EJIDO MATOMI EN EL CUAL PODEMOS OBSERVAR EL POLÍGONO DEL EJIDO RESULTANTE DE LOS TALLERES DE CARTOGRAFÍA PARTICIPATIVA REALIZADOS .....	<b>64</b>
<b>FIGURA 34.</b> AISLAMIENTO BACTERIANO DE COLONIAS BACTERIANAS PARA SU IDENTIFICACIÓN Y POSTERIOR ELABORACIÓN DE PASTILLA .....	<b>67</b>
<b>FIGURA 35.</b> BURROS FERALES EN EJIDO CORDILLERA MOLINA.....	<b>71</b>
<b>FIGURA 36.</b> MAPA DE ESTIMACIÓN DE CABEZAS DE GANADO BOVINO EN LA REPÚBLICA MEXICANA .....	<b>72</b>

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1.</b> PLAN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA EL DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y/ O CONTROL DE ENFERMEDADES EN EL BORREGO CIMARRÓN EN BAJA CALIFORNIA. ....	<b>97</b>
<b>ANEXO 2.</b> CUESTIONARIO “IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y SU EFECTO EN EL HÁBITAT CIMARRÓN” .	<b>125</b>
<b>ANEXO 3.</b> PROPUESTA DE CUESTIONARIO PARA EL MONITOREO DEL GANADO DOMESTICO COMO FACTOR DE RIESGO .	<b>127</b>
<b>ANEXO 4.</b> EVALUACIÓN DE GRADO DE RIESGO DE SALUD QUE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DE GANADO DOMESTICA LLEVADAS A CABO, PUEDE ESTAR GENERANDO EN LA SALUD DEL BORREGO CIMARRÓN .....	<b>128</b>
<b>ANEXO 5.</b> ESCALA DE EVALUACIÓN DE GRADO RIESGO DE SALUD QUE SE PUEDE ESTAR GENERANDO DE ACUERDO CON LAS PRÁCTICAS DE MANEJO DEL GANADO .....	<b>129</b>
<b>ANEXO 6.</b> PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE ELECTROFORESIS PARA DETECCIÓN DE DNA .....	<b>130</b>
<b>ANEXO 7.</b> PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DE AGAR LB .....	<b>131</b>
<b>ANEXO 8.</b> PROTOCOLO DE LISIS GRAM - .....	<b>132</b>
<b>ANEXO 9.</b> PROTOCOLO DE PURIFICACIÓN .....	<b>133</b>
<b>ANEXO 10.</b> FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA PARA EL BORREGO CIMARRÓN EN BAJA CALIFORNIA .....	<b>134</b>
<b>ANEXO 11.</b> INFOGRAFÍA PARA EL ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL .....	<b>135</b>

## I. Introducción

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) pertenece a la familia Bovidae y a la subfamilia Caprinae, es una especie que habita en ecosistemas árido-montañosos, la cual se distribuye desde el suroeste de Canadá, oeste de los Estados Unidos hasta el norte de México (Monson G, 2003; Hall, 1982).

Es una especie de alta importancia para el país, debido a que se encuentra bajo protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF 2010) tiene una gran importancia ecológica ya que es el herbívoro de mayor tamaño en su ecosistema, además representa la fuente de alimento de diversos depredadores autóctonos, siendo pieza clave de la biodiversidad del estado de Baja California. Además, representa una de las especies más emblemáticas, carismáticas y representativas asociada incluso a aspectos culturales y de identidad, por ejemplo, en Baja California se encuentran representados en pinturas rupestres, así como en mitos y cosmogonías de los pobladores indígenas, también ha estado presente en textos de frailes, exploradores y naturalistas. Actualmente es un emblema de identidad en el estado e instituciones como la Universidad Autónoma de Baja California. (Ochoa, 1978; Herrera M., 2015)

El borrego cimarrón representa uno de los trofeos de caza mejor cotizados a nivel mundial y en los lugares donde existe el aprovechamiento de vida silvestre de manera regulada se utilizan los recursos generados para beneficiar a la población local y para la protección del hábitat, así como su vigilancia y restauración de este, teniendo cada individuo un valor aproximado de \$10,000 a \$40,000 dólares. Los cazadores han contribuido con millones de dólares a través de pagos de licencias, impuestos y permisos especiales que contribuyen a la conservación de esta especie, así como de otras que no poseen valor cinegético, pero comparten su hábitat (Gobierno de Sonora 2012, WSF 2020).

El borrego silvestre es una especie que ha sufrido una amplia variedad de razones por las cuales se han reducido las poblaciones a través del tiempo, entre las cuales se identifica la presión del furtivismo, las potenciales enfermedades introducidas por la ganadería, la introducción de especies exóticas, el

cambio climático, la pérdida de hábitat, y la depredación. (Singer 2001, Mooring, 2004; Wolfe et al 2010, SPA 2013; Mesa 2013; León 2014; Escobar-Flores 2016, Eaton R et al, 2017; INECC, 2017; Casserire et al 2017)

A pesar de la importancia ya descrita, en la actualidad existe un desconocimiento sobre las causas que potencialmente pueden afectar las poblaciones de borrego, por ejemplo, el estado de salud actual en el estado de Baja California, el último estudio realizado por Loaiza 2016 en Sierra San Pedro Mártir, se reportó la presencia de *Mannhemia hemolítica* en dos de quince borregos cimarrón analizados, sin embargo este resultado no fue determinante para poder evaluar el impacto de la enfermedad, debido al bajo número de animales analizados. En los últimos años se han incrementado los avistamientos de animales vivos, pero también de cadáveres de borrego cimarrón, con causa de muerte desconocida, lo cual representa la pérdida de individuos de esta especie relevante (com. Pers. 2021).

En otros estados y países donde se lleva a cabo el manejo de esta especie se han identificado patologías que han llegado a afectar gravemente a las poblaciones, pero que, gracias a los estudios clínicos, se han podido establecer medidas preventivas para disminuir el riesgo de estas. Sin embargo, la falta de conocimiento sobre la salud y los factores de riesgo presentes podría repercutir gravemente en su conservación. (Cassirer E 2007, McClinton 2007, Wolfe 2010, Cahn et al 2011).

Por lo anterior, es importante conocer qué factores determinan el estado de salud de una población e identificar los agentes causales, así como los factores que pueden llegar a incidir en el desarrollo de una patología en específico, y desarrollar estrategias que puedan reducir el brote de una enfermedad influyendo en el desarrollo de una población, debido a elevadas tasas de mortalidad o morbilidad.

Algunos hábitos naturales que presenta el borrego cimarrón, son los comportamientos reproductivos de migración y gregarismo (Monson G, 2003), lo anterior pueden llegar a dar lugar a ciertas

patologías, como lo son los cuadros de enfermedad respiratoria, que han sido reportados por diversos autores a lo largo del tiempo (Rudolph et al 2007, Wolfe 2010, Cahn M et al 2011, Dassanayake 2013, Besser 2013, Butler et al 2018, Cassirer 2018), sin embargo, es importante conocer e identificar otros factores, que pueda estar involucrados, pero que a través de estrategias y un buen plan de manejo puedan reducir la incidencia de estas patologías.

Es importante reconocer la compleja etiopatogenia del complejo respiratorio, identificar el conjunto de virus, bacterias y parásitos que han sido relacionados a este complejo respiratorio, y correlacionar su presencia en las poblaciones sanas de borrego cimarrón y ganado (bovino y ovicaprino) que interactúan en un área, ya que al identificar la presencia del patógeno podemos mitigar detener o prevenir algunas mortandades del borrego cimarrón. (Miller 2011, Butler 2017). La presencia de un pequeño brote de enfermedad puede incidir en una disminución del crecimiento poblacional en un futuro, a diferencia de otras causas de mortalidad (Cassirer 2007; Cahn M 2011)

Es importante reconocer que no solamente existe el riesgo a la exposición de patógenos a través de una interacción directa en el que se comparte espacio en un mismo tiempo, sino que también, incluye la interacción indirecta que ocurre ya sea a través de vectores, o descargas corporales (heces, orina, saliva, secreción nasal, lagrimal) que son secretadas en el hábitat que llegan a compartir diversas especies como los burros, caballos, cabras, y borregos domésticos, en el agua, suelo o la vegetación de la que se alimentan. (Ostermann-Kelm 2008, Carpenter 2014, O'Brien 2014, Barasona 2015, Escobar-Flores 2016 Drew ML Weiser GC 2017, Besser 2018).

Cabe mencionar que esta mecánica es la que microorganismos patógenos utilizan como sistema de infección, el medio ambiente actúa como reservorio, y en el momento que un animal se alimenta, olfatea o toma agua. inhala o ingiere el inóculo, de esta manera ingresa al hospedador, y dependiendo la naturaleza de éste, será transportado al órgano de su elección, en donde se desarrolla para

posteriormente dispersarse y desarrollar la fase de infección (Tortora et al 2007, Elsevier Connect 2020). Teniendo entendido que “reservorio” hace referencia a un elemento biótico o abiótico en el cual habita de manera natural un agente infeccioso, ambiente el cual permite el mantenimiento y sobrevivencia del agente. (Hernández 2002)

Es importante considerar las metodologías adecuadas para abordar este tipo de problemáticas, sobre todo el diagnóstico de salud en borregos que se encuentran silvestres. Una de las herramientas en materia de conservación de fauna silvestre, es el involucramiento de los habitantes de las comunidades que poseen el recurso, esto es, quien dentro de sus propiedades ejidales o privadas exista hábitat y borrego cimarrón, ya que la experiencia y el tiempo que ellos tienen en el campo enriquece y complementa los conocimientos de los investigadores, además que tienen una visión desde un punto de vista diferente, de lo que ocurre a través del tiempo y los cambios que han ido ocurriendo. Se ha demostrado que con esta actividad se promueve la concientización, apropiación y comprensión de la finalidad que tiene el proyecto, y crea un mayor compromiso (FIDA, 2009; Camino M et al, 2017; Chandler M et al, 2017). Brinda la oportunidad a los participantes involucrados de una comunicación efectiva, la libertad de expresión, y propuestas desde la perspectiva única de cada sujeto (Breilh 2003), lo anterior nos lleva a la elaboración de una propuesta de trabajo integradora, que pueda ser llevada a cabo de una manera más efectiva y obtener mejores resultados para el diagnóstico del estado de salud del borrego cimarrón en el estado de Baja California.

## II. Antecedentes

### 2.1 Taxonomía

Clase: *Mammalia*

Orden: *Artiodactyla*

Familia: *Bovidae*

Género: *Ovis*

Especie: *Ovis Canadensis*

Subespecies:

*O. c. canadensis* Shawn, 1804

*O.c. cremnobates* Elliot, 1904

*O.c. nelsoni* Merriam, 1897

*O.c. weemsi* Goldman, 1937

*O. c. mexicana* Merriam, 1901

*O. c. auduboni* Merriam, 1901 - extinta

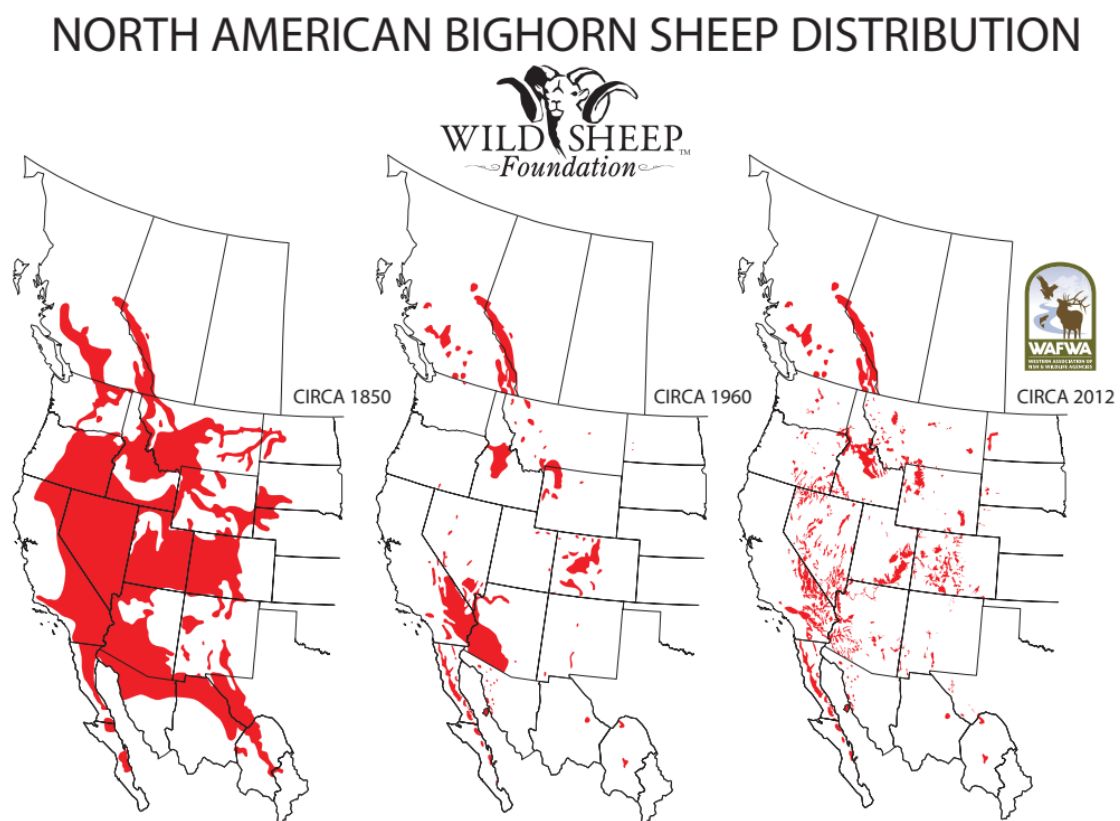
*O.c. californiana* Douglas, 1829



La especie *Ovis canadensis* presenta dos variaciones, el borrego de montaña y el borrego del desierto, se encuentra distribuido principalmente en el oeste de EUA, centro-suroeste de Canadá y en el noroeste de México, en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Coahuila, Nuevo León y Chihuahua. En Baja California podemos encontrar las subespecies *O.c. nelsoni*, *O.c. cremnobates* y *O.c. weemsi*. (Cowan, 1940, Buchalski 2015)

Se encuentran en hábitats de climas áridos, con terreno montañosos y rocosos, que cuenten con terrenos de escape (Monson and Summer 2003, Valdez and Kraussman 1999)

Utilizando diversas fuentes publicadas y no publicadas, se realizaron modificaciones al mapa elaborado por Buechner en 1850 para incluir la distribución histórica del borrego cimarrón en Canadá y México. La distribución de Borrego cimarrón se redujo drásticamente entre 1850 y 1960, pero gracias a los esfuerzos de colaboración entre organizaciones conservacionistas la distribución del borrego cimarrón en América del Norte ha incrementado considerablemente en los últimos 60 años.



**Figura 2.** Distribución del borrego cimarrón en norte América a través de los años 1850, 1960 y 2012. (Wild Sheep Foundation and WAFWA Wild Sheep Working Group, 2012)

## 2.2 Biología

Es reconocido principalmente por su gran cornamenta que presentan los machos, son animales que presentan un cuerpo compacto con patas relativamente cortas el color del manto puede llegar a variar de un café grisáceo claro a uno más oscuro y en la parte posterior presentan un parche característico de color blanco en la grupa. Las hembras son de un tamaño más pequeño y cuentan con cornamentas pequeñas. (Monson and Sumner 2003, Valdez R, Kraussman 1999, Álvarez J. 2005)

Un borrego cimarrón adulto tiene aproximadamente 76 a 100 cm de altura, y 152cm de largo. Regularmente el macho es más grande que la hembra, el macho regularmente puede tener un peso de 75kg a 91 kg y las hembras 48kg aproximadamente. Presentan una esperanza de vida aproximada de 10 a 20 años para los machos, y 20 hasta 24 para las hembras (Monson and Sumner2003; Nowak, 1991)

La madurez sexual ocurre a los 18 meses de edad, se han observado hembras reproductoras a partir de los 2 años, sin embargo, en los machos la edad reproductiva ocurre años después (entre los 7-8 años) debido a la jerarquía social. Las épocas de apareamiento regularmente son entre los meses de julio a diciembre, esta época es donde se puede observar la interacción de los múltiples grupos sociales. (Nowak 1991, Valdez and Kraussman 1999)

El periodo de gestación tiene un aproximado de 170 a 180 días, regularmente tienen una cría por parto, en raras ocasiones se han podido llegar a observar gemelos, pero es algo inusual. Al aproximarse la fecha de parto las hembras suelen apartarse de los grupos y permanecen con la cría durante los primeros días de vida, el primer mes de desarrollo de la cría son cruciales y son en los cuales estas son más vulnerables, las fechas de nacimiento han sido reportados entre los meses de enero a junio. (Cassier 2007, Robinson et al 2020, California Department of Fish and Wildlife 2022)

El borrego cimarrón siendo un animal de naturaleza rumiante, se alimenta principalmente de pastos y forrajes, así como plantas que puedan proporcionar grandes porcentajes de agua como lo son

los brotes, hojas frescas, flores, cactáceas, etc. Esto dependerá de la disponibilidad de alimento por estación del año. En la primavera se puede observar que el consumo de hierbas y pastos es mayor, mientras que en otoño e invierno consume principalmente arbustos. (Valdez R., Kraussman 1999, Guerrero 2016; Méndez ,2023).

Conocer los hábitos alimenticios de las especies, donde se conoce que especies vegetales son las que consumen, el cómo, cuánto y de donde proviene este alimento; es muy útil, ya que nos brinda información sobre el estado nutricional de los animales, y esto se ve reflejado en un buen estado de salud que ayudará a la resistencia a enfermedades y podrá incrementar la tasa de reproducción. (Rubín, 2000) Así mismo se han observado a lo largo del tiempo cambios en el consumo dependiendo de la estación del año, en invierno se ha observado que los animales incrementan el tiempo dedicado al consumo de alimentos que puede ser asociado a diversas causas, una de estas es que durante el invierno la disponibilidad del alimento es menor, y probablemente las características nutricionales de estos no son las mismas que las ingeridas en otras épocas del año, a su vez, durante el invierno el requerimiento energético es mayor. También se ha observado que durante las épocas de reproducción las hembras gestantes incrementan su consumo, que probablemente sea asociado al aumento de requerimientos nutricionales para el desarrollo adecuado de la cría, esta información puede ser incorporada al momento de realizar el manejo de la especie, para poder proporcionar la suplementación alimentaria necesaria dependiendo la etapa de vida del animal y poder aportar a un desarrollo más saludable. (Valdez R, Kraussman 1999)

Es de suma importancia conocer los comportamientos normales del animal, así como su información biológica y anatómica, para así poder identificar cualquier anomalía y aproximarse al causante de esta. Un animal con buena condición corporal se ve asociado a una mayor tasa de natalidad,

así como a un buen estado de salud que conlleva a una menor posibilidad de enfermedad (Morgan-Davies, C et al 2008, Kenyon 2014, Guerrero-Cárdenas 2020).

Las características que se observan en la muda de pelo nos pueden aportar información sobre el estado de salud de los animales, así como la edad o la condición de las hembras (Monson & Sumner 2003), el proceso de muda comienza en invierno. Los cimarrones enfermos retienen su manto por más tiempo que los demás (que regularmente es entre el mes de junio y julio), el pelaje es hirsuto, parchado e incluso se puede observar muda en todo el año. El autor también menciona como en las hembras que están amamantando retienen la muda por más tiempo que las hembras que están secas. Lo anterior nos podría proporcionar información para conocer el estado reproductivo de las hembras. (Monson & Sumner 2003)

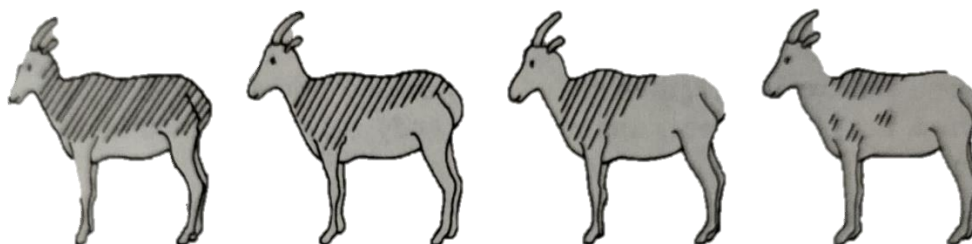


Figura 3. Ilustración del patrón de muda del borrego cimarrón de acuerdo con Monson G, 2003.

### **2.3 Enfermedades reportadas en borrego cimarrón**

Se entiende como enfermedad a la alteración en la función o estructura de un órgano o tejido, que puede ser provocada por un traumatismo, intoxicación o un agente infeccioso; ya sea parásitos, bacterias, virus y hongos, así como también pueden ser causas genéticas, medioambientales o la exposición a otros factores de riesgo. (Sánchez M, 2008)

La introducción de enfermedades infecciosas a una población representa un riesgo significativo a la vida silvestre y un reto para la conservación de especies, debido a que puede haber un decremento poblacional más rápido y significativo que por causas de mal manejo de hábitat. (Wehausen J, et al. 2011)

En un estudio realizado por Cassirer en 2007 sobre dinámica poblacional del borrego en Colorado, se determinó la neumonía (complejo respiratorio) como el causante de mortalidad en 43% en adultos, como un factor limitante de crecimiento poblacional. La depredación fue el segundo con un 27%, pero no reducía el crecimiento poblacional significativamente. La neumonía fue reconocida como la causa de mortalidad primaria en corderos representando un 86%. Estos porcentajes representan la importancia que tiene el estado de salud de una población, y como en realidad puede llegar a afectar las dinámicas poblacionales y por ende la conservación de la especie.

El complejo de neumonía del borrego cimarrón ha causado graves eventos de mortalidad en el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) durante muchas décadas, y diversos autores concuerdan en que ha limitado significativamente el tamaño y la resiliencia de la población en algunas áreas (Rudolph et al. 2007, Cassirer 2007).“ El consenso actual es que la etiología de la enfermedad es multifactorial y puede ser iniciada por una variedad de patógenos, con mayor frecuencia de las familias *mycoplasmataceae* y *pasteurellaceae*” (Cahn M et al 2011, Dassanayake 2013, Cassirer 2013, National Park Service US. 2020, Sánchez 2022)

De acuerdo con Rudolph et al. (2007) “Las epizootias neumónicas han sido importantes en el declive histórico de las poblaciones de borrego cimarrón en los Estados Unidos, y representan un serio desafío para los esfuerzos de restauración...”. Aunque se han asociado factores, incluidos el parasitismo intenso y las infecciones virales, que pueden predisponer a los animales a la pasteurelosis neumónica, con la muerte de algunos borregos cimarrones, la etiología de la mayoría de las epizootias no se ha identificado claramente.

*Mycoplasma ovipneumoniae* ha sido considerado como la causa principal de neumonía respiratoria en el borrego cimarrón la cual es principalmente transmitida por el borrego doméstico y las cabras; esta patogenicidad se ha asociado a altos niveles de mortalidad en individuos de diferentes clases y edades en poblaciones que no tienen desarrollada la inmunidad, algunos de los sobrevivientes pueden continuar siendo portadores crónicos pudiendo ocasionar un brote, aun siendo asintomáticos. (Spaan, 2021)

En un estudio experimental realizado por Shanthalingam S. et al. (2012) detectaron que la mayoría de las ovejas domésticas son portadoras de *Mannheimia haemolytica* y *Mycoplasma ovipneumoniae* leucotoxina-positivas, dos agentes los cuales pueden ocasionar cuadros neumónicos en cimarrón, por lo que sugieren separar las poblaciones de cimarrones de los borregos domésticos hasta que se desarrollen estrategias para prevenir la transmisión de estos organismos de los borregos domésticos para las cuales pueden ser patologías asintomáticas. Se ha postulado que las enfermedades transmitidas por los borregos domésticos representan un mayor riesgo en las poblaciones de borrego cimarrón basado en correlaciones espaciales y temporales (Wehausen J, et al. 2011)

Ha diferencia de las especies domésticas, el borrego cimarrón, según estudios realizados, desarrolla anticuerpos cadena-específicos, lo cual impide la capacidad de una vacuna como método de control (Raghavan 2017) en que la mejor manera de controlar estos brotes infecciosos es mejorar la vigilancia para eliminar la introducción de nuevas cepas a las poblaciones de fauna silvestre.

En países como Estados Unidos donde hubo declives poblacionales significativos en poblaciones de borrego cimarrón asociados a complejos respiratorios se han realizado diversos estudios y trabajos que nos han permitido demostrar cómo el ganado puede ser un factor predisponente (McKinney 2006, Shanthalingam S. et al.2012., Cristina W. et al. 2019).

Existen diversos factores que pueden predisponer a la existencia de brotes de enfermedad en poblaciones de borrego cimarrón que podrían conllevar a un declive de poblaciones. “Entre esos factores se consideran una nutrición inadecuada, clima, contacto con ganado doméstico u otros ungulados de vida libre, mala calidad de agua, entre otras variables medioambientales que podrían sugerir el inicio de un brote infeccioso” (McKinney T., 2006).

En California, Utah y Nuevo México, se han reportado casos de borrego cimarrón con lesiones hemorrágicas y problemas de salud, que han sido asociados al decremento en la densidad poblacional y afectación en la supervivencia de las crías de estas áreas. En Arizona se han reportado abundantes casos de enfermedades severas que han afectado la abundancia de las poblaciones, entre estas se reportan sarna, sinusitis crónica, leptospirosis, ectima contagiosa, enfermedad hemorrágica epizoótica, lengua azul y neumonía; las cuales son asociadas a ganado doméstico (bovino y ovicaprino). (McKinney T., 2006)

Se ha reportado la presencia de diversas parasitosis que van desde nematodos pulmonares (Miller, 2000, Casserier 2007; Miller 2012), parásitos gastrointestinales (Dubey 2000; García 2022) y parásitos externos como *Sarcoptes scabiei* (Casserier 2007, Clifford 2009, Bleich 2015, Hering 2020;). Sin embargo, no se ha reportado ninguna afectación directa al estado de salud de estos animales, ya que la mayoría de los animales presentaban una buena condición corporal. En algunos animales en los que se asoció neumonía como causa de muerte, se encontraron nematodos pulmonares, no obstante, aunque no han sido considerados como la causa primaria de estos cuadros infecciosos, pueden alertarnos sobre la potencialidad de transmisión de enfermedades entre ganado y la vida silvestre, ya que la mayoría de estos agentes parasitarios son transmitidos por el ganado doméstico, o bien podría indicarnos que la vida silvestre está actuando como reservorio que podría infectar a los animales domésticos. (Casserier 2007, McCollum M 2013; Bleich B 2015, Barasona 2015, García J 2022)

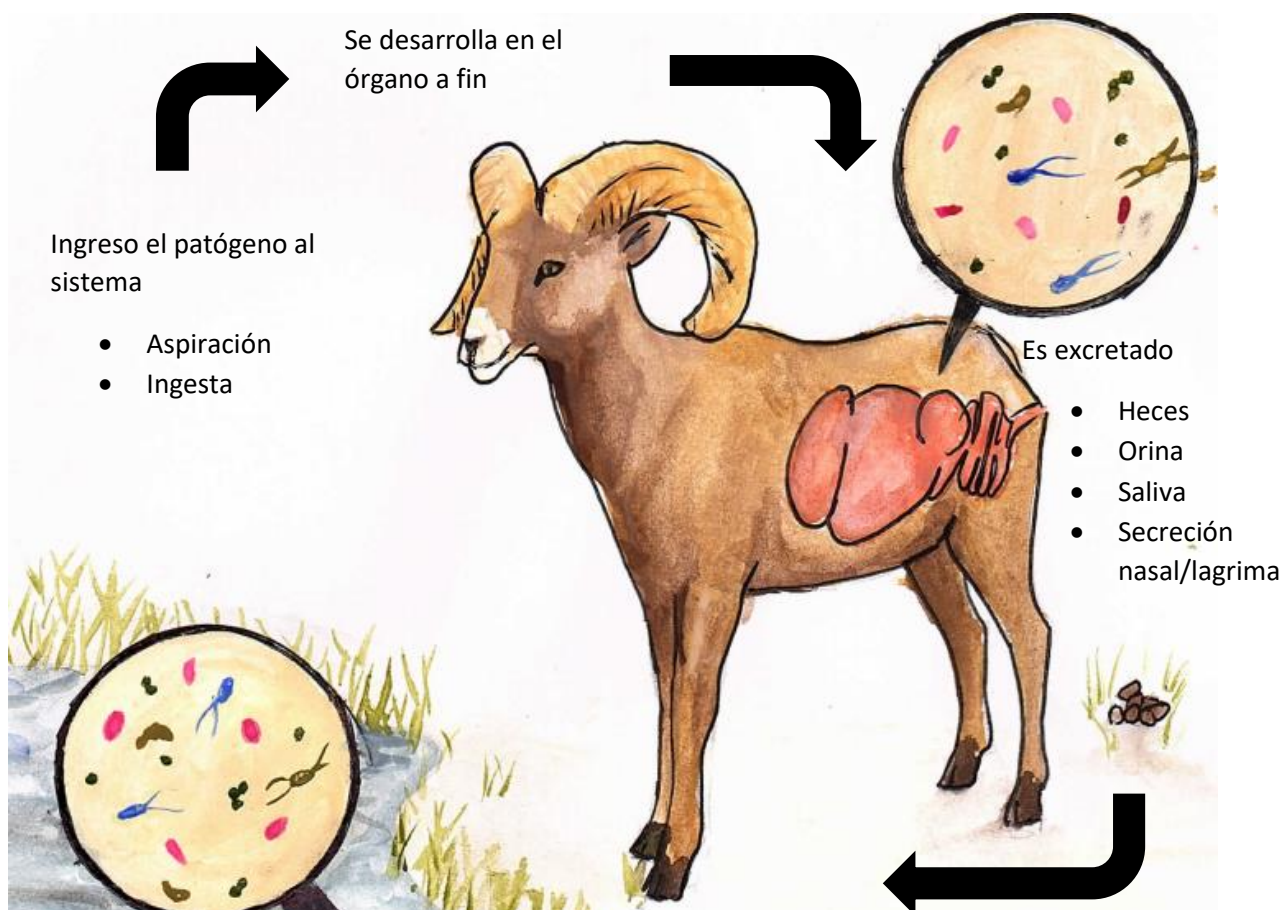


Figura 4. Ilustración del ciclo biológico de transmisión de patógenos.

#### 2.4 La ganadería y el impacto en las enfermedades del borrego cimarrón

Se ha registrado por múltiples autores (Cassirer 2018, Pils & Wilder 2018) como el borrego cimarrón es más susceptible a enfermedades siendo especialmente vulnerables a patógenos transmitidos por borregos domésticos debido a su similitud genética. Asimismo, algunos autores (McKinney 2003, Miller 2011, Pils & Wilder 2018) también sostienen que la presencia de ganado caprino, bovino y burros

ferales entre otros ungulados de vida silvestre pueden actuar también como fuentes de reservorio o vectores de diversos patógenos y competencia por recursos.

A partir del año 1878, cuando el borrego doméstico fue introducido, se comenzó a ver que el borrego cimarrón presentaba problemas de sarna, así como una disminución en su fuente de alimento, debido a la nueva especie introducida. (Monson & Sumner 2003)

De acuerdo con el estudio realizado por Wehausen J. (2011) se llegó a la conclusión que, para encontrar una solución al problema de salud, el primer paso es reconocer que el contacto de borrego doméstico representa una amenaza importante para la salud del borrego cimarrón, y que es necesario encontrar una solución de manejo para solucionar este problema.

Además de la presencia del ganado doméstico y su asociación con la presencia de enfermedades de gran relevancia clínica para el borrego cimarrón, la presencia de animales ferales como lo son burros y caballos han sido asociados a problemas por competencia de alimento, agua y espacio en los que habita el borrego. Es importante que el hábitat del borrego cimarrón se gestione para garantizar que el hábitat se mantenga en buenas a excelentes condiciones ecológicas y que no represente una barrera para el desarrollo de la especie.

## **2.5 Talleres de participación comunitaria en la conservación del borrego cimarrón**

### **2.5.1 Cartografía participativa**

Los mapas participativos han demostrado la capacidad de romper las barreras entre diferentes círculos sociales, le otorga un valor a la comunidad permitiéndoles comunicar sus conocimientos, y experiencias que a su vez les permiten tener la capacidad de influir en las políticas e instituciones públicas. La interacción generada durante la cartografía participativa, entre las comunidades locales y científicas genera un conocimiento con más enriquecimiento, ya que permite crear un instrumento más para la

defensa de los intereses a buscar, los cuales muchas veces no son tomados en cuenta en cartografía realizada por instituciones gubernamentales o empresas. (FIDA, 2009)

En 2011, Lee menciona que los ejidatarios jugarán un papel crucial en cualquiera actividad de manejo del borrego cimarrón en Baja California.

## **2.6 Métodos de diagnóstico en fauna silvestre**

El diagnóstico clínico es la técnica del reconocimiento de enfermedad en un animal, basado en los síntomas y signos que presenta, el diagnóstico debe dirigirse a la identificación rápida de una enfermedad, procurando los gastos económicos sean mínimos e idealmente busca identificar el agente etiológico y el órgano afectado. Un diagnóstico clínico consta en dos componentes la SEMIOLOGIA, que da el significado a cada síntoma, y la PROPEDEUTICA que son las técnicas del examen físico para descubrir los síntomas. Un síntoma es la alteración perceptible de un órgano o sus funciones, que nos indica la existencia de alguna patología o disfunción en el estado fisiológico del animal. (Otto M 2002, Sánchez M 2008)

Es importante establecer un orden metódico en el examen clínico del animal, primeramente, se debe tomar la historia clínica en la cual se registran los datos generales, especie, edad, sexo. Posteriormente se realiza la anamnesis la cual comprende un relato previo sobre las condiciones del animal, y el curso de la enfermedad. (Otto M 2002, Sánchez 2008, Cartagena 2021, Muñoz 2021)

La realización de un buen examen físico y registro de datos en un historial clínico es de gran importancia, nos permite centrar el diagnóstico, así como saber que pruebas complementarias serían importantes realizar para llegar a un diagnóstico definitivo, es importante registrar toda la información de los pacientes, tanto las anormalidades como la ausencia de estas para poder realizar una comparación de resultados en las próximas revisiones. (Otto M 2002, Muñoz 2021)

Siempre se comenzará con los procedimientos menos invasivos a los más invasivos, comenzando por lo tanto con la observación del individuo, una de las características principales a evaluar es la locomoción, así como actitud tanto conductual como anatómica durante diferentes condiciones. (Muñoz 2021).

Estas evaluaciones se dividen en las siguientes tres: Actitud en estática, en dinámica, y en decúbito. A través de esto podemos observar anormalidades posturales, así como anatómicas, dificultades para mantenerse en pie, anormalidades en la marcha, ataxia, disnea entre muchos otros signos más, que son de suma importancia registrar en el historial clínico. (Alarcón, 2012)

El siguiente punto por evaluar es el estado mental del animal, es decir su nivel de conciencia; este es clasificado como alerta, comatoso, estuporoso, desorientado, deprimido o hiperexcitado. (Alarcón 2012, Muñoz 2021)

Por último, otro punto a evaluar mediante el examen físico a través de la observación es la determinación del estado de condición corporal del animal. Regularmente se realiza la clasificación en una escala de 5 a 7 estados de condición corporal diferentes, y va de la mano tanto como de palpación como de la visualización de ciertas estructuras óseas, masa corporal y depósitos de grasa (Guerrero-Cárdenas et al 2020)

La puntuación de la condición corporal es una herramienta subjetiva que nos permite evaluar las reservas de grasa que son utilizados como fuente de energía y nutrientes que, durante la etapa reproductiva, esta energía metabolizable permite un desarrollo fetal y producción de leche adecuado en las hembras. Por lo que la presencia de depósitos de grasa es usualmente indicadora de una mejor condición corporal, por ende, un mejor estado nutricional. (Krausman 2013, Wijeyamohan et al. 2015) Un cambio en la condición corporal de los animales, por lo tanto, podría ser indicador de un cambio en la

calidad del alimento, en su consumo, en la metabolización o también puede indicarnos alguna alteración al estado de salud del animal.

Tener un diagnóstico nos permite llegar a un pronóstico, basándonos en la especie, edad, su estado nutricional, historia natural de la enfermedad; que nos permite predecir la evolución con que se desarrollara la enfermedad y las posibles consecuencias a ocurrir. (Sánchez M, 2008)

En fauna silvestre regularmente se realiza un examen físico a través de captura que requiere la contención química del animal, esto consiste en sustancias químicas narcolepticas; que conllevan ciertos riesgos debido a que todo fármaco para la contención causa una depresión del aparato respiratorio y circulatorio. Otro método es la contención física, en caso de especies jóvenes o de pequeño tamaño, dependerá mucho de la especie a tratar, siempre teniendo en cuenta la integridad del manejador y de la especie con la que se está trabajando. (Kock M 1987; Fowler M & Miller 2003; West, G., Heard, D., & Caulkett, N. 2014; Thompson 2016)

El monitoreo de las especies a través de radio collares es de mucha ayuda para mantener un control de evaluación de la población, permitiendo la vigilancia de las dinámicas poblacionales, así como su mortalidad y natalidad, y en caso de observar algún cambio anormal en estos nos permite actuar de una manera temprana en su diagnóstico. (Manterola y Piña, 1999)

En caso de un deceso, la realización de necropsia nos permite a llegar a un diagnóstico definitivo que en caso de ser un agente infeccioso permite poder aplicar medidas de control o prevención al resto de la población.

En 2020 Guerrero-Cárdenas et al. realizaron una investigación en la cual se propone el monitoreo de la condición corporal a través de fotointerpretación de cámaras trampa con fines de evaluación de calidad de dieta.

Solamente la observación nos puede brindar información importante que regularmente son utilizados en la clínica día a día antes de incluso tener contacto con el animal, lo cual permite realizar un diagnóstico presuntivo y determinar que pruebas son necesarias llevar a cabo para tener un diagnóstico preciso. (López A. et al ,2019)

### **2.6.1 Diagnóstico definitivo**

Es recomendado que los individuos a seleccionar para la muestra idealmente deben ser aquellos que sean más probables que contengan el agente causal (de preferencia animales que estén cursando por cuadro infeccioso si es el caso)

Regularmente los microorganismos se encuentran en poblaciones mixtas en la naturaleza, para lograr identificar cada uno de estos, es necesario separarlos mediante técnicas de aislamiento, para obtener de esta manera un cultivo puro. Un cultivo puro es aquel que solamente contiene un tipo de microorganismo. (Rodicio M., 2004)

## **2.7 Legislación**

Actualmente la especie se encuentra en las categorías de riesgo bajo la Norma mexicana NOM-059- ECOL-2010 enlistada como protección especial. En el artículo primero del Diario Oficial de la Federación, se declara la veda del aprovechamiento de la especie borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), en su subespecie *cremnobates*, en el Estado de Baja California, para la Temporada 1990-1991, quedando en consecuencia estrictamente prohibida su caza, captura, transporte, posesión y comercio. (DOF, 1994)

En el segundo artículo se establece que se determinara un equipo de trabajo integrado por la SEDUE, el Consejo Nacional de la Fauna, la Universidad Autónoma de Baja California, instituciones de investigación y especialistas, coordinado por la Dirección General de Conservación Ecológica de los

Recursos Naturales, el cual supervisará el avance de los estudios de Poblaciones que se realicen. Una vez evaluado el estudio a que se refiere el considerando último del presente instrumento se procederá, si se considera pertinente, al levantamiento de la veda o a acordar su permanencia. (DOF, 1994)

”El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la Secretaría, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad” de acuerdo al artículo 83 de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), esto hace referencia a que podrán autorizarse para actividades de colecta, captura o caza con fines de reproducción, restauración, recuperación, repoblación, reintroducción, traslocación, económicos o educación ambiental. Por su parte el artículo 85 destaca que” solamente se podrá autorizar el aprovechamiento de ejemplares de especies en riesgo cuando se dé prioridad a la colecta y captura para actividades de restauración, repoblamiento y reintroducción. Los ejemplares que sean producto de la reproducción controlada, que a su vez contribuya con el desarrollo de poblaciones en programas, proyectos o acciones avalados por la Secretaría cuando éstos existan, en el caso de ejemplares en confinamiento.

Contribuya con el desarrollo de poblaciones mediante reproducción controlada, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre...”.

De acuerdo con la Ley Federal De Sanidad Animal, en el Diario Oficial de la Federación (DOF 11-05-2022): “La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se coordinará con la Secretaría para el caso de las enfermedades y plagas que afecten a la fauna silvestre, a fin de establecer y aplicar las medidas zoonosanitarias correspondientes” declara el artículo 11.

### III. Justificación

El conocimiento del estado de salud en las poblaciones de especies silvestres es de suma importancia para su conservación y manejo; la presencia de patógenos en una población puede afectar directamente las tasas reproductivas y de mortalidad. Además, la fauna silvestre puede actuar como reservorio de enfermedades hacia otras especies silvestres, domesticas o incluso el ser humano.

En Baja California no se tiene conocimiento del estado de salud actual de las poblaciones del borrego cimarrón, no se cuenta con un plan de manejo adecuado, para la evaluación de su estado de salud, ni se lleva a cabo ninguna medida de control preventivo, para la reducción de factores de riesgo que han sido identificados en estudios previos de otros países.

El conocer el estado de salud y elaborar un plan preventivo para una especie de gran relevancia como lo es el borrego cimarrón, es un elemento vital para poder realizar un manejo adecuado que nos pueda llevar a la conservación de esta especie.

Este trabajo tiene como objetivo la identificación de los factores que puedan influir en el estado de salud de las poblaciones borregueras en el estado, así como realizar la propuesta de un manual que nos ayude identificar el estado de salud a través de diversos métodos indirectos, que puedan ser realizados por los mismos pobladores del área a través de monitoreos participativos, siendo así una actividad de costo relativamente bajo, lo que permitiría su monitoreo continuo y por ende evaluar las necesidades del borrego y como mejorarlas en caso necesario. La generación de información relevante relacionada a la salud del borrego a través de talleres participativos con la comunidad nos ayuda en gran medida a la elaboración de una propuesta que se aproxime a un diagnóstico de la salud en borregos silvestres. Ayudando a implementar medidas de prevención o control de enfermedades, contribuyendo así a su conservación.

#### **IV. Hipótesis**

Una evaluación de diagnóstico indirecto a través de la participación comunitaria nos aproxima a conocer el estado de salud del Borrego cimarrón en vida libre.

La detección de factores de riesgo ayuda sustancialmente a la elaboración de una propuesta de buenas prácticas para la prevención y control de enfermedades en borregos cimarrone silvestres.

#### **V. Objetivo General**

Elaborar una propuesta participativa para el diagnóstico del estado de salud del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y buenas prácticas de manejo para la prevención y/o control de enfermedades en las sierras del estado de Baja California.

##### **5.1 Objetivos específicos**

5.1.1 Identificar bibliográficamente patologías de relevancia clínica en las poblaciones de borrego cimarrón.

5.1.2 Elaborar con las comunidades locales herramientas indirectas para el diagnóstico del estado de salud, del borrego cimarrón en estado libre.

5.1.3 Identificar de manera participativa los factores de riesgo presentes en el área de estudio.

5.1.4 Identificar la presencia de patógenos de relevancia clínica en fauna feral y domestica que interactúan en el hábitat del borrego cimarrón.

## VI. Metodología

### 6.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos ejidos de las sierras de Baja California: el ejido Cordillera Molina en Sierra Juárez y ejido Matomi en la Sierra Santa Isabel, el primero en el norte y el segundo en el centro del estado (figura 4).

El estado de Baja California se localiza en la región noroeste de la República Mexicana, en la parte norte de la península, es ubicada geográficamente entre los meridianos  $122^{\circ} 46'$  -  $117^{\circ} 06'$  de longitud oeste y entre los paralelos  $28^{\circ} 00'$  -  $32^{\circ} 43'$  de latitud norte. Está integrado por siete municipios: Ensenada, San Quintín, San Felipe, Mexicali, Tecate, Tijuana y Playas de Rosarito, que abarcan  $71,450.0 \text{ km}^2$  (INEGI,2020).



Figura 5. Mapa del estado de Baja California, donde se demarca las áreas de estudio: Ejido Matomi, y Ejido Cordillera Molina.

### **6.1.1 Sierra Juárez**

La sierra Juárez se encuentra en la Latitud N: 31° 19' 12" a 32° 35' 24" Longitud W: 115°24' 00" a 116° 19' 12" con una superficie de 4,568 km<sup>2</sup>.

Está situada en las montañas del norte de Baja California, con alturas máximas de 1,200 msnm, tiene descenso precipitado en su flanco oriental hacia el valle del Bajo Colorado. En cambio, en la cuesta oeste, desciende sutilmente hacia el Océano Pacífico y entra en transición gradual con el eco-región del Chaparral. (González–Abraham et al, 2010)

El clima es de tipo mediterráneo presentando inviernos fríos y lluviosos, mientras que el verano es cálidos y seco, con tormentas ocasionales. Va desde climas templados a muy áridos, presentando el 36% del territorio un clima templado de aproximadamente 12 a 18°C, el 27% un clima templado semifrío (5-12°C), y el 47% restante presentando un clima de árido a muy árido. (Köppen, García 1982)

La precipitación anual oscila entre 500 y 700 mm, la cual es mayor a cualquier otra región del norte peninsular. La mayoría de la precipitación (75%) se presenta entre octubre y abril. La nieve representa sólo el 25% del total de la precipitación. (Arriaga 2000)

El invierno es cuando ocurre la mayoría de las precipitaciones, pudiendo ocurrir incluso tormentas de verano en las partes más altas, de manera ocasional. En cambio, en las áreas de baja altitud los veranos son secos con temperaturas que alcanzan frecuentemente los 38 °C presentando alto riesgo de incendios. (Gonzales, 2010)

El chaparral en la parte oeste de la sierra (56%), matorral desértico microfilo en el parte este (23%), bosque de pino en las partes más altas (21%) representan los principales tipos de vegetación en esta región. (Arriaga, L et al, 2000)

*Pinus* es el género de árboles más dominantes en el área, siendo *Pinus quadrifolia* el más abundante, acompañado por *P. monophylla*. Se pueden observar arbustos como son las manzanitas (*Arctostaphylos pringlei* y *A. pungens*), *Quercus peninsularis*, y *Salvia pachyphylla*.

El chaparral es una comunidad siempre verde de arbustos esclerófilos que cubre la falda de las Sierras de Juárez. (González 2010)

### **6.1.2 Sierra Santa Isabel**

La sierra Santa Isabel, está localizada en el Estado de Baja California, México (30.460°N-115.191° W y 29.950° N-114.757°W). Es caracterizada por tener el mayor hábitat ininterrumpido para el borrego cimarrón en el estado con un área de 2, 072.45km<sup>2</sup>. (Escobar-Flores, 2016)

El clima es semicálido, con 28 °C de temperatura promedio anual. La precipitación anual en las sierras proximas al Golfo de California es menor a 50 mm; mientras que, en la parte central y norte de la sierra, la precipitación oscila entre los 100 y 150 mm. (García 1988)

La Sierra se divide en dos ecorregiones: la parte baja, en los valles y lomeríos, que se ubican cercanos al Golfo de California, donde encontramos *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens*, *Agave deserti* principalmente; y en el Desierto Central el cual representa la mayor parte de la Sierra; en esta podemos encontrar vegetación como la *Ambrosia dumosa*, *Prosopis microphylla*, *Bursera microphylla*. (González 2010)

## **6.2 Métodos**

Se realizó una búsqueda bibliográfica para la identificación de enfermedades reportadas en borrego cimarrón; posteriormente se elaboró un listado de las enfermedades de gran relevancia poblacional, se identificó cuáles son los principales factores de riesgo que pudieran predisponer la existencia de alguna patología.

Las plataformas utilizadas fueron base de datos electrónicas como el catálogo cimarrón, Elsevier, Redalyc, EBSCO y SCOPUS que se encuentran disponibles para la comunidad universitaria, así como también a través de plataformas como Research gate y Scribd.

Se utilizó Mendeley para la clasificación de la información, primeramente, se identificaron las diversas patologías que han sido reportadas, a nivel nacional e internacional. Posteriormente se prosiguió a identificar que patógenos fueron reconocidos como los principales causantes de estas enfermedades, y asociados a incrementos de mortalidad en la especie, que pudiera llegar a afectar el estado de conservación de esta.

Teniendo ya identificados los patógenos de mayor relevancia clínica, se determinaron sus características, métodos de diagnóstico, vías de transmisión, así como su control y prevención.

### **6.2.1 Diseño y capacitación de talleres de participación comunitaria**

Se procedió al diseño de talleres participativos en conjunto con el Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre (LMCVS), de la Facultad de Ciencias (UABC), donde se invitó a la comunidad constituida por los habitantes del área de estudio, durante la asamblea ejidal correspondiente. El diseño de estos talleres permitió el desarrollo de objetivos de este trabajo, los cuales implican reconocer los posibles riesgos al estado de salud del borrego cimarrón en el área de estudio, la identificación de

patógenos de relevancia clínica en fauna doméstica del área, y por último se elaboró una propuesta en conjunto con las comunidades locales para el monitoreo y mejoramiento del estado de salud de la especie.

Los talleres fueron abordados de la siguiente manera:

- I. Historia Natural, Manejo y Monitoreo del Borrego Cimarrón
- II. Cartografía participativa
- III. Monitoreo participativo

En el primer taller se abordó la historia natural, la biología, así como medidas de manejo y monitoreo que nos permiten conocer el estado de salud en el que se encuentran los animales, se mostró como diferenciar a un animal sano de uno enfermo, así como la importancia que representa la salud en la conservación de la especie.

Se llevaron a cabo actividades interactivas para evaluar la percepción que tienen los ejidatarios respecto a la especie, y los diversos factores que interactúan con esta.

El segundo taller: “Cartografía participativa”, consistió en la elaboración de mapas participativos, estos representan una manera social distinta de entender el entorno, y contienen información que se exceptúa de los mapas tradicionales, permitiendo que los pobladores locales se representen espacialmente a sí mismos y a sus actividades. Los participantes del taller nos ayudaron a la identificación de áreas de interés como lo son área de alimentación, fuentes de agua, así como áreas ganaderas y de fauna feral que podrían ser puntos importantes debido al riesgo asociado a la transmisión de patógenos; así mismo también nos indicaron áreas de “tiraderos de basura” que son claramente un punto de riesgo importante para la salud de diversas especies.

En adición a la identificación de áreas de riesgo a través del de cartografía participativa, se realizó la aplicación de un cuestionario para conocer las actividades ganaderas y el manejo llevado a cabo en estas.

El diseño para la propuesta del monitoreo participativo se llevó a cabo en el tercer módulo del taller en el cual se reforzó la importancia que representa el manejo de la especie y su monitoreo; se realizó la capacitación de los asistentes, mostrando como efectuar una clasificación del animal de acuerdo con el sexo, clase, y condición corporal del animal (Figura 6) a través del monitoreo visual. Se habló de la importancia de la recolección de esta clase de información, ya que nos puede ser de utilidad para una futura evaluación de los individuos; en adición se realizaron actividades interactivas (lluvia de ideas sobre que significa la especie para ellos y cuales consideraban los principales riesgos para el borrego), para evaluar la percepción que tienen ellos respecto a los temas de la especie.

Se dialogo sobre otras observaciones que se deben llevar a cabo, como lo es la calidad del pelaje, la identificación de estados de muda, manera de caminar, así como la presencia de heridas junto con otros signos, que nos pueden brindar información sobre el estado de salud de los animales.



Figura 6. Fotografía durante un ejercicio del taller de monitoreo participativo, para la clasificación de clases y sexo de los borregos cimarrón, en Ejido Cordillera Molina.

Se explicó también cómo es el ciclo de transmisión de enfermedades infecciosas, como actúa el medio ambiente como reservorio y el riesgo que representa la presencia de animales domésticos ungulados en el mismo hábitat. (Figura 4) Para la identificación de la condición corporal, se estableció una escala simplificada en tres grados, para que fuera más sencillo para la comunidad realizarla, principalmente las estructuras a evaluar son: la caja torácica, columna vertebral y la cintura pélvica; en las cuales se evalúa la cantidad de musculatura, la visibilidad de las estructuras óseas y de grasa (Tabla 1, Figuras 15.1-15.3) (Kenyon 2014; Guerrero-Cárdenas 2020). La condición corporal de un animal constituye una apreciación subjetiva del estado nutricional en el que se encuentra el animal.



Figura 7. Actividades durante el taller comunitario de Cordillera Molina, sobre la evaluación e identificación de borrego cimarrón.



Figura 8. Presentación de diseño del material de apoyo para el registro y evaluación de borrego silvestre, en ejido Cordillera Molina.



Figura 9. Ejercicio para la utilización del material de apoyo para la recolección de datos, en ejido Cordillera Molina.



Figura 10. Talleres comunitarios en ejido Cordillera Molina.



Figura 11. Talleres comunitarios en ejido Matomí



Figura 12. Capacitación durante los talleres comunitarios en ejido Matomí.



Figura.13 Entrega de materiales a los ejidatarios, para el registro y evaluación de borrego silvestre.



Figura 14. Taller de cartografía participativa en ejido Matomí, realizando la identificación de áreas de riesgo.

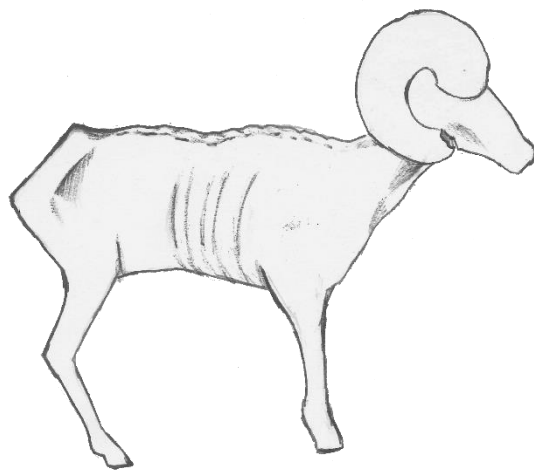


Figura 15.1 Se ilustra un borrego cimarrón en mala condición corporal.

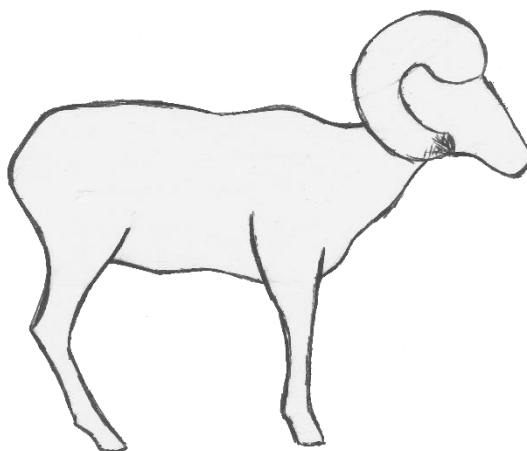


Figura 15.2 Se ilustra un borrego cimarrón en buena Condición corporal.

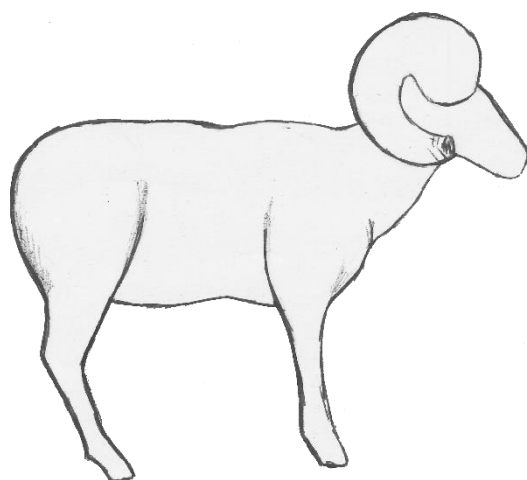


Figura 15.3 Se ilustra un borrego cimarrón en excelente condición corporal

Tabla 1. Escala de condición corporal propuesta para la clasificación y los aspectos más importantes a evaluar (Morgan-Davies 2008, Kenyon 2014, Guerrero-Cárdenas 2020).

<b>ESCALA DE CLASIFICACION PARA CONDICION CORPORAL</b>	<b>MALA</b>	<b>BUENA</b>	<b>EXCELENTE</b>
	<b>CONDICION (CC1)</b>	<b>CONDICION (CC2)</b>	<b>CONDICION (CC3)</b>
	Huesos afilados y muy marcados	Huesos se notan como pequeñas elevaciones y son poco detectadas	Huesos no pueden ser detectables, la columna vertebral ni las costillas son visibles
	Músculo poco profundo	Músculo grueso	Área muscular es muy robusta
	Nada o muy poca grasa	Grasa considerable	Capa de grasa muy gruesa.

Como parte de la propuesta comunitaria, para el monitoreo continuo de buenas prácticas de manejo del borrego silvestre, se colocaron cámaras trampa en ambos ejidos, De las múltiples imágenes que se obtuvieron derivadas de las cámaras trampa que se colocaron en ambos ejidos claramente se pudieron distinguir lesiones, condición corporal, así como otras sintomatologías.

Se estableció que se realizaría el registro de los aspectos previamente mencionados a través de observación directa, o indirecta (fotografía, video) de los animales en las áreas de estudio. La recopilación de estos datos podrá permitir detectar alguna anomalía (mala condición corporal, sintomatología respiratoria, heridas etc.) en el estado de salud de la población, lo cual permitirá diseñar medidas de manejo adecuadas a la problemática detectada.

Se aplicó un cuestionario (anexo ó figura X) para identificar el número de cabezas de ganado doméstico, y las áreas en las que éstas están presentes para que en mutuo acuerdo con los ejidatarios se tomaran muestras de excretas y secreción nasal, de los ungulados domésticos en mención.

### **6.2.2. Análisis del ganado doméstico del área de estudio para su evaluación como factor de riesgo para el borrego cimarrón.**

Para la toma de muestra se seleccionaron animales de diferentes especies representativas en el “rancho el alamar “el cual contaba con bovinos, ovinos y equinos. Con la ayuda de los rancheros se procedió a la contención del animal, para la toma de muestra, se tomaron medidas precautorias para evitar la contaminación cruzada, todo el material utilizado estaba previamente esterilizado y se utilizaron guantes durante el manejo de las muestras. Ya contenido el animal se procedió a introducir el hisopo previamente estéril a través de la fosa nasal atravesando los cornetes nasales, el hisopo se gira sobre sí mismo, frotando contra las paredes titulares para descargar células (OIE, 2018) (Figura 17) inmediatamente después de tomar la muestra, se cerró adecuadamente el tubo para cultivo y se introdujo en la hielera, en la medida de lo posible fueron refrigerados.

Se realizó también la toma de muestra de excreta, tomando con un guante directamente del ano del animal y conservándolos en un vaso estéril que fue conservado en refrigeración 2-4° hasta su procesamiento (Zayac et al, 2021). (Figura 16)



Figura 16. Realización de examen físico general, y toma de muestras en rancho “El alamar”



Figura 17. En esta imagen se observa la toma de muestra de secreción nasal en un borrego domestico del rancho “El alamar”



Figura 18. Burro feral tomando agua en tinaja artificial, Ejido Matomí



Figura 19. Burros ferales que comparten hábitat con el borrego cimarrón

### 6.2.3 Manejo de muestras en laboratorio

Se llevó a cabo la toma de muestra de ganado doméstico en el rancho “El Alamar” ubicado en el ejido Cordillera Molina, a los cuales se les realizó un examen coproparasitoscópico y se tomaron muestras de secreción nasal para el análisis microbiológico mediante cultivo bacteriológico y posteriormente se identificaron patógenos mediante el método PCR.

Una vez que se obtuvieron las muestras biológicas se procedió a cultivarlas en el laboratorio debido que las bacterias requieren de ciertas características para su desarrollo *in vitro*, es necesario proporcionar un medio nutritivo, así como temperatura, pH y humedad relativa acorde a sus requerimientos (Ruiz 2006, Vanegas 2015; Murthy 2021).

Se utilizó el medio de cultivo Luria-Bertani, este medio es rico en nutrientes, por lo que permite el crecimiento bacteriano de una gran variedad de cepas. Este está compuesto por NaCl, Triptona y extracto de levadura. (Véase la guía de preparación del medio de cultivo en anexo 6) (Garboza, 2011)

Para la siembra se introduce una porción del inóculo en el medio de cultivo, es importante que esto sea realizado en un medio estéril, bajo campana, al lado de un mechero. Iniciamos depositando el inóculo en un primer cuadrante con el hisopo que contiene la muestra (Ruiz 2006; Vanegas M, 2015).

Posteriormente tomamos un asa bacteriológica que debe ser esterilizada en el mechero hasta que se observe color rojo vivo, se enfría, y se procede a preparar el segundo cuadrante teniendo contacto las primeras dos estrías con el inóculo del cuadrante uno. Se repite este paso teniendo contacto del cuadrante dos con el tres y tres con el cuatro. Es importante asegurar que exista el contacto entre las estrías de cada cuadrante, así como esterilizar el anillo entre cada uno de los pasos. (Quinn, 1994), posteriormente se prosigue a la incubación a 36° celsius por 24 horas. (Figura 20)

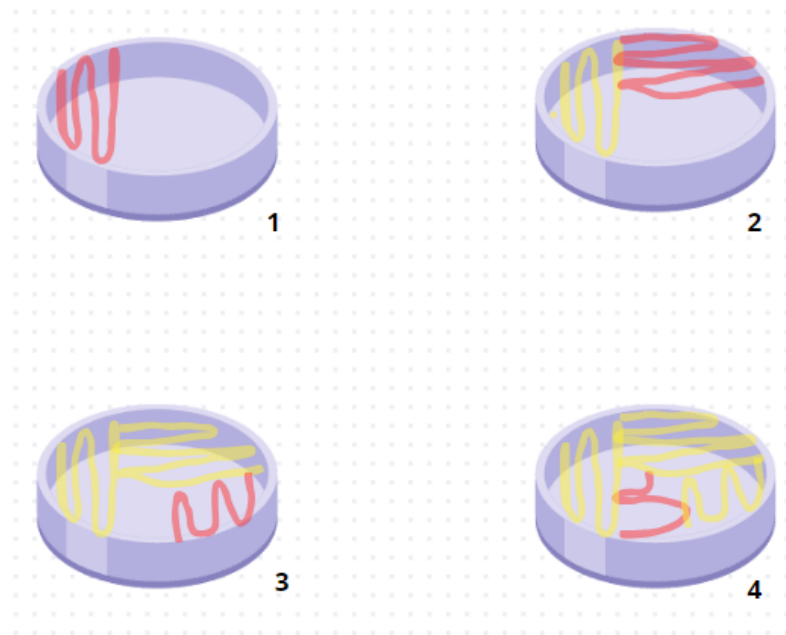


Figura 20. Pasos para la formación de estrías en la placa. (Quinn P.J, 1994)

- a) Depositar el inculo en el cuadrante 1
- b) Flamear y enfriar el asa entre cada cuadrante
- c) Hay que asegurar que exista contacto entre las estrías de cada cuadrante (1 con 2, 2 con 3, 3 con 4)
- d) Del cuadrante 1 al 2 debe existir contacto con las primeras dos estrías.
- e) Del cuadrante 2 al 3 solamente una estría en contacto, y tres estrías consecuentes.
- f) Para la última estría solo se tiene un contacto y se hace lineado al espacio vacío

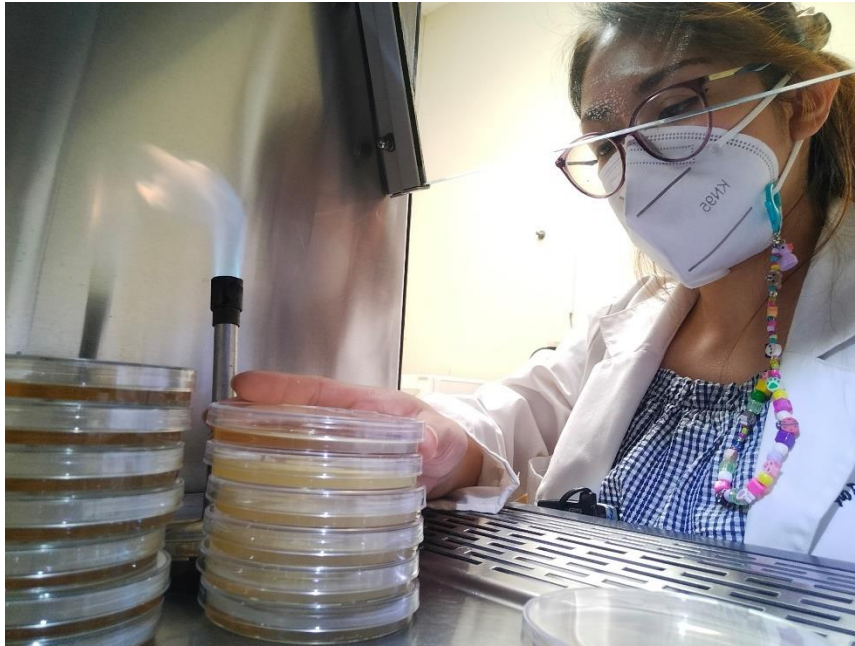


Figura 21. Siembra de organismos para cultivo microbiológico.

Se incubaron por 24 horas a una temperatura de 36° C, pasando las 24 horas se identificaron morfológicamente las bacterias sembradas, y se procedió al aislamiento de estas para su identificación.

Se toma una sola colonia con el asa y se realiza una pequeña línea en una nueva cada de Petri, se vuelve a cultivar por otras 24 horas a 37°C.

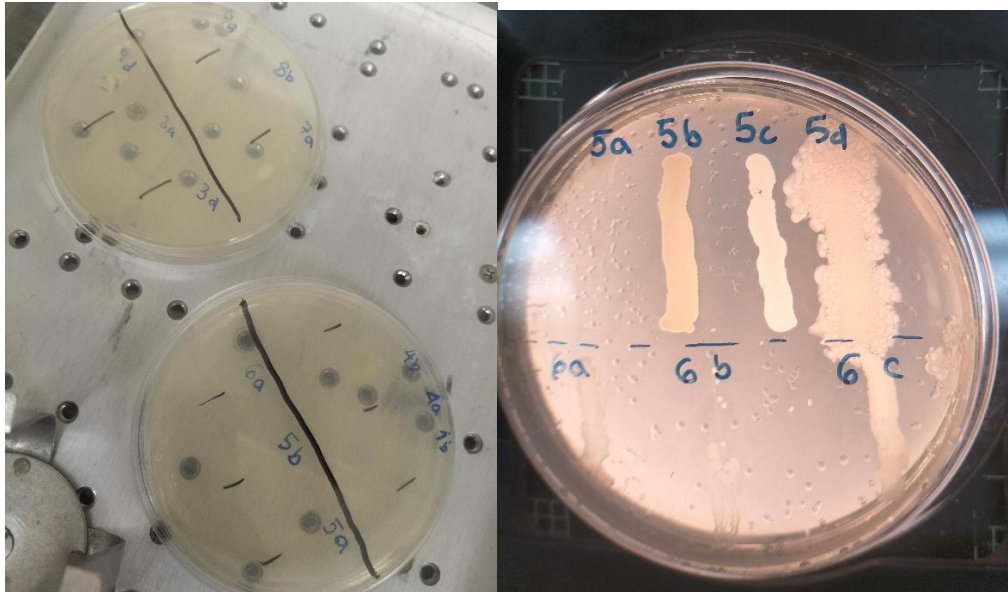


Figura 22. Incubación y aislamiento de organismos en la caja de Petri.

Posteriormente se llevó a cabo la amplificación de ARN 16s ribosomal, esta macromolécula es utilizada en estudios de filogenia y taxonomía bacterianas, como método para la identificación de bacterias (Rodicio M., 2004) (Figura 23)

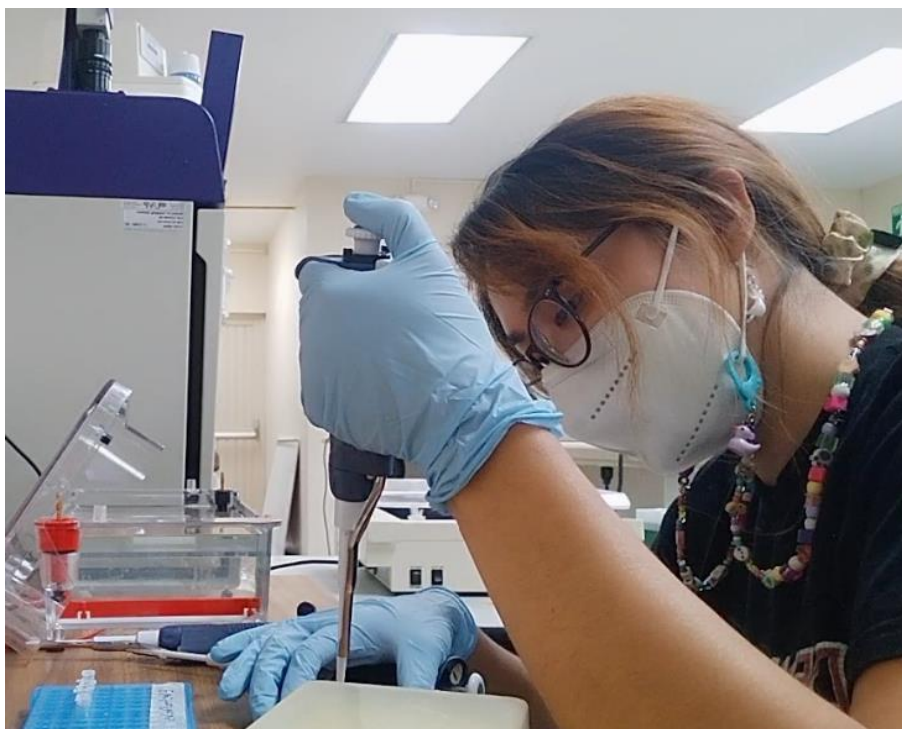


Figura 23. Procesamiento de las muestras para extracción de RNA

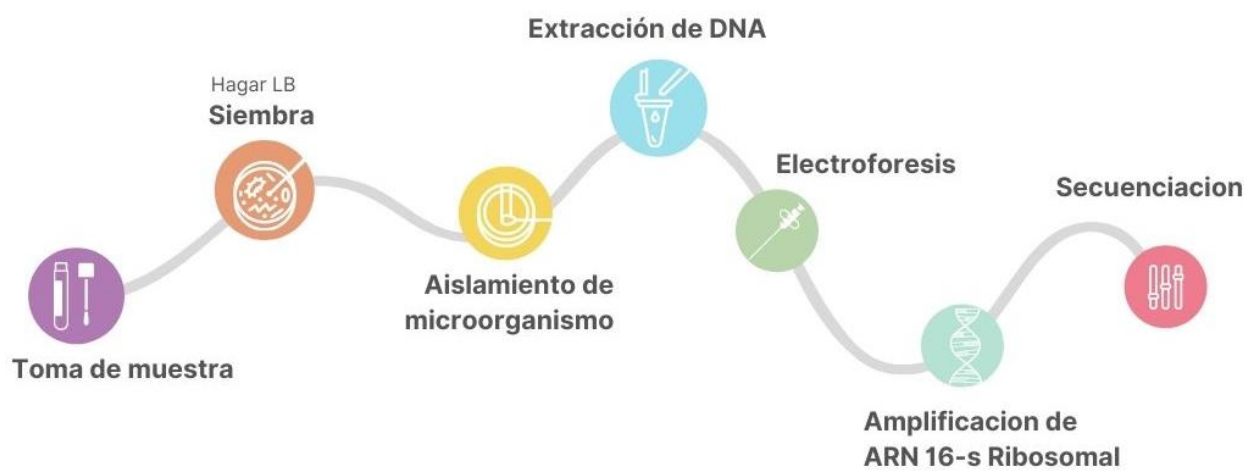


Figura 24. Línea de acción para el procesamiento de muestras microbiológicas, y su posterior secuenciación.

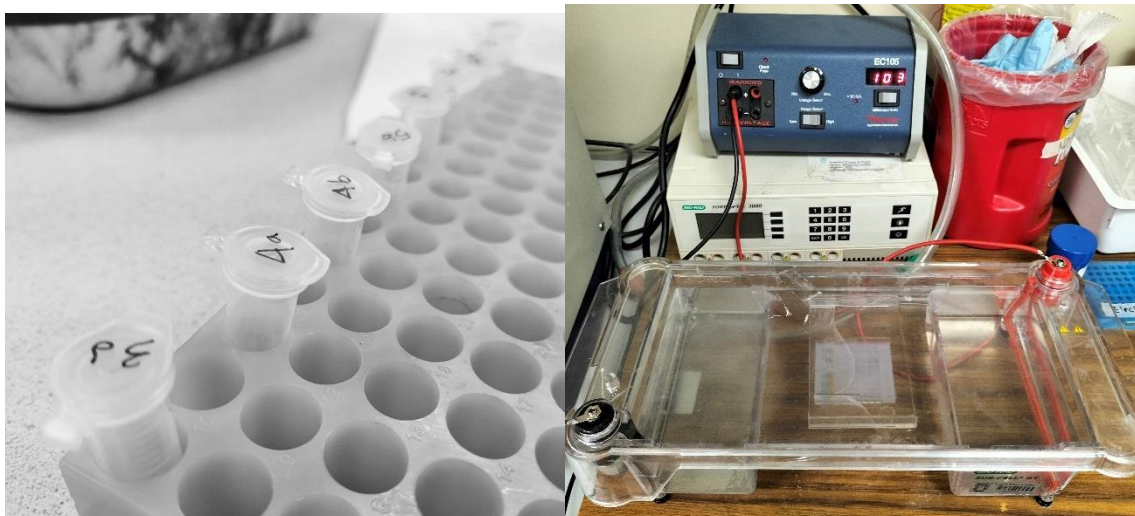


Figura 25. - Electroforesis para detección de DNA

Se adjunta en anexos 9 la guía para la elaboración de electroforesis para la detección de DNA.

Ya identificadas y confirmadas las muestras, mediante el proceso de electroforesis se realizó la amplificación del ARN 16-s RIBOSOMAL para él envió de las muestras al laboratorio Eurofins Genomics para su secuenciación.

Se realizaron visitas de campo a las áreas de estudio, para la caracterización e identificación de echaderos, fuentes de alimentación y agujajes en los que transitan las poblaciones de borrego cimarrón; así como la identificación de especies que interactúen en ese mismo hábitat.

Se colectaron muestras fecales mediante los rastros que dejan los borregos en su hábitat natural, mediante el establecimiento de un transecto sistemático. Las excretas se encontraron en forma de pellets sueltos o compactos, de color café oscuro a negro, de forma y tamaño variable compuesto por material vegetal (Ruiz, 2014)

Las muestras fueron procesadas mediante el método de Willis y Faust 1921, que consiste en extraer una muestra de heces y colocarla en un tubo de boca estrecha, se añade una pequeña cantidad de solución

de cloruro sódico a saturación, una vez disuelta se llena el recipiente hasta el borde y se coloca un portaobjetos de tal manera que quede en contacto con la solución; permanece así por 15 a 20 minutos, para posteriormente observarlo en el microscopio (Puerta I., Jiménez M. 2015) para la detección de presencia de parásitos. (Zajac A et al, 2021).

## VII. Resultados

Se encontró que la patología principalmente identificada con mayor relevancia son los cuadros de neumonía, el agente causal no ha sido determinado específicamente pero regularmente se ha identificado *M. Haemolítica*, *Mycoplasma ovipneumoniae* y *Pasteurella Spp.* en cuadros iniciales de las infecciones, encontrando crecimiento bacteriano secundario en cuadros más avanzados (Miller 2011, Besser 2014, Spaan 2021, Sánchez 2022), se ha asociado también agentes virales como *Parainfluenza tipo 3*, *Virus respiratorio sincitial bovino*, *rinotraqueítis infecciosa bovina* (Wolf 2010). Generalmente es asociado a un conjunto de patógenos en adición, con alteraciones al sistema inmune que pueden verse influidos por parasitosis severas, desnutrición o estrés; así como la constante exposición a estos agentes, incrementan el riesgo de infección (Miller 2011, Cassirer 2017).

Tabla 2. Agentes infecciosos previamente identificados en otros estudios de borrego cimarrón en Norte América (Forrester 1971; Rudolph 2007; Clifford 2009; Wolfe L 2010; Cahan 2011, Millet 2011, Wehausen 2011, Miller 2012, McCollum 2013, Besser 2013, Dassayake 2013, León 2014; Bleich 2015, Fox 2015, Cassirer 2017, Batras 2017, Drew M 2017, Cunha 2019, Henring 2021, Spaan 2021, Sánchez 2022).

Bacterias	Parásitos	Virus
<i>Manhemia haemolitica</i> *	<i>Psoroptes spp</i>	<i>Herpesvirus bovino tipo 1 (IBR; Rinotraqueitis Infecciosa Bovina)</i>
<i>Mycoplasma ovipneumoniae</i> *		
<i>Pasteurellaceae</i> *		<i>Paramyxovirus spp (Parainfluenza 3)</i>
<i>Brucella ovis</i>	<i>Protostrongylus spp</i>	<i>Pestivirus spp (Diarrea Viral Bovina)</i>
<i>Escherichia coli</i>		
<i>Pseudomonas spp</i>		
<i>Proteus spp</i>	<i>Toxoplasma Gondii</i>	<i>Complejo viral (Virus respiratorio sincitial bovino)</i>
<i>Streptococcus spp</i>		
<i>Enterococcus spp</i>		<i>Poxvirus spp</i>
<i>Enterobacter spp</i>		
<i>Moraxella spp</i>		
<i>Acinetobacter spp</i>		<i>Macavirus spp</i>

\*Asociados a complejo respiratorio como agente primario



Figura 26. Macho adulto observado en ejido Matomi con lesión en ausencia de la mitad de la cornamenta derecha, fotografía tomada con cámara trampa del LMCVS.



Figura 27. Fotografía tomada con dron por Rafael Paredes durante las expediciones en colaboración con los ejidatarios de ejido Matomí, el 05 de febrero del 2022. En la imagen se distingue que el individuo de en medio presenta una aparente lesión en la base de la cornamenta derecha.



Figura 28. Fotografía tomada a través de cámara trampa del LMCVS en ejido Matomí como resultado de los talleres comunitarios, en la cual se observa un macho con secreción nasal mucopurulenta, la cual es sugerente al curso de una infección de vías respiratorias.

Se encontró en la bibliografía consultada que *Psoroptes scabiei* ha sido registrado también por diversos autores demostrando cuadros severos de infección (Cassirer 2007, Clifford 2009, Bleich 2015; Henring A., et al 2021)

Se han identificado parasitosis internas, pero estas no han representado una amenaza como causante de mortalidad, si no que han sido asociados a una disminución en el sistema inmune incrementando la sensibilidad a otras infecciones (Forrester 1971; Dubey 2000, Cassirer 2007, Miller 2012, León J 2014).



Figura 29. Condición corporal de borregos macho. Fotografía tomada por Rafael Paredes, rancho 5 islas, en el ejido Matomí.

En la imagen anterior se puede observar como el individuo de la parte superior de la foto presenta una mala condición corporal ya que se notan los huesos afilados con poca cantidad de musculo y grasa, en comparación al individuo que aparece en la parte inferior en el que se observa una buena cantidad de musculo y grasa, los ápices de las tuberosidades pélvicas se ven redondeadas por la presencia de la musculatura, lo que categorizaría a este animal con una buena condición.

Los múltiples autores coinciden que un factor que contribuye a estos brotes es el incremento a la exposición a estos agentes, de los cuales el ganado domestico es portador de manera natural (Clifford 2009; Miller 2011; Carpenter 2014).

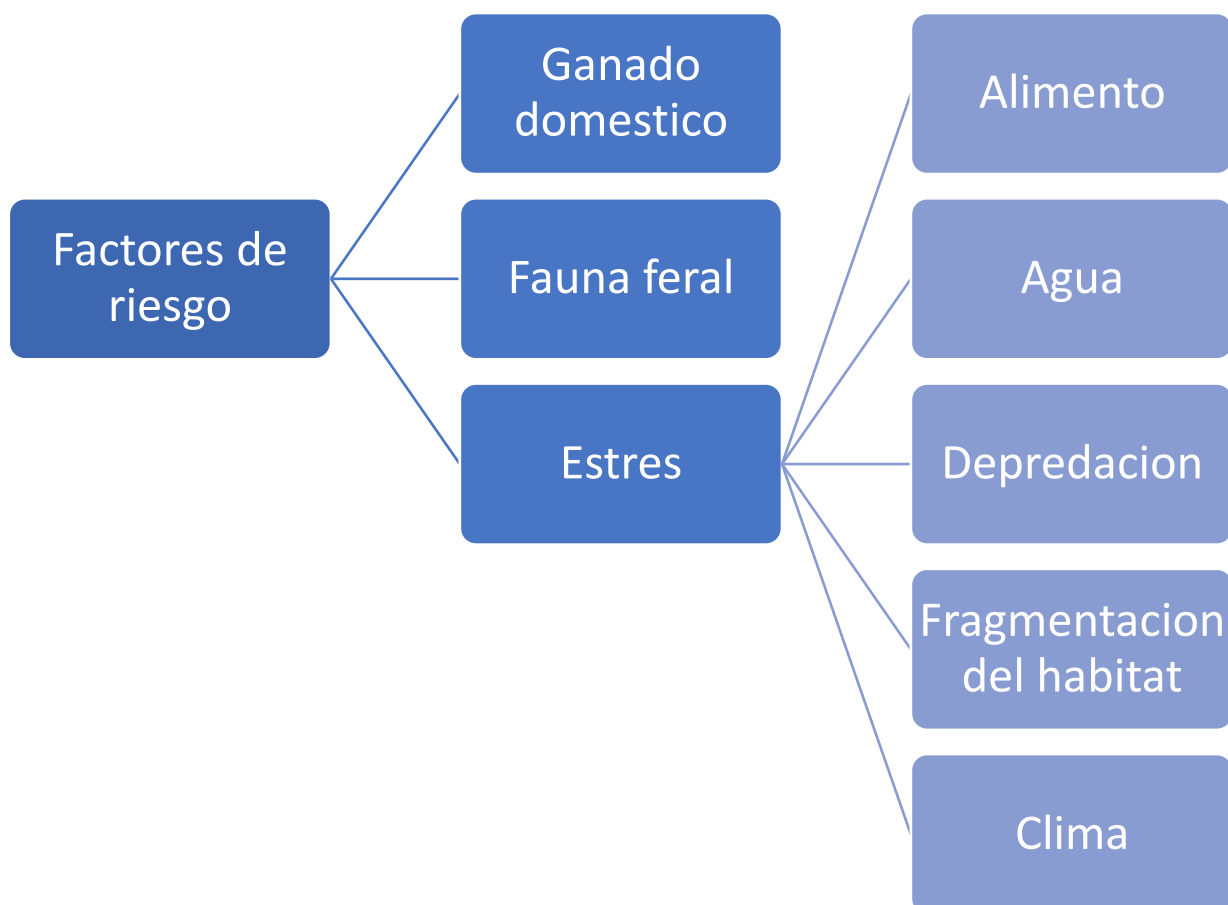


Figura 30. Factores de riesgo previamente evaluados en otros estudios como posibles riesgos a la alteración del estado de salud poblacional del borrego cimarrón. (Miller 2011, O’Brien 2014, Sells 2015, Spaan et al 2021)

### 7.2.2 Talleres comunitarios

Durante el taller de cartografía participativa tanto en Ejido Cordillera Molina, como en el Ejido Matomí se llevó a cabo la elaboración de la identificación de áreas representativas como posibles “factor de riesgo” como lo son las áreas ganaderas, áreas de interacción entre especies y las fuentes de

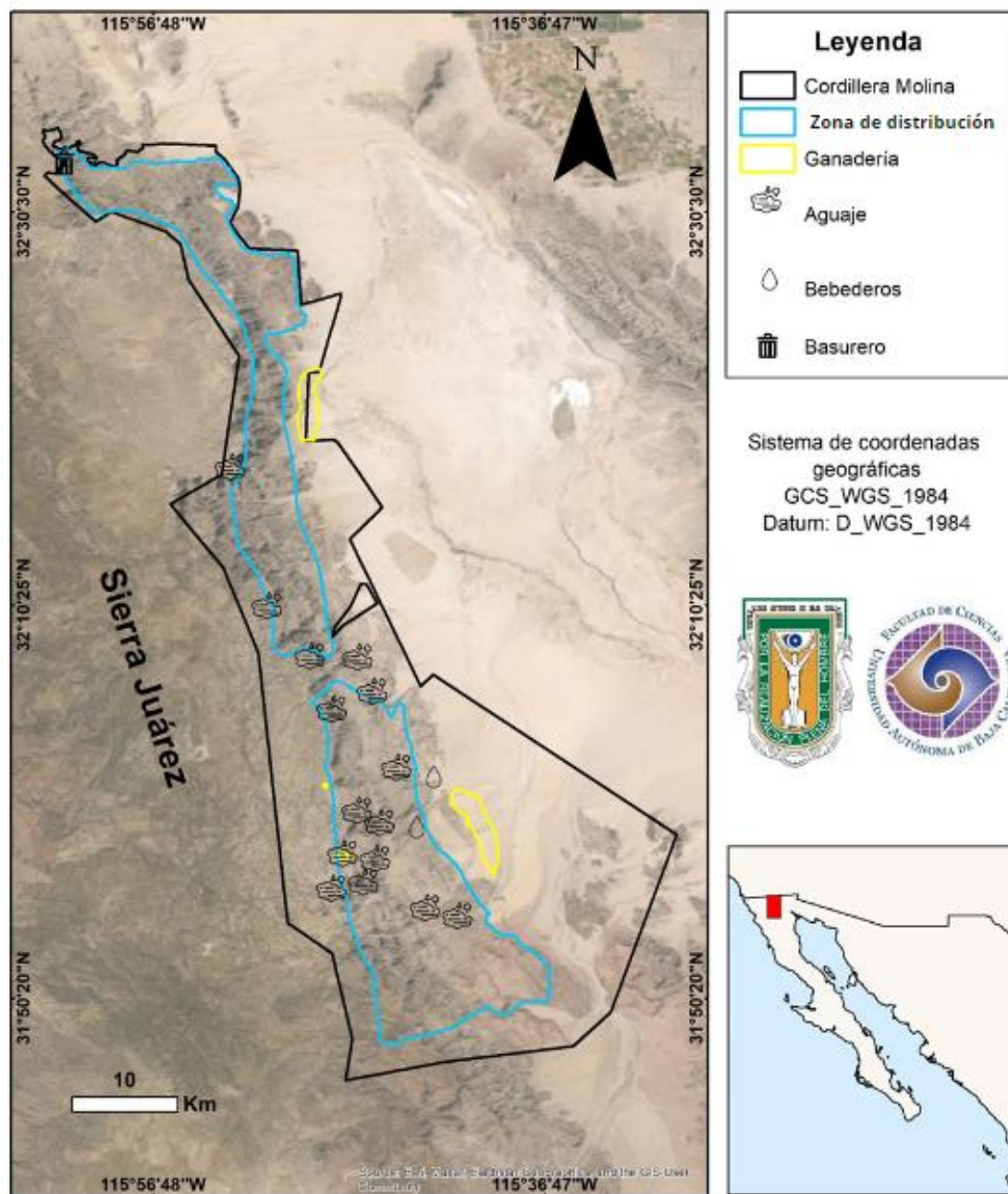
agua. Además, los ejidatarios de Sierra Juárez propusieron agregar los basureros, debido que han avistados en múltiples ocasiones, ejemplares de borrego cimarrón alimentándose en estos sitios.

Como resultado del ejercicio de cartografía, dentro del ejido Cordillera Molina, se identificaron 15 agujas naturales, 2 bebederos artificiales, 4 zonas ganaderas (bovino, caprino, equino y ovino) que representa el 1.52 %, y el área de distribución de borrego cimarrón (que representa las áreas en las cuales los participantes del taller reportan que habita el borrego, de acuerdo a avistamientos en esas áreas), esta área de distribución fue dividida en dos zonas que abarcan el 38.56% del polígono del ejido, las cuales se encontraban cercanas a las áreas ganaderas, y un basurero (figura 31).

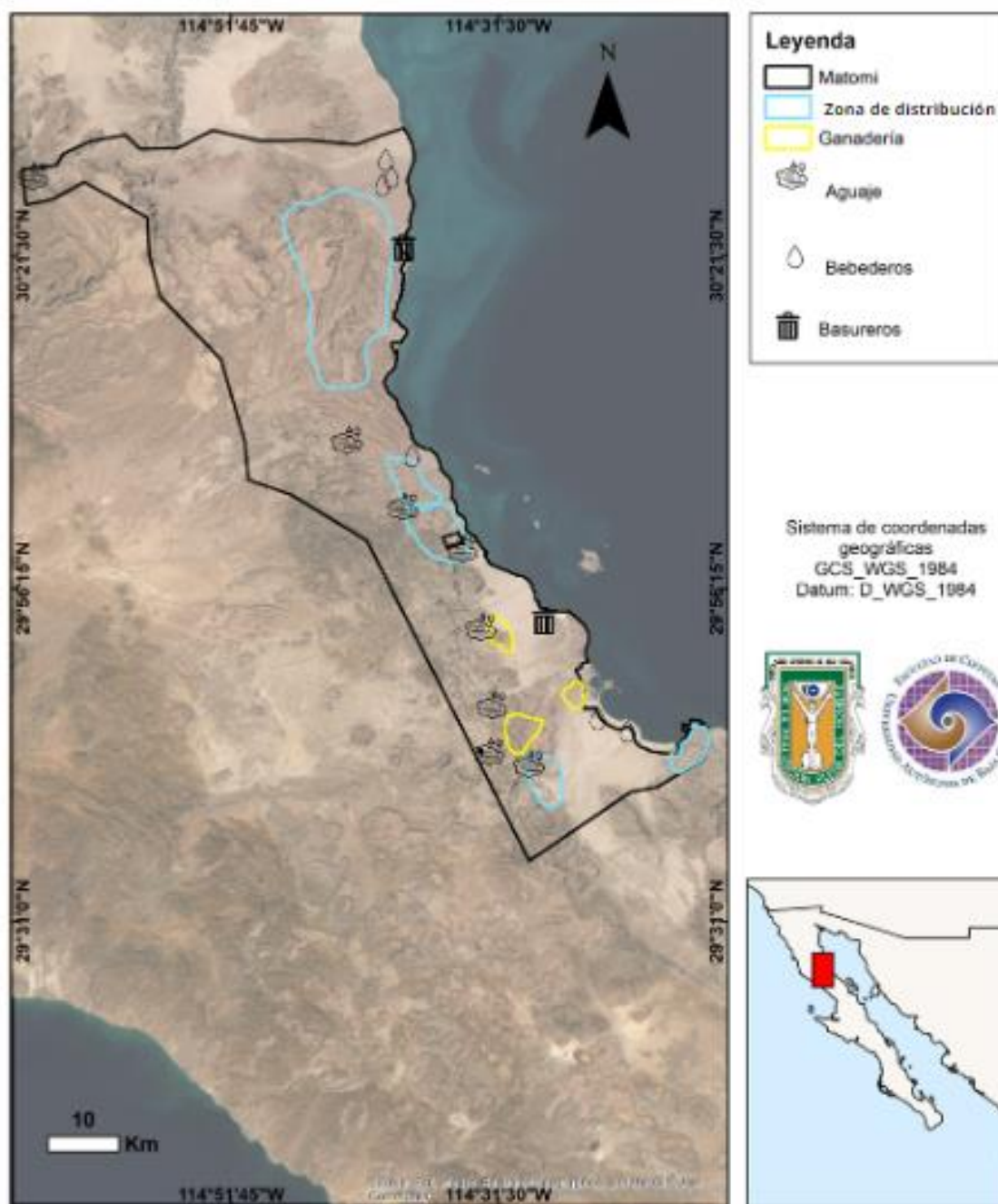
En el ejido Matomi se identificaron 3 zonas ganaderas que abarcan un 1.43% del área, 5 zonas de distribución del borrego cimarrón que representan un 16.19% del área, 7 agujas, 6 bebederos artificiales y 2 basureros (figura 32).



Figura 31. Uno de los basureros identificados durante el taller de cartografía participativa, en el cual los participantes comentan han visto borregos alimentándose de basura, la rumorosa, Cordillera Molina.



**Figura 32.** Mapa de Sierra Juárez, Ejido Cordillera Molina en el cual podemos observar el polígono del Ejido resultante de los talleres de cartografía participativa realizados.



**Figura 33.** Mapa de Santa Isabel, Ejido Matomi en el cual podemos observar el polígono del Ejido resultante de los talleres de cartografía participativa realizados.

Se aplicaron 13 cuestionarios dentro de los cuales seis ejidatarios confirmaron la tenencia de ganado domestico (tabla 3).

Tabla 3- Resultados de cuestionario aplicado en ejido cordillera molina, en Sierra Juárez. (Cuestionario en anexo 2) y evaluación del posible riesgo a la salud del borrego cimarrón, que se podría estar generando de acuerdo con las prácticas de manejo llevadas a cabo en el ganado. (Anexo 1)

n° encuesta	Tipo de ganado						Fin zootécnico	Tipo de pastoreo	Suplemento alimenticio	Representa un ingreso económico importante	Se lleva a cabo un programa de medicina	Que medidas son llevadas a cabo	Asesoría de un MVZ	Qué grado de riesgo en la salud del borrego
	Bovino	Caprino	Ovino	Equino (Mulas-Burros)	Equino	Otro								
1	1	0	0	0	0	0	Leche, Carne, Venta	Extensivo	Si	si	si	vacuna, baño	SI	MEDIO
2	2	0	0	0	0	0	Pie de cría	Extensivo	No	no	no	ninguno	NO	ALTO
3	50	0	0	0	2	0	carne, pie de cría	Extensivo	Si	si	si	vacuna	SI	MEDIO
4	1	0	0	0	1	0	carne, venta, pie de cría	Extensivo	Si	no	si	Desparasitación, baño	SI	MEDIA
5	0	0	40	0	0	0	carne, pie de cría	Semiintensivo	no	no	si	vacunas, desparasitación, vitaminas	SI	BAJO
6	0	0	43	0	2	0	carne, pie de cría	Semiintensivo	Si	si	si	no sabe	SI	MEDIO

### 7.2.3. Análisis de ganado domestico presente en área de estudio

A continuación, se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de los individuos seleccionados de manera aleatoria en el rancho alamar del ejido Cordillera Molina (tabla 4). en representación de cada especie, que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 4 Variedades de colonia identificados morfológicamente en los cultivos de “Rancho el alamar” de los individuos seleccionados de manera aleatoria para el muestreo microbiológico de secreción nasal.

<b>Rancho "El Alamar"</b>				
<b>Tabla de resultados de cultivo microbiologico de muestra nasal</b>				
<b>Muestra</b>	<b>Especie</b>	<b>Sexo</b>	<b>Variedad de patógenos desarrollados</b>	<b>Código de colonias desarrolladas</b>
#001	Ovino	Macho	2	i, ii
#002	Ovino	Macho	2	i, iii
#003	Ovino	Hembra	4	i, iii, iv, v
#004	Ovino	Hembra	3	ii, vi, vii
#005	Ovino	hembra	3	v, vi, viii
#006	Burro	hembra	2	iii, ix
#007	Burro	hembra	1	v
#008	Burro	hembra	1	vi
#009	Bovino	macho	3	v, x, xi
#010	Bovino	hembra	2	i, xi

En todas las muestras tomadas para cultivo microbiológicos hubo desarrollo bacteriano, durante la primera siembra y se desarrollaron once variedades de colonias diferentes clasificadas morfológicamente de acuerdo con su opacidad, superficie, estructura interna y elevación. Posterior al aislamiento se obtuvieron nueve pastillas (pequeña pieza de materia dura formada del sedimento de cultivo bacteriológico) de las cuales se realizó la extracción de DNA (Tabla 4).

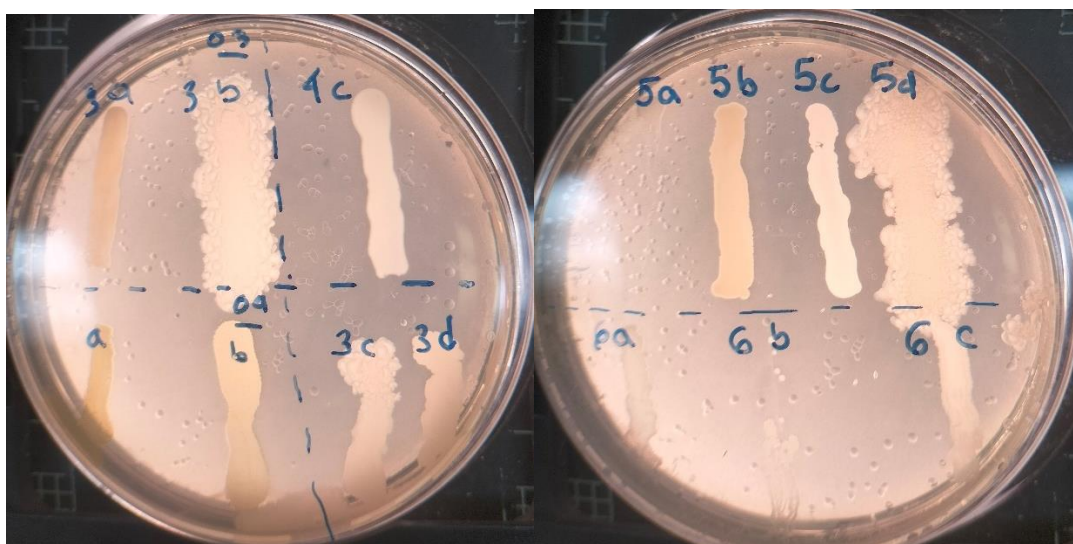


Figura 34. Aislamiento bacteriano de colonias para su identificación y posterior elaboración de pastilla.

Tabla 5. Identificación y descripción de los tipos de colonia bacteriana desarrollado.

<b>Rancho "El Alamar"</b>				
ID de colonia bacteriana	Bacteria identificada en PCR	Descripción de colonia	Cantidad de cajas petri en las que se desarrollo	Muestras en las cuales se desarrollo
I	<i>Bacillus pumilus</i>	Dura nadadora	4	#001, #002, #003, #010
	<i>Bacillus safensis</i>			
ii	NO ID	Amarilla, dura	2	#001, #004
iii	<i>Pseudomonas spp</i>	Lechosa no nadadora	3	#002, #003, #006
iv	<i>Staphylococcus arlettae</i>	Naranja	1	#003
V	NO ID	Nadadora mucoide	4	#003, #005, #007, #009
vi	<i>Pseudomonas spp</i>	Blanca no nadadora	3	#004, #005, #008
vii	<i>Staphylococcus arlettae</i>	Amarillo intenso	1	#004
viii	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	Crema	1	#005
ix	<i>Bacillus paralicheniformis</i>	Blanca tenue	1	#006
	<i>Bacillus haynesii</i>			
X	<i>Staphylococcus pseudintermedius</i>	Lento crecimiento	1	#009
xi	<i>Bacillus altitudinis</i>	Nadadora blanca	2	#009, #010
	<i>Bacillus stratosphericus</i>			
	<i>Bacillus pumilus</i>			
	<i>Bacillus spp</i>			

En la tabla se muestran los diversos tipos de colonias identificados en las muestras de secreción nasal tomada de los animales domésticos provenientes del rancho El Alamar, de la cual se diferenciaron 11 tipos de colonias bacterianas diferentes, en la parte inferior se describen sus características macroscópicas observadas.

En los resultados del estudio coproparasitológico se encontró, en cuatro de las muestras colectadas en rancho “El Alamar”, rastros de escasos ooquistes de *Eimeria* no esporulados. En los cinco animales restantes no se encontró evidencia de parásitos (tabla 6).

Tabla 6. Resultados de estudio parasitológicos en rancho el Alamar.

Rancho "El Alamar"		
Muestra	Especie	Parásitos
1	Ovino	<i>Eimeria</i>
2	Ovino	<i>Eimeria</i>
3	Ovino	Ninguno
4	Ovino	Ninguno
5	Ovino	Ninguno
6	Burro	<i>Eimeria</i>
7	Burro	Ninguno
9	Bovino	<i>Eimeria</i>
10	Bovino	Ninguno

## VIII. Discusiones

A través de las cámaras trampa pudimos capturar algunas imágenes en las cuales se pueden diferenciar algunos signos que podrían indicarnos que existe una alteración al estado de salud del animal. Particularmente como se puede observar en la figura 28 de la sección de resultados, un individuo macho, en ejido Matomí el cual fue observado múltiples veces con tos, estornudo y secreción nasal, lo cual podría ser indicativo de un complejo respiratorio, el cual ha sido reconocido como una de las principales amenazas al estado de salud de poblaciones en otros sitios, como Arizona, Colorado, Nevada en Estados Unidos por múltiples autores a través de los años.( Clifford 2009, Cahan 2011, Miller 2011, Wehausen 2011, Miller 2012, McCollum 2013, Besser 2013, Dassanayake 2013, Fox 2015, Cassirer 2017, Batras 2017, Drew 2017, Grossman 2021, Spaan 2021). El complejo respiratorio puede ser ocasionado por un conjunto de diversas bacterias, parásitos y/o virus, no se ha reconocido un patógeno primario para esta clase de enfermedad, sin embargo, se reconocen la *Manhemia Hemolitica*, *Pasteurella* y *Mycoplasma ovipneumoniae*, *Pseudomonas* como unos de los patógenos regularmente asociados a un cuadro respiratorio severo (Besser 2014, Casserier 2018) , mientras que otras bacterias como lo son *Bacillos*, *Moraxella*, *Streptococcis*, *Enterococcus*, *Enterobacter* suelen ser consideradas bacterias oportunistas, pero no las causantes principales de un cuadro infeccioso severo (Besser, 2013).

En otras de las imágenes capturadas por cámara trampa (figura 26 y 27 de la sección de resultados) se distinguen un macho adulto con una lesión en ausencia a la mitad de su cornamenta, así como también otro macho con una lesión en la cornamenta derecha, Fox 2015 menciona que la aparición de tumores en senos paranasales no está asociados a infección bacterianas en aparato respiratorio, sin embargo, una lesión en la cornamenta pudiera llegar a ocasionar infecciones en los senos paranasales por el ingreso de bacterias a través de la herida.

De acuerdo con Cárdenas 2020, la evaluación de la condición corporal les permite conocer indicadores reproductivos, y periodos fisiológicos importantes como el estado nutricional y reproductivo gracias a la observación a través de cámaras trampas (como se puede observar en la figura 29 de la sección de resultados).

### 8.2.1 Talleres participativos

Durante el taller de Cartografía participativa se reconocieron varios factores de riesgo que han sido reconocidos anteriormente por otros autores (Miller 2011, Sells 2015, Spaan et al 2021), siendo uno de los principales la presencia de ganado doméstico y feral, ya que además de ser posibles transmisores de patógenos, representan una competencia de recursos y espacios para el borrego cimarrón según Barasona J 2015, Escobar 2016, Drew y Weiser GC 2017.



Figura 35. Burros ferales en ejido cordillera Molina

Durante la capacitación para la evaluación del estado de salud del borrego cimarrón, algunos de los ejidatarios ya estaban familiarizados a emplear la técnica de evaluación de condición corporal, ya que es utilizada en animales domésticos, con la diferencia de que usualmente para estos, la evaluación va en conjunto con la palpación de estas estructuras.

En las encuestas aplicadas en ejido Cordillera Molina, se encontró que el 46% de las personas tienen ganado doméstico, siendo el 58% ovinos, 38 % bovinos y el 3.5% equinos. En 2014 en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) para Baja California se registraron 304 145 cabezas de ganado bovino que representa solamente el 1% del total de ganado bovino en México. En 2019 se registraron 32,463 ovinos y 31,861 caprinos en el estado de Baja California, de acuerdo a la SEMARNAT 2020.

Los porcentajes de ganado registrado en el estado de Baja California, no son representativos de riesgo al estado de salud del borrego cimarrón debido a la baja proporción de animales registrados.

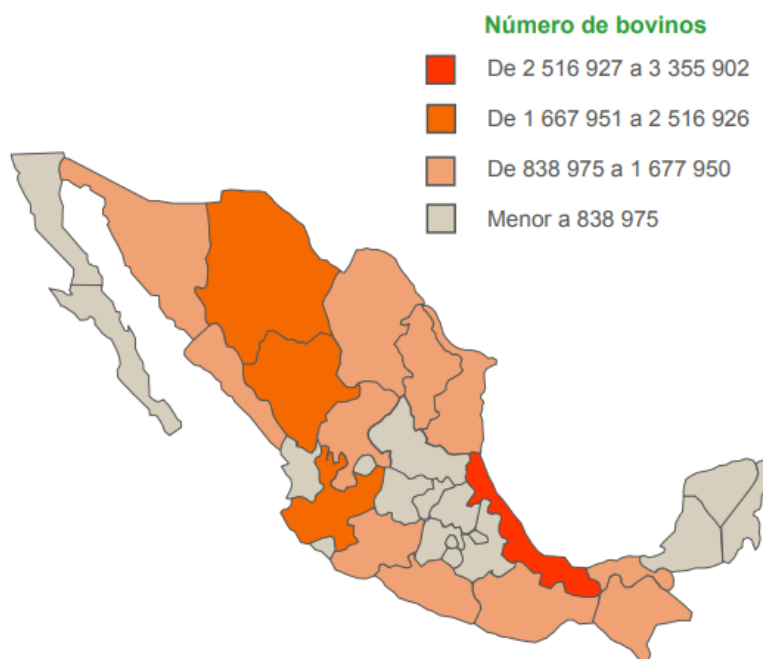


Figura 36. Mapa de estimación de cabezas de ganado bovino en la República Mexicana (ENA 2014).

Adicionalmente Miller, 2011 menciona que el ovino domestico es el que presenta mayor riesgo de transmisión de enfermedades para el borrego silvestre. De acuerdo con la clasificación elaborada en este trabajo (tabla 3 de resultados) la mayoría de las personas resultaron tener un posible impacto de grado medio.

La diferenciación entre el grado de posible riesgo a la salud del borrego silvestre, de acuerdo con el manejo de ganado domestico que se utiliza, recae principalmente en el protocolo de medicina preventiva que ellos lleven a cabo y el método de pastoreo utilizado. (Caron 2021)

El libre pastoreo, incrementa el riesgo de impacto a la salud debido a que los animales domésticos comparten fuentes de agua y alimento con la fauna silvestre. (O' Brien 2014, Cowie 2015)

### **8.2.2 Análisis de ganado domestico como factor de riesgo**

Durante los estudios coproparasitológicos realizados en ganado, encontramos que contaban con la presencia de ooquistes de *Eimeria*. La *Eimeria* es un parasito causante de cuadros gastrointestinales denominado coccidiosis, la severidad del cuadro depende de diversos factores, uno de estos es la cantidad de carga parasitaria que ingiere el animal; existen 12 especies diferentes de *Eimeria spp* en rumiantes (Quiroz, 1994; Zajac et al, 2021).

La mayoría de los rumiantes son afectados en edad temprana, pero en algunas ocasiones pueden existir infecciones persistentes en etapa adulta. La infección puede ser subclínica, o puede llegar a causar cuadros de diarrea leve a severa, presentando hematoquecia en algunas ocasiones (Barasona J, 2016, Zajac et al 2021)

El parásito penetra en la mucosa del intestino, para posteriormente alimentarse del citoplasma de las células causando trauma romper las células que invade (Quiroz, 1994) Los daños ocasionados a la mucosa gástrica pueden tener como consecuencia síndrome de mala absorción, así como deshidratación afectando el estado nutricional y el desarrollo de los animales afectados.

En el caso de los animales muestreados para este estudio, todos presentaban una infección subclínica, ya que todos aparentaban un buen estado de salud, con una buena condición corporal y ninguna sintomatología de enfermedad aparente.

La mayoría de las bacterias identificadas en los animales muestreados en este trabajo fueron *Bacillus*, las cuales se detectaron en siete de las muestras tomadas, Sin embargo, Miller et al 2007, comenta que dichas bacterias son oportunistas y no registran enfermedades de alto riesgo.

Se detecto la presencia de *Pseudomonas* en seis muestras diferentes, la mayoría de los ovinos, así como los burros mostraron crecimiento de esta bacteria, esta bacteria ha sido asociada a infecciones de vías respiratorias según Besser 2013, presentando su desarrollo un factor de riesgo para la población de borrego cimarrón.

Otras bacterias desarrolladas fueron *Staphylococcus* y *Acinetobacter*, que no representan un riesgo de infección en vías respiratorias como agentes primarios, ya que estos por lo regular son considerados como bacterias oportunistas.

## **IX. Conclusiones**

La utilización de cámaras trampas y la observación directa, ha demostrado ser un método alternativo para la evaluación del estado de salud del borrego cimarrón, a través del reconocimiento de condición corporal, y diversas alteraciones físicas que pueden ser indicativas de un proceso patológico. Esta información nos permite mejorar las técnicas de manejo que beneficien las condiciones de los animales, ya sean aplicadas directamente en la especie de interés, o mejorando los factores que alteran su estado de salud. Como se ha podido observar en algunas de las imágenes capturadas por medio de cámaras trampas en este estudio, es posible diagnosticar de manera presuntiva, el complejo respiratorio, el cual ha sido identificado como causante de la mayoría de las muertes por enfermedad de los borregos silvestres. Esto nos comprueba que la utilización de los métodos indirectos propuestos, efectivamente nos pueden brindar información para tener un diagnóstico presuntivo de la especie. Este monitoreo de cámaras trampas y observación directa se propone que continúe por periodos anuales, para posteriormente realizar un análisis de datos y poder estimar el estado de salud de la población en estas áreas de estudio.

El trabajo comunitario es una muy buena herramienta, que al implementarlo en proyectos de conservación nos aporta muy buenos resultados, ya que los participantes desarrollan un gran interés por aprender más sobre la especie, así como, de compartir los conocimientos que ellos han aprendido por generaciones sobre esta especie tan icónica. Además, que, al compartir el hábitat con el animal, los talleres como la cartografía participativa, nos brindan información para la identificación de áreas que podrían representar un mayor riesgo de transmisión de patógenos entre especies. Ya que ellos al residir en la misma área que la especie, tienen un conocimiento excepcional del área, así como de los sucesos que ocurren día a día.

A través del taller de cartografía participativa, se identificó que Ejido Matomi, al ser un ejido principalmente dedicado al turismo y la pesca, son muy pocos los ranchos que poseen ganado. Por otra

parte, Ejido Cordillera Molina tiene mayor actividad ganadera de diferentes especies (ovino, caprino, bovino) y no todos llevan a cabo un programa de medicina preventiva, los tipos de pastoreo llevados a cabo son extensivos o semiintensivos, lo cual permite al ganado deambular en áreas donde transita el borrego cimarrón, incrementando el riesgo de transmisión de patógenos entre estos.

Es de suma importancia continuar enriqueciendo la interacción con la comunidad, ya que además de obtener un diagnóstico presuntivo de salud del borrego cimarrón, nos permitirá poder ir tomando otras medidas que ayuden a disminuir la predisposición a factores de riesgo en el área (como lo es la presencia de ganado domestico ovino caprino) sensibilizando a la población y capacitándolos continuamente, para poder tener un manejo ideal de la especie en un futuro. A pesar de que en el análisis del ganado domestico muestreado, no se encontró un patógeno relevante, que perturbe el estado de salud del borrego cimarrón directamente, un punto determinante es llevar a cabo un programa de medicina preventiva, un programa de vacunación, desparasitación y monitoreo continuo del ganado, contribuyendo a un menor riesgo de transmisión de patógenos al borrego cimarrón.

El área de salud de fauna silvestre por lo regular se ha trabajado de manera muy disciplinaria, siendo también muy costoso, por lo que la propuesta de un diagnóstico de salud a través de métodos indirectos en la colaboración con la comunidad aportar una nueva herramienta que nos permite poder tener un monitoreo continuo del estado de salud del borrego de salud.

## X. Bibliografía

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Ayala, S., Tapia, M., & Martinez, R. (2009). Tecnicas selectas de campo y laboratorio para el estudio de las poblaciones de fauna silvestre. Estudio de caso: borrego cimarron (*ovis canadensis*). Mexicali, Baja California: Universidad Autonoma de Baja California.

Análisis preparado para el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). (2009). Buenas prácticas en cartografía participativa, Uttar Pradesh, India.

Batra S, Shanthalingam S, Donofrio G, Haldorson G, Chowdhury S, White S, Srikumaran S. (2017). Immunization of bighorn sheep against *Mannheimia haemolytica* with a bovine herpesvirus 1-vectored vaccine. *Vaccine*, 1630- 1636, 35 (12).

Barone CD, Wit J, Hoberg EP, Gilleard JS, Zarlenga DS. (2020). Wild ruminants as reservoirs of domestic livestock gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 109041, 279.

Besser TE, Frances Cassirer E, Highland MA, Wolff P, Justice-Allen A, Mansfield K, Davis MA, Foreyt W. (2013). Bighorn sheep pneumonia: Sorting out the cause of a polymicrobial disease. *Preventive Veterinary Medicine*, 85-93, 108 (2-3).

Besser TE, Cassirer EF, Potter KA, Lahmers K, Oaks JL, Shanthalingam S, Srikumaran,S, Foreyt W. (2014) Epizootic Pneumonia of Bighorn Sheep following Experimental Exposure to *Mycoplasma ovipneumoniae*. *PLoS ONE* 9(10): e110039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110039>

Besser TE, Cassirer EF, Potter KA, Foreyt WJ (2018) Correction: Exposure of bighorn sheep to domestic goats colonized with *Mycoplasma ovipneumoniae* induces sub-lethal pneumonia. PLoS ONE 13(1): e0192006. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192006>

Bleich VC, Johnson CK, Torres SG, Davis JH, Ramsey JM, Villepique JT, Gonzales BJ. (2015). Psoroptes infestation and treatment in an isolated population of bighorn sheep (*Ovis Canadensis*). Journal of Zoo and wildlife Medicine, 491-497, 46 (3).

Breilh J. (2003). De la vigilancia convencional al monitoreo participativo. Ciencia & Saúde Coletiva, 8 (4) (2003): 937-951.

Michael R. Buchalski, Asako Y. Navarro, Walter M. Boyce, T. Winston Vickers, Mathias W. Tobler, Lisa A. Nordstrom, Jorge Alaníz García, Daphne A. Gille, Maria Cecilia T. Penedo, Oliver A. Ryder, Holly B. Ernest. (2015). Genetic population structure of Peninsular bighorn sheep (*Ovis canadensis nelsoni*) indicates substantial gene flow across US–Mexico border. Biological Conservation, Volume 184, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.006>.

Butler CJ, Edwards WH, Jennings-Gaines JE, Killion HJ, Wood ME, McWhirter DE, Paterson JT, Proffitt KM, Almberg ES, White PJ, Rotella JJ, Garrott RA. (2017) Assessing respiratory pathogen communities in bighorn sheep populations: Sampling realities, challenges, and improvements. PLoS ONE 12(7): e0180689. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180689>

Butler CJ, Edwards WH, Paterson JT, Proffitt KM, Jennings-Gaines JE, Killion HJ, Wood ME, Ramsey JM, Almberg ES, Dewey SR, McWhirter DE, Courtemanch AB, White PJ, Rotella JJ, Garrott RA.. (2018) Respiratory pathogens and their association with population performance in Montana and

Wyoming bighorn sheep populations. PLoS ONE 13(11): e0207780.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207780>

California Department of Fish and Wildlife. (2022). Peninsular Desert Bighorn Sheep Behavior <https://wildlife.ca.gov/Conservation/Mammals/Bighorn-Sheep/Desert/Peninsular/Behavior#:~:text=Reproduction,exhibiting%20fantastic%20head%20butting%20competitions.>

Cahn M, Conner M, Schmitz O et al. (2011). Disease, population viability, and recovery of endangered Sierra Nevada bighorn sheep. *Journal of wildlife Management* 1753-1766, 75(8).

Camino M; Cortez S; Matteucci S.; Altrichter M. (2017). EXPERIENCIA DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE FAUNA EN EL CHACO SECO ARGENTINO. *Mastozoología Neotropical*, vol. 24, núm. 1, pp. 31-46 Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos Tucumán, Argentina. ISSN 1666-0536

Carpenter T, Schumaker B, Stephenson T et al. (2014). A spatial risk assessment of bighorn sheep extirpation by grazing domestic sheep on public lands. *Preventive Veterinary Medicine* 114 3-10. Elsevier.

Caron, A., Angel Barasona, J., Miguel, E., Michaux, J., De Garine-Wichatitsky, M. (2021). Characterisation of Wildlife-Livestock Interfaces: The Need for Interdisciplinary Approaches and a Dedicated Thematic Field. In: Vicente, J., Vercauteren, K.C., Gortázar, C. (eds) *Diseases at the Wildlife - Livestock Interface*. *Wildlife Research Monographs*, vol 3. Springer, Cham.

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-65365-1\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-65365-1_11)

Cassirer, E. Frances Sinclair, A. R. E. (2007). Dynamics of Pneumonia in a Bighorn Sheep Metapopulation. *Journal of Wildlife Management*. DOI: 10.2193/2006-002

Cassirer, E. F., Manlove, K. R., Plowright, R. K., & Besser, t. E. (2017). Evidence for Strain-Specific Immunity to Pneumonia in Bighorn Sheep. *The Journal of Wildlife Management*, 81(1), 133–143.

<https://www.jstor.org/stable/26606964>

Cassirer, E.F., Manlove, K.R., Almberg, E.S., Kamath, P.L., Cox, M., Wolff, P., Roug, A., Shannon, J., Robinson, R., Harris, R.B., Gonzales, B.J., Plowright, R.K., Hudson, P.J., Cross, P.C., Dobson, A. and Besser, T.E. (2018), Pneumonia in bighorn sheep: Risk and resilience. *Jour. Wild. Mgmt.*, 82: 32-45. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21309>

Cartagena Albertus Juan Carlos. (2021). Las 105 consultas más frecuentes en la clínica Veterinaria. Grupo Asís Biomedica S.L. - 264 páginas

Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A. M.Z., López, B. C., Danielsen, F., Legind, J. K., Masinde, S., Miller-Rushing, A. J., Newman, G., Rosemartin, A., Turak, E. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280-294.

Clifford D, Schumaker B, Stephenson T, Bleich V, Cahan M, Gonzales B, Boyce W, Keener J. (2009). Assessing disease risk at the wildlife-livestock interface: A study of Sierra Nevada bighorn sheep. *Biological Conservation*, 2559-2568, 142 (11).

Cowan I. M. (1940). Distribution and variation in the native sheep of North America. *American Midland Naturalist* 24: 505 – 580.

Cowie, C.E., Hutchings, M.R., Barasona, J.A, Gortázar C, Vicente J, White P. (2016). Interactions between four species in a complex wildlife: livestock disease community: implications for *Mycobacterium bovis* maintenance and transmission. *Eur J Wildl Res* 62, 51–64.

<https://doi.org/10.1007/s10344-015-0973-x>

Cunha CW, Slater OM, Macbeth B, Duignan PJ, Warren A, Highland MA, Li H. (2019). Domestic sheep and bighorn sheep carry distinct gammaherpesviruses belonging to the genus Macavirus. *Virus Research*, 197729, 272. URL: <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2019.197729>

Dassanayake R, Sudarvili Shanthalingam, Caroline N. Herndon, Renuka Subramaniam, Paulraj K. Lawrence, Jegarubee Bavananthasivam, E. Frances Cassirer, Gary J. Haldorson, William J. Foreyt, Fred R. Rurangirwa, Donald P. Knowles, Thomas E. Besser, Subramaniam Srikumaran. (2010). *Mycoplasma ovipneumoniae* can predispose bighorn sheep to fatal *Mannheimia haemolytica* pneumonia. *Veterinary Microbiology*, 354-359, 145 (3-4).

Dassanayake RP, Shanthalingam S, Subramaniam R, Herndon CN, Bavananthasivam J, Haldorson GJ, Foreyt WJ, Evermann JF, Herrmann-Hoesing LM, Knowles DP, Srikumaran S. (2014). Role of *Bibersteinia trehalosi*, respiratory syncytial virus, and parainfluenza-3 virus in bighorn sheep pneumonia. *Veterinary Microbiology*, 166-172, 162 (1).

Drew ML, Weiser GC (2017) Potential disease agents in domestic goats and relevance to bighorn sheep (*Ovis canadensis*) management. PLoS ONE 12(3): e0173396.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173396>

Dubey J, Foreyt W. (2000). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis*). *Journal of Parasitology*, 622-623, 86 (3).

Eaton R, Guevara A, Tapia J. (2017). Estudios sobre el borrego cimarrón en el noroeste de México. Universidad Autónoma de Baja California, 234p.

Elsevier Connect. (2020). Cadena de infección y métodos de transmisión de microbios.

<https://www.elsevier.com/es-es/connect/enfermeria/edu-cadena-de-infeccion-y-metodos-de-transmision-de-microbios#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20transmisi%C3%B3n%3A%20el%20pat%C3%B3geno,la%20piel%20y%20la%20sangre>.

Escobar-Flores, J. G., Álvarez-Cárdenas, S., Valdez, R., Torres Rodríguez, J., Díaz-Castro, S., Castellanos-Vera, A., & Martínez Gallardo, R. (2015). Detección de las preferencias de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en Baja California, mediante técnicas de teledetección satelital. *THERYA* Vol. 6 (3): 519-534 DOI: 10.12933/therya-15-284, ISSN 2007-3364

Escobar Flores, J. G., Valdez, R., Álvarez-Cárdenas, S., Díaz-Castro, S., Castellanos-Vera, A., Torres, J., & Delgado-Fernández, M. (2016). Watering sites use by bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) and water quality analysis in Sierra Santa Isabel, Baja California, México. *Acta Universitaria* 12-19,26 (1).

Forrester D, Littell R. (1976). Influence of rainfall on lungworm infections in bighorn Sheep. *Journal of wildlife diseases*, 48-51, 12 (1).

Fox KA, Rouse NM, Huyvaert KP, Griffin KA, Killion HJ, Jennings-Gaines J, Edwards WH, Quackenbush SL, Miller MW. (2015). Bighorn sheep (*Ovis canadensis*) sinus tumors are associated with coinfections by potentially pathogenic bacteria in the upper respiratory tract. 19-27, 51(1).

García JE, Rodríguez-Huerta FA, Lozano EA, Encina J, Mellado M (2022). Seasonal prevalence of gastrointestinal parasites in desert bighorn sheep (*Ovis canadensis*) in northern Mexico. *Journal of Helminthology* 96, e26, 1–6. [https://doi.org/ 10.1017/S0022149X22000207](https://doi.org/10.1017/S0022149X22000207)

Guerrero I, Gallina S, Corcuera P, Álvarez-Cárdenas S, Ramírez-Orduña R. (2016). Composición y selección de la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur, México. Vol. 7 (3): 423-437 DOI: 10.12933/therya-16-394 ISSN 2007-3364

Guerrero I, Alvarez-Cárdenas S, Gallina S, Corcuera P, Romero-Figueroa G, Lozano-Cavazos E, Tovar-Zamora I, Guerrero-Tovar I. (2020.) “Estimación de cambios temporales de la condición corporal del borrego cimarrón (*ovis canadensis weemsi*) a partir de fotointerpretación, en la sierra el mechudo, BCS, México”. Volumen 36, 1–14 elocation-id: e3612235 <https://doi.org/10.21829/azm.2020.3612235>

Gobierno del Estado de Sonora (2012). Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*): Resultados del monitoreo aéreo en el Estado de Sonora, México. Dirección General Forestal y Fauna de Interés Cinegético de la SAGARHPA.

González, C., P. P. Garcillán, y E. Ezcurra. (2010). Ecorregiones de la Península de Baja California: una síntesis. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 87:69–82.

Grossman PC, Schneider DA, Herndon DR, Knowles DP, Highland MA. (2021). Comparative Immunology, Microbiology, and Infectious Diseases Differential pulmonary immunopathology of domestic sheep (*Ovis aries*) and bighorn sheep (*Ovis canadensis*) with *Mycoplasma ovipneumoniae* infection: A retrospective study. *Comparative Immunology, Microbiology, and Infectious Diseases*, 101641, 76.

Hall E. R. (1982). *THE MAMMALS OF NORTH AMERICA*. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York.  
J. Knox Jones, Jr. *Journal of Mammalogy*, Volume 63, Issue 4, Page 717,  
<https://doi.org/10.2307/1380295>

Hering AM, Chilton NB, Epp T, Schwantje HM, Cassirer F, Walker A, McLean C, Thampy PR, Hanak E, Wolff P, Drew M, Bardsley KD, Woodbury M. (2021). Traceback of the *Psoroptes* Outbreak in British Columbian Bighorn Sheep (*Ovis Canadensis*). In Preparation, 273-279, 14.

Herrera M. (2015). *Cimarrón en Baja California*. Gobierno del Estado de Baja California Primera edición.

Hernández F. (2002). *Fundamentos de Epidemiología: El Arte Detectivesco de la investigación Epidemiológica*. EUNED, 2002 - 545 páginas

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2020). Anuario de estadísticas por entidad federativa. México.

Jansen, Brian D, Krausman P, Heffelfinger J, Noon T, Devos J. (2007). Population Dynamics and Behavior of Bighorn Sheep with Infectious Keratoconjunctivitis. DOI: 10.2193/2005-617

Escobar-Flores, Jonathan G., Valdez, Raúl, Álvarez-Cárdenas, Sergio, Díaz-Castro, Sara, Castellanos-Vera, Aradit, Torres, Jorge, & Delgado-Fernández, Mariana. (2016). Utilización de aguajes por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) y análisis de calidad del agua en Sierra Santa Isabel, Baja California, México. *Acta universitaria*, 26(1), 12-19. <https://doi.org/10.15174/au.2016.822>

Kenyon PR, Maloney SK, Blache D (2014) Review of sheep body condition score in relation to production characteristics, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57:1, 38-64, DOI: 10.1080/00288233.2013.857698

Kock MD, Jessup DA, Clark RK, Franti CE, Weaver RA. Capture methods in five subspecies of free-ranging bighorn sheep: an evaluation of drop-net, drive-net, chemical immobilization and the net-gun. *J Wildl Dis*. 1987 Oct;23(4):634-40. doi: 10.7589/0090-3558-23.4.634. PMID: 3682090.

Kraussman P, Cain J. (2013), *Wildlife Management and Conservation: Contemporary Principles and Practices*. JHU Press. 342 páginas.

Loaiza Vélez, H. F., & López Valencia, G. (2021). Determinación del estado de salud de 15 borregos cimarrones silvestres (*ovis canadensis* spp) en Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias.

López Palma, Andrea Estefania, Benítez Hurtado, Ximena Gabriela, Leon Ron, María José, Maji Mozo, Pedro Jose, Dominguez Montoya, Daniel Roberto, & Baez Quiñónez, Domenica Fernanda. (2019). La observación. Primer eslabón del método clínico. Revista Cubana de Reumatología, 21(2), e94. Epub 01 de agosto de 2019. Recuperado en 18 de septiembre de 2023  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1817-59962019000200014&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-59962019000200014&lng=es&tlng=es).

Manual terrestre de la OIE (2018).

[https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahm/1.01.02\\_Recogida\\_env%C3%ADo\\_muestras.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/1.01.02_Recogida_env%C3%ADo_muestras.pdf)

Manterola y Piña C. (1999). Monitoreo de las poblaciones de borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en Baja California Sur, México. Unidos para la Conservación A. C. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto Q031. México, D. F.

McClintock B, White G. (2007). Bighorn Sheep Abundance following a suspected pneumonia epidemic in Rocky Mountain. 183-188, 71 (1).

McKinney T, Smith T, DeVos J. (2006). Evaluation of Factors Potentially Influencing a Desert Bighorn Sheep Population. Wildlife Monographs Volume164, Issue1, Pages 1-36. URL:  
[https://doi.org/10.2193/0084-0173\(2006\)164\[1:EOFPIA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0084-0173(2006)164[1:EOFPIA]2.0.CO;2)

Miller DS, Weiser GC, Aune K, Roeder B, Atkinson M, Anderson N, Roffe TJ, Keating KA, Chapman PL, Kimberling C, Rhyan J, Clarke PR. (2011). Shared Bacterial and Viral Respiratory Agents in Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*), Domestic Sheep (*Ovis aries*), and Goats (*Capra hircus*) in Montana. DOI: 10.4061/2011/162520

Miller DS, Hoberg E, Weiser G, Aune K, Atkinson M, Kimberling C. (2012). A review of hypothesized determinants associated with bighorn sheep (*Ovis canadensis*) die-offs. *Veterinary Medicine International* Volume 2012, Article ID 796527, 19 pages doi:10.1155/2012/796527

Miller M, Wolfe L. (2011). Pasteurellaceae from Colorado Bighorn Sheep Herds. *Journal of Wildlife Diseases*, 800-804, 47 (3).

Miller M, Vayhinger J. (2000). Drug treatment for lungworm in bighorn sheep: reevaluation of a 20-year-old management prescription. *Journal of Wildlife Management*, 505, 54 (2).

Monson G, Sumner L, Allen R. (2003). *The Desert bighorn*. The University of Arizona Press. ISBN 0-8165-0713-9.

Mooring, M., Fitzpatrick, T., Nishihira, T., & Reisig, D. (2004). Vigilance, Predation Risk, and the Allee Effect in Desert Bighorn Sheep. *The Journal of Wildlife Management*, 68(3), 519-532. Retrieved December 16, 2020, from <http://www.jstor.org/stable/3803385>

Morgan-Davies, C., Waterhouse, A., Pollock, M., & Milner, J. (2008). Body condition score as an indicator of ewe survival under extensive conditions. *Animal Welfare*, 17(1), 71-77.

doi:10.1017/S0962728600032000

Murthy K, (2021). *Introductory Microbiology-I*. Sankalp Publication.

Muñoz P, Rodríguez A. (2021). *Manual clínico del perro y el gato*. Elsevier Health Sciences, M06  
14 - 480 páginas

National Park Service US. Diciembre (2020). Department of the series. Bighorn Sheep  
Pneumonia. URL: <https://www.nps.gov/zion/learn/news/upload/BHSPneumonia-PublicInfoDoc.pdf>

Nevada Division of Wildlife's Bighorn Sheep Management Plan. (2001)  
[.http://www.ndow.org/uploadedFiles/ndoworg/Content/public\\_documents/Wildlife\\_Education/Publications/bighorn\\_management\\_plan.pdf](http://www.ndow.org/uploadedFiles/ndoworg/Content/public_documents/Wildlife_Education/Publications/bighorn_management_plan.pdf)

O'Brien J, O'Brien C, McCarthy C, Carpenter T. (2014). Incorporating foray behavior into models estimating contact risk between bighorn sheep and areas occupied by domestic sheep. *Wildlife Society Bulletin*, 321-331, 38 (2).

Ochoa Zazueta, J. Á. (1978). *Los kiliwas: y el mundo se hizo así*. Instituto Nacional Indigenista.

Otto M. (2002). *Examen y diagnóstico clínico en veterinaria*. Elsevier España, M01 2 - 782  
páginas

Ostermann-Kelm S, Atwill E, Rubin E, Jorgensen M, Boyce W, (2008). Interactions between feral horses and desert bighorn sheep at water. *Journal of Mammalogy*. 459-466, 89(2). DOI: 10.1644/07-MAMM-A-075R1.1

Pils A, Wilder J. (2018). Risk analysis of disease transmission between domestic sheep and goats and rocky mountain bighorn sheep. United States Department of Agriculture. Shoshone National ForestWyoming.

Quiroz H. (1994). *Parasitología y enfermedades parasitarias en animales domésticos*. Editorial Limusa.876 páginas

Raghavan B, Bavananthasivam J, Kugadas A, Haldorson G, Srikumaran S. (2017). Effect of vaccination against pneumonia on the survival of bighorn sheep (*Ovis canadensis*) commingled with carrier animals. *Veterinary Microbiology*, 56-61, 203.

Robinson RW, Smith TS, Whiting JC, Larsen RT and Shannon JM. (2020). Determining Timing of Births and Habitat Selection to Identify Lambing Period Habitat for Bighorn Sheep.

<https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00097>

Rodicio M, Mendoza M. (2004). Identificación bacteriana mediante secuenciación del ARNr 16S: fundamento, metodología y aplicaciones en microbiología clínica. Vol. 22. Núm. 4. páginas 238-245

Ruiz, A., Moreno Guillén, S. (2006). Tratado SEIMC de enfermedades infecciosas y microbiología clínica. Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Ruiz E. (2014) Estado actual de la población del borrego cimarrón (*ovis canadensis weemsi*) en la uma Ejido La Purísima, Baja California Sur, México.

Ruiz-Mondragón, E.d.J.; Romero-Figueroa, G.; Paredes-Montesinos, R.; Tapia-Cabazos, L.A.; Méndez-Rosas, L.A.; Venegas-Barrera, C.S.; Arrellano-García, M.E.; Guerrero-Cárdenas, I.; Lozano-Cavazos, E.A. (2023). Community-Based Workshops to Involve Rural Communities in Wildlife Management Case Study: Bighorn Sheep in Baja California, Mexico. *Animals* 2023, 13, 3171. <https://doi.org/10.3390/ani13203171>

Rudolph K, Hunter D, Rimler R, Cassirer F, Foreyt W, DeLong W, Weiser G, Ward A. (2007). Microorganisms associated with a pneumonic epizootic in rocky mountain bighorn sheep (*ovis canadensis canadensis*). *Journal of zoo and wildlife medicine*, 38(4): 548-558 URL: <https://doi.org/10.1638/2006-0027R.1>

Puerta I., Jiménez M. (2015). Parasitología en el laboratorio guía básica de diagnóstico. ISBN: 978-84-944687-0-4. Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Sánchez M, Venegas C. (2008). Aprendizaje del examen clínico de los equinos, bovinos y caninos. Universidad de la Salle. M11 16-322pp.

Sanchez, J. N., Munk, B. A., Colby, J., Torres, S. G., Gonzales, B. J., DeForge, J. R., Byard, A. J., Konde, L., Shirkey, N. J., Pandit, P. S., Botta, R. A., Roug, A., Ziccardi, M. H., & Johnson, C. K. (2022). Pathogen surveillance and epidemiology in endangered peninsular bighorn sheep (*Ovis canadensis nelsoni*). *Conservation Science and Practice*, 4(11), e12820. <https://doi.org/10.1111/csp2.12820>

Santiago H. (2020). *Manual de Prácticas Medicina de Fauna Silvestre*. Universidad Autónoma del Estado de México.

SEGOB. Diario Oficial de la Federación. DOF: 16/05/1994. URL: <http://www.dof.gob.mx/>

Sells, S.N., Mitchell, M.S., Nowak, J.J., Lukacs, P.M., Anderson, N.J., Ramsey, J.M., Gude, J.A., & Krausman, P.R. (2015). Modeling risk of pneumonia epizootics in bighorn sheep. *Journal of Wildlife Management*, 79, 195-210.

Singer F, Zeigenfuss L, Spicer L (2001). Role of Patch Size, Disease, and Movement in Rapid Extinction of Bighorn Sheep. *Conservation Biology*, 1347-1354, 15 (5).

Shanthalingam S, Goldy A, Bavananthasivam J, Subramaniam R, Batra SA, Kugadas A, Raghavan B, Dassanayake RP, Jennings-Gaines JE, Killion HJ, Edwards WH, Ramsey JM, Anderson NJ, Wolff PL, Mansfield K, Bruning D, Srikumaran S. (2014). PCR assay detects *Mannheimia haemolytica* in culture-negative pneumonic lung tissues of bighorn sheep (*Ovis canadensis*) from outbreaks in the western USA, 2009-2010. *J Wildl Dis*. 2014 Jan;50(1):1-10. doi: 10.7589/2012-09-225. Epub 2013 Oct 25. PMID: 24171569.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)-Dirección General de Vida Silvestre del Instituto Nacional de Ecología (DGVS-INE). (2000). Proyecto para Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*) en México. 92.

Subramaniam R, Shanthalingam S, Bavananthasivam J, Kugadas A, Raghavan B, Batra SA, Herndon CN, Rodriguez J, Tibary A, Nelson D, Potter KA, Foreyt WJ, Srikumaran S. (2014). Bighorn sheep × domestic sheep hybrids survive *Mannheimia haemolytica* challenge in the absence of vaccination. *Vet Microbiol.* 2014 Jun 4;170(3-4):278-83. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.01.032. Epub 2014 Feb 19. PMID: 24629771.

Subramaniam R, Herndon CN, Shanthalingam S, Dassanayake RP, Bavananthasivam J, Potter KA, Knowles DP, Foreyt WJ, Srikumaran S. (2011). Defective bacterial clearance is responsible for the enhanced lung pathology characteristic of *Mannheimia haemolytica* pneumonia in bighorn sheep. 332-338, 153 (3-4).

SPA. (2013). Estrategia Estatal para la Conservación y Manejo Sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en Baja California. Periódico Oficial del Estado de Baja California. Tomo CXX. No. 11. 17p.

Spanan RS, Epps CW, Crowhurst R, Whittaker D, Cox M, Duarte A. (2021). Impact of *Mycoplasma ovipneumoniae* on juvenile bighorn sheep (*Ovis canadensis*) survival in the northern Basin and Range ecosystem, *PeerJ* 9:e10710 <http://doi.org/10.7717/peerj.10710>

Thompson, P. (2016). Wildlife Rehabilitation Manual. Washington Department of Fish and Wildlife

Tortora G., Berdell R. Funke, Christine L. Case. (2007). Introducción a la microbiología. Ed. Médica Panamericana, - 959 páginas

Valdés M, Galán M. (2007). Estrategias de conservación en México para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) y el berrendo (*Antilocapra americana*).

Valdez R, Krausman, P. (1999). Mountain Sheep of North America. University of Arizona Press. 353 páginas.

Valdez R, et al. (2006). Wildlife Conservation and Management in Mexico. Wildlife Society Bulletin, 270-282, 34(2).

Vanegas López, M. C. (2015). Guías para el laboratorio de bacteriología. Colombia: Universidad de los Andes.

Wehausen, J. D., Kelley, S. T., & Ramey, R. R. (2011). Domestic sheep, bighorn sheep, and respiratory disease: a review of the experimental evidence. *California Fish and Game*, 97(1), 7-24.

## XI. Anexos

Anexo 1. Plan de buenas prácticas de manejo para el diagnóstico, prevención y/ o control de enfermedades en el borrego cimarrón en Baja California.



PROPUESTA PARTICIPATIVA COMO HERRAMIENTA  
DE DIAGNÓSTICO DE LA SALUD DEL BORREGO  
CIMARRÓN:

**PLAN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANEJO PARA  
EL DIAGNÓSTICO, PREVENCIÓN Y/O CONTROL  
DE ENFERMEDADES EN EL BORREGO CIMARRÓN  
EN BAJA CALIFORNIA.**

MVZ LUZ ADRIANA TAPIA CABAZOS




## IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DEL ESTADO DE SALUD

Tener el conocimiento del estado de salud de la población del borrego cimarrón en nuestro estado, contribuye a poder elaborar una guía con protocolos y un plan de acción que pueda ser llevado a cabo de manera preventiva o en caso de algún brote infeccioso nos permita poder restringir el contagio y dispersión de la enfermedad de una manera rápida.

Cada localidad tiene patógenos, distribución, y características climatológicas diferentes entre sí, además de las diferencias económicas, poblacionales, culturales y sociales de cada comunidad, por lo que, aunque existan protocolos en otros países para esta especie, no todos estos son aplicables y tuvimos que idear una propuesta que funcione de acuerdo con las necesidades y capacidades de nuestro estado, tanto para la especie como para las comunidades que habitan en el área.

---



## IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DEL ESTADO DE SALUD

Primeramente, es necesario conocer tanto la problemática, como las necesidades y limitaciones existentes, con el fin de poder realizar el diseño del plan de manejo adecuado. En este caso la principal problemática, sería la presencia de enfermedades en la población de borregos cimarrón.



Figura 1. Fotografía tomada por medio de cámaras trampa en Ejido Matomi

---

Figura 2. Diagrama de identificación de limitaciones y necesidades para el establecimiento de un plan de buenas prácticas de manejo para el diagnóstico, prevención y control de enfermedades.






## NECESIDADES

Actualmente se desconoce cuál es el estado de salud de la población de borrego cimarrón en el estado de Baja California, no se cuenta con un protocolo de diagnóstico y por lo tanto se desconoce qué medidas de control o prevención serían necesarias para mejorar la condición de la especie.

Se requiere de recursos económicos, para la realización de un diagnóstico definitivo a través de análisis sanguíneos, cultivos bacteriológicos y análisis histopatológicos en caso de necropsias.

Estas herramientas de diagnóstico son las más precisas, sin embargo, el costo para realizarlas, así como para la toma de muestras es muy alto, además de ser necesario un manejo de la especie e ingresos económicos constantes, por lo cual es necesario idear una nueva alternativa para el diagnóstico, que sea accesible y práctico de llevar a cabo en campo.

---



## NECESIDADES

La comunidad ha demostrado interés en conocer a la especie, así como saber el estado de salud que se encuentra esta y como mejorarlo en un futuro. Los ejidatarios han mencionado que desde hace varias generaciones, han querido manejar la especie para poder realizar un aprovechamiento responsable, que pueda mejorar las condiciones de vida y economía de su comunidad, así como la conservación de la especie y su ecosistema en general.



Figura 3. Ejidataros de Cordillera Molina, durante taller de monitoreo participativo



## LIMITACIONES

En el aspecto económico se cuenta con recursos económicos limitados, los cuales son necesarios para la realización de un diagnóstico definitivo, en parte ,esta falta de recurso se ve asociado a la falta de incentivos como es el aprovechamiento de esta especie, lo anterior se deriva de una presión social y política por el desconocimiento sobre los beneficios que se obtienen a través de un aprovechamiento responsable o de conservación, sin embargo observamos que las comunidades de habitantes que comparten el hábitat con la especie, reconocen que un manejo regulado y sostenible podría brindar recursos para mejorar el hábitat, vigilancia, salud de la especie, contribuyendo a su conservación.

---



## LIMITACIONES

Otras de las limitantes reconocidas en el área es el aspecto climatológico, por las temperaturas extremas y el difícil acceso para la recolección de muestras o la colocación de cámaras trampa para su monitoreo. Se identificó que es de suma importancia conocer el estado de salud, para conocer la problemática y establecer un protocolo adecuado para la identificación, diagnóstico y prevención de enfermedades.



Figura 4. Ejidatarios de Ej. Cordillera Molina durante la capacitación para la utilización de la guía de campo

---

---

## DINAMICA DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS

Las características base de las dinámicas de enfermedades infecciosas a nivel poblacional, dependen principalmente de tres factores: (1) Número de individuos infectados en una población (2) Fuerza de infección (3) Susceptibilidad de los individuos en la población. (Anderson, 2013)

Por lo cual la manera de controlar/disminuir la propagación de patógenos sería actuar sobre estos tres principales factores.

---

---

## DINAMICA DE ENFERMEDADES INFECCIOSAS



### NÚMERO DE INDIVIDUOS INFECTADOS EN UNA POBLACIÓN

Hace referencia a animales portadores del patógeno, ya sea de manera clínica o subclínica



### FUERZA DE INFECCIÓN

La fuerza de infección se determina de acuerdo con la densidad de la población, la frecuencia de interacción entre portadores y hospedadores susceptibles



### SUSCEPTIBILIDAD DE LOS INDIVIDUOS EN LA POBLACIÓN

La susceptibilidad depende de diversos factores como pueden ser el clima, sistema inmune, estado nutricional, y otras características

a) Fotografía tomada por Rafael Paredes en Ejido Matomi b) Burros ferales en Cordillera Molina c) Imagen tomada con cámara trampa en La mora, Ejido Cordillera Molina

TABLA I. LÍNEA DE ACCIÓN PARA LA DISMINUCIÓN/ CONTROL DE INFECCIONES

	Factores	Que se busca	Como		
Primera	Número de individuos infectados en una población	Disminuir el número de individuos infecciosos	Identificar los portadores	Identificar el patógeno	Implementar medidas preventivas o tratamiento (Vacunación, cuarentena, tratamiento)
Segunda	Fuerza de infección	Reducir la interacción entre portador y huésped	Identificar áreas de interacción (bebederos, comederos)	Implementar medidas para evitar conglomeración y reducir tiempo-espacio de interacción.	
Tercera	Susceptibilidad de los individuos en la población.	Mejorar el estado inmune del individuo	Identificar el estado de salud	Evaluar la susceptibilidad en diversa temporalidad y etapas del individuo	Disminuir causas de estrés Mejorar el estado nutricional



## PRIMER LINEA DE ACCIÓN

**Objetivo:** Disminuir el número de individuos infecciosos

- **Identificar los portadores:**


A través de la observación directa o por cámara trampa en caso de la especie de interés.

Observación, y análisis de animales domésticos que habiten en el área, que representen un riesgo de transmisión de patógenos para el borrego cimarrón.

- **Identificar el patógeno:**

Realizar un muestreo directo para la identificación del microorganismo causal de la enfermedad a través de un cultivo bacteriológico de heces, secreción respiratoria dependiendo de la signología encontrada.

---





## PRIMER LINEA DE ACCIÓN


**Objetivo:** Disminuir el número de individuos infecciosos

- **Implementar medidas preventivas o tratamiento (Vacunación, cuarentena, tratamiento) :**

En otros países se ha utilizado la vacunación, sin embargo no existen pruebas de que estas sean efectivas en la prevención de enfermedades en caso del cimarrón, además, por lo regular es utilizado en animales en cautiverio solamente.

Sin embargo, el aislamiento y control de medicina preventiva del ganado domestico ayuda en la disminución de fuente de infección.

---



## SEGUNDA LINEA DE ACCIÓN

**Objetivo:** Reducir la interacción entre portador y huésped

- **Identificar áreas de interacción (bebederos, comederos):**

Para la identificación de estas áreas se trabajó con la comunidad, a través de los talleres de cartografía participativa en los cuales se identificaron fuentes de agua naturales y artificiales, así como áreas ganaderas. De esta manera pudimos establecer las áreas de interacción existentes.





## SEGUNDA LINEA DE ACCIÓN

**Objetivo:** Reducir la interacción entre portador y huésped

- **Implementar medidas para evitar conglomeración y reducir tiempo-espacio de interacción:**

Es indispensable la capacitación de los ganaderos, o ejidatarios propietarios de ganado domestico para que ellos tengan un mejor control de medicina preventiva, así como sus propias áreas de alimentación y bebederos que eviten la interacción con animales silvestres.

Proporcionar bebederos artificiales (represas o mantenimiento de abrevaderos ya existentes) para la fauna silvestre también puede ser una alternativa que beneficiaría a evitar la conglomeración de animales en una sola fuente de agua.

.

---



## TERCERA LINEA DE ACCIÓN

**Objetivo:** Mejorar el estado inmune del individuo

- **Identificar el estado de salud:**

Es importante primero conocer el estado de susceptibilidad de las poblaciones ,para evaluar si es verdaderamente necesaria la intervención, y poder en dado caso optar por la mejor alternativa. Se propone que esto puede ser llevado a cabo a través de la observación directa o por cámara trampa y llevar a cabo un registro de los individuos observados así como una historia clínica de estos.

- **Evaluar la susceptibilidad en diversa temporalidad y etapas del individuo:**

Es decir, es importante evaluar la salud de los animales en diferentes etapas de crecimiento cría-juvenil-adulto así como a través de las diferentes estaciones del año, ya que estos pueden actuar como indicadores de diversas patologías de acuerdo al patrón que sea observado.

---




- **Disminuir causas de estrés :**


Primeramente, se deben identificar los factores de estrés presentes en el área, a través de los talleres comunitarios y el taller de cartografía participativa lográndose identificar las potenciales causas de estrés, como la presencia de ganado doméstico, burros ferales, depredadores, áreas de caza furtiva y basureros.

- **Mejorar el estado nutricional:**

Es necesario evaluar la dieta de los animales para conocer su aportación nutrimental, en algunos casos se ha optado por la suplementación de alimentos pero se ha reportado que estas fuentes de alimentación pueden incrementar el tiempo de interacción entre portador y huésped, resultado contraproducentes ya que incrementan el riesgo de prevalencia de enfermedades; por lo cual se recomienda en caso muy extremo este tipo de manejo, y solamente de manera temporal en estaciones del año donde exista una disminución en la disponibilidad o calidad del alimento, así como suplementar diversas fuentes de alimento en diferentes espacios (Murray, 2016)

---






Se reconoce al ganado doméstico como uno de los principales portadores de patógenos, de los cuales el borrego cimarrón es susceptible, siguiendo la dinámica de la transmisión de infecciones, podemos crear un plan de mejoramiento para el estado de salud poblacional.

La línea de acción a seguir dependerá de los recursos disponibles, pudiendo seguir uno o todas las líneas de acción anteriormente mencionadas en la tabla I.

Se establecieron diversas maneras de abordar estas líneas de acción, una siendo el manejo del borrego cimarrón, ejerciendo estas mismas líneas de acción como alternativa y/o complemento, en el ganado doméstico.

---






En cuanto a la evaluación del estado de salud, hemos podido observar a través de las imágenes obtenidas en cámaras trampa, que es posible detectar múltiples anomalías en algunos de los individuos de las poblaciones de Borrego cimarrón, así como individuos que presentan una buena condición corporal y un aparente buen estado de salud, esto nos demuestra que a través de la observación por medio de imágenes podemos obtener un diagnóstico presuntivo del estado de salud.

Se puede observar como el individuo número uno presenta una mala condición corporal ya que se notan los huesos afilados con poca cantidad de musculo y grasa, en comparación el individuo número 2 en el que se observa una buena cantidad de musculo y grasa, los ápices de las tuberosidades pélvicas se ven redondeadas por la presencia de la musculatura, lo que categorizaría a este animal con una buena condición. Fotografía tomada por Rafael Paredes, rancho 5 islas, en el ejido matomí.







En conjunto con la observación directa y a través de cámaras trampa, se elaboraron una guía de campo, así como una guía de historia clínica (Anexo 7), para facilitar el registro y control de los animales observados, y de esta manera tener información más certera del estado de salud de los animales en el estado, lo cual nos permite tener un conocimiento sobre la especie, utilizando metodologías a bajo costo, que además al involucrar a la comunidad le da un valor agregado a la especie, así como a la comunidad que comparte territorios con ella, concientizando la importancia de la especie y los factores que pudieran representar un riesgo a su conservación.

Además, que al trabajar con la comunidad se aporta un nuevo intercambio de conocimientos entre científicos – población, enriqueciendo el conocimiento de la especie, brindando más oportunidades para la implementación de nuevas ideas para el manejo de la especie.

---






La guía de campo es un registro individual, en el cual se llevará el registro de observación del animal.




Al cabo de un año o del tiempo acordado durante los talleres comunitarios los cuadernillos recolectados por el Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre (LMCVS) de la Facultad de Ciencias UABC para posteriormente proceder al análisis y evaluación de datos para conocer las condiciones del estado del borrego cimarrón (Anexo8).

Esta actividad nos ayudará a conocer la cantidad aproximada de animales, su comportamiento, áreas frecuentadas, posibles amenazas, su condición corporal y por ende estado de salud. A través del registro de anormalidades en los animales y la comparativa de acuerdo a edad, temporada del año, y cantidad de animales afectado, podemos realizar un diagnóstico diferencial para la elaboración de un plan de control o prevención de posibles enfermedades en un futuro.

---



## FORMATO DE CAMPO: CUADERNILLO PARA CAPTURA DE DATOS

FECHA:		 MALA  NORMAL  EXCELENTE	HORA:
CANT.	CLASE DE EDAD Y SEXO	CONDICIÓN CORPORAL	ACTIVIDAD
	<b>CR</b> - CRÍA - CANTIDAD	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>HJ</b> - HEMBRA JÓVEN	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>HA</b> - HEMBRA ADULTA	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>MA</b> - MACHO AÑERO	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>M1</b> - MACHO CLASE I	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>M2</b> - MACHO CLASE II	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>M3</b> - MACHO CLASE III	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>M4</b> - MACHO CLASE IV	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
	<b>NO I</b> - NO IDENTIFICADO	<input type="checkbox"/> MALA <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> DESCANSANDO <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO

ESTE NÚMERO DEBERÁ COINCIDIR CON EL **NO. DE REGISTRO DE UBICACIÓN EN EL MAPA**

**1**

EN ESTE RECUERDO SE MARCARÁ LA CANTIDAD DE INDIVIDUOS OBSERVADOS DE ACUERDO A LA CLASE Y SEXO

SE DEBERÁ SELECCIONAR EN QUE CLASIFICACIÓN DE CONDICIÓN CORPORAL SE ENCUENTRAN LOS ANIMALES, SI SE OBSERVAN UN GRUPO DE ANIMALES EN DIFERENTES CONDICIONES, DEBERÁ SER INDICADO EN EL REVERSO

EN ESTE RECUADRO SE MARCARÁ LA ACTIVIDAD QUE REALIZA EL ANIMAL SI SE OBSERVAN UN GRUPO DE ANIMALES EN REALIZANDO DIVERSAS ACCIONES, DEBERÁ SER INDICADO EN EL REVERSO

## FORMATO DE CAMPO: CUADERNILLO PARA CAPTURA DE DATOS

OBSERVACIONES:

---

AQUI SE REALIZARAN  
OBSERVACIONES O  
COMENTARIOS EXTRAS QUE  
SE CREAN IMPORTANTES  
DURANTE LA OBSERVACION  
DEL ANIMAL

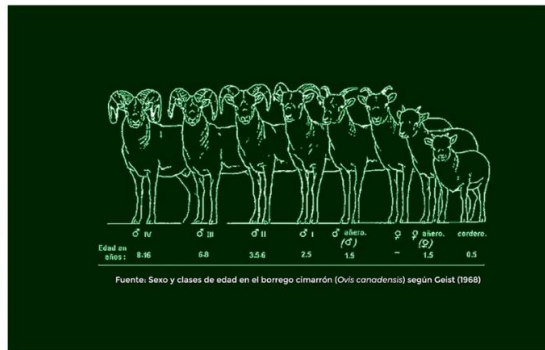
REGISTRO FOTOGRAFICO (FAVOR DE ESCRIBIR EL NOMBRE DE LOS ARCHIVO DE LAS FOTOS CAPTURADAS)

---

**1** ESTE NÚMERO DEBERÁ COINCIDIR CON EL NO. DE REGISTRO DE UBICACIÓN EN EL MAPA

EN CASO DE TENER UN  
REGISTRO FOTOGRAFICO  
AQUI DEBERA INDICARSE  
EL NOMBRE DEL  
ARCHIVO, O EN DADO  
CASO QUE LA  
OBSERVACION ALLA SIDO  
REALIZADA A TRAVES DE  
UNA RED SOCIAL,  
COLOCAR EL LINK DEL  
ARCHIVO

## FORMATO DE CAMPO: CUADERNILLO PARA CAPTURA DE DATOS



### CIMARRÓN

FORMATO DE CAMPO

CAPTURA DE DATOS

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CORREO ELECTRÓNICO: \_\_\_\_\_

TELÉFONO: \_\_\_\_\_

LOCALIDAD / RANCHO: \_\_\_\_\_

FECHA:	MALA	NORMAL	EXCELENTE	HORA:
<b>CANT.</b>	<b>CONDICIÓN CORPORAL</b>			<b>ACTIVIDAD</b>
<b>CR - OVA - CANTIDAD</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>HJ - HEMBRA JUVEN</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>HA - HEMBRA ADULTA</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>MA - MACHO ANERO</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>M1 - MACHO CLASE I</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>M2 - MACHO CLASE II</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>M3 - MACHO CLASE III</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>M4 - MACHO CLASE IV</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO
<b>NO I - NO IDENTIFICADO</b>	<input type="checkbox"/> MALA	<input type="checkbox"/> NORMAL	<input type="checkbox"/> EXCELENTE	<input type="checkbox"/> ALIMENTÁNDOSE <input type="checkbox"/> REPRODUCIÉNDOSE <input type="checkbox"/> CAMINANDO

ESTE NÚMERO DEBERÁ COINCIDIR CON EL NO. DE REGISTRO DE UBICACIÓN EN EL MAPA **1**



GUIA DE EVALUACION DE CONDICION CORPORAL Y SEXADO DEL BORREGO CIMARRON PARA EL FORMATO DE CAMPO  
 ESTO REPRESENTA EL REVERSO PARA EL MAPA DE CAMPO

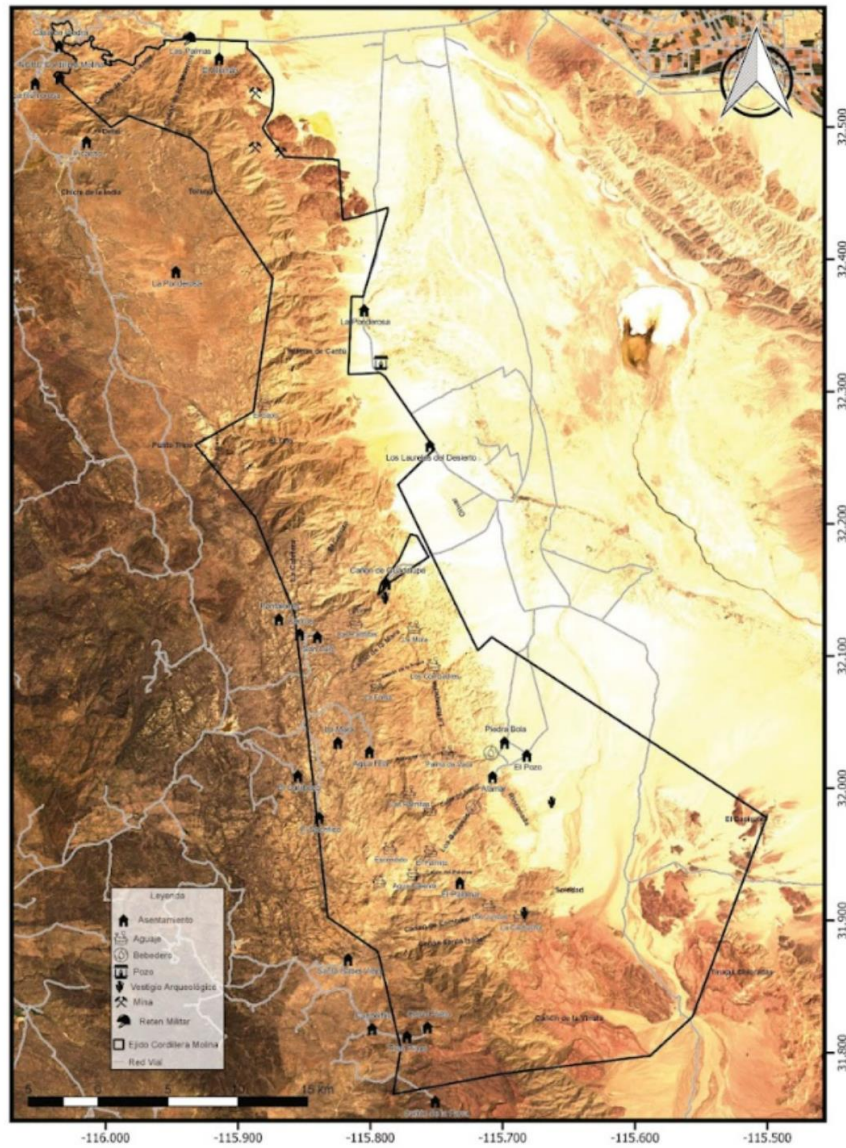
CLASE DE EDAD Y SEXO		INFORMACION DE CONSULTA Y MAPA DE UBICACION <b>CIMARRÓN</b> EDICION 1 2022 100	CONDICIÓN CORPORAL	
Las siguientes son imágenes para identificar las clases de edad y los sexos.			HEMBRA	MACHO
CR - OVA	HI - HEMBRA JÓVEN	DR. GUILLERMO ROMERO FIGUEROA gromero4@uabc.edu.mx 612 142 2588 M. EN C. ENRIQUE DE JESUS RUIZ MONDRAGÓN ruiz@56@uabc.edu.mx 612 120 6758 BIÓLOGO. RAFAEL PAREDES MONTESINOS rparedes90@uabc.edu.mx 961 228 4724 M.V.Z. LUZ ADRIANA TAPIA CAVAZOS luz.tapia@uabc.edu.mx 646 241 1206	MALA CONDICIÓN	MALA CONDICIÓN
HA - HEMBRA ADULTA	MA - MACHO ANEJO		BUENA CONDICIÓN	BUENA CONDICIÓN
M1 - MACHO CLASE I	M2 - MACHO CLASE II		EXCELENTE CONDICIÓN	EXCELENTE CONDICIÓN
M3 - MACHO CLASE III	M4 - MACHO CLASE IV			

DR. GUILLERMO ROMERO FIGUEROA  
 gromero4@uabc.edu.mx  
 612 142 2588  
 M. EN C. ENRIQUE DE JESUS RUIZ MONDRAGÓN  
 ruiz@56@uabc.edu.mx  
 612 120 6758  
 BIÓLOGO. RAFAEL PAREDES MONTESINOS  
 rparedes90@uabc.edu.mx  
 961 228 4724  
 M.V.Z. LUZ ADRIANA TAPIA CAVAZOS  
 luz.tapia@uabc.edu.mx  
 646 241 1206

Ambianta  
 MEXICO LMCVS

Ruiz-Mondragón E. et al, 2023

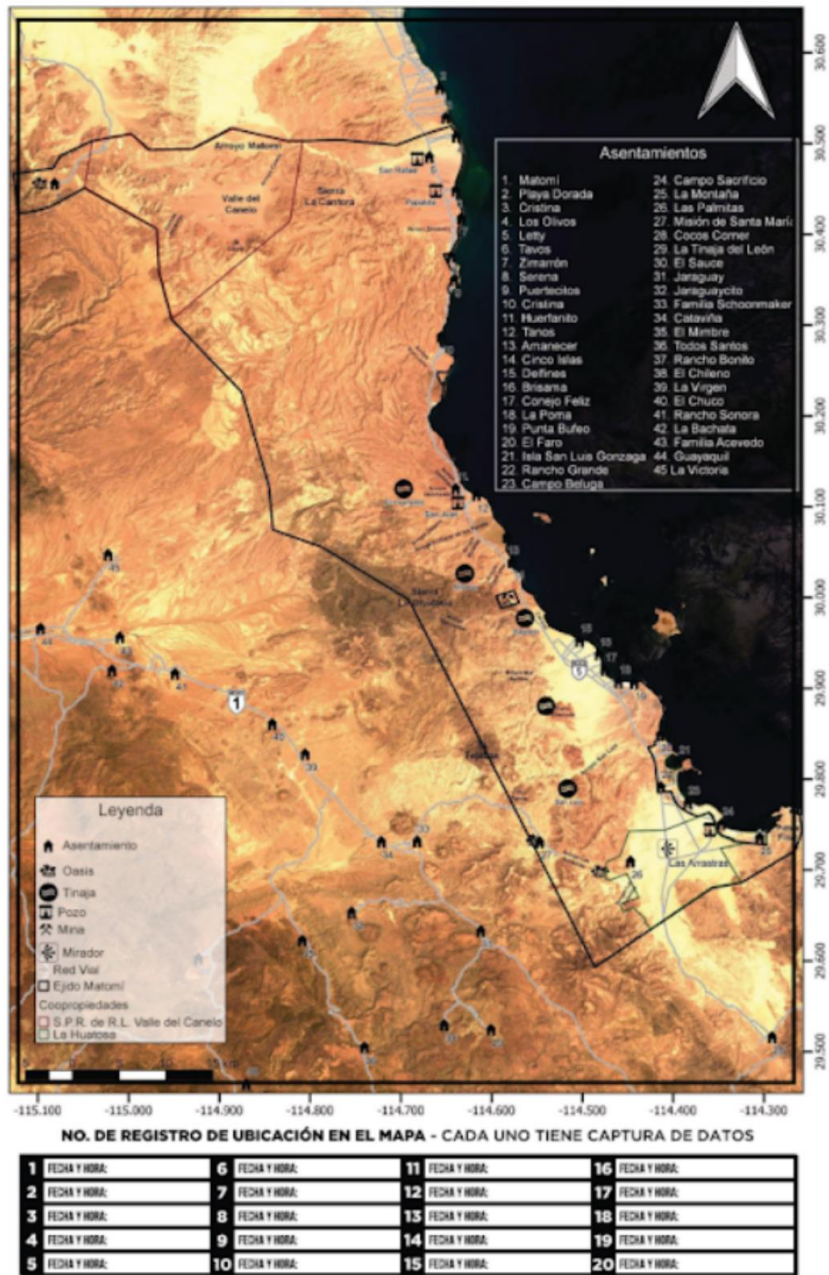
MAPA DE EJIDO CORDILLERA MOLINA, ELABORADO EN CONJUNTO CON LOS PARTICIPANTES DEL TALLER DE CARTOGRAFIA EN DICHO EJIDO



NO. DE REGISTRO DE UBICACIÓN EN EL MAPA - CADA UNO TIENE CAPTURA DE DATOS

1	FECHA Y HORA:	6	FECHA Y HORA:	11	FECHA Y HORA:	16	FECHA Y HORA:
2	FECHA Y HORA:	7	FECHA Y HORA:	12	FECHA Y HORA:	17	FECHA Y HORA:
3	FECHA Y HORA:	8	FECHA Y HORA:	13	FECHA Y HORA:	18	FECHA Y HORA:
4	FECHA Y HORA:	9	FECHA Y HORA:	14	FECHA Y HORA:	19	FECHA Y HORA:
5	FECHA Y HORA:	10	FECHA Y HORA:	15	FECHA Y HORA:	20	FECHA Y HORA:

MAPA DE EJIDO MATOMI, ELABORADO EN CONJUNTO CON LOS PARTICIPANTES DEL TALLER DE CARTOGRAFIA EN DICHO EJIDO



Ruiz-Mondragón E, et al, 2023

**Anexo 2** Cuestionario “Identificación de las actividades humanas y su efecto en el hábitat cimarrón”

Encuestador \_\_\_\_\_ Núm. de encuesta \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Estado: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Localidad / Ejido \_\_\_\_\_

1. Nombre \_\_\_\_\_

2. Tipo de tenencia de la tierra

Ejidal \_\_\_\_\_ Pequeña propiedad \_\_\_\_\_ Posesión \_\_\_\_\_

3. ¿De donde extrae el agua? Pozo \_\_\_\_ Agüajes \_\_\_\_ Pipa \_\_\_\_

4. Para qué utiliza el agua: Tomar \_\_\_\_ Limpieza \_\_\_\_ Riego \_\_\_\_ Ganado \_\_\_\_ \*Otro \_\_\_\_

\*Cuales \_\_\_\_\_

5. ¿Utiliza leña? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

6. ¿Para qué la utiliza? \_\_\_\_\_

7. ¿Cómo obtiene la leña? Corta \_\_\_\_ Recoge \_\_\_\_ Compra \_\_\_\_

8. ¿Con qué frecuencia?

9. ¿De qué plantas o árboles obtiene la leña? \_\_\_\_\_

10. ¿Utiliza algunas plantas para otro fin? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ Cuáles \_\_\_\_\_

11. ¿Que hacen con la basura? Tiene un área de tiradero \_\_\_\_ la quema \_\_\_\_ la entierra \_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_\_

12. ¿Su predio está cercado con alambre? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

13. ¿ha usado alambre para otro fin? Si \_\_\_ No \_\_\_ Explique \_\_\_\_\_

14. ¿Has visto algún borrego cimarrón atropellado en los últimos 10 años en el ejido?

Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

15. ¿Qué otra actividad se realiza dentro del ejido?

\_\_\_\_\_

16. ¿Usted tiene ganado?

Si \_\_\_ No \_\_\_

17. ¿Cuántas cabezas tiene? (Especificar número de cabezas de acuerdo a la especie indicada)

Vacas \_\_\_\_\_ Chivos \_\_\_\_\_ Borregos \_\_\_\_\_ Mulas \_\_\_\_\_ Caballos \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

18. ¿Cuál es el fin zootécnico?

Leche \_\_\_\_\_ Carne \_\_\_\_\_ Lana \_\_\_\_\_ Venta \_\_\_\_\_ Compañía \_\_\_\_\_

Pie de cria \_\_\_\_\_ Mixto \_\_\_\_\_

19. Tipo de sistema de pastoreo utilizado:

Extensivo \_\_\_\_\_ Intensivo \_\_\_\_\_ Semiintensivo \_\_\_\_\_

20. ¿Utiliza algún complemento alimenticio?

Si \_\_\_ No \_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_

21. ¿El ganado influye en su ingreso económico?

Si \_\_\_ No \_\_\_

¿De qué manera? \_\_\_\_\_



22. ¿Lleva a cabo algún programa de salud preventivo en su ganado?

Si \_\_\_ No \_\_\_

¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

**Anexo 3** Propuesta de cuestionario para el monitoreo del ganado domestico como factor de riesgo.

					NOMBRE DEL RANCHO
<b>Actividad del rancho</b>	 <b>TURISMO</b>	 <b>AGRICULTURA</b>	 <b>GANADERIA</b>	<b>NO TIENE</b>	Favor de marcar con una X de acuerdo la respuesta correspondiente, puede ser una o mas dependiendo el caso.  Si su respuesta no viene descrita favor de escribir en comentarios
<b>Cabezas de ganado</b>	<b>&gt;20</b>	<b>11- 20</b>	<b>&lt;10</b>	<b>NO TIENE</b>	
<b>Especies</b>	 <b>BOVINO</b>	 <b>BURRO</b>	 <b>BORREGO</b>	 <b>CHIVOS</b>	 <b>OTROS</b>
<b>Fin Zootécnico</b>	<b>PIE DE CRIA</b>	<b>LECHE</b>	<b>CARNE</b>	<b>LANA</b>	<b>Comentarios</b> <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____ <input type="radio"/> _____
	<b>CONSUMO PROPIO</b>	<b>MIXTO</b>	<b>TRANSPORTE</b>	<b>NO TIENEN</b>	
<b>Frecuencia programa preventivo</b>	<b>CADA AÑO</b>	<b>CADA 6 MESES</b>	<b>MENSUAL</b>	<b>NINGUNO/ OTRO</b>	
<b>Actividad llevada a cabo</b>	<b>BAÑO DE INMERSIÓN</b>	<b>VACUNAS</b>	<b>DESPARACITACION INTERNA</b>	<b>OTRO</b>	
<b>Tipo de pastoreo</b>	<b>INTENSIVO ( CORRALES)</b>	<b>EXTENSIVO ( LIBRES)</b>	<b>SEMIINTENSIVO</b>		

**Anexo 4** Evaluación de las practicas de manejo de ganado domestica llevadas a cabo, que pueden estar generando en la salud del borrego cimarrón.

PRACTICAS DE MANEJO DEL GANADO			
GANADO	ALIMENTO	AGUA	SALUD
No representa un ingreso importante para mi economía 0	Se compra alimento especial para el consumo del ganado 0	Se cuenta con bebederos específicos para el ganado 0	Se lleva a cabo un programa de medicina preventiva asesorado por un MVZ 0
Para consumo propio 1	Consumo pasto libremente 2	El agua consumida por el ganado es directo de bebederos o tinajas naturales 2	Se lleva a cabo un programa de medicina preventiva, pero NO es asesorado por un MVZ 1
Representa mi fuente principal de ingreso 2	Ambos 1	Ambas 1	No se lleva a cabo ningun programa de medicina preventiva 2

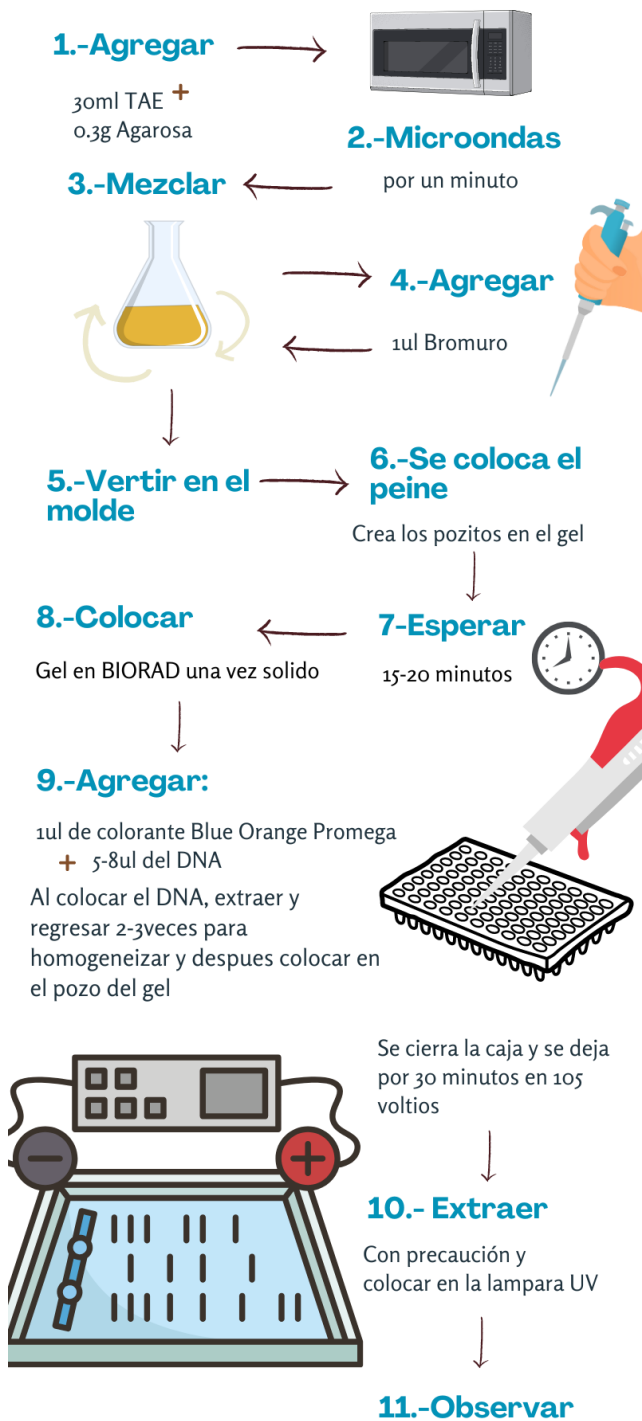
Anexo 5 Escala de evaluación de grado riesgo de salud que se puede estar generando de acuerdo a las practicas de manejo del ganado.

## ¿Qué grado de riesgo en la salud del borrego cimarrón puedo estar generando?



## Anexo 6. Procedimiento para la elaboración de electroforesis para detección de DNA

### Procedimiento para elaboración de electroforesis para detección de DNA



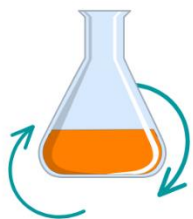
## Anexo 7. Procedimiento para elaboración de Agar LB



## PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE AGAR LB(LENNOX)

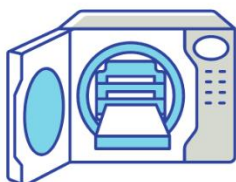
### Agitar con movimientos circulares

Meter al microondas por 1 minuto, y repetir este paso, para lograr una mezcla homogénea.



### Autoclave

Mantener en autoclave por 20 minutos a una temperatura de 115°C



1

### 8.75 gr de Agar LB en 250ml de agua destilada

Se realizó la preparación de 8.75gr agar LB pesándola en gramera, y esta se agrega a los 250ml de agua destilada en un matraz, previamente medida.

2



3

### Forrar con papel aluminio y cinta adhesiva para sellar el matraz

4

### Vaciar a caja petri

Se llena la caja petri hasta que se llene, abrir ligeramente y realizarlo siempre cerca del mechero para evitar contaminación.



## Anexo 8. Protocolo de lisis Gram –

## PROTOCOLO DE LISIS (GRAM -)




## Anexo 9. Protocolo de purificación

## PROTOCOLO DE PURIFICACIÓN

- 1** **Agregar a la mezcla:**  
200 ul de Lysis/ Buffer + 200ul de 96-100% ethanol a la columna
- 2** **Centrifugar**  
1100 revoluciones por un minuto, posteriormente, descartar tubo
- 3** **Agregar**  
500 ul del Buffer 1, repetir paso 2
- 4** **Agregar**  
500 ul del Buffer 2
- 5** **Centrifugar**  
A máxima velocidad por 3 minutos, posteriormente ,descartar tubo por ultima vez.
- 6** **Colocar columna**  
En un tubo de 1.5ml
- 7** **Agregar**  
100 ul Elution Buffer
- 8** **Incubar**  
Durante 1 minutos dejar a temperatura ambiente
- 9** **Centrifugar**  
A máxima velocidad por un minuto
- 10** **Volver a tomar 100 ul y agregar de nuevo**  
Repetir pasos 8 y 9
- 11** **Centrifugar**  
A máxima velocidad por 1.5 minutos


Anexo 10. Formato de historia clínica para el borrego cimarrón en Baja California



# HISTORIA CLINICA

## BORREGO CIMARRON

Baja California

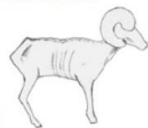
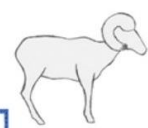
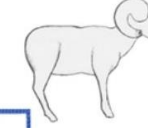


N° REGISTRO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_



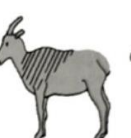

### RESEÑA DEL ANIMAL

<b>SEXO</b>		H	M				
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
<b>CLASE</b>	Cria	Juvenil	Adulta	I	II	III	IV
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ACTIVIDAD</b>	Durmiendo Comiendo Bebiendo Caminando Corriendo						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>ESTADO MENTAL</b>	Alerta Asustado Tranquilo Desorientado Deprimido						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>AGRUPACION</b>	Solitario Grupo Mixto Grupo machos Grupo Hembras						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>RESPIRACION</b>	Normal Anormal Describalo						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____				

### CONDICION CORPORAL


<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		
MALA CONDICION (C1)	BUENA CONDICION (C2)	EXCELENTE CONDICION (3)

### PATRON DE MUDA

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			

MVZ LUZ A. TAPIA CABAZOS  
LUZ.TAPIA@UABC.EDU.MX

DR. GUILLERMO ROMERO FIGUEROA  
GROMERO4@UABC.EDU.MX



## Anexo 11. infografía para el índice de condición corporal

# INDICE DE CONDICION CORPORAL (ICC)

Como identificar el ICC en el Borrego Cimarrón

## MALA CONDICION CORPORAL (CC1)

- Huesos afilados y muy marcados
- Musculo poco profunda
- Nada o muy poca grasa

## BUENA CONDICION CORPORAL (CC2)

- Huesos se notan como pequeñas elevaciones y son poco detectadas.
- Musculo grueso
- Grasa considerable

## EXCELENTE CONDICION CORPORAL (CC3)

- Huesos no pueden ser detectables
- Área muscular es muy robusta
- Capa de grasa muy gruesa.
- No son evidentes la columna vertebral ni costillas

### ¿QUE IMPORTANCIA TIENE EL ICC?

La condición corporal nos aporta de manera subjetiva el estado nutricional del animal, un animal con buena condición corporal se ve asociado a un mejor estado de salud que disminuye el riesgo a padecer enfermedades.