CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLOGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT Y FAUNA ASOCIADA A LOS CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL EN EL SUR DE LA SIERRA DE EL MECHUDO, B.C.S. MÉXICO.

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en Ecología en Zonas Áridas)

P r e s e n t a

Erika Mesa Zavala

La Paz, Baja California Sur, 7 de febrero de 2008.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 13 horas del día 28 del Mes de Enero del 2008, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT Y FAUNA ASOCIADA A LOS CUERPOS AGUA SUPERFICIAL EN EL SUR DE LA SIERRA DE EL MECHUDO, B.C.S. MÉXICO."

Presentada por el alumno:

ERIKA MESA ZAVALA

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACIÓN EN **ECOLOGÍA DE ZONAS ÁRIDAS**.

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

DRA. PATRICIA GALINA TESSARO
DIRECTOR DE TESIS

DRA. SARA CECILIA DÍAZ CASTRO
CO-TUTOR

DR. ENRIQUE TROYO DIÉGUEZ
CO-TUTOR

DRA. THELMA ROSA CASTELLANOS CERVANTES,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMITÉ TUTORIAL Y REVISOR

Dra. Patricia Galina Tessaro
Director de Tesis
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Dra. Sara Cecilia Díaz Castro
Co-Tutor
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

Dr. Enrique Troyo Diéguez.
Co-Tutor
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., La Paz, B.C.S.

MIEMBROS DEL JURADO DE LA DEFENSA DE TESIS

Dra. Patricia Galina Tessaro

Dra. Sara Cecilia Díaz Castro

Dr. Enrique Troyo Diéguez.

Dr. Sergio Alvarez Cárdenas (Suplente)

Dr. Gustavo Arnaud Franco (Suplente)

RESUMEN

Los Cuerpos de Agua Superficial (CAS) son soporte fundamental para el ecosistema en las zonas áridas. Las características ambientales de cada CAS son particulares, tanto por los factores abióticos en los que se encuentran como por los factores bióticos que generan. La distribución y abundancia de especies que se presentan en los CAS difiere entre los sitios por las características del hábitat en el que se encuentran. Es importante conocer la fauna presente en un hábitat restringido, así como las características de dicho hábitat por su fragilidad ante los impactos climáticos y humanos. El objetivo del estudio fue conocer la composición y diversidad faunística asociada a los CAS, así como las características ambientales e hidrológicas de los mismos en la parte sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

Se valoraron las características de la vegetación, la topografía, el balance hidrológico, las propiedades químicas y microbiológicas del agua, y la fauna asociada a los CAS que se encuentran localizados en cuatro Sistemas Topográficos Hídricos (STH) (arroyos y cañadas) del área de estudio. En los STH la presencia de palmares no indica necesariamente la presencia de CAS, sin embargo sí existe vegetación riparia favorecida principalmente por las características microambientales generadas por la humedad subterránea y la fisiografía. En cada STH las propiedades topográficas fueron distintas provocando diferente acumulación de agua, así, los sitios con predominancia de suelo rocoso en la superficie presentaron los depósitos de agua más grandes y de mayor duración. De acuerdo con los valores obtenidos con el balance hidrológico, el abasto de agua por los mantos freáticos es suficiente para mantener estos CAS. La calidad de agua esta afectada por el tipo de suelo en el que se encuentra y la fauna que visita los CAS.

En este estudio se localizó cerca del 63 % de las especies que están registradas en la literatura para la región, destacando la presencia de especies relevantes, como el borrego cimarrón. Su distribución y abundancia fue heterogénea en los STH, la composición de especies entre los sitios fue diferente con la excepción de El Sauzoso y la Cañada Norte según el análisis de función discriminante. Se utilizaron dos métodos de muestreo de fauna, avistamientos directos e indirectos y trampas-cámara, sin embargo, se considera que el más efectivo fue el segundo, ya que los registros de uso de los CAS se obtuvieron sin afectar el comportamiento de las especies por la presencia humana.

Esta investigación es relevante porque no existen estudios en la península de Baja California que analicen las condiciones de los CAS y su papel en la diversidad e interacciones de la fauna silvestre y doméstica; además, aporta información relevante sobre la distribución de especies en los STH y el aprovechamiento e impacto que ejercen sobre los CAS, complementando así el conocimiento sobre las especies, su hábitat y su comportamiento, elementos básicos para la conservación y manejo de áreas naturales.

Palabras clave: *cuerpos de agua superficial, sistema topográfico hídrico, fauna, trampas-cámara, Sierra de El Mechudo.*

Vo.Bo. Dra. Patricia Galina Tessaro (Director de Tesis)

ABSTRACT

ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS AND FAUNA ASSOCIATED TO WATERHOLES IN THE SOUTHERN PART OF SIERRA EL MECHUDO, B.C.S. MEXICO.

Waterholes are main support for desert ecosystems. Each waterhole has particular environmental characteristics, given by the abiotic factors where they are found as well as for the biotic factors generated by them. Species distribution and abundance in the waterhole differs between sites due to habitat characteristics where they are found. It is important to know the fauna found in a restricted habitat, as well as the characteristics of the above mentioned habitat given its fragility to climatic and human impacts. The goal of study was to identify the faunistic composition and diversity associated with waterholes, as well as environmental and hydrological characteristics of these in the southern part of Sierra El Mechudo, B.C.S.

Characteristics of vegetation, topography, hydrological balance, chemical and microbiological properties of water, and fauna associated to waterholes were evaluated in four Topographic Water Systems (TWS) (creeks and glens). The palm trees in TWS does not necessarily indicate waterhole presence, nevertheless riparian vegetation persist supported mainly by microenvironmental characteristics created by underground dampness and physiography. Every TWS showed different topographic properties creating different water accumulation, for example, sites with soil predominated by rocky surface presented the biggest water tanks and longest duration. According to hydrological balance values obtained, the phreatic mantles of water supply are sufficient to support these waterholes. Water quality is affected by soil type and fauna which visits the waterholes.

In this study, about 63 % of species reported in the literature for the region was recorded, emphasizing relevant species, as bighorn sheep. Their distribution and abundance was heterogeneous in TWS, and the species composition between sites was different except between El Sauzoso and Cañada Norte according to discriminant function analysis. Two kinds of fauna sampling were used, direct and indirect sight, and camera-trap; nevertheless, we think the second kind was the most effective, because the use records of waterholes were obtained without affecting species behavior by human presence.

This research is relevant because there are no studies in the peninsula of Baja California that analyze the conditions of waterholes and their role on the diversity and interactions of wild and domestic fauna; in addition, it contributes with relevant information about the species distribution in TWS and the utilization and impact on the waterholes. In this manner it complements knowledge of species, habitat and behavior, basic elements for natural areas conservation and management.

Keywords: *waterholes, topographic water systems, fauna, camera-trap, Sierra El Mechudo.*

DEDICATORIA

A mi abuelita Lolita, quien me ha dado los mejores consejos de la vida, me ha enseñado a ser una mejor persona, me otorgo su agradable compañía y me dio confianza en que no debía de preocuparme por la distancia física entre nosotras.

A mi amada madre, quien siempre ha sido un excelente ejemplo, me ha motivado para ser una mujer independiente y responsable de todas mis acciones, me ha apoyado a mejorar mi estilo de vida y me ha demostrado su amor con confianza.

A mi hijo, Diego Alejandro, quien se ha convertido en mi ángel, me ha enseñado que hay otros caminos para encontrar la felicidad y me acompañó en la elaboración en esta tesis tanto calientito dentro de mí, como en las noches frías de este invierno dormido sobre mis piernas.

ERIKA

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Posgrado y Programa de Planeación Ambiental y Conservación del CIBNOR por apoyar académica y económicamente en la formación de un científico mexicano más.

Especialmente quiero agradecer a mi directora de tesis, Patricia Galina, por aceptar la dirección de esta investigación, por apoyarme en las salidas al campo, por darme sugerencias en el escrito de tesis, y principalmente, por la dedicación, ya que hasta en los momentos más intensos no desistió en el compromiso de finalizar esta tesis.

A Sergio Alvarez, mi tutor de tesis "moral", por siempre ayudarme en la redacción de la tesis, dándome consejos precisos para mejorar en la manera de escribir; gracias por no dejar este difícil compromiso a pesar de todas las cuestiones personales.

A Sara Díaz, co-tutora, por toda su orientación en los temas de tesis y en la comunicación personal, además de contagiarme siempre con su buen carácter.

A Enrique Troyo, co-tutor, por sus comentarios y sugerencias en la elaboración de la tesis, incluso por mostrarme que no hay que complicarse con los procedimientos.

A Israel Guerrero, por sus buenos consejos, largas pláticas y su presencia en todas las salidas al campo, igualmente por ofrecerme sus conocimientos en la identificación de especies.

A Don Miguel Domínguez y Armando Tejas, por brindarme momentos muy agradables en las salidas al campo; además, ellos, Abelino Cota, Lucia Campos y Ticul Álvarez por su valiosa colaboración en la identificación de las plantas y los bichos que encontramos en los arroyos.

A Crystian Sadiel Venegas, Martha Haro, Leonardo Huato, Alejandro Ramos y Gustavo Mercado por sus consejos y ayuda con los análisis estadísticos y fórmulas.

A Diana Dorantes y Oscar González por sus recomendaciones personales y ayuda con el idioma inglés.

A Pilar, Coco y Uri, por darme todos sus consejos e información de su área de trabajo. Y por su fiel amistad. ¡Que bueno que siempre están para sacarme de apuros!

A Luzali y Laura, por convertirse en mis amigas, crearon una estancia perdurable al compartir alegrías, triunfos y tristezas.

A la generación 2005 de la maestría del CIBNOR, por orden de cumpleaños, Yorsh, CrisAlejandra, Hugo, Fernando, Pedro, Ricardo, Mario, Ana Belia, Rigoberto, Jorge Ivan, Christian, Mara, Verónica, Perla, Mauricio, Keny, Eliana, José Pablo, Lucia y Jossef: por los divertidos e inolvidables momentos, pero principalmente por haber compartido este sueño. Gracias por darme un poco de su esencia.

A mi familia, quien siempre estuvo a mi lado como si la distancia no existiera y el tiempo no pasara, dándome su cariño, confianza, consejos y, los mejores deseos para cumplir esta meta que me había propuesto.

Y finalmente, a Genaro, la persona que siempre me estuvo apoyando con su compañía. Gracias por darme la estabilidad necesaria para soportar todos los momentos intensos que tuve durante esta etapa de mi vida. Gracias por enseñarme a valorar las diferentes maneras de ganar. Gracias por compartir conmigo la aventura de la vida. Gracias por haberme permitido amarte.

CONTENIDO

Página

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Marco Teórico 3
1.2. Antecedentes 4
1.3. Justificación 7
1.4. Hipótesis 8
1.5. Objetivos 8
1.5.1. Objetivo General 8
1.5.2. Objetivos Particulares 8
2. METODOLOGÍA 10
2.1. Área de Estudio 10
2.2. Trabajo de Campo 12
2.3. Localización de los Cuerpos de Agua Superficial 13
2.4. Evaluación del Hábitat Asociado a los Cuerpos de Agua Superficial 13
2.4.1. Topografía 13
2.4.2. Vegetación 14
2.5. Caracterización de los Cuerpos de Agua Superficial 15
2.6. Descripción de las Condiciones Meteorológicas y Balance Hidrológico de los Sistemas Topográficos Hídricos 17
2.7. Fauna Asociada a los Cuerpos de Agua Superficial 17
3. RESULTADOS 21
3.1. Trabajo de Campo 21
3.2. Evaluación del Hábitat Asociado a los Cuerpos de Agua Superficial 21
3.2.1. Topografía 21
3.2.2. Vegetación 24
3.3. Caracterización de los Cuerpos de Agua Superficial 27
3.4. Descripción de las Condiciones Meteorológicas y Balance Hidrológico de los Sistemas Topográficos Hídricos 32
3.5. Fauna Asociada a los Cuerpos de Agua Superficial 35
3.6. Uso de los Cuerpos de Agua Superficial por la Fauna 41
3.7. Comparación de los Métodos de Registro de Especies (Trampas-Cámara y Avistamientos) 44
3.7.1. Trampas-cámara 44
3.7.2. Avistamientos 49
4. DISCUSIÓN 53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64
6. ANEXOS 67
7. LITERATURA CITADA 85

LISTA DE FIGURAS

Figura	Titulo	Página
1	Ubicación de los sistemas topográficos hídricos: Cañada Norte, El Saucito, El Camarón y El Sauzoso, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....	11
2	Imágenes del sistema topográfico hídrico El Sauzoso, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S…….....	22
3	Imágenes del sistema topográfico hídrico El Camarón, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S…….....	23
4	Imágenes del sistema topográfico hídrico El Saucito, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S…….....	23
5	Imágenes del sistema topográfico hídrico Cañada Norte, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S…….....	24
6	Diferentes formas que tienen los cuerpos de agua superficial…….....	29
7	Proporción de coliformes fecales respecto al resto de los coliformes totales en los cuatro sitios de estudio en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....	31
8	Valores promedio de los elementos químicos evaluados en tres sistemas topográficos hídricos en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....	32
9	Número de especies registradas en la literatura y número de especies encontradas durante este estudio. Proporción de especies encontradas respecto a las reportadas en la literatura de cada grupo….....	37
10	Número de especies agrupadas en orden filogenético…….....	38
11	Frecuencia de especies presentes en los cuerpos de agua superficial durante el estudio, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……..……	39
12	Curva de acumulación de especies registradas por trampas-cámara en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....	46
13	Fotografías de especies en El Sauzoso registradas por trampas-cámara……	47
14	Fotografías de especies en El Camarón registradas por trampas-cámara...……	47
15	Fotografías de especies en El Saucito registradas por trampas-cámara…...……	48
16	Fotografías de especies en Cañada Norte registradas por trampas-cámara……	48
17	Curva de acumulación de especies registradas por avistamientos en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....	50
18	Fotografías de especies en El Sauzoso registradas por avistamientos……	51
19	Fotografías de especies en El Camarón registradas por avistamientos…...……	51
20	Fotografías de especies en El Saucito registradas por avistamientos……	52
21	Fotografías de especies en Cañada Norte registradas por avistamientos……	52

LISTA DE TABLAS

Tabla	Titulo	Página
I	Descripción de la vegetación en los cuatro sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....……..24	
II	Especies vegetales con mayor abundancia en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....….….25	
III	Especies con mayor Índice de valor de Importancia (IVI) de cada sitio muestreado en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……..... ….….26	
IV	Descripción de los cuerpos de agua muestreados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……..... ….….28	
V	Promedio de las características microbiológicas y químicas del agua superficial de cada sistema topográfico hídrico, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……..... ….….30	
VI	Promedios mensuales de temperatura media y precipitación total generados por la estación meteorológica Alfredo V. Bonfil; y tasa de evapotranspiración potencial según el método Thornthwaite (mm)…..... …….33	
VII	Valores calculados del agua superficial aproximada en cada sistema topográfico hídrico en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S…….....….....34	
VIII	Balance hidrológico del STH El Sauzoso, suponiendo condiciones de sequía extraordinaria……..….….34	
IX	Comparación del número de especies reportadas en la literatura para la zona estudiada y de las registradas en el presente estudio. Se incluye el número de especies que fueron encontradas en este trabajo y no se han reportado en la literatura…… …….36	
X	Matriz de los valores de ***p*** y de las distancias cuadradas de Mahalanobis obtenidos del análisis de función discriminante de la composición de especies presentes en los cuerpos de agua superficial del sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……... ….….41	
XI	Número de especies observadas en los cuerpos de agua superficial por medio de trampas-cámara, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S……..……..45	
XII	Número de individuos observados en los cuerpos de agua superficial por medio de trampas-cámara, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S……..……..45	
XIII	Número de especies observadas en los cuerpos de agua superficial por medio avistamientos, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S…….. …….49	

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Titulo	Página
1	Calendario de salidas al campo 2006-2007……	…….67
2	Especies vegetales encontradas en cuatro sistemas topográficos hídricos en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……...	…….68
3	Listado de los invertebrados identificados en cada STH, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……..	…….71
4	Especies animales reportadas en la literatura y registradas en el trabajo actual en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……	…….72
5	Especies animales encontradas en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……	…….79
6	Número de registros de las especies observadas cerca de los CAS en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S., por medio de trampas-cámara…….....	…….81
7	Especies importantes y valores obtenidos en el análisis de función discriminante respecto a la composición de especies presentes en los cuerpos de agua superficial en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S……	…….83

1. INTRODUCCIÓN

El patrón hidrológico-ambiental que mayoritariamente caracteriza los desiertos es la escasez de agua, recurso que puede variar espacial o temporalmente (Evenari *et al.*, 1985; Polis, 1994; Rosenstock *et al.*, 2005; Whitford, 2002). Los diferentes tipos de suelo desértico y geoformas, proporcionan una variabilidad espacial hídrica, a causa de las diferencias en cantidad y calidad de su composición mineral, reserva de nutrientes, contenido orgánico y capacidad de almacenar agua (Evenari *et al.*, 1985; Polis, 1994; Whitford, 2002). La variabilidad temporal en la disponibilidad de agua es provocada por la incertidumbre de la ocurrencia, duración y cantidad de lluvia en un año o durante varios años (Shmida *et al.*, 1986), o bien causada por la variabilidad intra-anual y es exacerbada por la sobreexplotación del recurso hídrico en zonas aledañas. Dichos factores afectan la distribución y abundancia de plantas y animales, de igual manera existen especies adaptadas en comportamiento y fisiología a este tipo de condiciones, muchas de ellas han modificado la necesidad de visitar los **Cuerpos de Agua Superficial** (**CAS**) permanentes o efímeros, para evitar su extinción.

Los desiertos mexicanos son zonas con vegetación xerófila y clima cálido y seco, que presentan una precipitación anual menor a 400 mm, generalmente del orden de 200 mm; incluso en pequeñas áreas se registran valores inferiores a 50 mm (Rzedowski, 1978). En el país, las zonas desérticas abarcan la mayor parte del Altiplano Mexicano, la Planicie Costera de Sonora y la península de Baja California (Briones, 1994; Broyles, 1995; Macmahon, 1979; Rzedowski, 1978; Shreve, 1951). En particular, las características del desierto en la península de Baja California, perteneciente al desierto sonorense, presentan

diversas variantes regionales, el régimen de precipitación es biestacional, la altitud está por debajo los 600 msnm y los tipos de vegetación predominantes son el matorral xerófilo y el bosque espinoso (Briones, 1994).

Al igual que en el resto de los desiertos del mundo, en Baja California Sur existen especies que se han adaptado a condiciones áridas, sin embargo, por las variantes regionales también existen especies que están menos adaptadas a los ambientes extremos y, los CAS pueden ayudar en su sobrevivencia, sin embargo no todas las especies actúan de manera similar ante los eventos climáticos variantes de los desiertos.

Los CAS sujetos a estudio, se encuentran ubicados en una de las áreas borregueras importantes del Estado, es por ello que se considera al borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) una especie prioritaria en esta investigación, agregando el valor cinegético que posee y su estado de protección especial en el país (NOM 059-ECOL-2001). Esta es una especie que puede habitar en zonas áridas, debido a que tiene adaptabilidad a fuertes variaciones del medio (Hansen, 1980; Krausman *et al.*, 1999; Krausman y Shackleton, 2000). Pueden permanecer largos periodos sin visitar sitios con agua superficial (Krausman *et al.*, 1999; Krausman y Shackleton, 2000), dado que pueden sobrevivir con el agua que obtiene de sus alimentos y en forma metabólica (Boyles y Cutler, 1999; Krausman *et al.*, 1999; Krausman y Shackleton, 2000; Turner y Weaver, 1980). El incremento de días largos, temperatura ambiental alta, reducción en la humedad del forraje y actividades de apareamiento durante el verano, requiere la ingestión adicional del agua que es obtenida por el forraje y metabolismo oxidativo, resultando en la necesidad del consumo de agua libre

(Gross *et al.*, 2000; Krausman *et al.*, 1999; Turner, 1973; Turner y Weaver, 1980), siendo importante para ellos la presencia de los CAS.

Además, en el área de estudio existen otras especies, con particular conducta y fisiología, como venado bura (*Odocoileus hemionus*); carnívoros como el puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mapache (*Procyon lotor*); diferentes especies de lagomorfos, roedores, murciélagos y, una amplia diversidad de aves, reptiles, anfibios y artrópodos, sin embargo, se desconoce cuales y de que manera utilizan los CAS en el área. El ganado domestico que existe en la zona, como vacas (*Bos taurus*), burros (*Equus asinus*), caballos (*Equus caballus*) y chivos (*Capra hircus*) también utilizan las fuentes de agua superficial.

1.1. Marco Teórico

Para caracterizar y conocer el uso de un hábitat, primero se tienen que definir algunos términos. *Hábitat* es el ambiente y el lugar específico donde un organismo vive (Garshelis, 2000; Odum, 1972; Patton, 1997; Smith y Smith, 2001) y se puede definir a distintos niveles o escalas (Smith y Smith, 2001). El hábitat, incluye la colección de recursos y condiciones necesarias para la sobrevivencia, reproducción y movimientos de las especies (Garshelis, 2000; Odum, 1972; Patton, 1997; Rosenberg *et al.*, 1995; Smith y Smith, 2001). Por otra parte *nicho ecológico* es la unidad de distribución última dentro de la cual una especie se encuentra retenida por las limitaciones de su fisiología y su estructura física, es decir incluye no sólo el espacio físico ocupado por un organismo sino también un conjunto

infinito de características biológicas y de parámetros físicos que afectan el buen funcionamiento de un organismo, además este concepto incluye su papel funcional en la comunidad (Odum, 1972; Smith y Smith, 2001).

La *selección del hábitat* son las respuestas conductuales innatas y aprendidas a variables interdependientes tanto intrínsecas (como la fisiología y la conducta) como extrínsecas (características ambientales bióticas y abióticas) que permiten al animal distinguir entre varios componentes del ambiente resultando en el uso diferencial de las condiciones ambiéntales, influenciando su reproducción y sobrevivencia (Krebs, 1985; Patton, 1997; Shanon *et al.*, 1975). El *uso del hábitat* es la manera en la cual una especie utiliza una colección de componentes ambientales para reunir los requisitos de vida (Patton, 1997).

1.2. Antecedentes

El agua superficial es un factor limitante para las poblaciones de fauna silvestre en los ambientes desérticos (Broyles, 1995; Rosenstock *et al.*, 2005; Shmida *et al.*, 1986), aunque muchos vertebrados terrestres tiene la capacidad de obtener agua de diferentes maneras, bebiéndola directamente, ingiriéndola en su alimento, o por oxidación del material alimenticio (Broyles y Cutler, 1999; Krausman *et al.*, 2006; Krausman *et al.*, 1999; Krausman y Shackleton, 2000; Nagy, 1975; Turner y Weaver, 1980). Diversos estudios de hábitat, conductuales y fisiológicos relacionados con el agua superficial han sido realizados con diversas especies que habitan en zonas áridas.

Krausman *et al.* (2006) hacen una recopilación de varios trabajos relacionados con el uso de los CAS por la fauna, encuentran que elementos del hábitat que rodean las fuentes de agua, como la cobertura de la vegetación, la calidad del forraje, la topografía y distancia entre las fuentes de agua, afectan el uso del mismo. Esto se enfatiza en muchos otros estudios sobre los factores que afectan el uso del hábitat por ciertos animales, como el venado bura del desierto sonorense, donde Marshal *et al.* (2006) consideran al agua libre un factor importante en el uso del hábitat durante la primavera, cuando este elemento es limitado, sin embargo, su efecto fue menor al causado por otros factores del hábitat: la pendiente, la elevación y la vegetación. De forma similar, Cunningham (1989) indica que para el borrego cimarrón el agua un es factor importante del hábitat, sin embargo se consideran como prioridad la topografía escabrosa y pendientes mayores a 60 % (terreno de escape) y una cobertura vegetal escasa, en respuesta a la conducta antidepredadora de la especie. Sin embargo otros estudios de borrego cimarrón le dan un mayor valor a la presencia de agua, como Jaramillo-Monroy *et al*. (1991) en Sonora, indican que existe mayor concentración de poblaciones de borrego en las sierras con presencia de CAS, y Turner *et al*. (2004) en California, refieren que la proximidad al agua permanente fue la mejor variable para su predicción.

Por otra parte, diversos autores analizan la respuesta a los cambios estacionales que resaltan la flexibilidad fisiológica y conductual de muchas especies para sobrevivir a las sequías o beneficiarse de los periodos con recursos abundantes. Nagy (1975) analizó la relación entre los cambios estaciónales en la calidad del alimento, en la fisiología y el comportamiento de la lagartija del desierto *Sauromalus ater*, encontrando perdidas cercanas

al 40 % de su peso corporal en temporada de sequía, ocasionadas por la perdida de humedad en el alimento provocada por la estacionalidad. Henen *et al.* (1998) investigaron el efecto de las variaciones anuales en la tortuga del desierto *Gopherus agassizii*, encontrando amplias diferencias entre estaciones, sitios de estudio, sexos y años. Kam *et al*. (1987), mencionan que muchas especies de aves son capaces de habitar los desiertos principalmente por su movilidad, preferencia de alimento y patrones de actividad temporal, así *Zenaidura macroura* y *Pterocles sp*. vuelan grandes distancias para ingerir agua, las presas de *Hirundo obsoleta* y *Merops orientalis* son insectos voladores altos en energía y agua preformada, y depredadores nocturnos como búhos y tapacaminos son inactivos durante el día y también cazan presas altas en energía y agua preformada. Western (1975) evaluó los movimientos estaciónales de los grandes mamíferos herbívoros en Kenya encontrando que hay una dispersión en la estación húmeda, en la estación seca hay una concentración que puede estar relacionada tanto a la estacionalidad de lluvias como a la disponibilidad de agua y/o las condiciones del forraje. Rautenstrauch y Krausman (1989) encontraron que los movimientos del venado bura están influenciados por los CAS permanentes solo durante la época seca, provocando que migren a áreas con agua permanente o que restrinjan sus movimientos a la porción de su ámbito hogareño que contiene agua superficial permanente.

La calidad del agua disponible para la fauna ha sido analizada entre otros por Bleich *et al.* (2006) en California y Rosenstock *et al*. (2005) en Arizona, donde evaluaron la calidad del agua en CAS con diferentes características en cuanto origen natural o artificial, recambio de agua, temperatura ambiental, contaminación por materia orgánica, presencia

de algas toxicas y patógenos residentes. Sus estudios encontraron que la calidad del agua se encontró dentro de los rangos de la calidad estándar usada por la fauna, por lo que los CAS muestreados no causan algún problema para misma, sin embargo, ambos trabajos resaltan que en algunos casos la variación en los elementos químicos y biológicos del agua puede afectar en la salud de la fauna silvestre, por lo que es importante tomar en cuenta este tema en los diseños de manejo de fauna.

1.3. Justificación

Es importante conocer la diversidad faunística presente en un hábitat particular y sus componentes, principalmente si este hábitat es escaso dentro de la zona en la que se encuentra como es el caso de los CAS en una zona árida. No obstante, no existen en la península de Baja California estudios que analicen las condiciones de los CAS y su papel en la diversidad de la fauna silvestre. Referente a Baja California Sur, en la Sierra de El Mechudo, existen estudios sobre evaluación y uso del hábitat del borrego cimarrón, pero enfocados principalmente a los aspectos físicos y estructurales del hábitat (Alvarez-Cárdenas, 2004; Alvarez-Cárdenas *et al.*, 2001; Guerrero-Cárdenas, 1999; Guerrero-Cárdenas *et al.*, 2003), y a aspectos de la vegetación (Valencia-Sánchez, 2001) presentando solo una mención general de los CAS disponibles, sin embargo no se hace una evaluación de sus características y su uso por las diferentes especies.

Esta investigación es una contribución a la información sobre la fauna de la Sierra de El Mechudo, en particular de la presente en los CAS y las características del hábitat en

estos sitios, de tal manera servirá de base para otras investigaciones sobre ecología, manejo y conservación de la fauna en las áreas con presencia de cuerpos de agua superficial.

1.4. Hipótesis

Los cuerpos de agua superficial presentan características hidrológicas, físicas y biológicas específicas, creando hábitats particulares. Esto propicia que sea diferente la diversidad de especies animales asociada a cada cuerpo de agua superficial en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la composición y diversidad faunística asociada a los CAS, así como las características ambientales e hidrológicas de los mismos en la parte sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

1.5.2. Objetivos Particulares

- Ubicar los CAS disponibles para la fauna dentro de la zona de estudio, en el sur de la Sierra del Mechudo.

- Clasificar y catalogar los cuerpos de agua de acuerdo a su ubicación, duración, tipo de suelo y superficie.
- Analizar las características del agua en cada sitio muestreado, conformada por la influencia microbiológica y estado químico.
- Establecer las características del hábitat de cada sitio muestreado.
- Determinar la diversidad faunística que utiliza los sitios con fuentes de agua superficial.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de Estudio

La zona de estudio se ubica en la vertiente del Golfo de California de la "Sierra de El Mechudo", en la porción media inferior del Estado de Baja California Sur, entre los 24º 22' y 24º 50' de latitud norte y los 111º 07' y 110º 41' de longitud oeste (Fig. 1); comprende una superficie de alrededor de 630 Km^2. La Sierra está formada por diferentes cadenas montañosas paralelas a la costa, cuyas laderas orientales son pronunciadas y dirigidas hacia el Golfo de California formando numerosos cañones, acantilados y lechos de arroyos; las laderas occidentales descienden gradualmente hacia el Océano Pacifico. La elevación promedio es de 550 msnm y la máxima es de 1,070 msnm.

El clima está determinado por el gradiente altitudinal, en las partes más bajas es seco-cálido, con una temperatura media anual de 22.3 ºC, presentándose lluvias de verano y precipitación de invierno mayor a 10.2 mm; la precipitación media anual es de 135 mm. Sobre los 500 msnm de altura, el clima es semicálido, con 22 ºC de temperatura media anual y una precipitación media anual de 249 mm (SPP, 1981). La temperatura más baja y la mayor precipitación son en las partes altas de la sierra, mientras que el mayor porcentaje de calor y la menor cantidad de lluvias se presenta en las zonas bajas y en la costa (INEGI, 1988).

En general predomina un suelo con fase sódica-salina con un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20% y 0 a 5 % (INEGI, 1988).

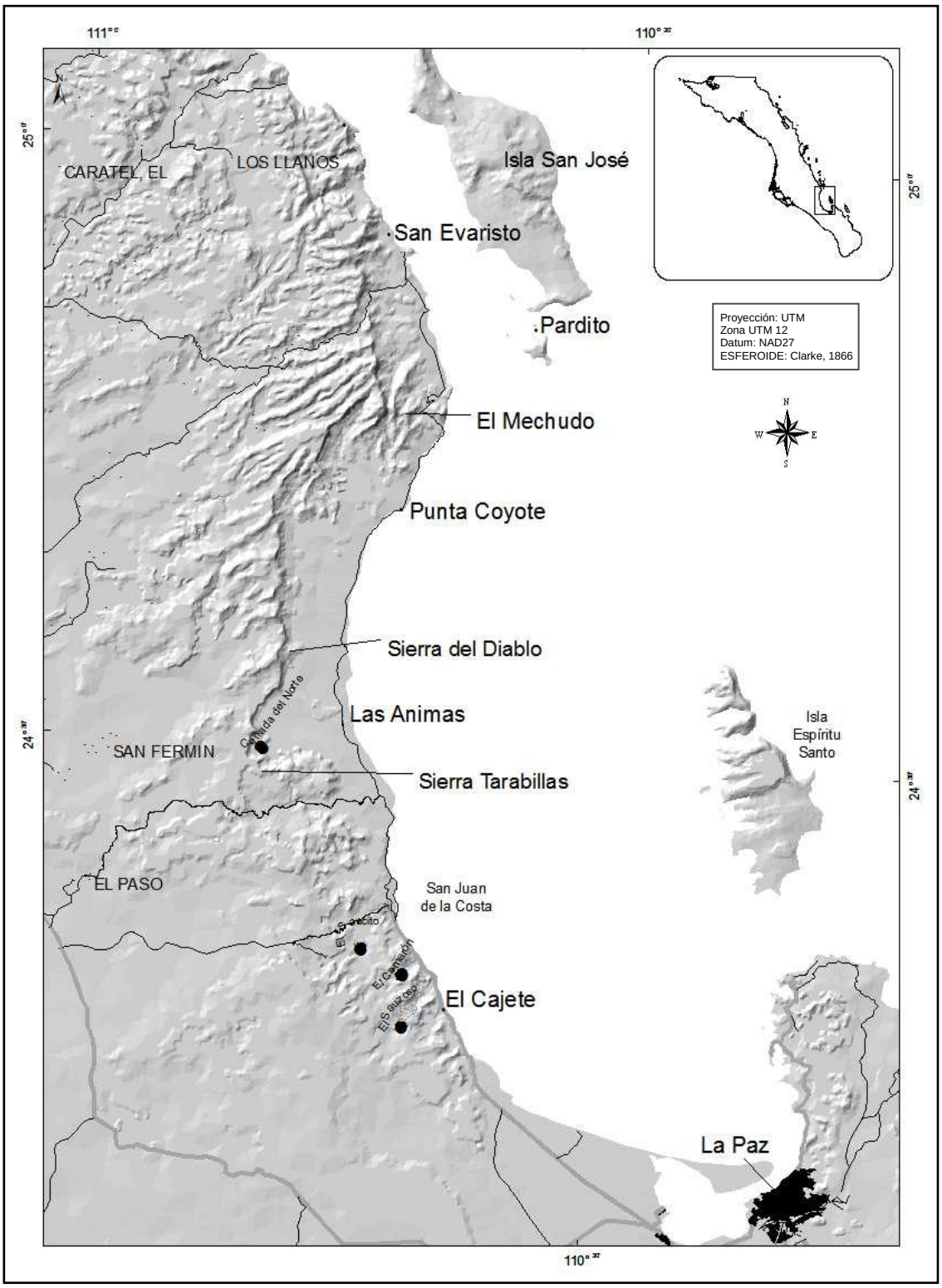

Figura 1. Ubicación de los sistemas topográficos hídricos: Cañada Norte, El Saucito, El Camarón y El Sauzoso, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

La vegetación característica en las partes altas es matorral subespinoso, con especies predominantes como copalquin (*Pachycormus discolor*), pitahaya (*Lamaireocereus thurberi*) y choya (*Opuntia sp.*); matorral subinerme en laderas y cañones, con especies como palo blanco (*Lysiloma candida*), rama parda (*Ruellia californica*) y palo Adán (*Foqueria peninsularis*); en las partes bajas es matorral subinerme-cardonal, con especies conspicuas como el cardón (*Pachycereus pringlei*) y el mezquite (*Prosopis sp.*) (SARH, 1978).

La subcuenca a la que pertenece el área es “Bahía de La Paz” (A 1101) dentro de la Cuenca "Loreto-Bahía La Paz" que se extiende en una estrecha franja definida al oriente por el Golfo de California y al poniente por las sierras de La Giganta y Las Tarabillas. La cercanía de la sierra a la línea de costa del Golfo de California, propicia que los escurrimientos que se forman sean de corta trayectoria, de régimen intermitente y efímeros. La Región Hidrológica en la que se encuentra es "Baja California Sureste" (RH06) (INEGI, 1988). El agua superficial se encuentra en tinajas, ojos de agua, oquedades entre las rocas y arroyos intermitentes en un gran número de cañones y cañadas que cruzan las sierras hacia el Golfo de California. Algunos CAS persisten todo el año.

2.2. Trabajo de Campo

El trabajo de campo se realizó de agosto de 2006 a octubre de 2007, se subdividido en dos etapas. La primera, efectuada durante los primeros meses, consistió en visitas mensuales cubriendo todos los sitios de estudio, realizando muestreos del hábitat y de la fauna durante

uno o dos días por sitio. Durante la segunda etapa del estudio se utilizaron trampas-cámara para el registro de animales, el muestreo se modificó a cinco días por sitio por mes, estableciendo un ciclo mensual de los cuatro sitios.

2.3. Localización de los Cuerpos de Agua Superficial

En el mes de agosto de 2006 se realizaron exploraciones en dos áreas, que son identificadas como zonas borregueras: el *Ejido Ley Federal de Agua # 2* y el *Ejido Ley Federal de Agua # 3*, en el sur de la Sierra de El Mechudo, localizando diferentes tipos de CAS, dentro de lo que se denominó ***Sistema Topográfico Hídrico*** (**STH**), el cual se refiere a los sistemas geodésicos como arroyos, cañadas o cañones en donde se puede localizar agua superficial en forma perenne o en diferentes temporadas del año. Los STH estudiados fueron: *Cañada Norte, El Sauzoso, El Camarón* y *El Saucito*; el primero se encuentra dentro de la zona de Las Animas en el Ejido Ley Federal de Agua # 2, el resto se localizan al sur de San Juan de Costa en el Ejido Ley Federal de Agua # 3. Cada CAS y STH fueron ubicados geográficamente con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

2.4. Evaluación del Hábitat Asociado a los Cuerpos de Agua Superficial

2.4.1. Topografía

Durante los primeros recorridos se registró la topoforma en que se situaba cada STH (ladera de montaña o cañón, fondo de cañón, planicie y arroyo).

2.4.2. Vegetación

Durante los meses de noviembre de 2006 y junio de 2007 se realizó la caracterización de la vegetación riparia por medio de transectos de dimensiones fijas de 50 m de largo por 10 m de ancho (abarcando un área de 500 m^2), distribuidos a lo largo de los STH, el número de éstos dependió del área de cada sitio. En cada transecto se identificaron las especies vegetales, el número de individuos de cada una, y se midió la cobertura (ancho, largo y altura de cada individuo). Posteriormente, con la finalidad de caracterizar cuantitativamente a las especies más importantes en cada STH se obtuvieron los valores relativos de densidad, cobertura o área basal, y frecuencia para jerarquizar a las especies con base en su índice de valor de importancia (IVI) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974), determinados por las siguientes formulas:

$$\text{Densidad relativa } sp_i = \frac{100 \text{ x densidad } sp_i}{\sum \text{densidad de todas las sp}}$$

$$\text{Cobertura relativa } sp_i = \frac{100 \text{ x cobertura } sp_i}{\sum \text{cobertura de todas las sp}}$$

$$\text{Frecuencia relativa } sp_i = \frac{100 \text{ x frecuencia } sp_i}{\sum \text{frecuencia de todas las sp}}$$

$$\begin{array}{c}\text{Índice de valor}\\ \text{De importancia}\end{array} = \text{Densidad rel. } sp_i + \text{Cobertura rel. } sp_i + \text{Frecuencia rel. } sp_i$$

Debido a que se utilizan tres parámetros para su cálculo, el valor máximo que puede tener el IVI es de 300 unidades y se consideran especies importantes las que superan el valor de 15. El valor cuantitativo de IVI puede ser también referido como dominancia. Adicionalmente, se registraron las especies vegetales que se encontraban estrechamente

relacionadas con los CAS, sin embargo, no se estableció su diversidad por su efímera presencia.

2.5. Caracterización de los Cuerpos de Agua Superficial

En las primeras visitas mensuales a los sitios de estudio, se identificó el tipo de suelo presente en diferentes tipos de CAS, dentro del mismo, en un radio de un metro y, a cinco metros. La clasificación fue roca, roca fina, arena gruesa y arena fina, esto con la finalidad de determinar si dichos factores determinaban la permanencia del agua en los sitios de estudio.

En el recorrido realizado en noviembre de 2006, se determinó el tamaño y volumen de cada cuerpo de agua, considerando los datos de longitud, ancho y profundidad. Posteriormente se hizo la suma del conjunto de los CAS en cada STH. Es importante señalar que se realizó el cálculo aproximado, ya que la mayoría de los CAS generalmente tienen formas irregulares; añadiendo que los CAS son transformados por eventos climáticos extremos (por ejemplo, huracanes), de acuerdo a la época y estación del año, e incluso hasta por variaciones diarias, por lo que no se puede establecer una cantidad exacta. Adicionalmente se registró el tipo de abastecimiento de agua, principalmente escurrimientos entre las fracturas de las rocas superficiales o subterráneas, y el tipo de flujo o movimiento que presentaban los CAS, con el propósito de verificar si estas propiedades influyen en su permanencia.

En septiembre y noviembre de 2006, se tomaron muestras de agua de dos CAS por STH para conocer la calidad del agua, en particular el estado microbiológico e iónico del agua en cada sitio; posteriormente se analizaron en los laboratorios de Diagnóstico Microbiológico y de Espectrofotometría de Absorción Atómica, del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Los análisis microbiológicos son para conocer la cantidad de coliformes que tiene cada CAS; dentro de los coliformes totales, se pueden distinguir dos tipos, por un lado están los coliformes fecales, que provienen del tracto intestinal de animales de sangre caliente y que serian los mejores indicadores de riesgo de infecciones humanas, y por otro lado existe un grupo de coliformes que son residentes naturales en el suelo y agua (Madigan *et al.*, 2004; Mara y Horan, 2003)**.** Los valores de los elementos químicos del agua indican las características intrínsecas del CAS y revelan si están dentro del rango de la calidad estándar del agua usada por la fauna. Con estos datos se pretende inferir si existe algún riesgo para la fauna que consume dicha agua (Bleich *et al.*, 2006; Rosenstock *et al.*, 2005). Para establecer si los valores de las propiedades microbiológicas y químicas del agua son diferentes entre los STH se realizó la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis, sí se observa diferencia significativa ($p < 0.05$) indica que hay diferencias entre los sitios y se puede influir que los STH estudiados son heterogéneos, por lo cual su uso puede estar influenciado por dichas características.

2.6. Descripción de las Condiciones Meteorológicas y Balance Hidrológico de los Sistemas Topográficos Hídricos

Se solicitó información generada por la estación meteorológica más cercana al área de estudio, Alfredo V. Bonfil ubicada en 24° 08' N, 110° 37' O a 200 m de elevación, administrada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), con el fin de conocer la temperatura y precipitación mensual promedio en la región.

Para conocer el balance hidrológico de los STH se calculó el valor de la lámina promedio del conjunto de CAS en cada STH:

$$\text{Lámina promedio (m)} = \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{Superficie (m}^2\text{)}}$$

a este valor se le sustrae la tasa de evapotranspiración potencial anual (ET), según el método de Thornthwaite (Torres, 1983), la cual esta dada por la fórmula:

$$ET = \sum et, \qquad et = 1.6\,(10\,t / I)^a$$

Donde:
et = Evapotranspiración mensual (cm)
t = Temperatura media mensual (°C)
$I = \sum (t / 5)^{1.514}$
$a = 0.000000675\, I^3 - 0.0000771\, I^2 + 0.01792\, I + 0.49239$

2.7. Fauna Asociada a los Cuerpos de Agua Superficial

Se realizaron observaciones directas e indirectas de la fauna en los STH y en cada CAS. Las observaciones de la fauna en forma directa fueron por medio de dos métodos:

1) Mediante las observaciones de los animales que se encontraban dentro de los STH y en los CAS durante las salidas al campo mensuales desde agosto de 2006 a octubre de 2007, los datos fueron obtenidos a través de registros visuales y fotográficos.

2) Por medio de trampas-cámara automáticas (el equipo consiste en una cámara digital de 2.1 MP activada por un sensor infrarrojo con un rango de 10 m de longitud y 6.7 m de ancho con un flash que ilumina una longitud de 1.5 a 9 m de la marca MOULTRIE, incluye una tarjeta de 1 GB de memoria con adaptación de una batería recargable de 6 V para una duración superior a siete días de actividad) programadas para efectuar dos disparos fotográficos al momento de la interrupción infrarroja y pausar un minuto para su reactivación, fueron ubicadas en los diferentes CAS dentro de cada STH; estas fueron colocadas de dos a siete días (dependiendo de las condiciones climáticas) en cada STH. En los meses de marzo y abril de 2007 se colocaron en cada sitio por dos días, los cuatro sitios se cubrieron en el lapso de una semana; durante el periodo de mayo a octubre de 2007 se estableció mensualmente un ciclo de los cuatro STH estudiados, es decir, las trampas-cámara tuvieron aproximadamente una semana de permanencia en cada sitio.

Tomando en cuenta que las zonas muestreadas son áreas de distribución del borrego cimarrón, especie de importancia cinegética y bajo protección especial, en cada registro obtenido se determinó el tamaño del grupo, la edad y sexo de cada individuo.

En forma indirecta, los registros fueron obtenidos por medio del registro de huellas, excretas, restos óseos, plumas y nidos en los CAS o STH desde agosto de 2006 a octubre de 2007.

Con la información recopilada por los métodos anteriormente descritos se registraron las especies asociadas a cada tipo de STH y el uso que le daba cada especie a los CAS. Adicionalmente, la utilización de las trampas-cámara aportó información sobre la actividad realizada por los visitantes, el horario en el que se presentan y la frecuencia.

En el mes de mayo de 2007 se realizaron registros nocturnos de mamíferos pequeños. Para el registro de roedores se colocaron 50 trampas Sherman cebadas con hojuelas de avena en la orilla de los CAS; las trampas se colocaron en cada sitio durante una noche y se revisaron por la mañana. El registro de especies de murciélagos se elaboró por medio de redes de nylon muy fino, comúnmente llamadas redes de niebla (Kunz y Kurta, 1988); en este estudio se utilizaron dos redes de 6 m de largo por 2.5 m de altura, colocadas atravesando los CAS, se abrieron en el momento de la puesta del sol y permanecieron abiertas durante cuatro horas con revisiones periódicas. Además se realizaron recorridos nocturnos para completar los registros de las especies animales.

Respecto a los peces presentes en los CAS, en el mes de abril de 2007 se efectuó la colecta de estos organismos en uno de los STH, posteriormente fueron identificados por el laboratorio de Ictiología del CIBNOR.

Para comparar la riqueza entomológica de cada sitio, se realizó un muestreo durante el recorrido a los STH del mes de abril de 2007. La identificación de especies colectadas fue realizada en el laboratorio Entomológico y Aracnológico del CIBNOR.

Se calculó la frecuencia de cada especie registradas durante todo el tiempo de muestreo en cada cámara, de tal manera, si se considera que cada cámara abarca el espacio de un CAS, esto revelaría la frecuencia de utilización de cada especie en cada CAS.

Para examinar la separación entre los sitios respecto a la composición de especies se utilizó el Análisis de Función Discriminante (AFD) para examinar. La función creada por AFD es una combinación linear de las variables originales que mejor se distinguen entre los grupos e indican cuales especies contribuyen más en la discriminación entre los sitios. Este análisis se realizó con los datos de presencia-ausencia de las especies registradas por cada trampa-cámara durante el tiempo de muestreo en los cuatro STH. Si se observan diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los sitios indicaría que la composición de especies es diferente entre ellos, si no existiera diferencia significativa mostraría que dos o más sitios tienen la misma composición de especies.

3. RESULTADOS

3.1. Trabajo de Campo

Se realizaron un total de 21 salidas al campo durante el periodo de agosto de 2006 a octubre de 2007 (Anexo 1). En la primera etapa, es decir, las primeras cuatro salidas al campo correspondiente a las estaciones de verano y otoño de 2006, fueron exclusivamente de observaciones directas e indirectas por el equipo de trabajo. En la segunda etapa, a partir del mes de marzo hasta octubre de 2007, es decir durante 17 salidas al campo, se incluyó el uso de las trampas-cámara con sensor infrarrojo.

3.2. Evaluación del Hábitat Asociado a los Cuerpos de Agua Superficial

3.2.1. Topografía

Cada STH tiene propiedades topográficas diferentes. Las características particulares del área muestreada con presencia de agua superficial en cada STH son las siguientes:

a) El Sauzoso (Fig. 2) posee características topográficas de un arroyo amplio, cuya ladera Este presenta una pared vertical de aproximadamente 40 m, en tanto que la ladera opuesta presenta pendientes de alrededor del 45 %. La anchura máxima es de 60 m, la elevación entre los CAS muestreados varia entre 51 y 65 msnm. Este es el STH con mayor longitud en la zona muestreada (1,500 m aproximadamente).

b) El Camarón (Fig. 3) es un cañón con laderas orientadas al Este-Oeste, con una distancia entre ellas de 30 a 50 m y con variables porcentajes de inclinación, no presenta paredes

muy elevadas, se va angostando hacia el fondo (arroyo arriba) hasta perderse en un cerro rocoso, tiene una variación de 44 a 49 msnm de elevación entre los CAS localizados. La distancia entre los sitios de muestreo a lo largo del arroyo es de alrededor de 750 m.

c) El Saucito (Fig. 4) presenta características topográficas entre arroyo abierto y cañón, en general presenta paredes pronunciadas con orientación Este-Oeste que varían entre 20 y 60 m de altura, la separación entre las paredes varía de 25 a 35 m, la elevación mínima es de 59 msnm y la máxima de 107 msnm entre los sitios de muestreo. El área que se abarcó durante los muestreos es aproximadamente de 700 m.

d) Cañada Norte (Fig. 5) tiene propiedades físicas parecidas a un fondo de cañón, presenta paredes con altura aproximada de 40 m en una ladera, mientras que la otra tiene inclinación mayor de 45%; la anchura máxima es de alrededor de 10 m; la elevación difiere entre 50 y 81 msnm. Este es el sitio de muestreo de menor tamaño (350 m).

Figura 2. Imágenes del sistema topográfico hídrico El Sauzoso, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S.

Figura 3. Imágenes del sistema topográfico hídrico El Camarón, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S.

Figura 4. Imágenes del sistema topográfico hídrico El Saucito, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S.

Figura 5. Imágenes del sistema topográfico hídrico Cañada Norte, en el sur de la Sierra del Mechudo, B.C.S.

3.2.2. Vegetación

Los resultados obtenidos en los muestreos para caracterizar la vegetación de cada STH se muestran en la Tabla I. El área muestreada en cada sitio varió de acuerdo a las características del mismo, en El Camarón fue de 3,000 m^2, en El Sauzoso y El Saucito fue de 2,000 m^2 y, en la Cañada Norte de 1,000 m^2.

Tabla I. Descripción de la vegetación en los cuatro sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S

STH	***No. de Individuos***	***Riqueza de especies***	***Densidad (Ind / m^2)***	***Cobertura (%)***	***Altura promedio (m)***
El Sauzoso	153	28	0.0765	0.3536	2.04
El Camarón	151	33	0.0503	0.3252	2.68
El Saucito	234	46	0.1170	0.3372	2.08
Cañada Norte	204	19	0.2040	0.3050	2.65

De acuerdo con los datos obtenidos, son 16 especies vegetales las que presentan abundancia relevante ($n \geq 10$) en los STH. En contraste, de esas especies la única presente en los cuatro STH es el mezquite *Prosopis articulata*, mientras que dos de ellas se encuentran en tres de los sitios palo blanco *Lysiloma candida* y palo santo *Viscainoa geniculata*, y otras dos especies en dos sitios *Mammillaria dioica* y *Vallesia glabra* (Tabla II). En el Anexo 2 se muestran todas las especies vegetales encontradas en cada STH.

Tabla II. Especies vegetales con mayor abundancia en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

Nombre Científico	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***	***No. Total de Individuos***
Acacia farnesiana	11				11
Acacia greggii			21		21
Acalypha comonduana		9			9
Atriplex barclayana			10		10
Colubrina viridis				17	17
Encelia farinosa				65	65
Justicia californica			12		12
Licium brevipes	10				10
Lysiloma candida		23	29	23	75
Mammillaria dioica	23		11		34
Olneya tesota			11		11
Pachycereus pringlei			12		12
Prosopis articulata	43	14	10	12	79
Simmondsia chinensis				34	34
Vallesia glabra	10	15			25
Viscainoa geniculata		25	12	12	49

Los valores calculados para el IVI indicaron que son diez las especies vegetales con mayor importancia, sin embargo la única especie que tuvo relevancia en los cuatro STH fue el mezquite (Tabla III).

Tabla III. Especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada sitio muestreado en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

Nombre Científico	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***
Acacia farnesiana	29.87			
Acacia greggii			29.50	
Encelia farinosa				42.39
Ficus brandegeei		32.46		
Lysiloma candida		43.35	37.47	32.90
Mammillaria dioica	22.36			
Prosopis articulata	84.79	32.81	23.83	33.60
Simmondsia chinensis				34.43
Vallesia glabra	19.41	24.33		
Viscainoa geniculata		37.20		17.90

En base al IVI de cada especie se determinaron las dominancias y asociaciones vegetales en cada STH muestreados (Tabla III). En El Sauzoso se identificó la dominancia del mezquite, y la asociación principal fue de mezquite – binorama *Acacia farnesiana*. En El Camarón, se encontró la asociación palo blanco – palo santo, siendo dominante el primero. En El Saucito la especie dominante fue el palo blanco, teniendo una asociación con el teso *Acacia greggii*. En la Cañada Norte *Encelia farinosa* fue la especie dominante, ésta se asocia con la jojoba *Simmondsia chinensis* principalmente.

Los palmares, constituidos en su mayoría por *Washingtonia robusta* se encontraron sobre el lecho de los STH variando el número de individuos y su extensión. El mayor de ellos se encontró en El Camarón, el cual abarca gran parte de su extensión y presenta varias decenas de palmeras. En El Saucito las palmeras fueron escasas y los grupos de estas muy dispersos en todo el STH. El Sauzoso solo presenta dos individuos, uno al inicio y otro al final del sitio. En la Cañada Norte se observó un solo individuo.

En el Anexo 2 se pueden observar las especies que estuvieron estrechamente relacionadas con los CAS, éstas pudieron estar incluidas en el resto del STH o solo estar presentes exclusivamente en los CAS.

3.3. Caracterización de los Cuerpos de Agua Superficial

Los CAS se diferenciaron en las siguientes categorías:

a) *Tipo I*, CAS emplazado en suelo arenoso o permeable.

b) *Tipo II,* CAS ubicado en roca o con tipo de suelo poco permeable.

c) *Tipo III*, sitio con suelo arenoso almacenando humedad entre sus partículas, a poca profundidad de la superficie o en ella sin llegar a formar charcas.

d) *Tipo IV*, CAS situado en roca, creados, inducidos o modificados por humanos.

El flujo o abastecimiento de agua se clasificó de la siguiente manera:

a) *Tipo 1*, por escurrimientos de agua provocados por fracturas en las rocas, conocidos comúnmente como “escurrideros” o “lloraderos”.

b) *Tipo 2*, el flujo de agua es constante, asemeja el movimiento que tiene un riachuelo.

c) *Tipo 3*, el agua presenta propiedades de estancamiento (agua estancada).

En la Tabla IV se describen solo los CAS más característicos de cada STH, debido a la variedad y características compartidas de los CAS existentes en cada STH.

Simultáneamente se muestra el tipo de flujo o abastecimiento que presentan. Cabe mencionar que algunos CAS es posible incluirlos dentro de más de una categoría. Los diferentes tipos de CAS encontrados en la zona de estudio se muestran en la Figura 6.

Tabla IV. Descripción de los cuerpos de agua muestreados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

Sitio de Muestreo	***Forma***	***Flujo***	***Tipo de suelo***		
			CAS	***1 m***	***5 m***
El Sauzoso 1	II	2	R	R	R
El Sauzoso 2	I	3	A	R-AF	R-AF
El Camarón 1	I-II	1	R-AF	R-AF	R-AF
El Camarón 2	I-II	3	AF-R	R-AF	R-AF
El Saucito 1	II	2	AF	R	R
El Saucito 2	II	2	R	R	R
Cañada Norte 1	III	1	A	A	R-A
Cañada Norte 2	III	3	A	A	R-A

Nota. *Forma o tipo*, I: CAS emplazado en suelo arenoso o permeable, II: CAS ubicado en roca o con tipo de suelo poco permeable, III: sitio con suelo arenoso almacenando humedad entre sus partículas. *Flujo o abastecimiento de agua*, 1: por escurrimientos de agua provocados por fracturas en las rocas, 2: flujo de agua constante, 3: presenta propiedades de estancamiento. *Tipo de Suelo*, R: Roca, RF: Roca Fina, A: Arena, AF: Arena Fina.

La permanencia de agua se debe a la permeabilidad del suelo en el que se encuentre el CAS, aunque los tipos de suelo pueden estar mezclados, la mayoría de los sitios tienen el mismo tipo de suelo dentro del cuerpo de agua, a un metro y a 5 metros (Tabla IV). Según las observaciones realizadas, el tipo de CAS se encuentra relacionado con el tipo de suelo que presenta, sin embargo el tipo de suelo no tiene ninguna relación con el tamaño y flujo del CAS. Por otro lado la permanencia de agua en la superficie sí se podría considerar por el tipo de suelo, ya que la permeabilidad es mayor en el suelo arenoso comparado con el rocoso. Cabe mencionar que las observaciones del tipo de suelo se hicieron a nivel

superficial, es decir no se excavó para conocer la profundidad en la que se encontraba la base rocosa.

Figura 6. Diferentes formas que tienen los cuerpos de agua superficial: a) poza (Tipo I-3), b) lecho de arroyo rocoso (Tipo II-2), c) lloradero (Tipo IV-1), d) lecho de arroyo arenoso (Tipo I-2), e) pila (Tipo IV-1) (f) tinaja (tipo II-2).

La cantidad aproximada de agua superficial del conjunto de CAS dentro de cada STH varió notoriamente entre los sitios, el STH que mayor volumen de agua presentó es El Sauzoso (619.17 m^3), seguido de El Camarón (55.79 m^3) y El Saucito (50.62 m^3), y en el lugar donde menos se acumuló el agua es en la Cañada Norte (0.32 m^3).

Dentro de las características microbiológicas y químicas del agua se encontraron diferencias entre STH (Tabla V), así como entre los CAS del mismo sitio. En cuanto a los valores del número más probable (NMP) de los coliformes totales encontrados, la diferencia fue muy marcada, siendo el mayor en El Sauzoso y el menor la Cañada Norte. Respecto a los coliformes fecales todos los valores se encuentran dentro de los limites propuestos en la literatura (200 NMP/100 ml), excepto en una muestra de El Camarón (300 NMP/100 ml), sin embargo al obtener el promedio del STH su valor disminuye a la mitad; por tal motivo en El Camarón se encontró el mayor NMP y la Cañada Norte el menor. Por otro lado, fueron distintos los resultados de las proporciones entre los coliformes fecales encontrados dentro de los coliformes totales, en El Sauzoso se observó la menor (0.018), seguido de El Saucito (0.200), un valor superior se encontró en El Camarón (0.252) y la Cañada Norte tuvo la mayor proporción (0.304) (Fig. 7). Es importante mencionar que al realizar la prueba estadística no paramétrica Kruskal-Wallis no se encontró ninguna diferencia significativa entre los sitios: Coliformes totales ($\chi^2 = 4.04$, $p > 0.05$), coliformes fecales ($\chi^2 = 2.35$, $p > 0.05$).

Tabla V. Promedio de las características microbiológicas y químicas del agua superficial de cada sistema topográfico hídrico, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

STH	***CT***	***CF***	***Na***	***Mg***	***Ca***	***K***	***pH***
El Sauzoso	2860	54	101.27	5.35	28.56	9.27	8.28
El Camarón	610	154	189.74	9.60	44.37	7.80	8.24
El Saucito	483	97	214.14	17.04	58.28	13.97	7.67
Cañada Norte	23	7	ND	ND	ND	ND	ND

Nota. CT: Coliformes totales (NMP/100ml), CF: Coliformes fecales (NMP/100ml), Na: Sodio (mg/L), Mg: Magnesio (mg/L), Ca: Calcio (mg/L), K: Potasio (mg/L), pH: Potencial de Hidrogeno. ND: Dato no disponible

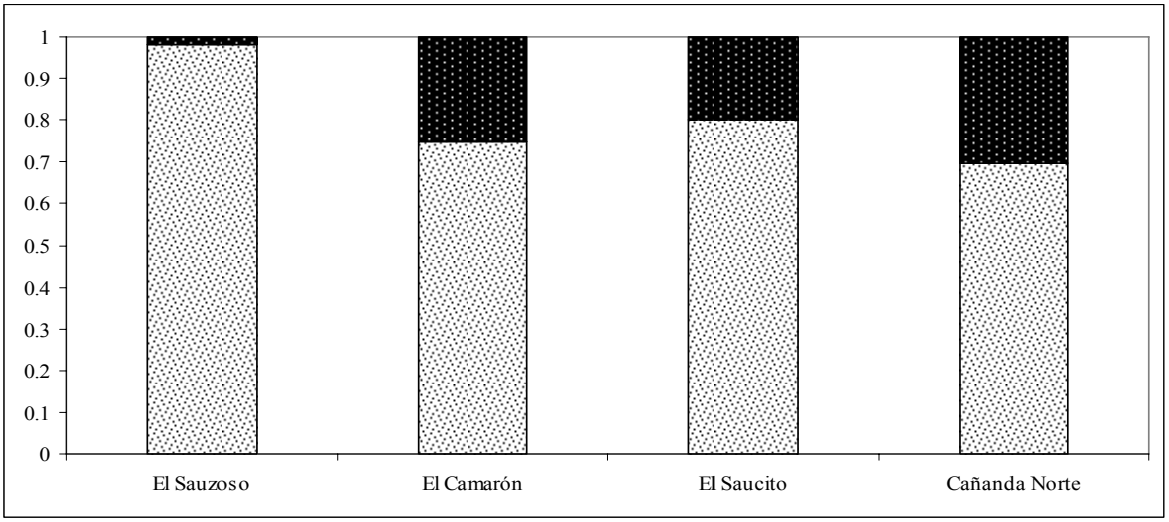

Figura 7. Proporción de coliformes fecales (■) respecto al resto de los coliformes totales (▒) en los cuatro sitios de estudio en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

Referente al análisis químico del agua, es importante mencionar que por logística no se pudo colectar la muestra de agua de la Cañada Norte, y el resto de las muestras de agua fueron tratadas por el laboratorio como salobre por sus niveles de pH (potencial de hidrogeno). En base a la literatura, los resultados de los elementos químicos evaluados (Na: sodio, Mg: magnesio, Ca: calcio y K: potasio) (Tabla V) se encuentran dentro de los rangos establecidos para el consumo por los animales. Por los valores que presentaron se podría considerar que entre los STH existen diferencias en la cantidad de cada elemento analizado, además del pH (Fig. 8); sin embargo, de acuerdo a la prueba Kruskal-Wallis no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa entre los sitios: Na ($\chi^2 = 1.14$, $p > 0.05$), Mg ($\chi^2 = 4.57$, $p > 0.05$), Ca ($\chi^2 = 4.57$, $p > 0.05$), K ($\chi^2 = 3.71$, $p > 0.05$), pH ($\chi^2 = 3.43$, $p > 0.05$).

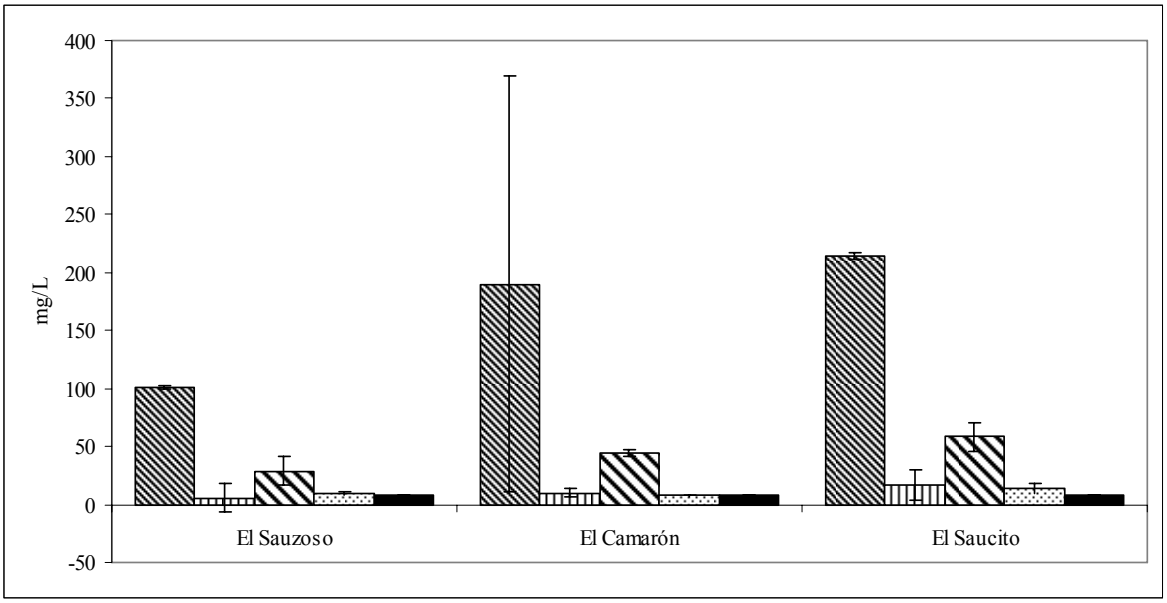

Figura 8. Valores promedio de los elementos químicos evaluados en tres sistemas topográficos hídricos en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.: Sodio (▨), magnesio (▥), calcio (▧), potasio (▩), pH (■)

3.4. Descripción de las Condiciones Meteorológicas y Balance Hidrológico de los Sistemas Topográficos Hídricos

Los datos climáticos proporcionados por la CONAGUA son los correspondientes al año 2006 (Tabla VI). Según los datos de las temperaturas, el mes de agosto es el más calido, con una temperatura extrema máxima de 38 ^{O}C y mínima de 20 ^{O}C; el mes de enero es el más frío, presentando temperaturas extremas de 26 ^{O}C máxima y 10 ^{O}C mínima. En cuanto a la precipitación, presenta una temporada de lluvias significativas, ocasionada principalmente por la incidencia de huracanes, como fue el caso del mes de septiembre de 2006 con la presencia del huracán John, registrando 116 mm de precipitación total.

Tabla VI. Promedios mensuales de temperatura media (^{o}C) y precipitación total (mm) generados por la estación meteorológica Alfredo V. Bonfil; y la tasa de evapotranspiración potencial (mm) según el método Thornthwaite.

Mes	***Temperatura***	***Precipitación***	***Evapotranspiración***
Enero	16.6	1	39.6
Febrero	16.9	0	39.6
Marzo	17.8	0	52.1
Abril	19.6	0	68.0
Mayo	19.1	0	69.2
Junio	22.2	0	99.6
Julio	27.5	53	143.7
Agosto	28.4	17	151.7
Septiembre	27.9	116	147.8
Octubre	22.9	24	93.4
Noviembre	22.8	0	84.9
Diciembre	17.9	0	46.7
Promedio o Total Anual	$\bar{x}$ = 21.63	$\sum$ = 211	$\sum$ = 1036.1

De acuerdo con las condiciones climáticas prevalecientes en el área de estudio y según el balance hidrológico preliminar, de no existir recarga o suministro natural de agua para un determinado CAS, el volumen de agua disponible se agotaría en un periodo relativamente corto. En la Tabla VII se muestran los valores de cada STH que fueron necesarios para calcular el balance hidrológico, en conjunto con los datos de evapotranspiración (Tabla VI) se obtuvo que existe un promedio diario de evapotranspiración de 2.8 mm. En consecuencia, en los CAS presentes en El Sauzoso el agua se abatiría en 22.36 días; los CAS de El Camarón en 10.91 días; en El Saucito en 9.51 días y; el agua superficial que se encuentra en la Cañada Norte se agotaría en 4.22 horas.

Tabla VII. Valores calculados del agua superficial aproximada en cada sistema topográfico hídrico en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

STH	***Volumen (m3)***	***Área (m^2)***	***Lámina(mm)***
El Sauzoso	619.17	625.9	63.5
El Camarón	55.79	79.3	31.0
El Saucito	50.62	225.8	27.0
Cañada Norte	0.32	315.1	0.5

En la Tabla VIII se muestra un ejemplo del cálculo del balance hidrológico, considerando escasa precipitación y sin ningún otro tipo de suministro; se puede observar que en el mes de agosto se habrían extinguido los CAS, posterior a la segunda precipitación se recuperarían sin embargo sería con poca cantidad de agua, la cual se abatiría en un par de meses.

Tabla VIII. Balance hidrológico del STH El Sauzoso, suponiendo condiciones de sequía extraordinaria.

Mes	***Lámina disponible en el CAS (mm)***	***Precipitación, (mm)***	***Evapotranspiración (mm)***	***Lámina total en el CAS (mm)***
Enero	63.5	1	3.96	60.54
Febrero		0	3.96	56.58
Marzo		0	5.21	51.37
Abril		0	6.8	44.57
Mayo		0	6.92	37.65
Junio		0	9.96	27.69
Julio		0	14.37	13.32
Agosto		0	15.17	0.00
Septiembre		0	14.78	0.00
Octubre		24	9.34	14.66
Noviembre		0	8.49	6.17
Diciembre		0	4.67	1.50
Promedio o Total Anual		$\sum = 25$	$\sum = 103.61$	

3.5. Fauna Asociada a los Cuerpos de Agua Superficial

Este trabajo fue diseñado para evaluar todos los grupos filogenéticos animales asociados a los CAS determinando la diversidad en cada STH, sin embargo, es importante mencionar que por logística solo se trabajaron con algunos de los grupos de animales vertebrados, excluyendo mamíferos pequeños (murciélagos y roedores), peces e invertebrados. Es relevante informar que sí se realizaron muestreos de estos grupos de especies para describir los factores bióticos del hábitat, sin embargo en muchos casos no se pudo identificar la especie a la que pertenecían ni el número de individuos, por lo que fue limitada su participación en este trabajo.

En cuanto a los invertebrados no existen estudios previos que describan las especies presentes en la zona de estudio, excepto en el caso de los langostinos de agua dulce (Hernández-Moreno, 2007). Durante el estudio los organismos colectados se lograron identificar a nivel de familia en algunos casos hasta género y, solo un organismo fue identificado hasta especie. En el Anexo 3 se encuentra el listado de los invertebrados localizados en cada STH mostrando que El Camarón fue el que presentó un mayor número de familias (19) incluyendo al langostino de agua dulce (*Machrobrachium sp.)* (n=2), en El Saucito se encontraron ocho familias, El Sauzoso y la Cañada Norte fueron los que presentaron menor riqueza de familias (6).

Los peces que se encontraron en El Camarón fueron identificados como *Mugil cephalus* (n=1) y *Poeciliopsis lucida* (n=11), pertenecientes a las familias Mugilidae y Poecilidae, respectivamente, ambas son catalogadas especies exóticas del sitio de estudio.

De acuerdo con la literatura, en la región se reportan 134 especies de vertebrados superiores (Álvarez-Castañeda y Patton, 1999, 2000; Grismer, 2002; Sibley, 2001), durante esta investigación se registraron 84 especies (Tabla IX). Es relevante mencionar que se encontraron especies que no están registradas para la zona de estudio, como la rana *Lithobates forreri* que se encuentra reportada en la literatura en la parte norte de la Sierra de El Mechudo de la zona de estudio, sin embargo por comunicación personal se sabe que esta especie fue introducida (traída de Sinaloa) por rancheros locales. A los mamíferos que se encuentran registrados para la zona de estudio se debe de incluir a cinco especies domesticas (*Bos taurus*, *Canis familiaris*, *Capra hircus*, *Equus asinus* y *Equus caballus*), tales especies fueron encontradas en los diferentes STH. El listado completo de especies animales presentes en el área de estudio se encuentra en el Anexo 4.

Tabla IX. Comparación del número de especies reportadas en la literatura para la zona estudiada y de las registradas en el presente estudio. Se incluye el número de especies que fueron encontradas en este trabajo y no se han reportado en la literatura.

Grupo filogenético	***Literatura***	***Presente estudio***	***No reportadas***
Anfibios	3	3	1
Reptiles	29	14	0
Aves	59	46	0
Mamíferos	43	21	5
Total de Especies	**134**	**84**	**6**

La proporción de especies encontradas durante los meses de trabajo de campo respecto a las reportadas en la literatura dentro de la zona, fue mayor en las aves y la menor fue en el grupo de los mamíferos (Fig. 9).

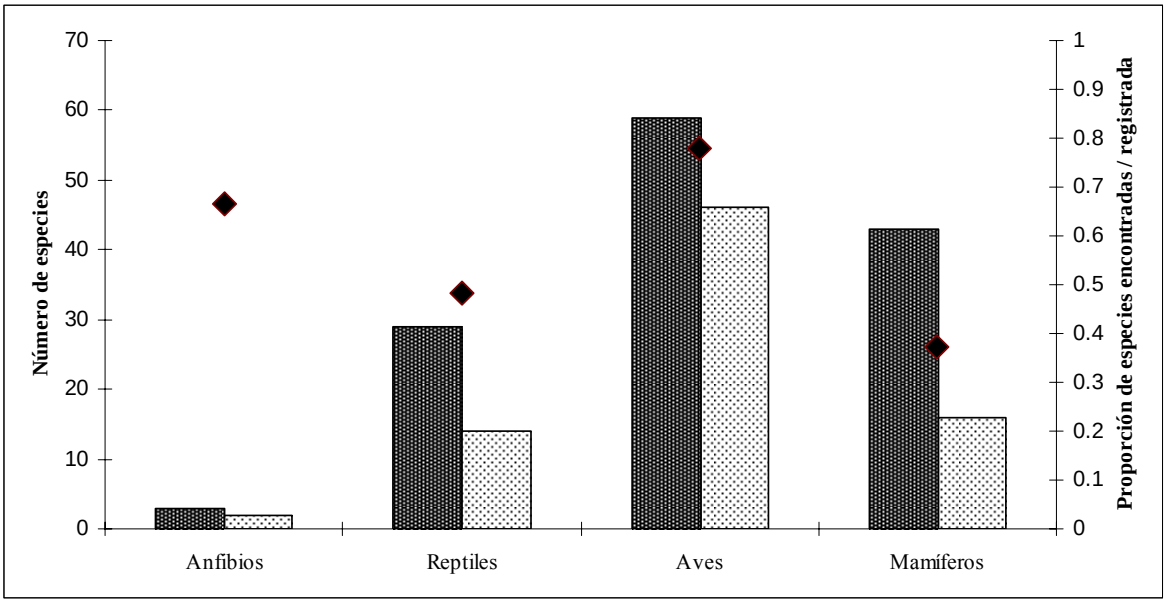

Figura 9. Número de especies registradas en la literatura (■) y número de éstas especies encontradas durante este estudio (▨). Proporción de especies encontradas respecto a las reportadas en la literatura de cada grupo (◆).

El número de especies que se registraron por los diferentes métodos utilizados en este estudio en cada STH se muestran agrupadas por clase filogenética en la Figura 10. El listado completo de especies en cada STH se encuentra en el Anexo 5.

En el STH El Sauzoso se encontraron tres especies de anfibios, dos con presencia registrada en la zona de estudio y la especie introducida; en El Saucito se localizaron dos especies registradas en la literatura para la zona, y en El Camarón y la Cañada Norte solo se encontró una especie.

En el caso de los reptiles la mayoría de las observaciones fueron lagartijas (11 especies), ya que solo se encontraron tres especies de serpientes. En El Camarón fue donde

se observaron mayor número de especies de reptiles (12), seguido de El Sauzoso (11); en El Saucito y la Cañada Norte se observaron nueve especies en cada sitio.

Respecto al grupo de las aves, se registraron 47 especies en toda el área de estudio; la mayor riqueza de especies se encontró en El Sauzoso (32) y El Camarón (30), seguidos por El Saucito (25) y la Cañada Norte (18).

El número de especies de mamíferos silvestres en orden decreciente fue en El Saucito (12), El Sauzoso (10), El Camarón (8) y la Cañada Norte (7) de un total de 16 especies observadas en toda la zona de estudio. Respecto a los mamíferos domésticos, en El Camarón se encontraron las cinco especies, en El Sauzoso se observaron cuatro, y en El Saucito y la Cañada Norte solo se registraron tres especies.

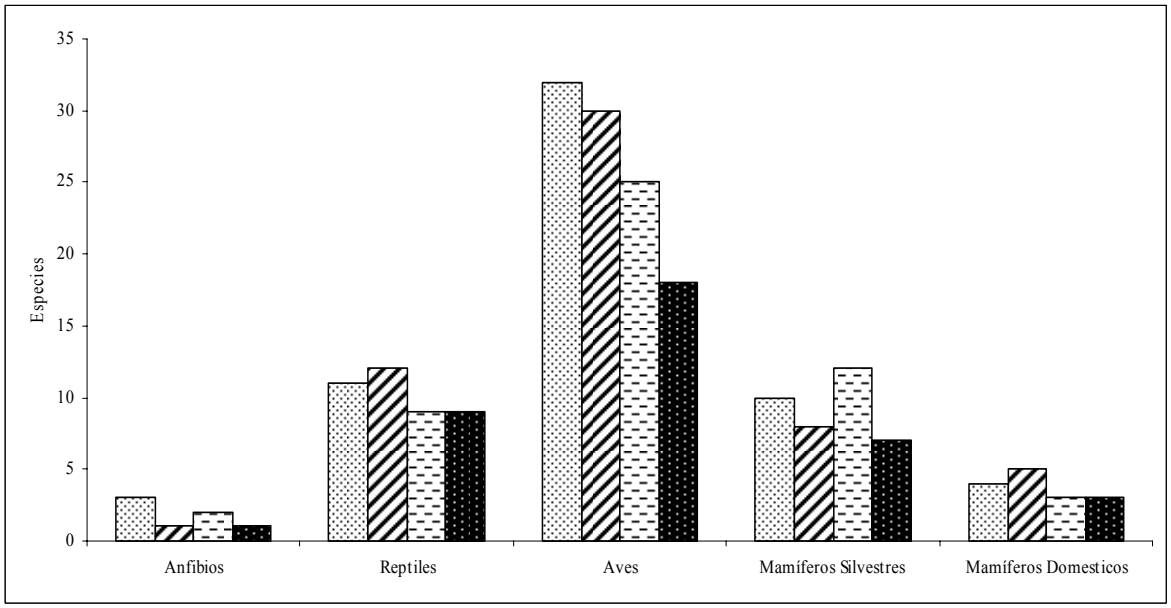

Figura 10. Número de especies agrupadas en orden filogenético. Especies encontradas en El Sauzoso (▒), El Camarón (▨), El Saucito (▤), y la Cañada Norte (■).

En la Figura 11 se muestra la frecuencia de las especies encontradas por trampa-cámara en los CAS. Se observa que hubo muchas especies que solo aparecieron en una o dos cámaras (19 y 12 especies, respectivamente) considerándose especies poco comunes; mientras que las especies comunes (19) se encontraron en más de cuatro cámaras. Las especies que solo se observaron en un CAS, principalmente, fueron las evasivas, de poblaciones frágiles o adaptadas a otro tipo de hábitat como *Actitis macularia, Bubo virginianus, Campylorhynchus brunneicapillus, Ceryle alcuon, Chordeiles acutipennis, Falco sparverius, Pheucticus melanocephalus, Picoides scalaris, Polioptila caerulea, Polioptila californica, Tachycineta thalassina*, *Ammospermophilus leucurus, Lynx rufus, Myotis californicus* y *Taxidea taxus*. Las especies que se registraron en mayor número de CAS fueron *Equus asinus* (18), *Bos taurus* (16), *Cathartes aura* (14), *Carpodacus mexicanus* (13), *Canis latrans* (13), *Zenaida asiatica* (12) y *Ovis canadensis* (11).

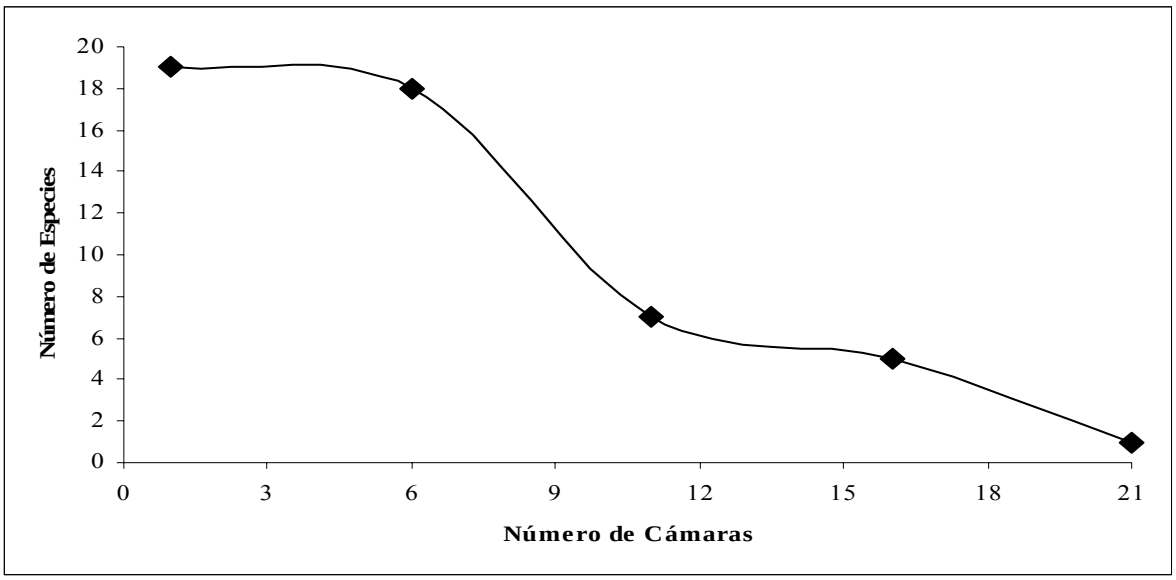

Figura 11. Frecuencia de especies presentes en los cuerpos de agua superficial durante el tiempo de estudio, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

En particular, las especies observadas de cada grupo filogenético cerca de los CAS, con mayor frecuencia en El Sauzoso fueron la rana *Lithobates forreri* (27), la lagartija arenera *Callisaurus draconoides* (40), la chacoaca *Callipepla californica* (22) y los murciélagos (75). En El Camarón fue la lagartija arenera (24), el gorrión *Carpodacus mexicanus* (43) y el burro *Equus asinus* (75). En El Saucito fueron la lagartija arenera (9), el aura *Cathartes aura* (129) y la vaca *Bos taurus* (49). En la Cañada Norte fue la lagartija arenera (1), la tortolita *Columbina passerina* (18) y el borrego cimarrón *Ovis canadensis* y la zorra *Urocyon cinereoargenteus* (5 cada especie) (Anexo 6).

El Análisis de Función Discriminante (AFD) de los cuatro STH o grupos con 50 especies o variables y 59 trampas-cámara o muestras, demostró diferencia significativa (Wilks' Lambda: 0.01404 aprox. $F_{(69,99)} = 4.5685$, $p < 0.0000$) de la composición de especies entre los cuatro STH. Entre la composición de especies de todos los STH hubo diferencias significativas, excepto entre El Sauzoso y la Cañada Norte (Tabla X), lo que indica que durante este estudio se presentaron especies similares en ambos sitios. La mayor discriminación entre los sitios la presenta El Camarón con en el resto de los STH (Tabla X). Por otro lado, este análisis también revela que la composición de especies de tres muestras de los CAS de la Cañada Norte y una muestra de El Saucito presentan especies que corresponden a los CAS de El Sauzoso.

Tabla X. Matriz de los valores de *p* (en la parte inferior) y de las distancias cuadradas de Mahalanobis (en la parte superior) obtenidos del análisis de función discriminante de la composición de especies presentes en los cuerpos de agua del sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.

	El Sauzoso	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***
El Sauzoso		47.03846	16.10458	8.58641
El Camarón	0.000000		42.45061	47.60985
El Saucito	0.000633	0.000000		27.22992
Cañada Norte	0.385392	0.000001	0.000104	

Adicionalmente el AFD indica que las especies que marcan primordialmente la diferencia entre los sitios son *Equus asinus*, *Campylorhynchus brunneicapillus* y *Petrosaurus repens*, sin embargo, 16 especies obtuvieron un valor de *p* menor de 0.05, esto indica que la presencia de estas especies enfatizan la diferencia entre los STH. Las especies que no fueron usadas en este modelo fueron 27 de las 50 que se registraron, es decir, estas especies no afectan en la discriminación de los sitios. En el anexo 7 se presentan los valores obtenidos con este análisis, diferenciando las especies que son importantes en el modelo.

3.6. Uso de los Cuerpos de Agua Superficial por la Fauna

De las especies de vertebrados registradas, algunas se encontraron asociadas estrechamente a los CAS. Cabe destacar la importancia del recurso hidrológico captado y almacenado en los mismos, toda vez que los peces, anfibios y el langostino dependen completamente del agua, aunque los anfibios lo son sólo durante la primera etapa de su desarrollo, después pueden permanecer fuera del agua. Estos organismos fueron encontrados en los CAS de los STH, con excepción de la Cañada Norte, donde solo se observaron anfibios.

Las ranas *Pseudacris hypochondriaca* y *Lithobates forreri* (especie introducida), se encontraron dentro o muy cerca de los CAS, el sapo pinto *Anaxyrus punctatus* se observó en zonas con poco agua o a gran distancia de los CAS registrados. Los renacuajos de las tres especies, a lo largo del estudio, se llegaron a encontrar dentro de los CAS de los STH. Cabe mencionar que la mayoría de los CAS utilizados por estos organismos son de agua estancada, y algunas veces presentan gran cantidad de algas.

Mediante observaciones visuales se detectaron nueve especies de reptiles directamente asociados a los CAS en diferentes sustratos, de las cuales las más comunes fueron: *Callisaurus draconoides* principalmente en suelo arenoso*, Uta stansburiana* generalmente en el suelo sobre piedras, *Urosaurus nigricaudus* utilizando rocas, árboles y arbustos, *Sceloporus orcutti* en troncos de árboles caídos y rocas, *Petrosaurus repens* en grandes rocas y paredes rocosas, y *Aspidoscelis tigris* alimentándose de insectos en el suelo entre la vegetación a la orilla de los CAS.

De las 31 especies de aves encontradas en los STH, las más frecuentes en los CAS fueron, en orden descendente, *Cathartes aura, Carpodacus mexicanus*, *Zenaida Asiatica*, *Columbina passerina*, *Corvus corax*, *Amphispiza bilineata*, *Callipepla californica* e *Icterus cucullatus*. Uso directamente de los CAS: *Cathartes aura*, se encontró en varias ocasiones reposando sobre el agua como refrescándose, principalmente estuvieron presentes en grupos; *Carpodacus mexicanus* se observó varias veces bebiendo agua a la orilla de los CAS y en los escurrimientos de agua (lloraderos); *Zenaida asiatica*, se observó tomando agua en los CAS muestreados; *Columbina passerina*, estuvo presente siempre en los CAS, tanto en el día como en la noche, tanto en grupos como individualmente; *Corvus corax*

estuvo presente primordialmente en los CAS que estaban bajo la sombra de los árboles; *Amphispiza bilineata* en casos escasos se registró tomando agua, el resto fue cerca de los CAS sin observar el uso directo que le daban a los CAS, sus avistamientos dentro de los STH era en el dosel de los árboles; *Callipepla californica* se observó cerca de los CAS pero sus principales avistamientos fueron en el resto del área de los STH; *Icterus cucullatus* se encontraron algunos individuos cerca de los CAS, otros en las palmeras de los STH; otra ave muy asociada a los CAS fue *Sayornis nigricans*, esta especie se alimenta de insectos que se encuentran en la capa superficial del agua. También hubo registros del halcón cola roja *Buteo jamaicensis* usando directamente el agua. Hubo registros nocturnos de el buhito *Micrathene whitneyi* y el tapacaminos *Chordeiles acutipennis* en la orilla de los CAS.

Respecto a los mamíferos relacionados con los CAS, de una u otra manera fueron registradas, ya sea por avistamiento directo, fotografía, huella o excretas, casi todas las especies que están reportadas en los STH de la región. Los más comunes fueron el borrego cimarrón, el mapache, el coyote, la zorra y el grupo de los murciélagos; así como las especies de ganado doméstico presentes en la región.

La especie con mayor frecuencia en los CAS registrada en las trampas cámara fue el borrego cimarrón, en todas las ocasiones el uso que le daba a los CAS era para consumir este líquido, las visitas fueron realizadas tanto por animales solitarios como por rebaños de hasta ocho individuos, incluyendo machos, hembras y crías. Los mapaches se observaron caminando sobre los CAS, en un registro un individuo se estaba alimentando de algo que había sacado del agua, posiblemente un pez. La presencia de los coyotes en los CAS fue circunstancial, ya que nunca se registró algún uso del agua. La mayoría de las

observaciones de las zorras también fue circunstancial, pero en este caso sí se registraron individuos tomando agua. Respecto al ganado domestico, las actividades que realizaban en los CAS era tomar agua, pastar y caminar cruzando estos sitios.

3.7. Comparación de los Métodos de Registro de Especies (Trampas-Cámara y Avistamientos)

3.7.1. Trampas-cámara

Respecto a los registros de la presencia y actividad de la fauna en los CAS por medio de fotografías, se consideró la colocación de cinco cámaras digitales con sensor infrarrojo de movimiento durante 100 días, sin embargo por fallas en los equipos e inclemencias climáticas varió el número de cámaras activas. Al desglosar los valores registrados, se encontró que en El Sauzoso estuvieron activas 77 cámara/día, en El Camarón fueron 83, en El Saucito estuvieron activas 107, y en la Cañada Norte fueron 71, sumando un total de 338 cámara/día en la zona de estudio.

El número de fotografías con animales presentes fue diferente entre El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y la Cañada Norte (1099, 930, 736 y 91, respectivamente), sin embargo el número de fotos disparadas totales en cada sitio fue excesivamente mayor (3374, 3599, 2502 y 417, correspondiente a los STH).

En la Tabla XI se observan el número total de especies y de cada grupo filogenético, sin embargo por no poder ser identificables las especies de insectos por medio de

fotografías fueron excluidos, además es importante mencionar que las diferentes especies de murciélagos fueron difíciles de identificar con esta metodología por lo que se consideran como un conjunto respecto al grupo de los mamíferos. En la Tabla XII se muestra el número total de individuos, el número de individuos de cada grupo filogenético (el número de individuos de insectos es aproximado por el tamaño de dichos animales) y se incluye el número de individuos que no pudieron se identificados por medio de las fotografías. En las Figuras 13-16 se muestran imágenes de diferentes especies captadas por las trampas-cámara en cada STH.

Tabla XI. Número de especies observadas en los cuerpos de agua superficial por medio de trampas-cámara, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S.

STH	***An***	***Re***	***Av***	***Ma***	***Total***
El Sauzoso	2	2	17	9	30
El Camarón	0	3	22	6	31
El Saucito	0	1	16	7	24
Cañada Norte	0	1	3	3	7

Nota. An: número de individuos de anfibios, Re: número de individuos de reptiles, Av: número de individuos de aves, Ma: número de individuos de mamíferos, Total: Número total de individuos.

Tabla XII. Número de individuos observados en los cuerpos de agua superficial por medio de trampas-cámara, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S.

STH	***In***	***An***	***Re***	***Av***	***Ma***	***NI***	***Total***
El Sauzoso	10	29	41	102	143	19	344
El Camarón	5	0	27	201	209	20	462
El Saucito	45	0	10	217	123	12	407
Cañada Norte	0	0	1	25	11	2	39

Nota. In: número de individuos de insectos, An: número de individuos de anfibios, Re: número de individuos de reptiles, Av: número de individuos de aves, Ma: número de individuos de mamíferos, NI: número de individuos no identificados, Total: Número total de individuos.

En cada sitio se elaboraron las curvas de acumulación de especies registradas por este método, respecto al número de días de observación o muestreo (Fig. 12), con la finalidad de conocer si se completó el inventario de cada sitio de estudio con el método utilizado y esfuerzo de muestreo realizado, por lo tanto dar fiabilidad a este inventario biológico. En este caso se puede observar que la única curva que se estabiliza a pesar de los pocos días de observación es la Cañada Norte, esto indicaría que probablemente hay pocas especies que se pueden registrar con este método, o bien, que la fauna que utiliza los CAS en este sitio es escasa; en El Camarón y El Saucito empiezan a mostrar tendencia a estabilizarse, mientras que la curva representada por los datos de El Sauzoso sigue en aumento. Por lo que, en los tres últimos STH mencionados, es necesario seguir con los días de observación para analizar el tiempo de su estabilización.

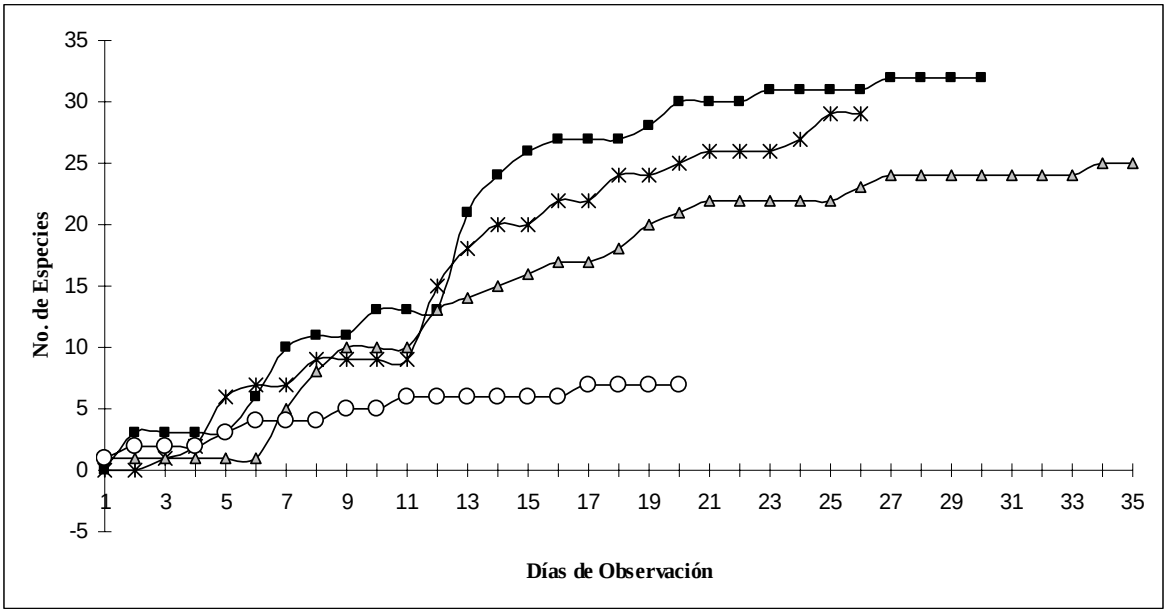

Figura 12. Curva de acumulación de especies registradas por trampas-cámara en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.: El Sauzoso (✳), El Camarón (■), El Saucito (▲) y la Cañada Norte (○).

Figura 13. Fotografías de diferentes especies en El Sauzoso registradas por trampa-cámara. El Sauzoso. Burro *Equus asinus*, vaca *Bos taurus*, tejon *Taxidea taxus*, borrego cimarrón *Ovis canadensis*, murciélago, gato montes *Linx rufus*, mapache *Procyon lotor*, *Pheucticus melanocephalus*, chacoaca *Callipepla californica*.

Figura 14. Fotografías de especies en El Camarón registradas por trampas-cámara. Auras *Cathartes aura*, burro *Equus asinus*, borrego cimarrón *Ovis canadensis* (hembras y macho), mapache *Procyon lotor*, cuervo *Corvus corax*, coyote *Canis latrans*, zorra *Urocyon cinereoargenteus*, *Icterus cucullatus*.

Figura 15. Fotografías de especies en El Saucito registradas por trampas-cámara. Martín pescador *Ceryle alcyon*, halcón cola roja *Buteo jamaicensis*, Auras *Cathartes aura*, mapache *Procyon lotor*, coyote *Canis latrans,* buhito *Micrathene whitney*, cuervo *Corvus corax*, vaca *Bos taurus*.

Figura 16. Fotografías de especies en la Cañada Norte registradas por trampas-cámara. Borrego cimarrón *Ovis canadensis,* zorra *Urocyon cinereoargenteus*, juancito *Ammospermophilus leucurus*, tortolita *Columbina passerina*, correcaminos *Geococcyx californianus*; trampa-cámara colocada en árbol.

3.7.2. Avistamientos

Los registros que se realizaron por este medio fue durante los recorridos a lo largo de los STH que se realizaban caminando o en vehiculo. Fue diferente el número de días que se realizaron este tipo de observaciones en cada STH, cabe mencionar que en una misma salida se podían realizar registro de especies en diferente día. En El Sauzoso fueron 17 días en que se realizaron avistamientos; en El Camarón y El Saucito fueron nueve días en cada sitio; y en la Cañada Norte ocho días; resultando un total de 43 días de registro de especies por este método.

En la Tabla XIII se observan el número total de especies y de cada grupo filogenético de vertebrados superiores. En este caso sí se incluyen las especies de murciélagos y roedores que fueron registradas por medio de redes y trampas, o bien observadas perchando en grietas de las rocas o cuevas. No se consideraron al grupo de los insectos por su difícil identificación a simple vista. Con este método no se registro la frecuencia de individuos de cada especie. En las Figuras 18-21 se muestran imágenes de las principales especies registradas por este método en cada STH.

Tabla XIII. Número de especies observadas en los cuerpos de agua superficial por medio de avistamientos, en el Sur de la Sierra de el Mechudo, B.C.S.

STH	***An***	***Re***	***Av***	***Ma***	***Total***
El Sauzoso	3	10	24	15	52
El Camarón	1	12	20	12	45
El Saucito	2	8	19	15	44
Cañada Norte	1	9	18	10	38

Nota. An: número de individuos de anfibios, Re: número de individuos de reptiles, Av: número de individuos de aves, Ma: número de individuos de mamíferos, Total: Número total de individuos.

Con el registro de especies en cada sitio se elaboraron las curvas de acumulación de especies relativas a los días de observación (Fig. 17), teniendo como objetivo observar el comportamiento de éstas para conocer la efectividad de este método en el inventario faunístico, así mismo se puede comparar con el método anteriormente descrito. De tal manera, se observa que las curvas de acumulación de especies de los cuatro STH siguen en aumento. Si se comparan las Figuras 12 y 17, aparentan ser similares en el comportamiento de incremento de las curvas respecto a los días observados, sin embargo el número de especies registradas por avistamientos es superior al registrado por las trampas-cámara.

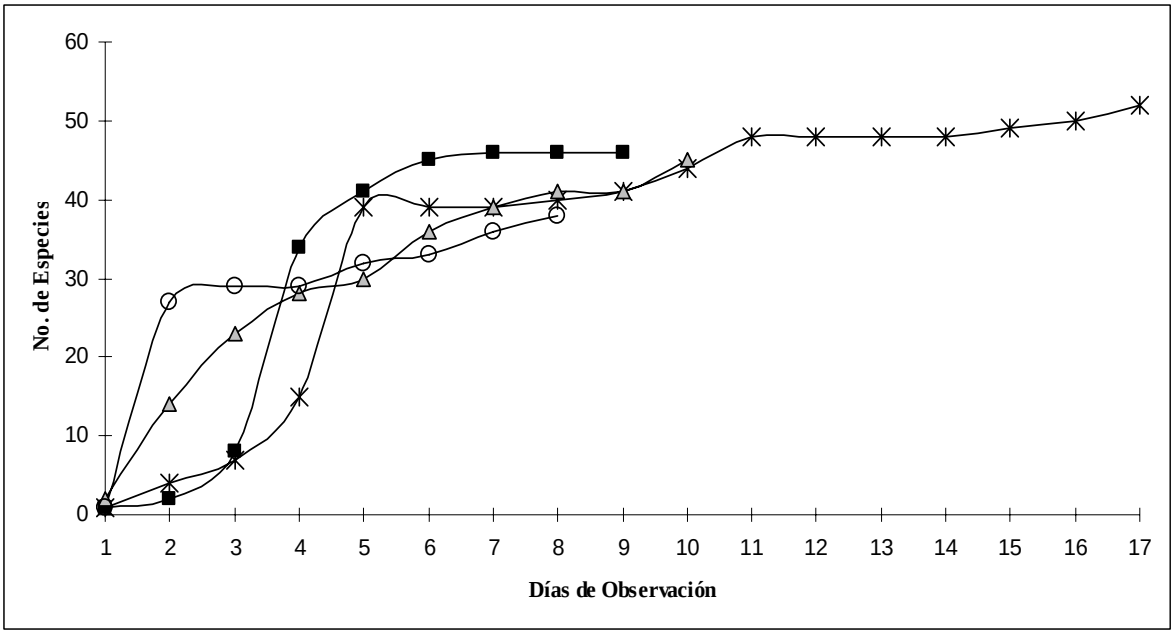

Figura 17. Curva de acumulación de especies registradas por avistamientos en los sistemas topográficos hídricos estudiados en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S.: El Sauzoso (✳), El Camarón (■), El Saucito (▲) y la Cañada Norte (○).

Figura 18. Fotografías de las principales especies en El Sauzoso registradas por avistamiento. *Lithobates forreri*, *Sayornis nigricans, Myiarchus cinerascens*, *Phainopepla nitens*, *Ovis canadensis*, *Uta stansburiana*, *Buteo albonotatus, Callisaurus draconoides.*

Figura 19. Fotografías de las principales especies en El Camarón registradas por avistamiento. *Crotalus enyo*, *Buteo jamaisensis*, *Anaxyrus punctatus*, *Carpodacus mexicanus*, *Sceloporus orcutti*, *Icterus cucullatus, Equus asinus*, *Picoides scalaris*, *Phyllodactylus xanti.*

Figura 20. Fotografías de las principales especies en El Saucito registradas por avistamiento. *Actitis macularia*, *Cathartes aura*, *Urosaurus nigricaudus*, *Chordeiles acutipennis*, *Myotis californicus*, *Sauromalus ater*, *Pseudacris hypochondriaca, Equus caballus*

Figura 21. Fotografías de las principales especies en Cañada Norte registradas por avistamiento. *Crotalus mitchellii, Anaxyrus punctatus, Coluber fuliginosus* y *Crotalus enyo, Petrosaurus repens, Buteo jamaisensis, Carpodacus mexicanus, Amphispiza bilineata, Ovis Canadensis.*

4. DISCUSIÓN

En la región sur de la Sierra de El Mechudo existen, además de los estudiados, otros STH con abastecimiento de agua, sin embargo, el recurso hidrológico se presenta principalmente en forma subterránea, o con CAS pequeños, escasos, aislados y de corta duración, por lo cual es difícil localizarlos. Por otra parte, si bien los palmares en algunos STH indican la presencia de humedad, no siempre es posible encontrar CAS, y de manera inversa, hay sitios con presencia de agua superficial pero con escasa o nula presencia de palmeras.

De cualquier manera, en los STH existe vegetación conocida como riparia, la cual se considera que se establece principalmente por el agua presente en los ríos o arroyos, en el caso de los arroyos desérticos, este tipo de plantas se presentan exclusivamente dentro de los CAS. El resto de las especies que se encuentran en las orillas de los STH se establecen principalmente por las características microclimáticas y fisiográficas provocadas por los paredones o pendientes de los cañones, cañadas o arroyos donde se encuentran. Cada STH es diferente en sus características topográficas, generando diferencias en la caracterización de la vegetación. El Saucito, con una topografía parecida a un cañón, presenta mayor número de individuos y riqueza de especies vegetales, igualmente en la Cañada Norte por las características de fondo de cañón tiene alto número de individuos y mayor densidad, por lo que se puede considerar que este tipo de topografía induce a una valiosa abundancia en plantas, sin embargo la riqueza de especies no esta influida por la topografía por que la Cañada Norte fue la que presentó menor valor; esto también puede ser debido al menor tamaño del área de muestreo de este sitio.

En los CAS el abastecimiento de agua subterráneo es relativamente constante, ya que siempre desemboca de la misma fractura geológica en cada caso, sin embargo por medio de los registros fotográficos se pudo aclarar que la cantidad de agua aportada varía en el transcurso del día. No obstante, la permanencia de agua superficial depende principalmente del sitio donde se acumula, es decir el tipo de suelo dentro del CAS, de tal forma, cuando el suelo superficial es rocoso, la cantidad de agua es mayor que cuando el suelo es permeable como es el arenoso. En El Sauzoso donde se acumula la mayor cantidad de agua en comparación con los otros STH, se encuentra a la roca como tipo de suelo en la mayoría de los CAS; El Camarón y El Saucito presentan algunos CAS con este mismo tipo de suelo conteniendo una cantidad moderada de agua superficial; en cambio en la Cañada Norte el tipo de suelo es principalmente arenoso y la acumulación superficial de agua es casi nula. Cabe mencionar que es posible que la profundidad en la que se encuentra la base de roca sólida puede estar relacionada con la permanencia de agua, sin embargo en este trabajo no se evaluó de dicha manera.

Es controversial la cantidad de agua acumulada en los STH debido a las variaciones diarias y, primordialmente a los eventos climáticos extremos, como fue el caso del paso por Baja California Sur de los huracanes “John” en septiembre de 2006, “Henriette” e “Ivo” en septiembre de 2007, que modificaron los CAS físicamente por el traslado de arena, rocas, vegetación, etcétera, por la fuerza del agua que proviene de estos fenómenos, creando nuevos CAS y desapareciendo otros, o bien modificando su forma o cantidad de agua acumulada. La precipitación ocurrida por los huracanes es muy importante en la recarga de los CAS en los desiertos, sin embargo en este trabajo no se pudo evaluar dicho efecto, no

obstante, el cálculo de la evapotranspiración muestra que el abasto que ofrecen los mantos freáticos es suficiente para mantener vigentes los CAS del área de estudio, ya que sin ellos se tiene calculado que tendrían una duración máxima de 22 días y las observaciones realizadas indican que han permanecido por más de un año, aunque este intervalo de tiempo este marcado por dos huracanes.

Referente a las características biológicas del agua se encontraron diferencias entre los sitios, el STH con mayor cantidad de coliformes totales NMP/100ml fue El Sauzoso coincidiendo con los CAS que presentan mayoritariamente a la roca como tipo de suelo; por otra parte, El Camarón fue el que tuvo mayor cantidad de coliformes fecales NMP/100ml, indicando que este sitio existe mayor cantidad de contaminantes por excreta, como lo concluyeron Madigan *et al.* (2004) y Mara y Horan (2003). Respecto al análisis químico del agua, los valores que se obtuvieron no causan problemas en la salud de la fauna que la consume, como lo indican Bleich *et al*. (2006) y Rosenstock *et al.* (2005), referente a que fueron tratadas las muestras de agua como salobre por sus valores de pH, se observó que El Saucito es el STH que tuvo mayor concentración de sales iónicas y menor el valor de pH, de manera opuesta, El Sauzoso fue el que presentó menor valor de sales y mayor pH, por lo que se puede considerar que tiene relación inversa la concentración de sales y el pH. Sin embargo, la prueba Kruskal-Wallis referente a la calidad del agua no tuvo diferencia significativa entre los sitios, es posible que esto se deba a la gran desviación estándar que presentan los valores por el pequeño número de muestras.

Los STH son relevantes por las características microambientales que presentan, además la acumulación de agua en las zonas áridas es considerada como un elemento

sumamente importante, entre otras cosas, porque influye en la distribución de especies animales. Aunque en este trabajo no se comparó la diversidad de especies dentro y fuera de los STH, sí se registraron especies que se encuentran fuera de su área de distribución, migratorias y en protección especial, incluso utilizando los CAS.

En una recopilación de decenas de estudios sobre especies de aves y mamíferos adaptadas a zonas áridas, Krausman *et al*. (2006) en su revisión de los requerimientos de agua libre de varias especies con capacidad para sobrevivir con recursos de agua preformada y metabólica, consideran que la necesidad de agua libre de cada especie a menudo ha sido inferida por las observaciones de la distribución del animal y el uso del recurso, más que por estudios fisiológicos, por lo que consideran que no es raro que en la literatura se encuentren errores respecto a los requerimientos de agua libre. De tal manera esta tesis sólo se enfocó a discernir las especies que están asociadas a las fuentes de agua y no los requerimientos de agua que necesitan de acuerdo a sus adaptaciones fisiológicas.

Aunque este estudio pretendía conocer la diversidad faunística asociada a los CAS, esto no fue posible al cien por ciento, debido a que las especies y grupos de especies tienen diferentes patrones conductuales y de distribución, de tal manera que algunas especies presentaron numerosos y continuos registros, principalmente anfibios, aves y algunos reptiles y mamíferos, mientras que otras fueron muy raras o no se registraron a pesar de encontrarse distribuidas en los sitios de estudio. Por otra parte se presentaron numerosos registros de especies, como los murciélagos que no fue posible identificarlas en las fotografías. De otros componentes de la diversidad faunística, como los invertebrados y

peces solamente se obtuvo información general, debido a que no fue posible identificarlos mediante las fotografías.

El registro de anfibios fue exitoso comparado con los registros en la literatura, a pesar de que no se encontró al sapo cavador *Scaphiopus couchii* reportado para la zona. Este grupo se caracteriza por presentarse estrechamente asociado al agua debido a sus adaptaciones biológicas, por lo que fueron frecuentemente encontrados en los STH o dentro de los CAS. Coincidiendo con lo anterior, en El Sauzoso fue donde se encontraron las tres especies, este sitio es el que presenta mayor cantidad de agua; y en la Cañada Norte solo se encontró una especie, en donde es escasa la acumulación de agua. Es importante mencionar que *Lithobates forreri* únicamente se encontró en El Sauzoso con una población abundante, lo cual podría dar respuesta a la poca presencia de las otras especies, es decir, que esta rana introducida y de mayor tamaño, podría estar desplazando a las otras especies nativas, aunque esto se deberá corroborar con una investigación adecuada.

En relación al registro de especies de reptiles, en este estudio se encontraron menos de la mitad de las que están reportadas en la literatura para la zona, esto se debe a que no se hizo una búsqueda intensiva de las especies, ya que solo se registraron los individuos que se encontraron durante los recorridos, observaciones y fotografías en los sitios de muestreo; por tanto, en la zona se encontraron más especies y abundancia de lagartijas en comparación con las serpientes, ya que estas últimas son de hábitos más ocultos que requieren de esfuerzos especiales de muestreo. A pesar de que fueron pocos los registros, se encontraron dos de las tres especies de Crotalus presentes en la zona, *C. enyo* y *C. mitchellii*. Es notoria sin embargo, la ausencia de serpientes acuáticas, como *Thamnophis*

hammondii que está reportada al norte de la región, pero posiblemente por la intermitencia y tamaño de los CAS, no se establecen dentro de los STH estudiados. El STH donde se hallaron más individuos del grupo de los reptiles fue en El Sauzoso, este sitio es el que tiene propiedades topográficas como un arroyo abierto, lo cual por las necesidades ectotérmicas de los reptiles es predecible encontrarlos en este sitio con mayor frecuencia. Lo anterior se confirma por la mayoría de registros en los espacios abiertos de los cuatro STH, como es el caso de la lagartija arenera *Callisaurus draconoides* la especie más frecuentemente encontrada cerca de los CAS, asoleándose o forrajeando; con menor frecuencia fueron registradas *Urosaurus nigricaudus, Uta stansbuirana* y *Aspidoscelis tigris* pero en la mayoría de los casos no se pudo observar el tipo de uso que le daban a los CAS.

El grupo de las aves fue el más abundante tanto en individuos como en riqueza de especies en comparación con los otros grupos filogenéticos. El STH con mayor número de individuos de aves es El Saucito, este cañón además de las características topográficas, debe estar influenciado principalmente por la vegetación que se encuentra a lo largo del STH (la más rica en especies y mayor abundancia vegetal), sin embargo la mayor riqueza de especies de aves fue en El Sauzoso, sitio con más porcentaje de cobertura y la mínima altura promedio. La especie más abundante en los STH y más frecuentemente observada usando los CAS fue el aura *Cathartes aura*, seguida del gorrión *Carpodacus mexicanus*. En los STH se encontraron individuos de *Actitis macularia, Sayornis saya* y *Vireo bellii,* especies reportadas como migratorias en Sibley (2001), las dos primeras también se encontraron relacionadas con los CAS. Al igual que *A. macularia*, otras dos especies que se

encontraron asociadas a los CAS, pero fuera de su hábitat común, aunque no de su área de distribución, fue la garza *Ardea herodias* y el martín pescador *Ceryle alcyon*, estas especies se encuentran relacionadas principalmente con el mar. Especies importantes en el uso de los CAS fueron las aves rapaces, principalmente el cola roja *Buteo jamicensis* observado frecuentemente dentro de los CAS para bañarse o refrescarse. Esto contradice lo descrito por Cade (1965) que mencionan que la presencia de aves depredadoras en los CAS es principalmente por la caza de su alimento.

Respecto a mamíferos silvestres encontrados en los STH todos se encontraron relacionados con los CAS, aunque *Ammospermophilus leucurus* fue raramente observado en esos sitios a pesar de su abundancia dentro de los STH, y tal vez por sus adaptaciones a zonas áridas no necesita consumir agua libre. El Saucito fue donde se localizó el mayor número de especies, sin embargo El Camarón fue el sitio con mayor número de individuos, esto puede ser debido a que en este STH existen varias fracturas topográficas, las cuales pueden servir de paso ideal para los movimientos de los animales terrestres.

Por su parte, el borrego cimarrón, especie cinegética con protección especial, fue observado en los cuatro sitios de estudios, sin embargo en El Saucito su avistamiento solo fue en las áreas montañosas del STH que da acceso al sitios donde se encuentran los CAS, así como escasos rastros (huellas y excretas) de su presencia en los mismos. En El Camarón fue donde se presentó la mayor frecuencia de observaciones de borregos, incluyendo individuos aislados y rebaños. En El Sauzoso, El Camarón y la Cañada Norte los borregos estuvieron usando los CAS en diferentes ocasiones a lo largo del estudio, mientras que la escasa presencia en El Saucito podría deberse a que topográficamente tiene poco terreno de

escape, ya que el cañón esta ubicado en una parte de la sierra constituida principalmente por lomeríos poco escarpados, y el terreno de escape es un factor fundamental en la conducta antidepredadora de esta especie, como lo indican autores como Alvarez-Cárdenas (2004), Bleich (1990), Krausman y Shackleton (2000), López *et al*. (1999), McKinney *et al*. (2003). En este trabajo, no se puede considerar como indicador de la presencia de borregos a la cobertura de la vegetación, ya que esta no fue medida con respecto a la visión que deben tener estos animales (a 1.5 m de altura) (Risenhoover y Bailey, 1985). Otra especie cinegética importante que se conoce que habita en estas zonas es el venado bura, sin embargo, solo se registró su presencia por medio de huellas, en dos STH, El Sauzoso y El Saucito, pero no relacionado a las fuentes de agua, posiblemente a que su distribución se localiza principalmente en las mesas, por arriba de los STH muestreados.

Dentro de los mamíferos carnívoros, se localizaron siete de las ocho especies reportadas para la zona en la literatura, el puma (*Puma concolor*) fue la especie no observada dentro de este estudio, lo cual posiblemente se deba a que su población es pequeña o han sido cazados por el impacto que tienen sobre el ganado. Aunque en este estudio no se observó algún tipo de comportamiento derivado de la interacción presa-depredador, a pesar de que estos CAS pueden funcionar como centro de acumulación de especies presa, coincidiendo con la investigación de DeStefano *et al*. (2000) donde menciona que los depredadores se acercan a las áreas con CAS para tomar agua más que para cazar.

En los cuatro STH se encontraron las principales especies de mamíferos domésticos reportadas en la región. Los burros fueron los más frecuentemente registrados en los CAS

de El Camarón, y en este sitio se tomó la muestra con el valor más alto de coliformes fecales, lo cual puede indicar la influencia de estos animales en la contaminación del agua, con la posible transmisión de enfermedades a las especies nativas, sin embargo se debe recordar que este sitio fue el que presentó mayor número de individuos de mamíferos silvestres lo cual también puede estar afectando la calidad del agua por coliformes fecales. Por su parte en El Sauzoso y El Saucito, la mayor presencia correspondió a vacas, debido a que los rancheros mantienen a su ganado en estos sitios para que pasten, primordialmente por tener agua cerca y por lo tanto vegetación a lo largo del año. Dentro de este estudio no se pudo evaluar el impacto que tienen las especies domésticas sobre las poblaciones nativas, sin embargo se sabe que la presencia de ganado libre al pastoreo comúnmente afecta a la fauna silvestre, ya sea por competencia por los recursos, o por la transmisión de enfermedades, como ha sido observado entre otros por Cosivi *et al*. (1995), de Lisle *et al*. (2002) y Kruse *et al*. (2004).

Respecto al análisis de función discriminante, se observó que la composición de especies era diferente entre los STH, sin embargo, El Sauzoso y la Cañada Norte no difirieron en la composición de especies a pesar de que son los sitios con mayor distancia física entre ellos. Esto significa que las especies que se encontraron en ambos sitios son muy parecidas, sin importar la abundancia de cada una, ya que para este análisis se utilizaron los valores de presencia de especies. Desafortunadamente, con los resultados obtenidos en este trabajo no se pueden conocer las variables ambientales que determinan la similitud en la composición de especies entre estos sitios.

Los objetivos referentes a las observaciones de la fauna en esta investigación se cubrieron con dos tipos de metodologías, por registros directos (avistamientos) e indirectos (rastros) en los STH y por medio de trampas-cámara en los sitios con CAS. El método por avistamientos, incluyendo el registro por rastros, cubre un área mayor, se pueden colectar los individuos para la identificación de especies y se puede establecer un registro antiguo (huellas, excretas, plumas y huesos), sin embargo el tiempo que se efectúan las observaciones es corto, además los animales cambian su conducta al notar la presencia humana por lo que no se puede estar evaluando eficazmente las especies que usan las fuentes de agua. Por otra parte, las trampas-cámaras permanecen en el sitio de estudio por largo tiempo, registrando presencia diurna y nocturna, cantidad de individuos y tipo de uso de los CAS; igualmente, se ha encontrado que no hay modificación del comportamiento de los animales con estos aparatos, ya que se han presentado los mismos organismos que una vez estuvieron cerca de estas trampas, tal y como lo observaron en otros trabajos de Heilbrun *et al*. (2003) y Seydack (1984) donde tuvieron recapturas, mostrando que a los animales no les afecta, por lo que se pueden observar utilizando los CAS a especies esquivas con los humanos, como el borrego cimarrón, gato montes, tejon, zorra, águilas, cuervos, etcétera; sin embargo, es difícil la identificación de especies pequeñas o análogas físicamente como lo mencionaron O´brien *et al*. (2006), además que por condiciones climáticas y problemas técnicos no siempre se hace el mismo esfuerzo de muestreo como lo describió Karanth (1995).

Para cumplir el objetivo de conocer la fauna asociada a los CAS, el método más efectivo fue el de trampas-cámara, y aunque se localizó más riqueza de especies en todos

grupos filogenéticos por medio de avistamientos, la mayoría de ellos no se realizaron directamente en las fuentes de agua y se efectuaron pocos registros de especies raras o difíciles de encontrar.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Baja California Sur, la mayoría de los ambientes tienen características semi-desérticas, por lo cual los cuerpos de agua superficial se convierten en un recurso elemental para las comunidades silvestres, tal y como sucede en los desiertos del resto del mundo. La existencia de estos sitios afecta la distribución y abundancia de los organismos, sin embargo la presencia de estos en los CAS depende de varios elementos, como los factores bióticos y abióticos que rodean el sitio, al igual que las adaptaciones conductuales y fisiológicas de cada especie. Si bien, se conoce que las especies que habitan las zonas áridas presentan adaptaciones para la escasez de agua, existen especies que por sus adaptaciones conductuales no han necesitado adecuarse fisiológicamente y los CAS ayudan en su sobrevivencia.

Se puede considerar que los CAS son parte fundamental en la conformación de áreas particulares, de la subsistencia de diversas especies y como soporte para el resto del ecosistema, además estos sitios son hábitats "frágiles" y de rápida transformación, tanto por impactos naturales como humanos, por lo que, es necesario realizar un esfuerzo de investigación y de conservación para estos sitios. La relevancia de este trabajo radica en que es el primer estudio en la región enfocado en este aspecto, abordando a diversos grupos filogenéticos de vertebrados y su relación con el hábitat asociado a los CAS.

Este estudio aporta información básica sobre la distribución de especies en los STH y el aprovechamiento que le dan a los CAS, esto ayuda a aumentar el conocimiento de las especies, su hábitat, conducta y requerimientos fisiológicos, incitando a que se realicen

investigaciones de mayor duración que aporten información con más detalle sobre especies relevantes que se encontraron en el presente estudio, principalmente especies de importancia cinegética, con estatus de conservación y de importancia ecológica, como el borrego cimarrón, felinos con poblaciones frágiles y efímera presencia como el gato montes; diferentes especies de serpientes que por sus hábitos ocultos fueron escasas en los registros de este estudio; especies introducidas en la zona como la rana *Lithobates forreri* y especies domésticas como el ganado vacuno y los burros, observando el impacto de estos últimos sobre el ecosistema; corroborar la importancia de los CAS en la distribución de diversas especies de reptiles como *Sceloporus orcutti, Petrosaurus repens y Sauromalus ater* y de especies de aves migratorias y residentes observadas en este estudio.

Existen diferentes tipos de alternativas que pudieran continuar la presente investigación. La utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) sería de suma utilidad para evaluar distribución de especies, ubicación de tipos de vegetación y calidad del hábitat, etcétera. Para colectar datos del comportamiento animal, también se pueden utilizar diferentes métodos, como la radiotelemetría para analizar desplazamientos y comportamiento de los animales durante su alimentación, reproducción y descanso, así como evaluar el uso del hábitat.

Por ultimo, se considera que es importante ubicar más STH y CAS a lo largo de toda la Sierra del Mechudo, escogiendo aquellos con características particulares que faciliten el reconocimiento de los sitios con mayor importancia en la distribución de las especies, así como el estado de conservación del hábitat en los mismos. De igual forma, se considera que el uso de trampas-cámara es un método efectivo para conocer la diversidad

de especies que utilizan los CAS, pero se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo mediante la utilización de un mayor número de cámaras, al menos cinco cámaras que funcionen simultáneamente, de manera continua y por periodos más prolongados en todos los sitios evaluados.

6. ANEXOS

Anexo 1. Calendario de salidas al campo 2006-2007.

1ª etapa							2ª etapa							
MENSUAL							SEMANAL							
2006					2007									
Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
A B C	*A B C*	*A B C*	*D*				*A B C D*	*A B C D*	*B C*	*A C D*	*A B C D*	*A B*	*A D*	*B C*

Sitios muestreados: *A* = El Sauzoso; *B* = El Camarón; *C* = El Saucito; *D* = Cañada Norte.

Anexo 2. Especies vegetales encontradas en cuatro sistemas topográficos hídricos en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S. Forma de vida: Árbol (Ar), Arbusto (Ab), Subarbusto (S.ab), Herbácea perenne (Hp), Herbácea anual (Ha), Trepadora anual (Ta), Trepadora perenne (Tp), Suculenta (Suc), Acuática (Acu). (*) indica su registro. En CAS: especies encontradas estrechamente con los CAS.

Nombre Científico	***Forma de Vida***	***En CAS***	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***
Acacia farnesiana	Ab	*	*	*	*	
Acacia greggii	Ar	*		*	*	
Acalypha comonduana	Hp			*		
Adelia virgata	Ab				*	
Aeschynomene nivea	S.ab	*		*		
Agave sp.	S.ab	*	*	*		
Antigonon leptopus	Tp	*			*	
Atamisquea emarginata	Ab	*	*	*	*	*
Atriplex barclayana	Hp				*	*
Baccharis salicifolia	Ab	*	*			
Bacopa monnieri	Acu	*				
Bebbia juncea	S.ab	*				
Bourreria sonorae	Ab	*			*	
Brickellia glabrata	S.ab	*			*	
Buddleia corrugata	S.ab	*				
Bumelia peninsularis	Ar					*
Bursera epignata	Ar					*
Bursera hindsiana	Ar	*		*		
Bursera microphylla	Ar	*	*	*	*	
Bursera odorata	Ab				*	
Caesalpinia arenosa	S.ab	*		*	*	
Callaeum macropterum	S.ab	*				
Cardiospermum corindum	Tp	*				
Cenchrus palmeri	Ha		*			
Cercidium floridum	Ar	*	*	*		
Chara fragilis	Acu	*				
Chloracantha spinosa	S.ab	*				
Cochemia poselgeri	Suc		*		*	
Colubrina viridis	Ar			*	*	*
Commicarpus scandens	S.ab				*	
Condalia globosa	Ab	*		*	*	*
Coulterella capitata	S.ab			*		*
Cylindropuntia molesta	Suc	*	*		*	
Cylindropuntia choya	Suc	*				
Cyrtocarpa edulis	Ar	*	*	*	*	
Dalea peninsularis	Hp				*	

Anexo 2. Continuación…

Datura discolor	Ha	*				
Ditaxis brandegee	S.ab	*	*	*	*	
Ditaxis lanceolata	Hp				*	
Echinocereus brandegeei	Suc	*	*		*	
Eleocharis geniculata	Hp	*				
Encelia farinosa	S.ab	*	*		*	*
Eucnide cordata	Ha	*				
Euphorbia magdalenae	Hp				*	
Ferocatus sp.	Suc				*	
Ficus brandegeei	Ar	*		*	*	
Forchammeria watsonii	S.ab	*			*	
Fouquieria diguetii	Ab	*	*	*	*	
Fuirena simples	Hp	*				
Gnaphalium oxyphyllum	Ha	*				
Gossypium davidsonii	S.ab	*				
Heliotropium curassabicum	Hp	*				
Hofmeisteria fasciculata	Hp	*				
Holographis virgata	S.ab				*	
Horsfordia alata	Hp	*				
Hymenoclea monogyra	S.ab	*				
Hyptis emoryi	S.ab	*				
Iresine alternifolia	Ab	*		*	*	
Jatropha cinerea	Ab	*			*	
Jatropha cuneata	S.ab	*	*	*	*	
Justicia californica	Ar	*		*	*	
Larrea tridentata	Ab					*
Lepidium lasiocarpum	Ha	*				
Licium andersonii	S.ab				*	
Licium brevipes	S.ab	*	*	*	*	*
Licium megacarpum	S.ab		*			
Lophocereus schottii	Suc	*	*		*	
Lysiloma candida	Ar	*		*	*	*
Machaeranthera crispa	Hp	*				
Macrosifonia hesperia	S.ab	*				
Mammillaria dioica	Suc		*		*	
Mentzelia adhaerens	Ha	*				
Mirabilis bigelovii	Hp	*				
Olneya tesota	Ar	*	*	*	*	
Pachycereus pringlei	Suc	*	*		*	*
Pachycormus discolor	Ar	*		*		
Partenice mollis	Ha	*				

Anexo 2. Continuación…

Perityle aurea	Ha	*				
Perityle emoryi	Ha	*				
Phaseolus filiformis	Ta	*				
Pleurocoronis laphamioides	S.ab	*				
Pluchea salicifolia	S.ab		*			
Prosopis articulata	Ar	*	*	*	*	*
Ruellia californica	Ab			*	*	
Samolus ebracteatus	Hp	*				
Sapium biloculare	Ab.	*				
Schoepfia californica	Ab			*		*
Senna confinis	Ha	*				
Shoenoplectu saximontanus	Acu	*				
Simmondsia chinensis	S.ab			*		*
Solanum hindsianum	S.ab			*		
Stegnosperma halimifolium	Ar	*	*	*	*	*
Stenocereus gummosus	Suc	*	*			
Stenocereus thurberi	Suc	*	*	*	*	
Tipha angustifolia	Acu	*				
Trixis angustifolia	S.ab			*		
Vallesia glabra	S.ab	*	*	*	*	*
Viguiera chenopodina	Ab	*				*
Viscainoa geniculata	Ab	*	*	*	*	*
Washingtonia robusta	Ar	*		*	*	

Anexo 3. Listado de los invertebrados identificados en cada STH, en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S. (*) indica la presencia de individuos de la familia; (+) señala la presencia de individuos de la especie.

Clasificación taxonómica	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***
Orden: **Coleoptera**				
Familia: Dytiscidae		*	*	
Especie*: sp.1*			+	
Sp.2			+	
Familia: Elmedia		*	*	
Familia: Tenebrionidae	*	*		*
Orden: **Diptera**				
Familia: Bombylidae		*		
Familia: Culicidae				*
Familia: Sarcophagidae	*	*		
Familia: Tabanidae		*		
Especie: *Tabanus sp.*		+		
Familia: Tachinidae		*		
Familia: Therevidae		*		
Orden: **Hemiptera**				
Familia: Corixidae			*	
Familia: Hydrometridae			*	
Familia: Nepidae		*	*	
Especie: *sp.1*			+	
sp.2		+		
Familia: Neurocidae		*		
Familia: Notonectidae		*	*	
Familia: Tabanidae			*	
Orden: **Hymenoptera**				
Familia: Apidae	*	*		*
Especie: *Apis mellifera*	+	+		+
Familia: Formicidae	*	*		*
Familia: Sphecidae		*		
Especie: Microbembex sp		+		
Sceliphron sp.		+		*
Familia: Vespidae	*	*		*
Especie: Polistes sp.	+	+		+
Orden: **Odonata**				
Familia: Lestidae	*	*	*	
Orden: **Orthoptera**				
Familia: Acrididae		*		
Orden: **Trichoptera**				
Familia: Hydroptilidae		*		
Orden: **Decapada**				
Familia: Palaemonidae		*		
Especie: *Machrobrachium sp.*		+		

Anexo 4. Especies animales reportadas en la literatura y registradas en el trabajo actual en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S. (*) indica registro de la especie; (**) señala las especies que son domesticas.

	Referencias Anteriores	***Presente Estudio***
Clase: AMPHIBIA		
Orden: **Anura**		
Familia: Bufonidae		
Especie: *Anaxyrus punctatus = Bufo punctatus*	*	*
Familia: Hylidae		
Especie: *Pseudacris hypochondriaca = Hyla regilla*	*	*
Familia: Ranidae		
Especie: *Lithobates forreri = Rana forreri*		*
Familia: Scaphiopodidae		
Especie: *Scaphiopus couchii*	*	
Clase: REPTILIA		
Orden: **Squamata**		
Suborden: Sauria		
Familia: Gekkonidae		
Especie: *Coleonyx variegatus*	*	
Especie: *Phyllodactylus xanti*	*	*
Familia: Iguanidae		
Especie: *Dipsosaurus dorsalis*	*	*
Sauromalus ater = Sauromalus obesus	*	*
Familia: Phrynosomatidae		
Especie: *Callisaurus draconoides*	*	*
Petrosaurus repens	*	*
Phrynosoma coronatum	*	
Sceloporus orcutti	*	*
Sceloporus zosteromus	*	*
Urosaurus nigricaudus	*	*
Uta stansburiana	*	*
Familia: Teiidae		
Especie: *Aspidoscelis hyperythra = Cnemidophorus hyperythrus*	*	*
Aspidoscelis tigris = Cnemidophorus tigris	*	*
Suborden: Serpentes		
Familia: Boidae		
Especie: *Lichanura trivirgata*	*	
Familia: Colubridae		
Especie: *Bogertophis rosaliae*	*	
Chilomeniscus stramineus	*	

Anexo 4. Continuación…

Coluber fuliginosus = Masticophis fuliginosus	*	*
Eridiphas slevini	*	
Hypsiglena ochrorhyncha = Hypsiglena torquata	*	
Lampropeltis getula	*	
Phyllorhynchus decurtatus	*	
Salvadora hexalepis	*	
Sonora semiannulata	*	
Tantilla planiceps	*	
Trimorphodon biscutatus	*	
Familia: Viperidae		
Especie: *Crotalus enyo*	*	*
Crotalus mitchellii	*	*
Crotalus ruber	*	
Familia: Leptotyphlopidae		
Especie: *Leptotyphlops humilis*	*	
Clase: AVE		
Subclase: Neornithes		
Superorden: Neognathae		
Orden: **Apodiformes**		
Familia: Trochilidae		
Subfamilia: Trochilinae		
Especie: *Calypte costae*	*	*
Hylocharis xantusii	*	*
Orden: **Caprimulgiformes**		
Familia: Caprimulgidae		
Subfamilia: Chordeilinae		
Especie: *Chordeiles acutipennis*	*	*
Phalaenoptilus nuttallii	*	
Orden: **Caradriformes**		
Suborden: Scolopaci		
Familia: Scolopacidae		
Subfamilia: Scolopacinae		
Tribu: Tringini		
Especie: *Actitis macularia*	*	*
Tribu: Calidridini		
Especie: *Calidris minutilla*	*	*
Orden: **Ciconiformes**		
Suborden: Ardeae		

Anexo 4.Continuación…

Familia: Ardeidae		
Tribu: Ardeini		
Especie: *Ardea alba*	*	
Ardea herodias	*	*
Egretta caerulea	*	
Suborden: Ciconiae		
Familia: Cathartidae		
Especie: *Cathartes aura*	*	*
Orden: **Columbiformes**		
Familia: Columbidae		
Especie: *Columbina passerina*	*	*
Zenaida asiatica	*	*
Zenaida macroura	*	*
Orden: **Coraciiformes**		
Suborden: Alcedines		
Familia: Alcedinidae		
Subfamilia: Cerylinae		
Especie: *Ceryle alcyon*	*	*
Orden: **Cuculiformes**		
Familia: Cuculidae		
Subfamilia: Neomorphinae		
Especie: *Geococcyx californianus*	*	*
Orden: **Falconiformes**		
Suborden: Accipitres		
Familia: Accipitridae		
Subfamilia: Accipitrinae		
Especie: *Accipiter cooperii*	*	*
Accipiter striatus	*	*
Buteo albonotatus	*	*
Buteo jamaicensis	*	*
Suborden: Falcones		
Familia: Falconidae		
Tribu: Falconini		
Especie: *Falco sparverius*	*	*
Orden: **Galliformes**		
Superfamilia: Phasianoidea		
Familia: Odontophoridae		
Especie: *Callipepla californica*	*	*

Anexo 4.Continuación…

Orden: **Passeriformes**		
Suborden: Passeri		
Familia: Aegithalidae		
Especie: *Psaltriparus minimus*	*	
Familia: Cardinalidae		
Especie: *Cardinalis cardinales*	*	*
Pheucticus melanocephalus	*	*
Familia: Corvidae		
Especie: *Aphelocoma californica*	*	
Corvus corax	*	*
Familia: Emberizidae		
Especie: *Amphispiza bilineata*	*	*
Chondestes grammacus	*	
Pipilo chlorurus	*	
Pipilo crissalis	*	
Spizella breweri	*	*
Spizella passerina	*	*
Familia: Fringillidae		
Subfamilia: Carduelinae		
Especie: *Carduelis psaltria*	*	*
Carpodacus mexicanus	*	*
Familia: Hirundinidae		
Subfamilia: Hirundininae		
Especie: *Progne subis*	*	
Tachycineta thalassina	*	*
Familia: Icteridae		
Especie: *Icterus cucullatus*	*	*
Icterus parisorum	*	*
Familia: Laniidae		
Especie: *Lanius ludovicianus*	*	*
Familia: Mimidae		
Especie: *Mimus polyglottos*	*	*
Toxostoma cinereum	*	*
Familia: Parulidae		
Especie: *Dendroica petechia*	*	
Geothlypis trichas	*	
Vermivora celata	*	*
Familia: Passeridae		
Especie: *Passer domesticus*	*	
Familia: Ptilogonatidae		
Especie: *Phainopepla nitens*	*	*

Anexo 4.Continuación…

Familia: Remizidae		
Especie: *Auriparus flaviceps*	*	*
Familia: Sylviidae		
Subfamilia: Polioptilinae		
Tribu: Polioptilini		
Especie: *Polioptila caerulea*	*	*
Polioptila californica	*	*
Familia: Troglodytidae		
Especie: *Campylorhynchus brunneicapillus*	*	*
Familia: Vireonidae		
Especie: *Vireo bellii*	*	*
Suborden: Tyranni		
Superfamilia: Tyrannoidea		
Familia: Tyrannidae		
Subfamilia: Tyranninae		
Especie: *Myiarchus cinerascens*	*	*
Subfamilia: Fluvicolinae		
Especie: *Sayornis nigricans*	*	*
Sayornis saya	*	*
Orden: **Piciformes**		
Suborden: Pici		
Familia: Picidae		
Subfamilia: Picinae		
Especie: *Colaptes chrysoides*	*	
Melanerpes uropygialis	*	*
Picoides scalaris	*	*
Orden: **Strigiformes**		
Familia: Strigidae		
Especie: *Bubo virginianus*	*	*
Micrathene whitneyi	*	*
Clase: MAMMALIA		
Orden: **Artiodactyla**		
Familia: Bovidae		
Especie: *Bos taurus*	**	*
Capra hircus	**	*
Ovis canadensis	*	*
Familia: Cervidae		
Subfamilia: Odocoileinae		
Especie: *Odocoileus hemionus*	*	*

Anexo 4.Continuación…

Orden: **Carnivora**		
Familia: Canidae		
Especie: *Canis familiaris*	**	*
Canis latrans	*	*
Urocyon cinereoargenteus	*	*
Familia: Felidae		
Subfamilia: Felinae		
Especie: *Lynx rufus*	*	*
Puma concolor	*	
Familia: Mustelidae		
Subfamilia: Mephitinae		
Especie: *Spilogale gracilis*	*	*
Subfamilia: Taxidiinae		
Especie: *Taxidea taxus*	*	*
Familia: Procyonidae		
Subfamilia: Procyoninae		
Especie: *Bassariscus astutus*	*	*
Procyon lotor	*	*
Orden: **Chiroptera**		
Familia: Molossidae		
Subfamilia: Tadarinae		
Especie: *Nyctinomops femorosaccus*	*	
Nyctinomops macrotis	*	
Tadarida brasiliensis	*	
Familia: Phyllostomidae		
Subfamilia: Macrotinae		
Especie: *Macrotus californicus*	*	
Subfamilia: Phyllostominae		
Especie: *Choeronycteris mexicana*	*	
Familia: Vespertilionidae		
Subfamilia: Vespertilionidae		
Especie: *Antrozous pallidus*	*	*
Corynorhinus townsendii	*	
Eptesicus fuscus	*	*
Eptesicus serotinus	*	
Lasiurus blossevillii	*	
Lasiurus cinereus	*	
Lasiurus xanthinus	*	
Myotis californicus	*	*
Myotis vivesi	*	

Anexo 4.Continuación…

Myotis volans	*	
Myotis yumanensis	*	
Pipistrellus hesperus	*	
Orden: **Insectivora**		
Familia: Soricidae		
Subfamilia: Soricinae		
Especie: *Notiosorex crawfordi*	*	
Orden: **Lagomorpha**		
Familia: Leporidae		
Subfamilia: Leporinae		
Especie: *Lepus californicus*	*	
Sylvilagus audubonii	*	
Sylvilagus bachmani	*	
Orden: **Perissodactyla**		
Familia: Equidad		
Especie: *Equus asinus*	**	*
Equus caballus	**	*
Orden: **Rodentia**		
Suborden: Sciurognathi		
Familia: Heteromyidae		
Subfamilia: Dipodomyinae		
Especie: *Dipodomys merriami*	*	
Subfamilia: Perognathinae		
Especie: *Chaetodipus spinatus*	*	*
Chaetodipus rudinoris	*	*
Familia: Muridae		
Subfamilia: Sigmodontinae		
Especie: *Neotoma lepida*	*	
Peromyscus eva	*	*
Peromyscus maniculatus	*	
Familia: Sciuridae		
Subfamilia: Sciurinae		
Especie: *Ammospermophilus leucurus*	*	*

Anexo 5. Especies animales encontradas en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S. (*) indica el registro de la especie.

Grupo filogenético	***Nombre Científico***	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada Norte***
Amphibia	*Anaxyrus punctatus*	*	*	*	*
Amphibia	*Lithobates forreri*	*			
Amphibia	*Pseudacris hypochondriaca*	*		*	
Reptilia	*Aspidoscelis hyperythra*	*	*		
Reptilia	*Aspidoscelis tigris*	*	*	*	*
Reptilia	*Callisaurus draconoides*	*	*	*	*
Reptilia	*Crotalus enyo*		*		*
Reptilia	*Crotalus mitchellii*		*		*
Reptilia	*Dipsosaurus dorsalis*	*	*		*
Reptilia	*Coluber fuliginosus*	*			*
Reptilia	*Petrosaurus repens*	*	*	*	*
Reptilia	*Phyllodactylus xanti*		*	*	
Reptilia	*Sauromalus ater*	*		*	
Reptilia	*Sceloporus orcutti*	*	*	*	
Reptilia	*Sceloporus zosteromus*		*	*	
Reptilia	*Urosaurus nigricaudus*	*	*	*	*
Reptilia	*Uta stansburiana*	*	*	*	*
Ave	*Accipiter cooperii*		*		*
Ave	*Accipiter striatus*		*		
Ave	*Actitis macularia*	*			
Ave	*Amphispiza bilineata*	*	*	*	*
Ave	*Ardea herodias*	*		*	
Ave	*Auriparus flaviceps*	*			*
Ave	*Bubo virginianus*		*		
Ave	*Buteo albonotatus*	*			
Ave	*Buteo jamaicensis*	*	*	*	*
Ave	*Calidris minutilla*			*	
Ave	*Callipepla californica*	*	*	*	*
Ave	*Calypte costae*	*			*
Ave	*Campylorhynchus brunneicapillus*		*	*	
Ave	*Cardinalis cardinalis*	*	*	*	
Ave	*Carduelis psaltria*				*
Ave	*Carpodacus mexicanus*	*	*	*	*
Ave	*Cathartes aura*	*	*	*	
Ave	*Ceryle alcyon*			*	
Ave	*Chordeiles acutipennis*	*		*	
Ave	*Columbina passerina*	*	*		*
Ave	*Corvus corax*	*	*	*	
Ave	*Falco sparverius*			*	
Ave	*Geococcyx californianus*	*		*	*
Ave	*Hylocharis xantusii*	*	*	*	*

Anexo 5.Continuación…

Ave	*Icterus cucullatus*	*	*	*	
Ave	*Icterus parisorum*			*	
Ave	*Lanius ludovicianus*		*		
Ave	*Melanerpes uropygialis*	*	*	*	
Ave	*Micrathene whitneyi*		*	*	
Ave	*Mimus polyglottos*	*	*		
Ave	*Myiarchus cinerascens*	*	*		*
Ave	*Phainopepla nitens*	*			*
Ave	*Pheucticus melanocephalus*	*			
Ave	*Picoides scalaris*		*		*
Ave	*Polioptila caerulea*	*	*	*	*
Ave	*Polioptila californica*			*	
Ave	*Sayornis nigricans*	*	*	*	*
Ave	*Sayornis saya*	*	*	*	
Ave	*Spizella breweri*	*			
Ave	*Spizella passerina*		*		
Ave	*Tachycineta thalassina*	*	*		
Ave	*Toxoma cinereum*	*	*		
Ave	*Vermivora celata*	*			*
Ave	*Vireo bellii*		*		
Ave	*Zenaida asiatica*	*	*	*	*
Ave	*Zenaida macroura*	*	*	*	
Mammalia	*Antrozous pallidus*		*		
Mammalia	*Ammospermophilus leucurus*	*	*		*
Mammalia	*Bassariscus astutus*	*	*	*	
Mammalia	*Bos taurus*	*	*	*	*
Mammalia	*Canis familiaris*	*			
Mammalia	*Canis latrans*	*	*	*	*
Mammalia	*Capra hircus*		*		
Mammalia	*Chaetodipus spinatus*			*	
Mammalia	*Chaetodipus rudinoris*			*	
Mammalia	*Equus asinus*	*	*	*	*
Mammalia	*Equus caballus*	*	*	*	*
Mammalia	*Eptesicus fuscus*	*	*	*	
Mammalia	*Lynx rufus*	*		*	*
Mammalia	*Myotis californicus*	*	*	*	
Mammalia	*Odocoileus hemionus*	*		*	
Mammalia	*Ovis canadensis weemsi*	*	*	*	*
Mammalia	*Peromyscus eva*			*	
Mammalia	*Procyon lotor*	*	*	*	*
Mammalia	*Spilogale gracilis*	*			
Mammalia	*Taxidea taxus*	*			*
Mammalia	*Urocyon cinereoargenteus*	*	*	*	*

Anexo 6. Número de registros de las especies observadas cerca de los cuerpos de agua superficial en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S., por medio de trampas-cámara.

Grupo filogenético	***Nombre Científico***	***El Sauzoso***	***El Camarón***	***El Saucito***	***Cañada norte***
Amphibia	*Lithobates forreri*	*27*	*0*	*0*	*0*
Amphibia	*Pseudacris hypochondriaca*	*2*	*0*	*0*	*0*
Reptilia	*Aspidoscelis tigris*	*1*	*0*	*0*	*0*
Reptilia	*Callisaurus draconoides*	*40*	*24*	*9*	*1*
Reptilia	*Petrosaurus repens*	*0*	*1*	*0*	*0*
Reptilia	*Urosaurus nigricaudus*	*0*	*1*	*0*	*0*
Ave	*Actitis macularia*	*1*	*0*	*8*	*0*
Ave	*Amphispiza bilineata*	*14*	*10*	*8*	*0*
Ave	*Bubo virginianus*	*0*	*1*	*0*	*0*
Ave	*Buteo jamaisensis*	*0*	*0*	*6*	*0*
Ave	*Callipepla californica*	*22*	*0*	*0*	*0*
Ave	*Campylorhynchus brunneicapillus*	*0*	*4*	*0*	*0*
Ave	*Cardinalis cardinalis*	*1*	*1*	*0*	*0*
Ave	*Carpodacus mexicanus*	*2*	*43*	*35*	*0*
Ave	*Cathartes aura*	*3*	*23*	*129*	*0*
Ave	*Ceryle alcyon*	*0*	*0*	*1*	*0*
Ave	*Chordeiles acutipennis*	*4*	*0*	*0*	*0*
Ave	*Columbina passerina*	*3*	*16*	*0*	*18*
Ave	*Corvus corax*	*2*	*22*	*11*	*0*
Ave	*Falco sparverius*	*0*	*0*	*1*	*0*
Ave	*Geococcyx californianus*	*1*	*0*	*0*	*2*
Ave	*Hylocharis xantusii*	*0*	*3*	*2*	*0*
Ave	*Icterus cucullatus*	*1*	*10*	*7*	*0*
Ave	*Melanerpes uropygialis*	*0*	*4*	*4*	*0*
Ave	*Micrathene whitneyi*	*0*	*1*	*1*	*0*
Ave	*Mimus polyglottos*	*2*	*2*	*0*	*0*
Ave	*Myiarchus cinerascens*	*8*	*5*	*0*	*0*
Ave	*Pheucticus melanocephalus*	*4*	*0*	*0*	*0*
Ave	*Picoides scalaris*	*0*	*1*	*0*	*0*
Ave	*Polioptila caerulea*	*0*	*2*	*0*	*0*
Ave	*Polioptila californica*	*0*	*0*	*1*	*0*
Ave	*Sayornis nigricans*	*0*	*3*	*3*	*0*
Ave	*Sayornis saya*	*0*	*1*	*1*	*0*
Ave	*Tachycineta thalassina*	*0*	*3*	*0*	*0*
Ave	*Toxostoma cinereum*	*8*	*1*	*0*	*0*
Ave	*Zenaida asiatica*	*17*	*24*	*6*	*4*
Ave	*Zenaida macroura*	*1*	*9*	*1*	*0*
Mamalia	*Ammospermophilus leucurus*	*0*	*0*	*0*	*1*

Anexo 6.Continuación…

Mamalia	*Bos taurus*	*47*	*0*	*49*	*0*
Mamalia	*Canis latrans*	*8*	*2*	*12*	*0*
Mamalia	*Equus asinus*	*1*	*75*	*23*	*0*
Mamalia	*Equus caballus*	*0*	*0*	*11*	*0*
Mamalia	*Lynx rufus*	*1*	*0*	*0*	*0*
Mamalia	Murciélagos	*75*	*91*	*13*	*0*
Mamalia	*Ovis canadensis*	*1*	*29*	*0*	*5*
Mamalia	*Procyon lotor*	*8*	*3*	*13*	*0*
Mamalia	*Taxidea taxus*	*1*	*0*	*0*	*0*
Mamalia	*Urocyon cinereoargenteus*	*1*	*9*	*2*	*5*

Anexo 7. Especies importantes y valores obtenidos en el análisis de función discriminante respecto a la composición de especies presentes en los cuerpos de agua superficial en cada sistema topográfico hídrico (El Sauzoso, El Camarón, El Saucito y Cañada Norte) en el sur de la Sierra de El Mechudo, B.C.S. (*) indica las especies que hacen la diferencia entre los STH, (-) señala las especies que no fueron utilizadas en el modelo porque no afectan la discriminación entre los sitios.

Especie	***Wilks' Lambda***	***Partial Lambda***	***F-remove (3,33)***	***p-level***	***Toler.***	***1-Toler. (R-Sqr.)***
* *Equus asinus*	0.050979	0.275418	28.93927	0.000000	0.244251	0.755749
* *C. brunneicapillus*	0.031676	0.443260	13.81612	0.000005	0.124522	0.875478
* *Petrosaurus repens*	0.024292	0.577998	8.03121	0.000373	0.516700	0.483300
* *Canis latrans*	0.023731	0.591644	7.59228	0.000540	0.376451	0.623549
* *Sayornis nigricans*	0.023280	0.603107	7.23889	0.000732	0.402195	0.597805
* *Melanerpes uropygialis*	0.022662	0.619573	6.75417	0.001121	0.261453	0.738547
* *Sayornis saya*	0.022362	0.627870	6.51956	0.001383	0.576298	0.423702
* *Bos taurus*	0.021108	0.665164	5.53729	0.003424	0.556854	0.443146
* *Aspidoscelis tigris*	0.020047	0.700364	4.70612	0.007649	0.531387	0.468613
* *Carpodacus mexicanus*	0.019950	0.703771	4.63010	0.008247	0.448445	0.551555
* *Pseudacris hypochondriaca*	0.019897	0.705669	4.58805	0.008599	0.528946	0.471054
* *Eptesicus fuscus*	0.019163	0.732697	4.01303	0.015361	0.503833	0.496167
* *Zenaida macroura*	0.018939	0.741348	3.83784	0.018393	0.407109	0.592891
* *Cathartes aura*	0.018495	0.759148	3.48993	0.026428	0.534698	0.465302
* *Micrathene whitneyi*	0.018099	0.775742	3.17998	0.036690	0.582663	0.417337
* *Ovis canadensis*	0.017853	0.786436	2.98716	0.045105	0.599022	0.400978
* *Corvus corax*	0.017049	0.823560	2.35666	0.089654	0.515624	0.484376
* *Taxidea taxus*	0.016517	0.850077	1.94000	0.142319	0.680241	0.319759
* *Geococcyx californianus*	0.016075	0.873427	1.59407	0.209455	0.645803	0.354197
* *A. leucurus*	0.015979	0.878709	1.51837	0.227953	0.935124	0.064876
* *Polioptila californica*	0.015668	0.896107	1.27532	0.298935	0.664068	0.335932
* *Myiarchus cinerascens*	0.015651	0.897098	1.26176	0.303471	0.583611	0.416390
* *Urosaurus nigricaudus*	0.015241	0.921208	0.94084	0.432042	0.762205	0.237795
- *Polioptila caerulea*	0.094270	1.000000	0.000000	1.000000		
- *Antrozous pallidus*	0.014003	0.997355	0.028284	0.993457	0.483015	0.516986
- *Hylocharis xantusii*	0.013965	0.994615	0.057749	0.981453	0.718551	0.281449
- *Bubo virginianus*	0.013911	0.990798	0.099072	0.959953	0.723620	0.276380
- *Zenaida asiatica*	0.013885	0.988903	0.119695	0.947858	0.557028	0.442972
- *Actitis macularia*	0.013847	0.986204	0.149221	0.929429	0.398920	0.601080
- *Chordeiles acutipennis*	0.013847	0.986204	0.149221	0.929429	0.398920	0.601080
- *Icterus cucullatus*	0.013831	0.985081	0.161547	0.921429	0.473701	0.526299
- *Urosaurus nigricaudus*	0.013775	0.981055	0.205979	0.891500	0.823953	0.176047
- *Picoides scalaris*	0.013775	0.981055	0.205979	0.891500	0.823953	0.176047
- *Tachycineta thalassina*	0.013775	0.981055	0.205979	0.891500	0.823953	0.176047
- *Toxoma cinereum*	0.013775	0.981055	0.205979	0.891500	0.415170	0.584830

Anexo 7. Continuación…

- *Myotis californicus*	0.013740	0.978621	0.233021	0.872691	0.546308	0.453692
- *Amphispiza bilineata*	0.013704	0.976029	0.261971	0.852247	0.359676	0.640324
- *Callisaurus draconoides*	0.013613	0.969528	0.335250	0.799921	0.585592	0.414408
- *Urocyon cinereoargenteus*	0.013605	0.968959	0.341709	0.795307	0.756963	0.243037
- *Falco sparverius*	0.013419	0.955769	0.493630	0.689237	0.835520	0.164480
- *Callipepla californica*	0.013150	0.936568	0.722428	0.546025	0.723797	0.276203
- *Equus caballus*	0.013131	0.935212	0.738948	0.536631	0.481978	0.518022
- *Buteo jamaicensis*	0.013029	0.927979	0.827842	0.488347	0.522571	0.477429
- *Lithobates forreri*	0.013019	0.927279	0.836522	0.483836	0.930306	0.069694
- *Pheucticus melanocephalus*	0.013019	0.927279	0.836522	0.483836	0.930306	0.069694
- *Lynx rufus*	0.013019	0.927279	0.836522	0.483836	0.930306	0.069694
- *Cardinalis cardinalis*	0.013006	0.926310	0.848555	0.477642	0.755264	0.244736
- *Procyon lotor*	0.012978	0.924344	0.873052	0.465246	0.552043	0.447957
- *Mimus polyglottos*	0.012923	0.920400	0.922498	0.441085	0.871063	0.128937
- *Columbina passerina*	0.012858	0.915761	0.981201	0.413864	0.587329	0.412671

7. LITERATURA CITADA

ALVAREZ-CÁRDENAS, S. 2004. Hábitat por el borrego cimarrón, *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. Tesis de Doctorado. UNAM. 130p.

ALVAREZ-CÁRDENAS, S., I. GUERRERO-CÁRDENAS, S. DÍAZ, P. GALLINA y S. GALLINA. 2001. The variables of physical habitat selection by desert bighorn sheep (*Ovis canadensis weemsi*) in the Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. *Journal Arid Environment*. 49:357-374.

ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S.T. y J.L. PATTON. 1999. *Mamíferos del Noroeste de México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. La Paz, México. 583pp.

ÁLVAREZ-CASTAÑEDA, S.T. y J.L. PATTON. 2000. *Mamíferos del Noroeste de México II*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC. La Paz, México. (583-873)pp.

BLEICH, V.C., N.G. ANDREW, M.J. MARTIN, G.P. MULCAHY, A.M. PAULI y S.S. ROSENSTOCK. 2006. Quality of water available to wildlife in desert environments: comparisons among anthropogenic and natural sources. *wildlife Society Bulletin*. 34(3):627-632.

BLEICH, V.C., J.D. WEHAUSEN y S.A. HOLL. 1990. Desert-dwelling mountain sheep: conservation implications of a naturally fragmented distribution. *Conservation Biology*. 4(4):383-390.

BOYLES, B. y T.L. CUTLER. 1999. Effect of surface water on desert bighorn sheep in the Cabeza Prieta National Wildlife Refuge, southwestern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*. 27(4):1082-1088.

BRIONES, O. 1994. Origen de los desiertos mexicanos. *Ciencia*. 45:263-279.

BROYLES, B. 1995. Desert wildlife water developments: questioning use in the southwest. *Wildlife Society Bulletin.* 23(4):663-675.

BROYLES, B. y T.L. CUTLER. 1999. Effect of surface water on desert bighorn sheep in the Cabeza Prieta National Wildlife Refuge, southwestern Arizona. *Wildlife Society Bulletin*. 27(4):1082-1088.

CADE, T.J. 1965. Relations between raptors and columbiform bird at a desert water hole. *The Wilson Bulletin*. 77(4):340-345.

COSIVI, O., F.X. MESLIN, C.J. DABORN y J.M. GRANGE. 1995. Epidemiology of Mycobacterium bovis infection in animals and humans, with particular reference to Africa. *Rev. Sci. Tech.* 14:733-746.

CUNNINGHAM, S.C. 1989. Evaluation of bighorn sheep habitat. En: R.M. Lee (ed.). *The desert bighorn sheep in Arizona*. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, USA. 265 pp.

DE LISLE, G.W., R.G. BENGIS, S.M. SCHMITT y D.J. O´BRIAN. 2002. Tuberculosis in free-ranging wildlife: detection, diagnosis and management. *Rev. Sci. Tech.* 21:317-334.

DESTEFANO, S., S.L. SCHMIDT y J.C. DEVOS. 2000. Observations of predator activity at wildlife water developments in southern Arizona. *Journal of Range Management*. 53:255-258.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN. 2001. Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2001. Especies protegidas en Peligro, Amenazadas, o en Extinción. Diario Oficial de la Federación, 6 de Marzo de 2001.

EVENARI, M., I. NOY- MEIR y D.W. GOODALL. 1985. Hot deserts and arid shrublands. En: (ed.). Vol. 12A y 12B. Elsevier, New York.

GARSHELIS, D.L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. En: L. Boitani y T.K. Fuller (ed.). *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia Univ. Press, N.Y. 111-164 pp.

GRISMER, L.L. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California: including its Pacific islands and the islands in the Sea of Cortés*. University of California Press. Berkeley, California. 339pp.

GROSS, J.E., F.J. SINGER y M.E. MOSES. 2000. Effects of disease, dispersal, and area on bighorn sheep restoration. *Restoration Ecology*. 8(48):25-37.

GUERRERO-CÁRDENAS, I. 1999. Factores que afectan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra del mechudo, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

GUERRERO-CÁRDENAS, I., I. TOVAR-ZAMORA y S. ALVAREZ-CÁRDENAS. 2003. Factores que afectan la distribución espacial del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la

Sierra del Mechudo, B.C.S., México. . *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 74(1):83-98.

HANSEN, C.G. 1980. Physical Characteristics. En: G.M.a.L.S. (eds) (ed.). *The desert bighorn, Its life history, ecology and management*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ. 52-63 pp.

HEILBRUN, R.D., N.J. SILVY, M.J. PETERSON y M.E. TEWES. 2006. Estimating bobcat abundance using automatically triggered cameras. *Wildlife Society Bulletin*. 34(1):69-73.

HEILBRUN, R.D., N.J. SILVY, M.E. TEWES y M.J. PETERSON. 2003. Using automatically triggered cameras to individually identify bobcats. *Wildlife Society Bulletin*. 31(3):748-755.

HENEN, B.T., C.C. PETERSON, I.R. WALLIS, K.H. BERRY y K.A. NAGY. 1998. Effects of climatic variation on field metabolism and water relations in desert tortoises. *Oecología*. 117(3):365-373.

HERNÁNDEZ-MORENO, L.G. 2007. Revisión sistemática del género Macrobrachium (Decapoda: Palaemonidae) de la península de Baja California, México. Tesis de Doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). 1988. Carta Hidrológica de Agua Superficiales. 1:250,000. La Paz G12-10-11. 1ª Impresión 1991. 1ª Edición.

JARAMILLO-MONROY, F., J. VALLEJO, C. SEPÚLVEDA y R. MENDOZA. 1991. Observaciones sobre la población del borrego cimarrón en el área de Santa Rosalía, Baja California Sur, México. *Ecologica*. 1(2):22-24.

KAM, M., A.A. DEGEN y K.A. NAGY. 1987. Seasonal energy, water, and food consumption of Negev chukars and sand partridges. *Ecology*. 68(44):1029-1037.

KARANTH, K.U. 1995. Estimating tiger populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*. 71:333-338.

KRAUSMAN, P.R., S.S. ROSENSTOCK y J.W. CAIN III. 2006. Developed water for wildlife: science, perception, values and controversy. *wildlife Society Bulletin*. 34(3):563-569.

KRAUSMAN, P.R., A.V. SANDOVAL y R.C. ETCHBERGER. 1999. Natural History of Desert Bighorn Sheep. En: V.R.y.R.K. (eds.) (ed.). *Mountain Sheep of North America.* The University of Arizona Press., Tucson, AZ. 139-191 pp.

KRAUSMAN, P.R. y D.M. SHACKLETON. 2000. Bighorn sheep. En: S. Demarais y P.R. Krausman (ed.). *Ecology and Management of Large Mammals in North America*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey. 517-544 pp.

KREBS, C.J. 1985. *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. Harla. Edición 2a. México. 753pp.

KRUSE, H., A.M. KIRKEMO y K. HANDELAND. 2004. Wildlife as Source of Zoonotic Infections. *Emerging Infectious Diseases*. 10(12):2067-2072.

KUNZ, T.H. y A. KURTA. 1988. Capture methods and holding devices. En: T.H. Kunz (ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution, U.S.A. 533 pp.

LÓPEZ, S.E., R.M. LEE, J.C. DE VOS, R.E. SCHWEINSBURG y S.G. LUNA. 1999. Relación uso-disponibilidad de componentes topográficos un modelo de calidad del hábitat para el borrego cimarrón, en Sonora, México. *Acta Zoologica Mexicana*. 76:17-34.

MACMAHON, J.A. 1979. North American deserts: their floral anda faunal components. En: D.W. Goodall, R.A. Perry y R.L. Simpson (ed.). *Arid land ecosystems: Structure, funtioning and management*. Cambridge University Press, Cambridge, N.K. 21-82 pp.

MADIGAN, T.M., J.M. MARTINKO y J. PARKER. 2004. *Brock. Biología de los Microorganismos*. Pearson Educación, S.A. Edición 10a. Madrid, España. 1096pp.

MARA, D.D. y N.J. HORAN. 2003. *The Handbook of Water and Wastewater Microbiology*. Academic Press. London. 819pp.

MARSHAL, J.P., V.C. BLEICH, P.R. KRAUSMAN, M.L. REED y N.G. ANDREW. 2006. Factors affecting habitat use and distribution of deset mule deer in an arid environment. *wildlife Society Bulletin*. 34(3):609-619.

MCKINNEY, T., S.R. BOE y J.C. DE VOS. 2003. GIS-based evaluation of escape terrain and desert bighorn sheep populations in Arizona. *Wildlife Society Bulletin*. 31(4):1229-1236.

MUELLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. New York. 547pp.

NAGY, K.A. 1975. Water and energy budgets of free-living animals: Measurement using isotopically labeled water. En: N.F. Hadley (ed.). *Environmental physiology of desert organisms*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania. 227-245 pp.

O´BRIEN, C.S., R.B. WADDELL, S.S. ROSENSTOCK y M.J. RABE. 2006. Wildlife use of water catchments in southwestern Arizona. *wildlife Society Bulletin*. 34(3):582-591.

ODUM, E.P. 1972. *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana. Edición 3a. México, D.F. 639pp.

PATTON, D.R. 1997. *Wildlife habitat relationships in forested ecosystems*. Timber Press, Inc. Portland, Oregon, USA. 502pp.

POLIS, G.A. 1994. *The ecology of desert communities*. The University of Arizona Press. 528pp.

RAUTENSTRAUCH, K.R. y P.R. KRAUSMAN. 1989. Influence of water availability on rainfall and movements of desert mule deer. . *Journal of Mammalogy*. 70:197-201.

RISENHOOVER, K.L. y J.A. BAILEY. 1985. Foraging ecology of mountain sheep: implications for habitat management. *Journal of Wildlife Management*. 49(3):797-804.

ROSENBERG, D.K., B.R. NOON y E.C. MESLOW. 1995. Towards a definition of biological corridor. En: J.A.Bissonette y.P.R.Krausman (eds.). *Integrating people and wildlife for a sustainable future*. International Wildlife Management Congress, Bethesda, Maryland. 436-439 pp.

ROSENSTOCK, S.S., V.C. BLEICH, M.J. RABE y C. REGGIARDO. 2005. Water quality at wildlife water sources in the Sonoran Desert, United States. *Rangeland ecology and management*. 58(6):623-627.

RZEDOWSKI, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432pp.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (SARH). 1978. Baja California Sur. Carta Sinóptica. Escala 1:50,000. Carta No.2

SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO (SPP). 1981. La Paz Carta de climas. Escala 1:1000,000.

SEYDACK, A.H.W. 1984. Application of a photo-recording device in the census of larger rain-forest mammals. *South African Journal of Wildlife Research*. 14:10-14.

SHANON, O., A.J. HUDSON y C. BRINK. 1975. Determinants of spatial distribution of rocky mountain bighorn sheep. *Journal of wildlife management* 39(2):387-401.

SHMIDA, A., M. EVENARI y I. NOY- MEIR. 1986. Hot desert ecosystems: an integrated view. En: M. Evenari, I. Noy- Meir y D.W. Goodall (ed.). *Hot deserts and arid shrublands*. Vol. 12. Elsevier. 379-387 pp.

SHREVE, F. 1951. Vegetation of the Sonoran Desert. *Carnegie Institution of Washington, Publication 591*.1-192.

SIBLEY, A.D. 2001. *The SIBLEY Guide to Birds*. National Audubon Society. Sexta reimpresion. National Audubon Society Inc. 545pp.

SMITH, R.L. y T.M. SMITH. 2001. *Ecología*. Addison Wesley. Edición 4a. España. 462pp.

TORRES, R.E. 1983. *Agrometeorología*. Diana. México. 150pp.

TURNER, J.C. 1973. Water, energy, and electrolyte balance in the desert bighorn, Ovis Canadensis. Tesis de Ph. D. University of California, Riverside.

TURNER, J.C., C.L. DOUGLAS, C.R. HALLUM, P.R. KRAUSMAN y R.R. RAMEY. 2004. Determination of critical habitat for the endangered Nelson´s bighorn sheep in southern California. *Wildlife Society Bulletin*. 32(2):427-448.

TURNER, J.C. y R. WEAVER. 1980. Water. En: G.M.a.L.S. (eds) (ed.). *The desert bighorn, Its life history, ecology and management*. The University of Arizona Press., Tucson, AZ. 100-112 pp.

VALENCIA-SÁNCHEZ, A. 2001. Evaluación del hábitat (vegetación y agua) del borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi* en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

WESTERN, D. 1975. Water availability and its influence on the structure and dynamics of a savannah large mammal community. *E. Afr. Wildl. J.* 13:265-286.

WHITFORD, W. 2002. *Ecology of desert systems*. Academic Press. 343pp.