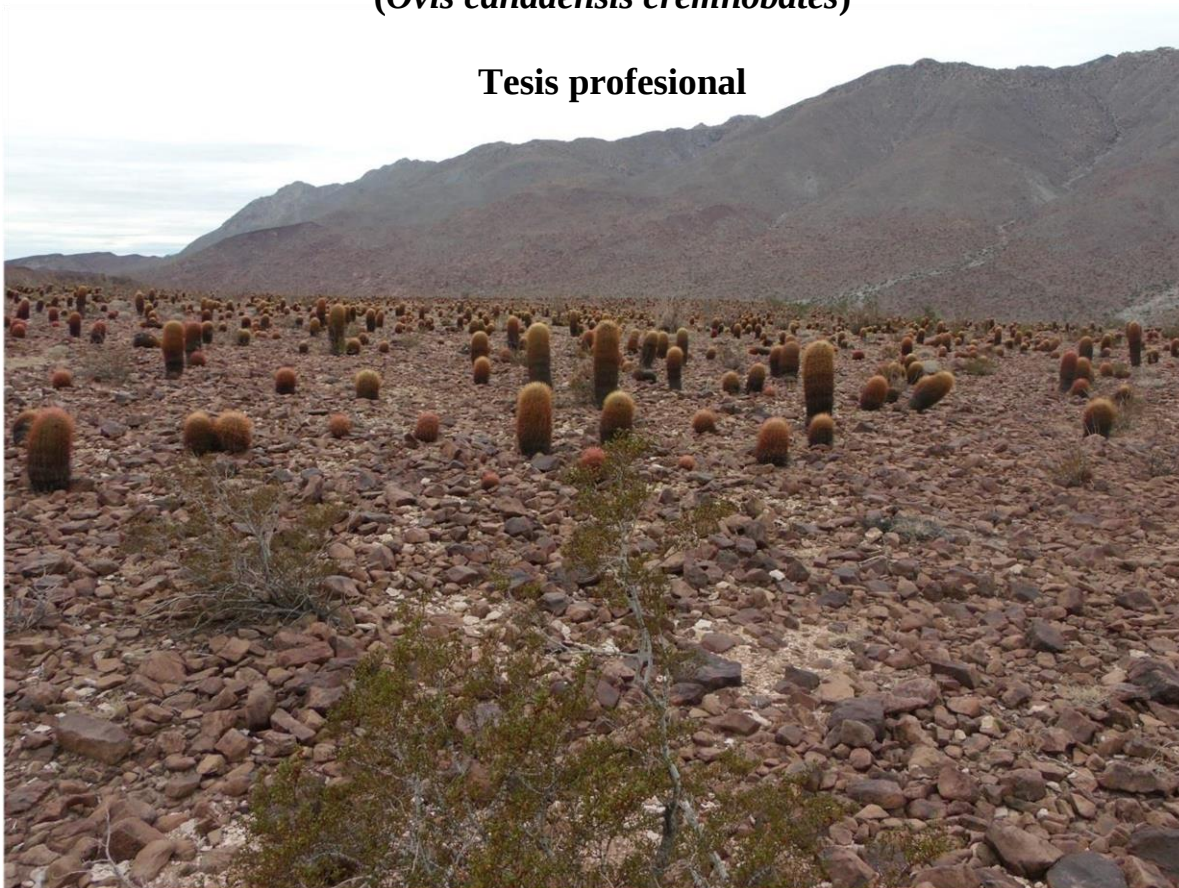


**Descripción de las comunidades vegetales en el norte de Sierra
Juárez, Baja California, zona de distribución de borrego cimarrón
(*Ovis canadensis cremnobates*)**

Tesis profesional



Presenta:

Ramiro Santos Cobos

Director: M. en C. Jorge Alaníz García

Codirector: Dr. José Delgadillo Rodríguez

Ensenada, Baja California, México

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS**

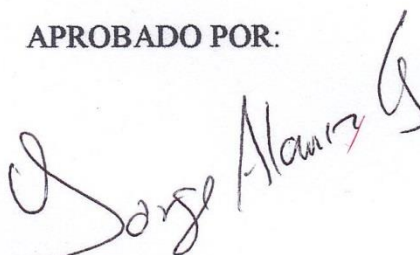
**Descripción de las comunidades vegetales en el norte de Sierra
Juárez, Baja California: zona de distribución de borrego cimarrón
(*Ovis canadensis cremnobates*)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PRESENTA:

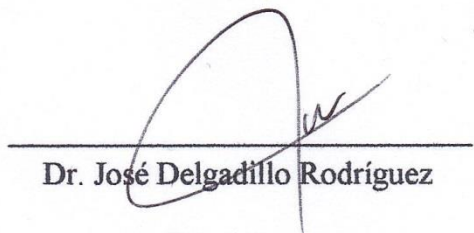
Ramiro Santos Cobos

APROBADO POR:



M. en C. Jorge Alaníz García

Presidente del Jurado



Dr. José Delgadillo Rodríguez

Sinodal



Dr. Faustino Camarena Rosales

Sinodal

Agradecimientos

A mis padres Ma. del Socorro Cobos , Ramiro Eusebio Santos y mi abuela María de los Ángeles por todo lo que me han dado en la vida, por quienes estoy aquí y soy quien soy. Les debo mi pasado, presente y futuro.

A mis hermanas Sara Alexandra y Elsie Daniela con quienes he compartido mi vida hasta el presente y han influido en mi persona en todos sentidos.

Al M. en c. Salvador Guzmán, Chava, por ser quien me acerco al proyecto del borrego cimarrón y por sus consejos.

Al M en c. Jorge Alaniz García por aceptarme en el proyecto y todo el apoyo que me dio durante la realización de este trabajo hasta el presente.

Al Dr. José Delgadillo por su gran ayuda en el desarrollo de esta tesis, en laboratorio, en el escrito y sus consejos.

Al Dr. Faustino Camarena por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A mis amigos que forman un parte importante de mi vida, y que están presentes de diferentes formas en la vida.

A todos los que de una forma u otra estuvieron pendientes de este trabajo, desde un simple “Como va la tesis”.

A todos los profesores que me dieron clases durante la licenciatura. Forman parte importante de mi persona como profesional.

A la SEP por el apoyo de la beca tesis de el periodo 2014-2 a 2015-1.

Y la UABC como mi institución formadora, que con defectos y virtudes es mi alma mater y a quien le debo mi desarrollo profesional

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la descripción de las comunidades vegetales en zona de distribución del borrego cimarrón y su relación con las comunidades vegetales identificadas en área de estudio, como factor importante en el hábitat del borrego cimarrón.

La especie *Ovis canadensis* cuenta con la categoría de Protección Especial (Pr) en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2012. La sierra de La Rumorosa es área de topografía accidentada en la parte más norteña de Sierra de Juárez. Se sitúa en parte en la provincia florística Californiano-Meridional en Baja California.

Para la identificación y descripción de las comunidades vegetales, se realizaron nuestro de tipo inventarios fitosociológicos según el método clásico de la escuela de Braun-Blanquet (1979) en un periodo de 11 meses. En cada muestreo se notaron características físicas, como altitud, suelo, pendiente, exposición, además de coordenadas y geomorfología, además de la estructura y composición florística de la comunidad. La selección de los sitios o áreas donde se aplicaron los muestreos, se basó en los datos de seguimiento/monitoreo satelital de los borregos.

Se registraron 157 especies en 122 géneros pertenecientes a 55 familias. Las familias Asteraceae y Fabaceae con el porcentaje más alto, 22% y 10% respectivamente. Se describen cinco comunidades vegetales: Chaparral-Bosque de pino (**CH**), Matorral rosetófilo desértico (**MDR**), Comunidad basalto (**BA**), Comunidad aluvión (**A**) Comunidad Oasis (**O**). También se realiza una breve descripción de la unidad denominada Matorral bajo (**MM**).

Las formas arbustivas son las predominantes en cuanto a número de especies, seguida por herbáceas perennes y anuales. La comunidad **CH** es del tipo chaparral desértico. Presenta estructura abierta y baja, con flora característica de alteraciones por incendios recientes. La comunidad **BA** es una variante de la asociación establecida como "malpaís", para este tipo de suelo, esto debido posiblemente por la concentración de caliche.

Se registraron de forma directa e indirecta 37 especies consumidas por el borrego cimarrón. De estas, las familias más consumidas fueron Asteraceae y Cactaceae con 6 y 4 especies respectivamente; 26% de las especies son arbustos y 24% de suculentas.

Se reconoce la comunidad **CH**, de alto valor como hábitat para el borrego cimarrón, por presencia constante de especies de valor como pastos, además de la geomorfología (e.g. rocosidad), así como por la presencia constante de especies de valor alimenticio como, *Eriogonum*, *Ditaxis*, *Encelia*, *Simmondsia* y suculentas, entre otras. Se considera que la comunidad **MDR**, de alto valor como hábitat para el borrego cimarrón. Mientras que por su topografía, rocosidad, y estructura abierta, las comunidades **BA** y **MM** representan alto valor como hábitat. Por otra parte, la

comunidad **O** es de importancia por la presencia de fuentes de agua, mientras que la comunidad **A** es de tránsito (paso).

ABSTRACT

The aim of the present work is the description of the vegetal communities in distributional range of the bighorn sheep. Linking the features of vegetation with the information reported about the bovid habitat.

The species *Ovis canadensis* is in official Mexican Protected Species NOM-059-SEMARNAT-2012, in the category Special Protection (Pr). La Rumorosa is a topographical hilly area, in the northeast of Sierra de Juárez. This area lies within a small penetration of the Californian-Meridional floristic province in Baja California.

During eleven months applied the releve method to know and described the plant communities according the phytosociological inventories (Braun-Blanquet, 1979),. In each site-sample annotated physical characteristics, like altitude, soil, slope, aspect, coordinates and geomorphology. The site selection was according the tracking and monitoring of the deer sheep along the study area.

In the area they were recorded 157 species in 122 genera into 55 families. The Asteraceae and Fabaceae families are the highest percentage 22% y 10% respectively. Five communities are described: Chaparral-pinyon woodland (**CH**), desert rosette scrub (**MDR**), basalt (**BA**), alluvial soil (**A**) Oasis (**O**). A brief description of a community named micropylle scrub (**MM**) is realized to.

The scrub is the dominant life form (48 species) followed by perennial and annual forbs. The **CH** community is a desert chaparral kind. It presents open and low structure, with characteristic flora of land that has recently presented fires. The **BA** community is a variant of the association named “malpais” for this kind of soil, with differences caused by the presence of caliche.

They were recorded 37 species with evidence of consume by the bighorn sheep directly and indirectly. Of these, the Asteraceae and Cactaceae families were the most consumed (6 & 4 sp). Twenty six percent of the species are scrubs, and 24% are succulents.

The **CH** community has a high value as habitat for bighorn sheep, by constant presence of valuable species such as grasses, topography, and rock cover. By the constant presence of valuable species as *Eriogonum*, *Ditaxis*, *Encelia*, *Simmondsia*, succulents and others, in the **MDR** community, has high value as habitat. By topography, rock cover, through the open structure of plant communities, the **BA** and **MM** has high value as habitat. The **O** community has value because it represents a major water source. **A** community is considered as passage community

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
II. ANTECEDENTES.....	7
2.1 Flora y vegetación	7
2.2 Borrego Cimarrón	8
III. ÁREA DE ESTUDIO	14
3.1 Zona.....	15
3.2 Geología	15
3.3 Climatología	16
3.4 Fitogeografía	17
3.5 Vegetación.....	18
IV. OBJETIVOS	20
V. METODOLOGÍA	21
5.1 Levantamiento de datos.....	21
5.2 Análisis de comunidades	22
5.3 Análisis de agrupamiento (cluster).....	22
5.4 Mapa distribución de comunidades	23
VI. RESULTADOS	24
6.1 Flora	24
6.2 Formas biológicas	25
6.3 Consumo de especies (ramoneo).....	26
6.4 Análisis de agrupamiento (cluster).....	33
6.5 Descripción de las comunidades	34
VII. DISCUSIÓN.....	42
7.1 Flora	42
7.2 Formas biológicas	43
7.3 Consumo de especies (Ramoneo)	44

7.4 Análisis estadístico (Cluster).....	45
7.5 Comunidades vegetales	45
7.6 Borrego Cimarrón	49
VIII CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES.....	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXO 1.....	65
Fotografías representativas de las comunidades vegetales.	65
ANEXO 2.....	70
Matriz de similitud entre las comunidades vegetales de acuerdo al índice de Jaccard. 70	
ANEXO 3.....	71
Especies consumidas.	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación de taxa por clase.	24
Tabla 2. Especies con categoría de riesgo en NOM- 059- SEMARNAT 2012.....	25
Tabla 3. Especies exóticas encontradas en el área de estudio.....	25
Tabla 4. Listado de especies consumidas por el borrego cimarrón con base en los registros directos e indirectos, y las comunidades en las que fueron registradas.	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Distribución de la precipitación y temperatura de la estación La Rumorosa, Tecate (Ruiz <i>et al.</i> , 2006).....	17
Gráfica 2. Espectro de formas biológicas.	26
Gráfica 3. Relación de especies ramoneadas-formas biológicas.	27
Grafica 4. Dendrograma de la jerarquía entre comunidades vegetales de acuerdo al índice de Jaccard. 1= CH-BP, 2= MDR, 3= A, 4= O, 5= BA.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	14
Figura 2. Fitogeografía de la península de Baja California (Peinado <i>et al.</i> , 1994).....	18
Figura 3. Distribución aproximada de los pisos bioclimáticos de Baja California..... (Peinado <i>et al.</i> , 1994).	19
Figura 4. Individuos de <i>Agave deserti</i> ssp. <i>deserti</i> con evidente consumo de sus hojas suculentas.	29
Figura 5. Pasto perene de <i>Achantherum parishii</i> en echadero con evidente consumo de tallos.	29
Figura 6. Individuo de <i>Ditaxis laceolata</i> mostrando fuerte ramoneo.	30
Figura 7. Individuo de <i>Nolina bigelovii</i> presentando ramoneo.....	30
Figura 8. Rama de <i>Bursera microphylla</i> mostrado ramoneo.	31
Figura 9. Individuo de <i>Ferocactus cylindraceus</i> que presenta consumo de parte interna.	31
Figura 10. Parte del fuste de <i>Agave deserti</i> ssp. <i>deserti</i> que muestra consumo.....	32
Figura 11. Borrego cimarrón consumiendo <i>Ambrosia dumosa</i>	32
Figura 12. Propuesta de distribución de comunidades vegetales en el área de estudio. ...	34

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla dentro del proyecto entre la Universidad Autónoma de Baja California, el Gobierno del Estado de Baja California y el Zoológico de San Diego, para la instrumentación de líneas de acción en la Estrategia Estatal para la Conservación y Manejo Sustentable del "borrego cimarrón" en Baja California, en particular la línea 4 que considera *evaluar la distribución geográfica histórica y actual del tamaño y composición de las poblaciones del borrego cimarrón*.

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es una de las especies cinegéticas más importantes del país, considerada como un valioso trofeo de caza debido a su gran cornamenta. Los cazadores compiten en él denomina el "Grand Slam", que consiste en poseer los trofeos de las cuatro especies de cimarrón que ellos reconocen, entre estos el también nombrado "borrego del desierto" que es el distribuido en México, y debido a lo reducido de las poblaciones se llegan a pagar grandes sumas de dinero por la posibilidad de ejercer la tasa de aprovechamiento asignada a una UMA (INE, 2000).

El borrego cimarrón tiene una importancia cultural histórica milenaria que se refleja en la cantidad de grabados y pinturas que se ubican en las zonas de distribución histórica, además de la cosmovisión del pueblo Kiliwa sobre el origen del mundo, así como las evidencias de culto encontradas en el grupo Pápago en Sonora, Hohokam en el oeste americano, Navajos y Hopos (Tapia, 2008). En Arroyo Grande, al este de la llamada Sierra Pinta, en lo que fue el corazón de las

tierras Kiliwa, no es de dudarse que este grupo indígena cazara a este gran mamífero para alimentarse, además del valor que para ellos tiene en su cosmología (Tapia, 1998).

En términos de labor científica, para la especie es necesario determinar algunos aspectos, como las áreas clave para cada una de las poblaciones, los movimientos territoriales y migratorios, los hábitos reproductivos, la calidad del hábitat y capacidad de carga del ecosistema, las medidas de manejo y la conservación del hábitat en condiciones naturales, semi-extensivas, las técnicas adecuadas para el manejo intensivo de los ejemplares, y precisar el grado de variación genética (SEMARNAT, 2000).

Dentro de los aspectos de la biología básica de una especie, la alimentación es quizás la de mayor importancia, ya que es un factor que mantiene e incluso puede elevar el número de individuos de una población (Bronson, 1989; en Galindo, 2000). Para el aprovechamiento de especies silvestres, como los consumidores primarios, es de gran importancia el conocimiento del estado del hábitat, su uso, la vegetación y su dinámica.

Este estudio tiene el propósito de conocer las comunidades vegetales en el área conocida como La Rumorosa, determinando sus características, florísticas y estructurales, altura, abundancia-cobertura, frecuencia y composición florística, en áreas identificadas por el tránsito y hábitat del borrego.

II. ANTECEDENTES

2.1 Flora y vegetación

Los estudios botánicos sobre la descripción sobre la flora y descripción de la vegetación son escasos, en el área de estudio, sierra La Rumorosa, en el norte de Sierra de Juárez. Sin embargo, los análisis generales de tipo florístico y de la vegetación en la Sierra de Juárez nos proveen de un panorama importante para los propósitos de este estudio Delgadillo (1995). Así, Valenzuela (1990) en su estudio florístico del Parque Nacional Constitución de 1857, en el centro de Sierra de Juárez, registro 364 taxa, tanto en bosque de pinos como en parches de chaparral. Por otra parte, Delgadillo y Peinado (2008) reportaron para la Sierra de Juárez 70 familias, 200 géneros, 350 especies, y 100 infraespecies.

En lo que respecta a la identificación y descripción de las comunidades vegetales, Passini *et al.* (1989) al hacer un análisis de la estructura (abundancia-cobertura) y del componente florístico de los bosques de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, identificaron y describen comunidades de pino piñonero (*Pinus quadrifolia*, *P. monophylla*) con especies del matorral xerófilo-desértico en la vertiente este de la sierra, particularmente con las especies *Agave deserti* ssp. *deserti* y *Echinocereus engelmannii*. Delgadillo (1995) refiere un chaparral de tipo desértico que se distribuye justo por debajo de los pinares de piñoneros y por arriba del matorral xerófilo-desértico. En cuanto a estudios fitosociológicos, Delgadillo (1995) y Peinado *et al.* (1995) describen la asociación fitosociológica *Echinocereo*

engelmannii-Agavetum deserti, la cual se distribuye en los pie de monte de las sierras que encaran a la provincia Colorada.

En cuanto a los registros históricos de ejemplares de herbario en el área de estudio, la base de datos del Consorcio Botánico de Baja California, que agrupa a seis herbarios del sur de California y dos de Baja California, tiene registrados 186 taxa en 51 familias (Bajaflora.org).

2.2 Borrego Cimarrón

En Norteamérica se encuentran dos especies de borrego de las montañas, carnero o muflón de Dalli (*Ovis delli*) y el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), conocidos en E.U.A. y Canadá como “desert bighorn sheep” (Beecham *et al.*, 2007). El borrego cimarrón presenta siete subespecies, tres presentes en territorio mexicano: *O.c.cremnobates* Elliot, 1903 o cimarrón café en Baja California; *O.c.weemsi* Goldman, 1937 o cimarrón rojo en Baja California Sur; y *O.c.mexicana* Merriam, 1901 o cimarrón gris en Sonora (INE, 2000).

El borrego cimarrón requiere de tres factores básicos para sobrevivir: alimento, agua y terreno de escape. El primer factor, demanda de una amplia variedad de especies vegetales, las cuales deben de encontrarse en un radio de 9.7km de las fuentes de agua. El segundo factor, es la limitante en la mayor parte del área de distribución, la presencia de alguna acción antropogénica, que implica alteración del hábitat pueden, interferir con la disponibilidad y consumo del agua. Los borregos prefieren sitios abiertos para beber y estar en condiciones de poder vigilar

la presencia de otra fauna mayor así como del hombre. El tercer factor, corresponde al terreno el cual debe de estar caracterizado por una topografía rocosa y accidentada, cañadas o espacios abiertos; sitios sin estas características apropiadas se ha observado ausencia del borrego (Monson y Summer, 1980).

McKenney *et al.* (2010) concluyen que, para el área de Mazatzal (Arizona), los dos principales factores que influyen en las tendencias demográficas fueron: 1) el estado alimenticio (precipitaciones más elevadas fueron asociadas a una mayor disponibilidad y contenido de minerales en el forraje), mejoraron los índices del estado alimenticio de los borregos cimarrones del desierto; y 2) la depredación de los pumas.

Animales en hábitats altamente productivos pueden conseguir recursos en un área menor, en comparación a los que habitan en áreas menos productivas (Jewel, 1966; Harestad y Bunnell, 1979; en Cain *et al.*, 2010).

En Baja California, Montoya (1998), evaluó el hábitat del borrego cimarrón en Sierra de San Pedro Mártir aplicando seis criterios para definir cinco tipos de hábitat: pendiente, pedregosidad, cobertura, frecuencia, de hierbas, árboles y arbustos, concluyendo que la altitud fue el carácter de mayor importancia para la presencia del borrego.

Guerrero-Cárdenas *et al.* (2003), evaluaron en Sierra del Mechudo, Baja California Sur, algunos componentes del hábitat del borrego cimarrón rojo utilizando métodos de uso-disponibilidad, con seis componentes: pendiente, orientación, distancia a terreno escape, distancia al agua, altitud y topo formas.

Encontrando que los borregos no utilizan los componentes según su proporción, prefiriendo alturas entre 100-200m, pendientes mayores a 80%, orientaciones al sureste, las puntas y lomas de cerro y una distancia a ojo de agua de 100-200 m. En la misma zona de Sierra Mechudo, el reconocimiento y medición de la vegetación en zonas con observación de borregos cimarrones dio como resultado una cobertura promedio del 21% y altura promedio de 1.3 m. Representando una estructura abierta con individuos de baja estatura. (Álvarez-Cárdenas *et al.*, 2009).

En una evaluación de hábitat realizada por López *et al.* (2000) en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Sonora, se otorgaron valores-puntos a los tres tipos de vegetación: dunas, planicies, vegetación de bajadas desérticas y sistemas riparios, y vegetación de sierras altas en donde dominando asociaciones de *Ambrosia dumosa*, *Larrea divariata*, *Jatropha cuneata*;suculentas y rosetófilas como *Agave deserti*, *Ferocactus cylindraceus*, *Opuntia basilaris*, y *Hesperoyucca wipplei*

En un estudio de uso de hábitat en Arizona mediante radio collares, se encontraron preferencias de uso en matorrales mixtos de jojoba (*Simmondsia chinensis*), palo verde (*Parkinsonia microphylla*) y cactus, con variaciones entre localidades, presentándose una los mayores grupos de borregos en la relación entre la vegetación de mejor calidad a mayor altitud (Bristow, 1996). También la jojoba esta reportada como la especie muy importante dentro de la dieta del borrego cimarrón, tanto para la subespecie *O. c. weemsi* en Baja California Sur y *O. c mexicana* en Sonora (Peraza, 2004; Galindo, 2000).

En California obtuvieron resultados que enfatizan la importancia de suculentas dentro de la dieta en zonas calientes y secas en un grupo de hembras. Teniendo como hipótesis que el consumo de especies con alto contenido de agua redujo la dependencia al agua líquida, aumentando el área de forrajeo dentro de un ambiente severo (Oehler *et al.*, 2003).

En Santa Rosa, California, durante el periodo 2004-2012, se determinó que en años con precipitaciones por abajo de la media, el consumo de "tallos" de inflorescencia de *Agave deserti* fue de 20-53%; mientras que en años de altas precipitaciones de 2.5% (Harkleroad y Krausman, 2014).

En Sierra de San Pedro Mártir se concluyó que los individuos del borrego cimarrón consumen las mismas especies vegetales, pero en variaciones estacionales y según el sexo, con un consumo mayor de arbustos durante la primavera, pastos en verano, y consumidas en igual proporción durante el otoño. Hembras y machos difieren en la proporción de consumo de especies vegetales, y la forma de vida dominante de las mismas; los machos mostraron un mayor consumo de arbustos y hembras de hierbas y pastos (Galindo, 2000).

En California, dentro de un análisis de dieta con dos grupos de hembras, se observaron diferencias en los porcentajes de formas de vida consumidos, con un consumo predominante de hierbas y pastos perennes en una zona de lluvia bimodal, y dieta predominantemente de arbustos, hierbas perennes y cactáceas en la zona más xérica (Oehler *et al.*, 2003). Cain *et al.* (2010) observaron en Arizona que la dieta se compone mayormente de arbustos, al igual que en otros estudios de

California, Nuevo México, Texas y Sonora. Estos autores refieren que el consumo de pastos es dominante de forma estacional en Nevada y California; por otra parte, el consumo de herbáceas domina en estudios dentro de Virgin Mountains, Arizona y Baja California Sur, mientras que en Texas co-domina el consumo de hierbas y arbustos.

Bristow *et al.* (1996) observó que ciertas características, como baja cobertura y estatura, son de mayor importancia que el tipo particular de vegetación, lo cual se reflejan en la frecuencia de uso.

La reintroducción del borrego cimarrón en zonas serranas en Arizona fue por mucho tiempo el objetivo de su manejo. Las zonas más prometedoras han sido evaluadas dentro de un sistema de once variables, con un máximo puntaje para sitios en laderas con cobertura de hierbas y pastos perennes , bajadas adyacentes y abanicos aluviales con especies forrajeras abundantes que muestran poco uso. La presencia de pastos perenes, janucia, madreselva, bayas de oso, *Ditaxis*, y herbáceas tienen especial atención, junto con arbustos como Jojoba, *Eriogonum fasciculatum* (Hook y Lee, 1985).

Wagner y Peak (2006) realizaron estudios en Idaho (EE.UU.) sobre la selectividad en la dieta y la calidad del forraje con poblaciones que no presentaron migración durante el invierno, y con una permanencia en tierras bajas más calientes y secas, que implicó un menor forraje con menor valor nutricional, encontrando que el borrego desarrolló un comportamiento de alimentación flexible y dinámico, adaptado al cambio fenológico y nutricional de las plantas; siendo la diversidad de

comunidades vegetales la que le brindó de la oportunidad para variar la composición en su dieta en las diferentes temporadas.

De las 13 sierras en el estado, Montoya (1998) reconoce que Juárez, con bosques de coníferas y nieve en invierno, es de vital importancia para el borrego a nivel local y regional por sus características únicas como heterogeneidad y para el manejo del borrego cimarrón.

García (2014), dentro de su caracterización de hábitat del borrego cimarrón, concluye que el borrego cimarrón en Sierra de Juárez se localiza en sitios con vegetación predominante de matorral desértico micrófilo con zonas ecotonaes de bosque de pino y chaparral.

III. ÁREA DE ESTUDIO

Es una zona de topografía accidentada dominada por montañas rocosas tipo granodioritas, con una altitud entre los 250 y 1400 m. Comprende un polígono de aproximadamente 15x15km (225km²), limitado al norte por la frontera con los EE.UU.; al oeste con el inicio las bajadas someras; al este laderas rocosas y escarpadas, y de igual forma al sur con respecto al inicio de los escarpes y con una parte de la zona de basaltos (Figura 1).

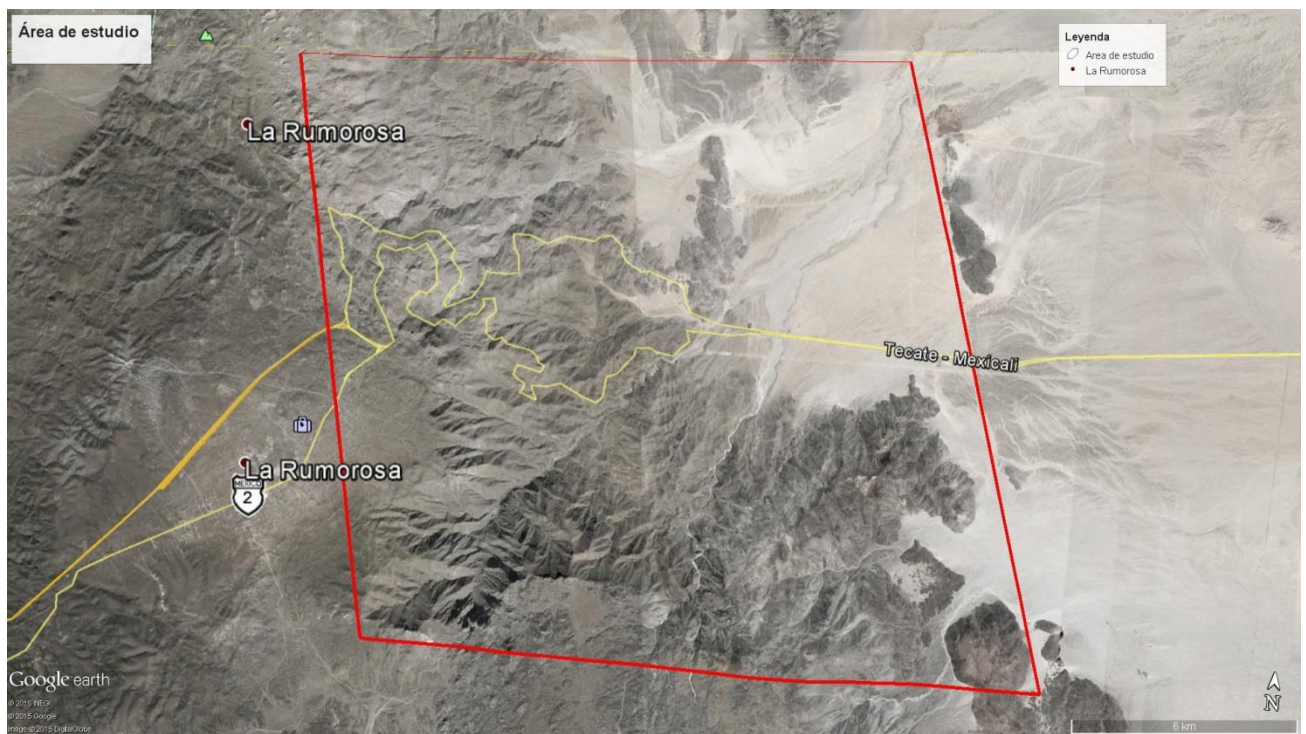


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

3.1 Zona

La sierra de La Rumorosa es parte del municipio de Tecate, en la parte norte de la cordillera de Sierra Juárez. Fue bautizada en 1916 por el comisionado Jorge Zehfus, al abrir paso a la línea telegráfica, por el “rumor musical” que producía el viento entre los pinares (Tapia, 1998). Actualmente es atravesada por la sinuosa carretera federal 2 Mexicali-Tecate-Tijuana.

3.2 Geología

La geología del estado está dividida en tres cinturones preterciarios a lo largo de la península que presentan características petrográficas, estructurales y estratigráficas claramente diferenciables, donde se encuentran afloramientos complejos de rocas intrusivas y rocas metamórficas derivadas principalmente del metamorfismo regional de rocas sedimentarias. A este pertenecen los batolitos Mesozoicos de la porción norte del estado. Las rocas plutónicas que lo conforman varían de tonalitas hasta granodioritas y granitos, con algunos pequeños plutones de diorita y gabbro (Morán, 1985).

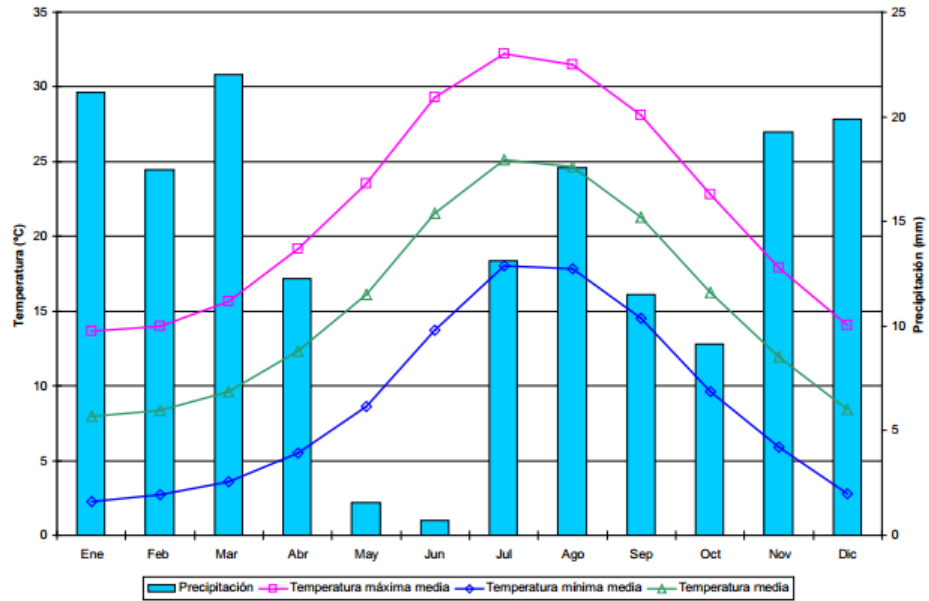
En zonas altas, que anteceden a las empinadas cuevas y en el sureste, se encuentran principalmente áreas de rocas ácidas intrusivas; en el área inferior, contigua en altitud, se tienen áreas de esquisto que atraviesan de norte a sur el área de estudio formando los cañones. Con pequeñas zonas de conglomerados encontradas principalmente en los cauces que se ubican arriba de los aluviones, además de otras zonas de baja elevación dentro de planicies. También pequeñas

áreas de basaltos se observan en la parte sureste, formando pequeñas elevaciones de color rojizo. Una pequeña área de rocas gneisse ubica a la altura de la caseta de cobro en la carretera Tecate-Mexicali. En la base de los cerros que colindan con planicies existen suelos eólicos (CATENAL, 1977). Las áreas de basalto en realidad se componen de rocas de andesita basáltica, con un espesor variable de hasta 40 m, seguida por una secuencia conglomerática apoyados por clastos, con matriz areno-arcillosa interclástica y parcialmente cementados por caliche (Romero y Barajas, 1998).

3.3Climatología

Considerando la clasificación climática de Köppen, adaptado a la República Mexicana (García, 1981), al área de estudio le corresponde a un clima muy árido, verano seco, temperatura media anual menor de 18°C, con el mes más caliente arriba de 18°C, y oscilaciones mayores de 14°C: BWks (é). La precipitación promedio anual para 35 años es de 165mm. Aunque la medida de precipitación no toma en cuenta las nevadas, Minnich (1986) refiere que a Sierra de Juárez le corresponde un 25%, lo que aumentaría a 220 mm anuales.

Bioclimáticamente tiene un índice de termicidad de 490, con un ombroclima árido (P=50-200) o semiárido (P=200-400), este último valor considerando la nieve (Grafica 1). Dos pisos bioclimáticos se presentan, el mesotropical y el mesomediterráneo (Figura 3) (Peinado *et al.*, 1994).



Grafica 1. Distribución de la precipitación y temperatura de la estación La Rumorosa, Tecate (Ruiz *et al.*, 2006).

3.4 Fitogeografía

El área de estudio está considerada en dos Reinos Fitogeográficos; por debajo de los 1000 m es de influencia Neotropical, mientras que en las partes de mayor altitud en el Holártico. En el primer Reino se ubica la región Xerofítica-Mexicana con la Provincia Colorada y el Sector San Felipe; el segundo Reino con Región Californiana y la Provincia Meridional/Californiana, y en hacia el sur una porción de la Provincia Martirensis con el Sector Juarezense (Peinado *et al.*, (1995) (Figura 2).

3.5 Vegetación

La vegetación del área de estudio comprende en las partes altas (> 1000 m) chaparral de montaña, bosque de pino piñonero (*Pinus quadrifolia*, *P. monophylla*), mientras que por debajo de los 1000 m de altitud matorral micrófilo o matorral rosetófilo desértico (Delgadillo, 1998). Una mayor descripción de la vegetación, componente florístico y comunidades vegetales son tratados en los resultados de este trabajo.

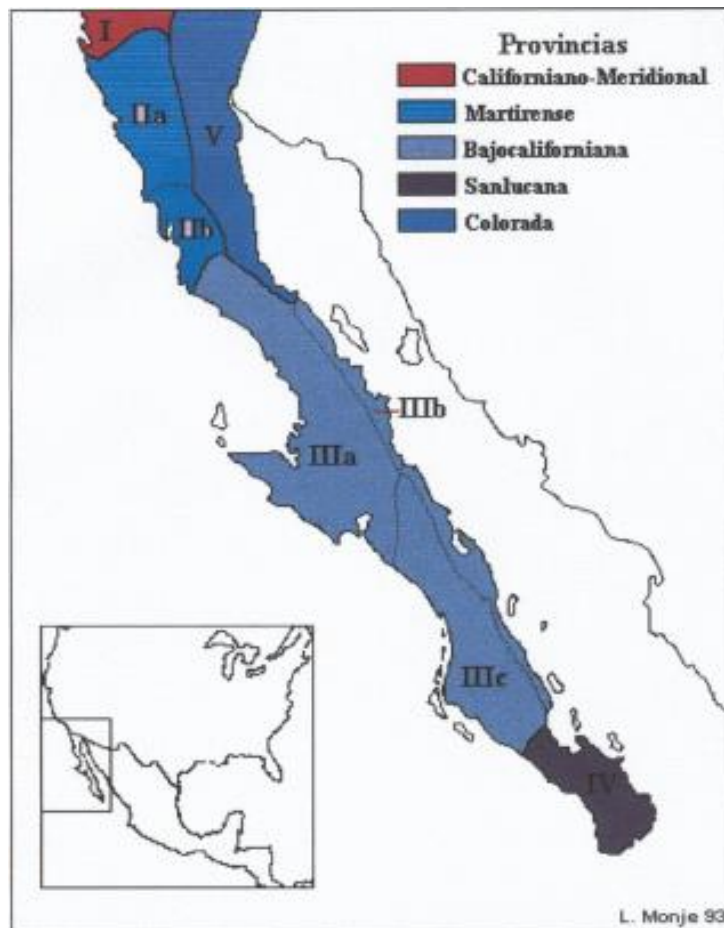


Figura 2. Fitogeografía de la península de Baja California (Peinado *et al.*, 1994).

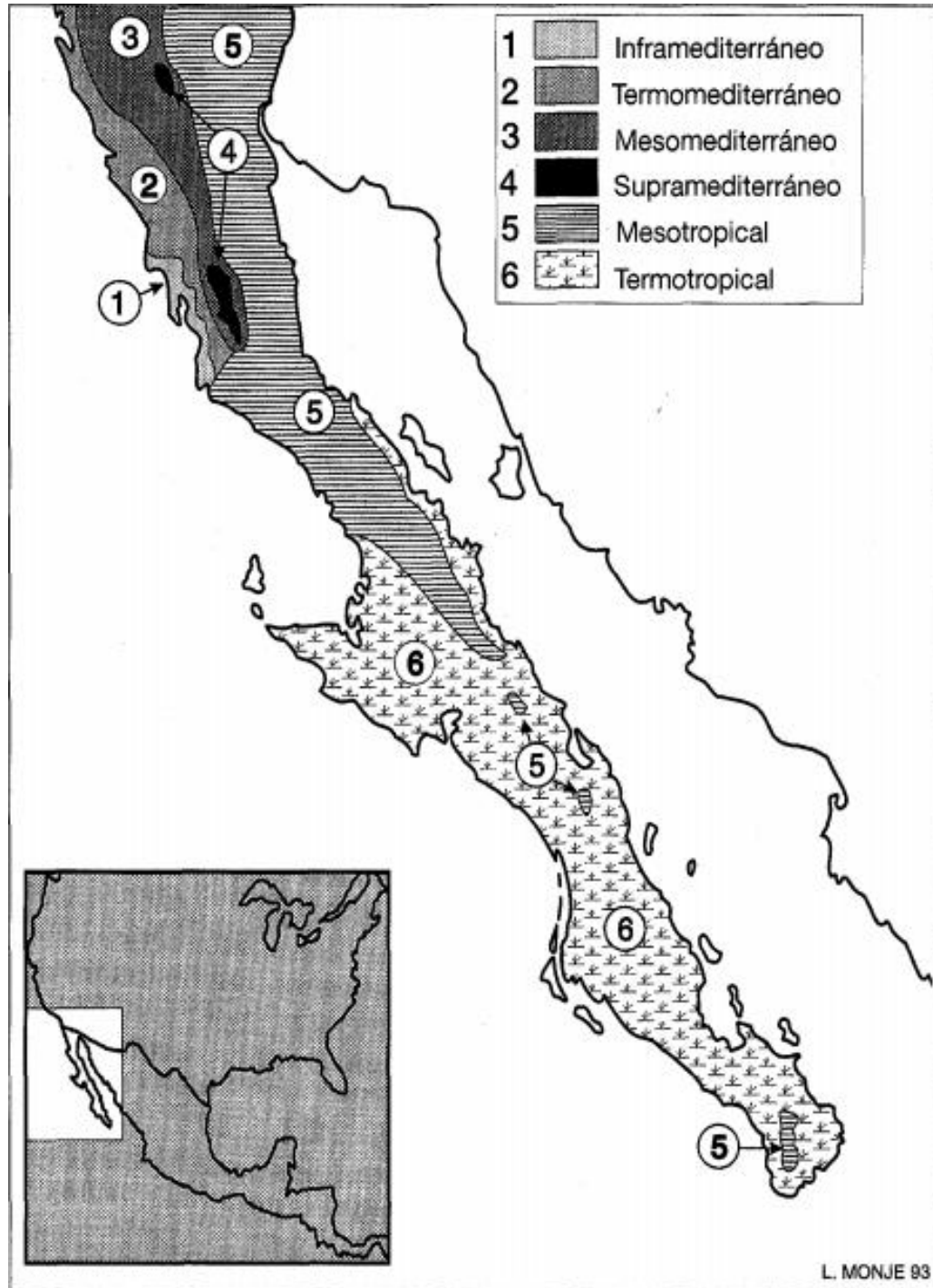


Figura 3. Distribución aproximada de los pisos bioclimáticos de Baja California (Peinado *et al.*, 1994).

IV. OBJETIVOS

General

Describir las comunidades vegetales en zona de borrego cimarrón en el área de estudio ubicada al norte de Sierra de Juárez.

Particulares

- Conocer el componente florístico del área.
- Identificar y describir las comunidades vegetales perenes encontradas en el sitio de estudio.

V. METODOLOGÍA

5.1 Levantamiento de datos

a) Para identificar y describir las comunidades vegetales se realizaron muestreos (cuadrantes) a partir de inventarios fitosociológicos según el método clásico de la escuela Zürich-Montpellier y la escala abundancia-dominancia de Braun-Blanquet (1979). Para la realización de los muestreos se consideró lo accidentado y su accesibilidad del terreno, intentando siempre cubrir la mayor área posible.

b) Los sitios de muestreo fueron seleccionados en base a la observación directa y presencia de grupos de borrego cimarrón; el seguimiento de individuos con transmisores satelitales; y en evidencias indirectas de huellas, pellets, echaderos, senderos y comederos. Además, de las especies registradas dentro de los cuadrantes, también se hicieron anotaciones de aquellas especies de plantas con signos de ramoneo, información relevante para el conocimiento de la dieta del borrego

c) Para cada sitio de muestreo se tomó nota de factores físicos determinantes en las variantes de la vegetación, tales como: altitud, coordenadas, suelo, pendiente, exposición, y fisionomía general (estructura de la vegetación). En campo se realizó la primera identificación taxonómica, y posteriormente una determinación final a partir de ejemplares recolectados en el herbario BCMEX de la Facultad de Ciencias en la Universidad Autónoma de Baja California. Para la determinación taxonómica se consultaron: “The of flora de Baja California” (Wiggins, 1980), “The Jepson

Manual Higher Plants of California” (Hickman, 1993), y “The Flora of Colorado” (Feldger, 1995). El material botánico recolectado está depositado en el Herbario BCMEX.

d) Para la actualización de la nomenclatura taxonómica se consultaron las bases de datos “Intergated Taxonomic System” (www.itis.gov), “Calflora” (www.calflora.org), "The Plant List" (<http://www.theplantlist.org/1/>), así como del Consorcio Botánico de Baja California (Bajaflora.org).

5.2 Análisis de comunidades

Como parte de la etapa sintética del método fitosociológico, se elaboró una tabla con la información obtenida en campo y ordenada por el número de cuadrante y sus valores de dominancia-cobertura para cada especie. Los datos de fisionomía, composición y físicos se analizaron para cada comunidad vegetal identificada.

5.3 Análisis de agrupamiento (cluster)

Para el análisis de agrupamiento (cluster) se utilizó el programa ESTATISTICA 10, con la distancia de Chebychev como medida de similitud y el promedio ponderado de pares de grupos para agrupamiento, utilizando una matriz con valores del índice de Jaccard. A partir de este análisis se comprueba la identificación de las diferentes comunidades vegetales observadas en campo. El tratamiento fue aplicado a los 93 taxa registrados en 41 muestreos.

5.4 Mapa distribución de comunidades

Para la elaboración de un mapa de distribución de las comunidades se utilizó el software gratuito QGIS 2.10, siendo altitud, geología y suelo las principales características para determinarlos límites para cada comunidad. Además, se tomaron como referencia las curvas de nivel obtenidas de la página de metadatos de INEGI y la información geológica.

VI. RESULTADOS

6.1 Flora

En total se realizaron 41 cuadrantes, de los cuales 16 corresponden a vegetación chaparral-bosque de pino (CH), 16 a matorral desértico rosetófilo (MDR), cuatro a basalto (BA), tres a planicies de aluvión (A), y tres a lugares con humedad permanente tipo oasis (O).

La clase Magnoliopsida represento el 97% de los taxa (Tabla 1), y se registraron un total de 157 taxa de plantas vasculares, 115 géneros, 55 familias y tres clases. Las familias Asteraceae y Fabaceae tienen el porcentaje más alto, con 21% y 10% respectivamente; las 53 familias restantes tienen un porcentaje menor al 5% cada una.

Clase	Familias	Géneros	Especies
Pinopsida	2	3	3
Gnetopsida	1	1	1
Magnoliopsida	52	118	153
Total	55	122	157

Tabla 1. Relación de taxa por clase.

En cuanto a endemismos, solo dos taxa se registraron: el subarbusto endémico *Ambrosia flexuosa*, y el arbusto casi semi-endémico *Berberis higginsiae*.

Cinco taxa tienen categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2012 (Tabla 2). Cinco, especies exóticas fueron recolectadas, cuatro hierbas anuales y un arbusto. (Tabla 3).

Familia	Especie	Estatus NOM
Pinaceae	<i>Pinus monophylla</i>	Pr
	<i>Pinus quadrifolia</i>	Pr
Cupressaceae	<i>Juniperus californica</i>	Pr
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	Pr
Cactaceae	<i>Ferocactus cylindraceus</i>	Pr

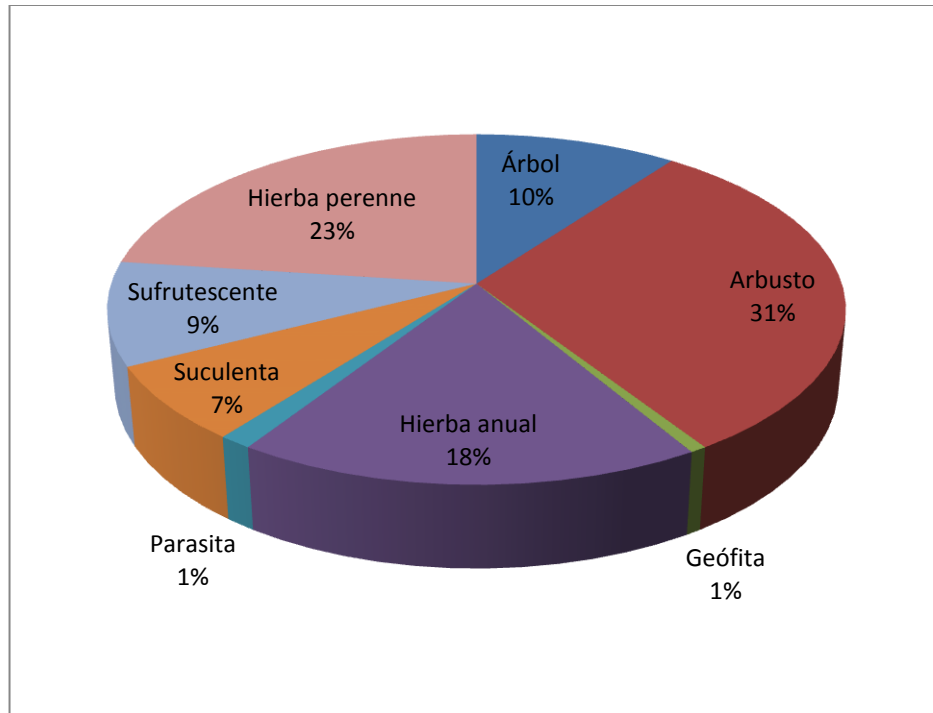
Tabla 2. Especies con categoría de riesgo en NOM- 059- SEMARNAT 2012.

Familia	Especie	Comunidad	Forma biológica
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i>	CH	Hierba anual
Poaceae	<i>Bromus rubens</i>	CH	Hierba anual
Poaceae	<i>Phalaris caroliniana</i>	MDR	Hierba anual
Poaceae	<i>Schismus barbatus</i>	MDR	Hierba anual
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	O, A	Árbusto

Tabla 3. Especies exóticas encontradas en el área de estudio

6.2 Formas biológicas

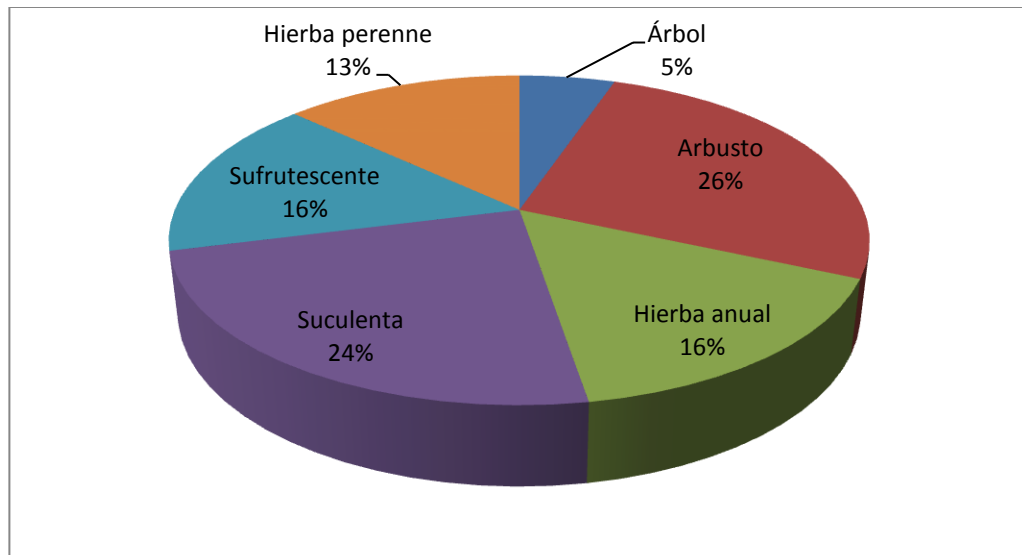
Del total de taxa, el 31% correspondieron a arbustos, 23% hierbas perennes, 18% hierbas anuales, 10% arboles, 9%suculentas , y 1% de geófitas y parásitas (Grafica 2).



Gráfica 2. Espectro de formas biológicas.

6.3 Consumo de especies (ramoneo)

Se encontraron evidencias de 37 taxa consumibles por el borrego cimarrón, esto en rastros de ramoneo en zonas muy concurridas por las manadas, o directamente de forma visual (Figuras 7-9, Tabla 4). De estas, las familias más consumidas fueron: Asteraceae, Cactaceae, y Lamiaceae con 6, 4, y 4 taxa, respectivamente, (Tabla 4); 26% arbustos, 24%suculentas, 13%hierbas perennes 16%, hierbas anuales y 5% de, árboles (Gráfica 3),



Gráfica 3. Relación de especies ramoneadas-formas biológicas.

Familia	Especie	Comunidad	Forma biológica
Acanthaceae	<i>Justicia californica</i>	MDR, A, BA	Sufrutescente
Agavaceae	<i>Agave deserti</i> var. <i>deserti</i>	MDR, CH	Suculenta
Agavaceae	<i>Hesperoyucca whipplei</i>	CH	Suculenta
Asteraceae	<i>Baccharis sergiloides</i>	O, CH	Arbusto
Asteraceae	<i>Chaenactis stevioides</i>	CH	Hierba anual
Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	MDR, BA, A	Arbusto
Asteraceae	<i>Gutierrezia californica</i>	CH, MDR	Sufrutescente
Asteraceae	<i>Palafoxia arida</i>	MDR, CH	Hierba anual
Asteraceae	<i>Stephanomeria pauciflora</i>	MDR	Hierba perenne
Asteraceae	<i>Stephanomeria virgata</i>	CH	Hierba anual
Boraginaceae	<i>Phacelia pedicellata</i>	CH	Hierba anual
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	MDR, A, BA	Árbol
Cactaceae	<i>Cylindropuntia wolfii</i>	MDR, CH, BA	Suculenta
Cactaceae	<i>Echinocereus engelmannii</i>	MDR, CH	Suculenta
Cactaceae	<i>Ferocactus cylindraceus</i>	MDR, BA	Suculenta
Cactaceae	<i>Mammillaria dioica</i>	MDR, BA	Suculenta
Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	CH	Suculenta
Crassulaceae	<i>Dudleya pulverulenta</i>	CH, MDR, BA	Suculenta
Ephedraceae	<i>Ephedra californica</i>	CH, MDR	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis lanceolata</i>	MDR, BA, A	Sufrutescente
Fabaceae	<i>Parkinsonia microphylla</i>	MDR	Árbol
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	MDR, BA	Arbusto
Krameriaceae	<i>Krameria erecta</i>	MDR, BA	Arbusto
Lamiaceae	<i>Hyptis emoryi</i>	MDR, A, BA	Arbusto
Lamiaceae	<i>Salvia apiana</i>	CH	Sufrutescente
Lamiaceae	<i>Salvia carduacea</i>	CH	Hierba anual
Lamiaceae	<i>Salvia vaseyi</i>	MDR	Hierba perenne
Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	MDR, BA	Sufrutescente
Malvaceae	<i>Spharalcea ambigua</i>	MDR	Sufrutescente
Poaceae	<i>Achnatherum coronatum</i>	CH	Hierba perenne
Poaceae	<i>Achnatherum parishii</i>	CH, MDR	Hierba perenne
Poaceae	<i>Muhlenbergia rigens</i>	CH	Hierba perenne
Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	CH, MDR	Arbusto
Polygonaceae	<i>Eriogonum inflatum</i>	MDR	Hierba anual
Ruscaceae	<i>Nolina bigelovii</i>	CH	Suculenta
Rutaceae	<i>Thamnosma montana</i>	CH, MDR	Arbusto
Simmondsiaceae	<i>Simmondsia chinensis</i>	MDR, BA	Arbusto
Tamaricaceae	<i>Tamarix ramosissima</i>	A, O	Arbusto

Tabla 4. Listado de especies consumidas por el borrego cimarrón con base en los registros directos e indirectos, y las comunidades en las que fueron registradas.



Figura 4. Individuos de *Agave deserti* ssp. *deserti* con evidente consumo de sus hojas suculentas.



Figura 5. Pasto perene de *Achantherum parishii* en echadero con evidente consumo de tallos.



Figura 6. Individuo de *Ditaxis laceolata* mostrando fuerte ramoneo.



Figura 7. Individuo de *Nolina bigelovii* presentando ramoneo.



Figura 8. Rama de *Bursera microphylla* mostrando ramoneo.



Figura 9. Individuo de *Ferocactus cylindraceus* que presenta consumo de parte interna.



Figura 10. Parte del fuste de *Agave deserti* ssp. *deserti* que muestra consumo.



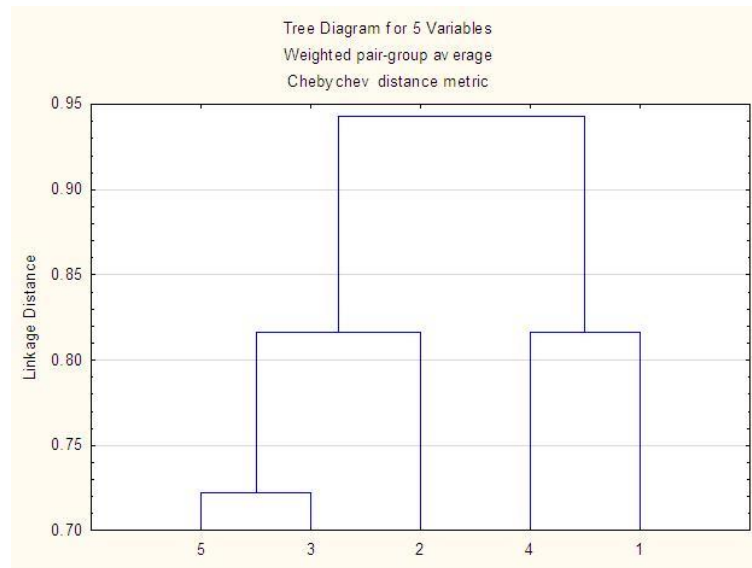
Figura 11. Borrego cimarrón consumiendo *Ambrosia dumosa*.

6.4 Análisis de agrupamiento (cluster)

Con un corte en .85 de distancia se aprecia la formación de dos grupos principales: uno formado por las comunidades de montaña arriba de los 1000 m de altitud y con afinidad mesomediterránea; el segundo grupo con tres comunidades de afinidad mesotropical.

El agrupamiento entre CH y O está dado por el número significativo de especies compañeras de oasis ubicados a 1000 metros de altitud.

Una alta similitud se observa entre BA y A con un índice de .24 en el índice que refleja aquellos taxa ubicuistas compartidas, como las especies dominantes *Larrea tridentata*, *Fouquieria splendens* y *Ambrosia dumosa*.



Grafica 4. Dendrograma de la jerarquía entre comunidades vegetales de acuerdo al índice de Jaccard. 1= CH-BP, 2= MDR, 3= A, 4= O, 5= BA.

6.5 Descripción de las comunidades

Cinco comunidades vegetales se describen: chaparral-bosque de *Pinus* (CH), matorral desértico rosetófilo (MDR), basalto (BA), aluvión (A) y oasis (O). Además, aunque no se realizaron cuadrantes de muestreo, se hace una breve descripción del matorral micrófilo (MM) (Figura 12).

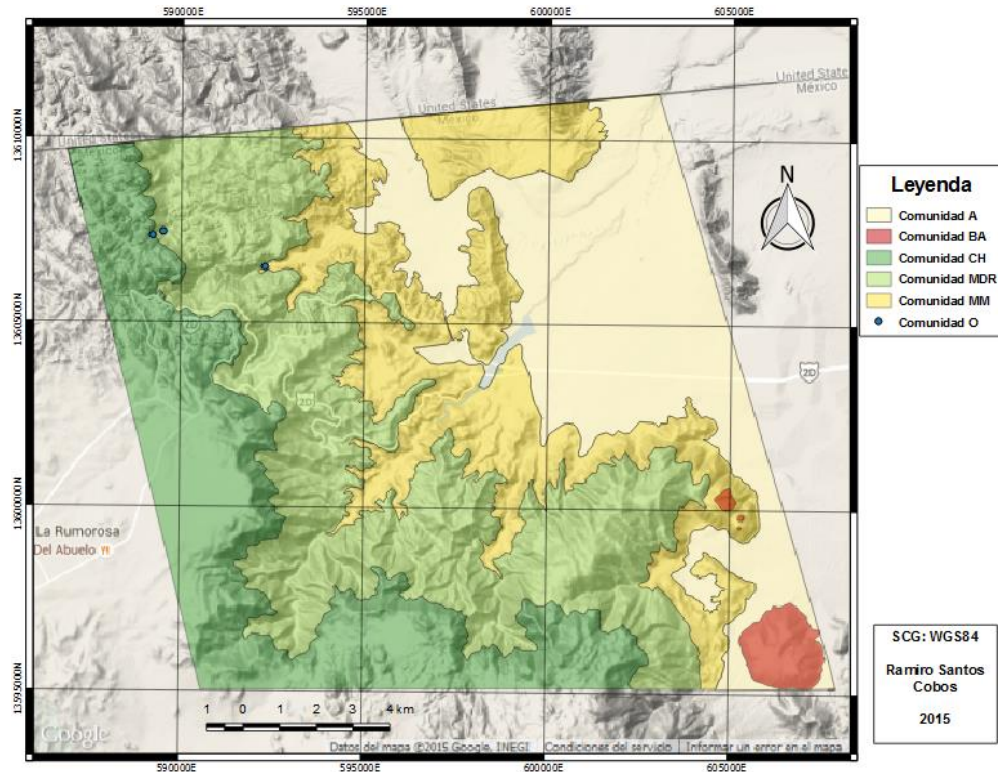


Figura 12. Propuesta de distribución de comunidades vegetales en el área de estudio.

Comunidad Chaparral-Bosque de *Pinus*

Especies principales: *Rhus ovata*, *Achnatherum parishii*, *Peucephyllum schottii*, *Eriogonum fasciculatum*, *Prunus fremontii*, *Eriodictyon trichocalyx*, *Quercus cornellius- mulleri*, *Quercus turbinella*.

Estructura y ecología: Comunidad de riqueza importante con 46 especies registradas dentro de los muestreos, de un total de 88 taxa en esta comunidad. Elementos esclerófilos como *Rhus ovata* y encinos son característicos del piso mesomediterráneo.

Su estructura es de tres estratos de forma irregular: un estrato arbóreo muy abierto de *Pinus monophylla*; uno arbustivo alto (1-2m) que comparte la dominancia con un estrato arbustivo bajo, y el estrato herbáceo menor a un metro. El primero está formado por *Quercus cornellius-mulleri*, *Q. palmeri*, *Prunus fremonti*, *Eriodictyon trichocalyx* var. *lanatum*, *Adenostoma sparsifolium*; el segundo por *Achnatherum parishii*, *Peucephyllum schotti*, *Eriogonum fasciculatum*, *Prunus fremontii*, *Quercus cornelliusmulleri*, *Quercus turbinella*, *Eriodictyon trichocalyx* var. *lanatum*, y *Gutierrezia californica*. Este estrato es heterogéneo formada por diversas formas biológicas, entre ellas se encuentran de importancia los géneros esclerófilos *Quercus* y *Rhus*, así como hierbas perennes y pastos; mayormente es una comunidad abierta. El área en donde se distribuye tiene generalmente una alta proporción de suelo rocoso, aunque se presentan suelos medios y profundos en planicies en ausencia de rocas.

En las cimas de los cerros se conservan áreas de comunidades intactas al fuego con individuos adultos de *Pinus monophylla*, debido a la protección del terreno con alta rocosidad. Es una comunidad mesomediterránea ubicada en la parte más alta de esta área, en una altitud entre 1000 y 1300 m.

Comunidad de Matorral Desértico Rosetófilo

Especies principales: *Encelia farinosa*, *Ambrosia dumosa*, *Agave deserti* ssp. *deserti*, *Ferocactus cylindraceus*, *Mammillaria dioica*, *Echinocereus engelmannii*, *Cylindropuntia bigelovii*, *Simmondsia chinensis*, *Ephedra californica*, *Cylindropuntia wolfii*, *Ditaxis lanceolata*, *Gutierrezia californica*, *Fouquieria splendens*, y *Ambrosia flexuosa*.

Estructura y ecología: Se trata de un matorral bajo dominado fisionómicamente por *Agave deserti* ssp. *deserti* y *Fouquieria splendens*. Es una comunidad mesotropical, ubicada por abajo del chaparral, entre los 1000 y 450 m. Generalmente son suelos graníticos y conformado por rocas de gran tamaño, o con suelos tipo aluvión en las “bajadas” formadas sobre las pendientes rocosas. Recibe una cantidad importante de agua debido a los escurrimientos de las zonas altas, donde ocurren las mayores precipitaciones.

Es un matorral bajo dominado fisionómicamente por *Agave deserti* ssp. *deserti* y *Fouquieria splendens*, y abundancia de *Encelia farinosa* y *Ambrosia dumosa*. Tiene una importante abundancia de cactáceas, como *Ferocactus cylindraceus*, *Cylindropuntia wolfii*, *Cylindropuntia bigelovii* y *Mammillaria dioica*; *Agave deserti* ssp. *deserti* es también abundante teniendo una cobertura que, por su forma de crecimiento en colonias, llegan tener hasta 60 individuos adultos en 100m², lo que hace a estas poblaciones tener una alta biomasa. En total se registraron 37 taxa en los muestreos, de los 50 en toda el área.

En cuanto a su estructura, se compone de tres estratos no muy bien definidos, uno muy irregular conformado principalmente por *F. splendens* que llega a los 3 m de altura, junto *Hyptis emoryi* y *Olneya tesota* que se presentan esporádicamente; un estrato medio, menor de un metro, con gran cantidad de arbustos, sufrútices, hierbas perennes y cactáceas y (*Ambrosia dumosa*, *Encelia farinosa*, *Gutierrezia californica*, *Krameria erecta*, etc); y un tercero menor de 30 cm, con *Echinocereus engelmannii*, *Mammillaria dioica*, *Dudleya lanceolata*, y la herbácea anual *Eriogonum inflatum*.

La comunidad MDR presenta cambios notable en cuanto al estado de los individuos a nivel temporal y que se reflejan en el paisaje con respecto a temporada de sequía, cuando pierden el follaje las perennes (caducifolias de verano), aparentando que “desaparecen” ciertas especies, tal es el caso de la sufrutescente *Mirabilis laevis*.

Comunidad basalto (BA)

Especies principales: *Ferocactus cylindraceus*, *Fagonia laevis*, *Encelia farinosa*, *Ambrosia dumosa*, *Ditaxis lanceolata*, *Mammillaria dioica*, *Larrea tridentata*, *Hibiscus denudatus*, *Bursera microphylla*, *Cylindropuntia wolfii*, *Fouquieria splendens*.

Estructura y ecología: El suelo sobre el que se desarrolla es casi inexistente, de rocosidad cercana a 100% en toda el área que ocupa la comunidad, compuesto por rocas de andesita basáltica con cimentaciones de carbonatos en la capa subyacente.

Presenta una estructura heterogénea, abierta, con baja densidad de individuos, con dos estratos arbustivos abiertos: el primero menor a un metro con *F. cylindraceus* y *L. tridentata*; en el caso de *F. cylindraceus* es notorio un aumento en su abundancia y talla en suelos conglomerados con carbonatos (caliche); y un segundo estrato menor a 50 cm en el que se encuentran el resto de plantas sufrútices, suculentas y herbáceas. Algunas especies arborescentes bajas (>2m) forman un tercer estrato de manera muy irregular, con individuos dispersos, pero frecuentes, como el palo fierro, copal y ocotillo.

Tiene una pobreza florística con 12 taxa registrados en los muestreos, de un total de 191; tres de ellas (*Tidestromia oblongifolia*, *Senna covesii*, *Fagonia laevis*) se encontraron únicamente en esta comunidad; *T. oblongifolia*, se encontró en las cercanías de Laguna Salada, que cuenta con una de las condiciones de hábitat más desfavorables en los desiertos de Norteamérica.

Comunidad Aluvión (A)

Especies principales: *Fouquieria splendens*, *Ambrosia salsola*, *Ambrosia dumosa*, *Olneya tesota*, *Justicia californica*, *Ferocactus cylindraceus*, *Encelia californica*, *Krameria erecta*, *Ambrosia salsola*, *Psoralea schottii*, *Larrea tridentata*, *Psoralea spinosa*

Estructura y ecología: La más importante y de más amplia distribución en la región, que se encuentra por abajo de las elevaciones rocosas, cubriendo miles de hectáreas dentro de los valles de la región, con suelos tipo regosoles. Las llamadas “bajadas”

son formadas por el acarreo de sedimentos por el agua que baja de las zonas altas de la sierra, y por los vientos provenientes del este (abanicos pluviales).

En las zonas que se encuentran sobre arenas, por debajo de los 1000m, se forman comunidades de composición variable, teniendo como característicos en el estrato arbóreo (1-3m) al palo fierro (*Olneya tesota*), uña de gato (*Senegalia greggii*), *Hyptis emoryi* y *Bursera microphylla*, con altura desde 1.5 a 3.5m.

Ramblas (lechos de arroyos secos)

Estas comunidades son parte de las planicies, ubicadas en las zonas de afluentes temporales que llevan agua en los periodos de precipitación. Predominan arbustos bajos y arborescentes freatofíticos.

En las zonas bajas arenosas en las que el afluente temporal es grande, se ubica la asociación de *Hymenoclea salsolae*–*Daleetum spinosae* Peinado *et al.* (1995), descrita en estructura como un matorral muy espaciado, dominado fisionómicamente por *Psoralea arguta* [= *Dalea spinosa*], característica de depresiones encauzadas en la Provincia Colorada.

Comunidad tipo Oasis (O)

Especies principales: *Pulchea sericea*, *Populus fremontii*, *Baccharis sergiloides*, *Muhlenbergia rigens*, *Gutierrezia californica*, *Salix exigua*, *Tamarix ramosissima*, *Washingtonia filifera*, *Phragmites australis*, *Juncus xiphioides*, *Epipactis gigantea*.

Estructura y ecología: Estas comunidades se encuentran por abajo de los 1000 m de altitud, y se caracterizan por tener agua que se origina en las partes altas de la sierra. Son escurrimientos permanentes o temporales que difieren en la cantidad de humedad visible en suelo.

En este trabajo se consideran como parte de los oasis, áreas en cauces de arroyos y suelos de tipo aluvión con vegetación riparia, donde se desarrollan tres estratos: el arborescente, entre 2 y 5 m, abierto y poco diverso, formado por individuos de *Washingtonia filifera* y *Populus fremontii*; el arbustivo de 0.5-2m, común en zonas de humedad constante, con *Hyptis emoryi*, *Salix exigua*, *Pluchea sericea*, *Baccharis sergeloides*, *Phragmites australis*; y el tercer estrato está formado por especies sufrutescentes y herbáceas, tanto anuales como perennes (*Solidago velutina*, *Juncus* sp. y *Gutierrezia californica*).

El área que cubren los parches de vegetación de esta comunidad alcanza hasta 1000 metros², contribuyendo la mayoría de la cobertura el estrato arbóreo. Poseen zonas abiertas separadas por parches densos de vegetación que se mantienen debido a la humedad permanente, principalmente por escurrimientos.

Se registró una comunidad en cañadas con alta pendiente (40°) y a una latitud ca.1000 m, que carece de un estrato arborescente; la estructura horizontal está compuesta por hierbas y arbustos, como *Baccharis sergeloides*, *Eriodictyon trichocalyx*, *Epipactis gigantea*, *Acmispon argophyllus*, *Epilobium canum*, y el pasto perenne *Muhlenbergia rigens*, que no presentan un crecimiento uniforme para hacer distinción entre estratos. Además de individuos de la comunidad CH que se

encuentra rodeando a este escurrimiento y que no tienen un límite exacto de separación.

Comunidad de Matorral Micrófilo (MM)

Estructura y ecología: Por abajo de los 450 m de altitud se encuentra esta comunidad, como producto de la reducción de precipitaciones. Comparada con la comunidad anterior, el matorral desértico rosetófilo tiene menor biomasa y abundancia de especies suculentas. Fisionómicamente son dominantes *Larrea tridentata* y *Olneya tesota*, esta última aparece en los límites con la comunidad tipo oasis.

Dos estratos se reconocen: el superior entre 2 y 3 m formado por *F. splendens*, *O. tesota* y ocasionalmente con individuos de *Bursera microphylla*. El segundo, también abierto y menor a medio metro de altura, se compone de arbustos resistentes a la sequía como *Encelia farinosa*, *Larrea tridentata*, y *Ambrosia dumosa*. La comunidad disminuye su cobertura y abundancia a menor altitud y en zonas rocosas, teniendo como límite las planicies aluviales.

VII. DISCUSIÓN

7.1 Flora

Dentro de los sistemas de estudio de la vegetación, el florístico-estructural ofrece mejor información al definir las comunidades vegetales. Las plantas por su inmovilidad, son dentro de la biogeografía puntos clave que delimitan las regiones biogeográficas. En el mismo sentido a escala menor, la distribución de las comunidades pueden ser delimitadas su a partir de la presencia de especies limitada por gradientes físicos (abióticos) (Delgadillo, 1995).

La familia Asteraceae es considerada el grupo vegetal más diverso del mundo, los desiertos de Norteamérica son considerados como centro de especiación de esta familia. México es considerado como el principal centro de diversificación (Villaseñor *et al.*, 1997). Tiene el mayor número de especies (3021), reflejándose en la importancia dentro del componente florístico con formas de vida tanto arbustivas, sufrutescentes y herbáceas (Villaseñor, 2003). En el presente estudio el porcentaje mayor (22%) de las especies encontradas corresponde a esta familia.

La familia Fabaceae es la segunda familia con mayor número de especies, de acuerdo a Villaseñor (2003), México cuenta con 1274 especies. En el presente estudio se ubica también como la segunda familia con un 10% de los taxa registrados.

En las áreas de influencia mesotropical, por debajo de los 1000 m de altitud, se observaron poblaciones de dos especies con estatus de protección especial dentro de la NOM 059 ECOL, el cactus barril (*Ferocactus cylindraceus*) en zonas rocosas

y arenales; y el palo fierro (*Olneya tesota*) en zonas rocosas y aluviales del MM. Por arriba de los 1000 m se encuentran de forma discontinua poblaciones de *Juniperus californica* (huata) y de una manera más uniforme *Pinus monophylla*.

7.2 Formas biológicas

En el área de estudio, las hierbas perennes y anuales representaron el 41%, el cual es relativamente bajo comparado al 72% que se reporta para Sierra de Juárez Delgadillo y Peinado (2008).

De los 77 taxa registrados en la zona que corresponde a la subdivisión del Valle Bajo del colorado, 19 son anuales (17%), de acuerdo a Pake (1999), aproximadamente el 50% de las especies de flora en el desierto sonorense son anuales. Para las zonas áridas de Baja California, Macías (1998) reporto para el desierto de San Felipe 39.8% de terófitas, (anuales de acuerdo a la clasificación de formas biológicas de Raunkier, 1934), mientras que Archibold (1995; en Macías, 1998) 34.47% de anuales para el Desierto del Vizcaíno. Sin embargo, en el presente estudio el porcentaje de plantas anuales fue bajo; esto tal vez de debido a dos situaciones: 1) las bajas precipitaciones ocurridas en el invierno-primavera (2013-2014) y el verano (2014), periodos en los que se realizaron los muestreos, y 2) se reconoce la falta de exploraciones en partes bajas de la zona durante la primavera del 2014, por lo que es necesario realizar una mayor e intensa exploración territorial y recolecta.

7.3 Consumo de especies (Ramoneo)

Una de las especies registradas con ramoneo en esta comunidad vegetal fue la asterácea *Chaenactis stevioides*, hierba anual encontrada en zonas planas sobre los 1000 m. Otro de componentes importantes dentro de la alimentación del borrego cimarrón son los pastos (Monson y Sumner, 1980), tanto anuales como perennes. En el área de estudio solo se registraron tres especies de pastos perennes, uno de ellos se distribuye de forma continua y abundante en el CH y parte alta de MDR. Esta distribución puede resultar importante en el movimiento de los animales entre las comunidades vegetales en busca de estos pastos.

Por el aparente poco uso del borrego, las comunidades de aluvión pueden tipificarse como de “paso”, con baja presencia de pastos, estando restringidos a zonas de cauces con el pasto perenne *Hilaria rigida*. La presencia de pastos anuales fue casi nula debido a las bajas precipitaciones registradas durante el periodo de muestreos.

No hay referentes en el área de estudio que permita discutir ampliamente este tema, sin embargo Galindo (2000), concluyó que en la Sierra de San Pedro Mártir los individuos del borrego cimarrón consumen las mismas especies vegetales, con variaciones estacionales y de sexo, siendo el mayor consumo los arbustos durante la primavera, pastos en verano, y de igual proporción durante el otoño. Este mismo autor refiere que hembras y machos difieren en la proporción de consumo de especies y en la forma biológica dominante; machos mostraron un mayor consumo de arbustos y mientras que las hembras de pastos y otras herbáceas.

7.4 Análisis estadístico (Cluster)

El análisis basado en la similaridad por presencia de especies muestra la relación de la vegetación y clima, así como los taxa de las comunidades que se comparten afines a los pisos bioclimáticos referidos: supramediterráneo y mesotropical.

El agrupamiento entre CH y O está dado por el número significativo de especies compañeras, esto debido a el oasis ubicado a 1000 m de altitud que se encuentra en vegetación CH.

La cercanía entre la comunidad BA y A, que comparten un número de especies ubicuistas, se explica por presentar condiciones de aridez, condición que restringe a un número pequeño de especies tolerantes y presentes desde altitudes mayores y que por su pobreza florística corresponden a una fracción importante.

7.5 Comunidades vegetales

En el piso bioclimático mesotropical, por debajo de los 1000 m de altitud, las comunidades tiene una fisonomía en su estructura ya reconocidos en zonas áridas de Norteamérica: estatura baja y dosel abierto (Delgadillo, 1995).

El chaparral desértico se define como una vegetación asociada con el matorral desértico y chaparral de montaña; además, se presentan elementos tanto del matorral costero como de pastizales (Hanes, 1977). Las especies distintivas de el chaparral desértico en California son *Arctostaphylos pungens*, *Ceanothus greggii*, *Fallugia paradoxa*, *Prunus fasciculata*, *P. fremontii*, *Purshia stansburiana*

[=*Cowania mexicana*], *Prosopis glandulosa*, *Quercus palmeri* [=*Q. dunni*] (Thorne, 1982).

En los muestreos se registró un componente florísticos del chaparral costero: *Clematis pauciflora*, *Eriogonum fasciculatum*, *Keckiella antirrhinoides*, *Rhamnus ilicifolia*, *Mirabilis laevis*, *Salvia vaseyi*, y *Hesperoyucca whippleii*; del chaparral de montaña, *Arctostaphylos glauca*, *Berberis higginsae*, *Eriogonum fasciculatum* var. *polifolium*, *Eriogonum wrightii*, *Garrya veatchii*, *Nolina palmeri*, *Rhus ovata*, *Yucca schidigera*, *Pinus monophylla* y *Juniperus californica*, así como elementos predominantes de el chaparral desértico, como *Adenostoma fasciculatum*, *Agave deserti* ssp. *deserti*, *Arctostaphylos glauca*, *Ceanothus greggii* var. *perplexans*, *Ephedra californica*, *Nolina bigelovii*, *Senegalia greggii* y *Simmondsia chinensis* (Delgadillo, 1998).

El chaparral desértico se encuentra bordeando a comunidades de bosque de pino piñonero entre altitudes de 1000 y 1300 m, a partir de la cual inicia el piso mesomediterráneo; este tipo de chaparral es un mosaico compuesto de elementos mesomediterráneos y mesotropicales.

Después de los incendios forestales recientes (año 2012), se registraron diversos taxa como: *Mimulus* spp., *Penstemon* spp., *Senecio douglasii*, *Eriodictyon*, *Eriogonum fasciculatum*, *Acmispon glaber* [=*Lotus scoparius*] y *Lupinus* spp. Hanes, (1977), refiere que estos taxa están ausentes en chaparrales maduros, pero abundantes en sitios de fuego recientemente.

Los pastos perennes tienen una presencia continua siendo parte importante del paisaje; *Achnatherum parishii* está distribuida ampliamente en CH, mientras *Muhlenbergia rigens* y *Achnatherum coronatum* se encuentran en pequeños arroyos o las zonas más húmedas.

La comunidad MDR (450-1000m), es equivalente a la unidad San Pedro Mártir establecida por Macías (1999), y corresponde a la asociación fitosociológica *Echinocereo engelmannii-Agavetum deserti* (Delgadillo, 1995).

La comunidades de matorral micrófilo y aluvión corresponden a la asociación fitosociológica *Larretum tridentatum-Fouquierio splendetis* (Delgadillo, 1995), que es descrita con una distribución que, además de regosoles, incluye partes bajas de elevaciones rocosas en el desierto de San Felipe (Macías, 1999). Si bien las dos especies que tipifican la asociación se mantienen constantes, su cobertura nunca es alta o predominante en zonas rocosas.

En la comunidad de basaltos es dominante y frecuente la “biznaga barril” (*F. cylindraceus*) y la herbácea perenne *Fagonia laevis*, registrándose además en laderas algunos individuos de *Tidestromia oblongifolia*, que es considerada exclusiva en suelos llamados “caliche”. En el desierto de San Felipe, Macías (1999). refiere que la unidad “Basalto”, presenta una dominancia en cobertura y frecuencia de *Encelia farinosa*, junto con *Atriplex hymenelytra* y *Cercidium microphyllum* (Posteriormente, se tipifica la asociación *Tidestromia oblongifoliae-Atriplicetum hymenelytrae* en basaltos del desierto de San Felipe, donde estas dos especies son dominantes y exclusivas, con la capacidad de mejorar su estado

hídrico utilizando la neblina (Peinado *et al.*, 2006); sin embargo, este último factor y la dominancia de estas especies aparentemente no ocurren en los sitios muestreados, con una presencia casi nula de estas especies y una dominancia de *F. cylindraceus*, relacionado probablemente con la capa de carbonatos presentes. Anteriormente, Abrol *et al.* (1968), encontraron que en suelos con cantidades apreciables de carbonato de calcio debe de considerarse este factor al medir la capacidad de retención de agua, por la correlación positiva encontrada entre ambos.

Por otra parte, aunque la mayor parte de las planicies arenosas se encuentran dominadas por la asociación fitosociológica *Fouquierio splendidis* - *Larreetum tridentatae* junto con la *Hymenocleo salsolae*– *Daleetum spinosa* en los cauces de afluentes principales, probablemente se presentan otras comunidades como la de la asociación *Prosopidetum torreyanae* (mezquite) que se distribuye en zonas de características similares (Delgadillo, 1995).

Los arenales en zonas riparias arriba de las planicies, presentan una comunidad conocida como “drywash woodland”, que soporta vegetación especializada en agua subterránea y/o cerca de la superficie (freatofitas), siendo pequeñas arboledas abiertas de especies distintivas y con crecimiento lento (www.mscp-sandiego.org).

Las zonas de oasis, “desert oasis woodland”, se caracterizan por grupos de la palma abanico (*Washingtonia filifera*), las cuales dominan fisonómicamente; estos oasis se encuentran desde Twenty-Nine Palms, California, hacia el sur a través del desierto del Colorado hasta Baja California (Thorne, 1982).

Este tipo de hábitats albergan especies arbóreas de gran plasticidad con capacidad de establecerse en sitios donde los suministros de agua superficiales y subterráneos son lo suficientemente adecuados para mantenerlas a pesar de las altas pérdidas de agua por evapotranspiración. Las especies de oasis ubicados en zonas riparias, son resistentes a los efectos de la erosión y compactación de suelo (Arriaga, 1997). Además, son reconocidas como refugios para la flora y la fauna y considerados como relictos de hábitats, que se refleja en las especies mesófilas presentes (Ídem).

7.6 Borrego Cimarrón

Flora

De las 72 especies reportadas por Galindo (2000) de mayor consumo de la subespecie *O. c. cremnobates* en Sierra San Pedro Mártir, el 13% de los taxa se registran en el presente trabajo.

La comunidad MDR, que representa el mayor porcentaje de área dentro de la zona de estudio (35%), registró la presencia de individuos de jojoba en el 53% de los cuadrantes. Basándose en registros de uso preferencial de algunas plantas en la alimentación del borrego cimarrón, se ha hecho referencia que la jojoba (*Simmondsia chinensis*) es relevante al determinar la calidad de hábitat (Bristow, 1996; Peraza, 2004; Galindo, 2000; Hook y Lee, 1985).

Por otra parte, la ingesta de especies suculentas, como *Agave*, *Ferocactus* y *Mammillaria* con altos contenidos de humedad (> 90%), representan una fuente

importante de agua para los borregos ante la falta de cuerpos de agua permanentes. La importancia de las cactáceas como parte de la dieta normal, y los cambios en las estaciones especialmente secas ya documentada (Oehler *et al.*, 2003; Harkleroad y Krausman, 2014) representa un aspecto a tomar en cuenta en la calidad del hábitat, ya que podría permitir en específico aumentar la sobrevivencia de corderos en etapa de lactancia al contar con fuentes de agua alterna disponibles todo el año.

En el presente caso, la comunidad MDR las suculentas representan el 30.8% de las especies, siendo las poblaciones de agaváceas numerosas y con una densidad notoria de hasta 50-60 individuos en 100 m² y colonias de hasta 30 individuos. Sin duda, y de acuerdo a nuestras observaciones en campo, estas poblaciones representan una gran cantidad de forraje y agua consumida directamente, tanto en forma seca como viva.

Para el caso de suculentas, la cuantificación de ingesta de especies es subestimada por su gran contenido de agua, que se muestra con bajos porcentajes en estudios de dieta por medio de pellets (Galindo, 2000; Peraza, 2004). En meses estivales representando probablemente un porcentaje importante dentro de la dieta, la cual no es posible ser registrado mediante el método convencional.

Estructura

Las características de la estructura de las comunidades no dejan de ser importante en el uso de la misma por los borregos, como es el caso de los matorrales que tienen baja cobertura y de talla baja, que reflejan preferencias en cuanto a la predominancia de ciertas especies como la jojoba y palo verde (Bristow

et al., 1996). Como en el caso de Sierra El Mechudo, Baja California Sur, que es referida con una la estructura abierta e individuos bajos con cobertura del 21% y altura promedio de 1.3 m (Álvarez *et al.*, 2003).

Con excepción de los oasis, las cuatro comunidades restantes presentan una cobertura igual o menor al 30%, con frecuentes espacios abiertos y cobertura menor en laderas de orientación norte. La comunidad CH frecuentemente presenta arbustos de dos metros de altura, pero posee continuamente espacios abiertos libre de arbustos mayores a medio metro.

En la caracterización de hábitat de García (2014), obtiene una distribución de registros de borrego cimarrón sobre los tipos de vegetación en Sierra de Juárez, con un 87% de registros en matorral desértico micrófilo, 7% en bosque de pino y el 6% restante en chaparral. Menciona que el resultado se debe a la baja altura del matorral desértico micrófilo que provee de un hábitat adecuado para la detección de depredadores a diferencia del resto de comunidades que corresponden a estratos de vegetación más altos. La distribución de comunidades vegetales es similar al del presente trabajo, defiriendo en que la comunidad de matorral desértico micrófilo abarca la mayor parte del área, desde 1000m de altitud hasta los aluviones cercanos a La Salada, sin diferenciar del matorral desértico rosetófilo, o de vegetación de las partes bajas.

En general, la estructura en toda el área de estudio es abierta o/y baja, sin obstrucciones a la visibilidad. Con estratos bajos conformando la mayor parte de la

cobertura y estratos altos muy abiertos y esporádicos, a excepción de algunas zonas con orientación norte que tienen mayor humedad y de zonas riparias.

Potencial de la comunidad

En el presente estudio, las comunidades MDR, MM y BA que conforman el 53.1% del área, tienen características similares a la categoría más alta que representa una vegetación con alto valor de hábitat en la Reserva de la Biosfera El Pinacate-Desierto de Altar (López *et al.*, 2000). En tanto que la comunidad CH tiene una estructura muy abierta con arbustos, suculentas, hierbas anuales y perennes, incluidos los pastos, podría considerarse que tiene un valor categórico mayor.

Para evitar la depredación las hembras con crías tienden a escoger sitios con alta rocosidad y en zonas con pendientes (Berger, 1991; Ruckstuhl y Festa-Bianchet, 1998) lo que los convierte en hábitats clave para la especie. Sin embargo y de acuerdo a Bristow (1996), esta seguridad va con detrimento de la calidad de follaje. La comunidad de BA con una estructura abierta y densidad baja, además de su topografía, representa una área potencial para mantener a las crías o a las próximas a “parir”.

La comunidad A, la cual es abierta y con dos estratos, arborescente y arbustivo ha sido considerada de poco valor como hábitat debido a la falta de relieve, lo cual reduce la visibilidad para detectar el borrego cimarrón de sus posibles depredadores. Se tiene registro de que zonas con estas características son evitadas en el desierto sonorense en California (Andrews, 1999). A pesar de contar con

especies de valor alimenticio, como uña de gato, palo fierro y palo verde, su consumo debe de ser muy reducido por el poco tiempo que se mantienen en la comunidad. Dentro del seguimiento satelital por medio de collares se tiene registro del poco uso en tiempo y distancia que hace el borrego cimarrón de las zonas bajas y planas de tipo aluvial.

Para la unidad O se tienen dos casos, el de los puntos ubicados sobre los bancos de arena en las zonas riparias, y los que se ubican en partes altas y rocosas. El primero sigue representando, tal vez, una fuente de agua permanente a lo largo del año, pero en general poseen una estructura más cerrada, con elementos de mayor estatura, como palmas y álamos, que reducen la visibilidad. El valor nutricional debe mantenerse alto a lo largo del año, por lo que puede representar zonas de valor si existe un consumo considerable por visitas frecuentes. Durante los muestreos se observó un ramoneo marcado en los pastos del segundo caso, en el que también el escurrimiento es mayor, y que debido a encontrarse en partes con alta rocosidad y pendiente tiene una buena visibilidad.

Los desiertos se caracterizan por presentar patrones de precipitaciones variables, en cantidad y tiempo (Ward, 2009). En la región noroeste de la península de Baja California el régimen de precipitación es muy definido con gran humedad en la época invernal, con fuertes lluvias y nieve principalmente en diciembre y enero sobre altitudes mayores a 1100m, y con lluvias durante el verano principalmente en sierras y desiertos (Delgadillo, 1995). En el área de estudio, las zonas por arriba de los 1100m presentan un régimen de precipitación bimodal (Gráfica 1), que

representan mejores condiciones para crecimiento vegetal y mayor calidad como hábitat. Las poblaciones de mamíferos ungulados son sensibles en cuanto a cambios de cantidad y calidad de forraje, con cambios en sus movimientos migratorios (Bristow, 1996; Festa-Bianchet, 1988). Al estar la cantidad y calidad de forraje en función de las condiciones de tiempo a través de las estaciones, la disponibilidad de áreas con régimen más estable como parte del hábitat supone un factor favorecedor a largo plazo para las poblaciones. La unidad CH representa dichas condiciones. En zonas de chaparral de las montañas de Santa Catalina ha sido documentado el aumento en capacidad de carga para el borrego cimarrón después de incendios de intensidad moderada, cuando disminuye el estrato arbóreo y arbustivo, regresando a etapas de sucesión natural anteriores que muestren un incremento en especies herbáceas de gran valor alimenticio en la dieta. Las evidencias de fuego pasado (dos años) en la mayor parte de la unidad **CH**, se reflejado con el registro de taxa típicos después del fuego, lo cual sin duda representan un valor temporal importante.

VIII CONCLUSIONES

- Se identificaron seis comunidades vegetales que se distribuyen de acuerdo a la altitud y condiciones climáticas (temperatura y precipitación)
- La forma de vida arbustiva para la zona es la que predomina en cuanto a número de taxa, seguida por hierbas perennes y anuales.
- En general, la estructura de la vegetación en el área de estudio es abierta y baja, sin obstrucciones a la visibilidad.
- La comunidad CH (chaparral desértico), presenta una estructura abierta debido a la incidencia de incendios recientes.
- La comunidad de BA tiene un sustrato con carbonatos de calcio (caliche), presenta baja diversidad y cobertura..
- Se reconoce la comunidad **CH**, de alto valor como hábitat, por presencia constante de especies de valor alimenticio como pastos, además de la geomorfología (e.g. rocosidad).
- Por la topografía, rocosidad y presencia constante de especies de valor alimenticio como suculentas, la comunidad **MDR** representa alto valor como hábitat. Por la estructura abierta de las comunidades vegetales y topografía accidentada, la comunidad **BA** es de alto valor como hábitat.
- La comunidad **O**, dependiente de la estructura y ubicación, tiene un valor medio como hábitat debido a la presencia de fuentes permanentes de agua.

- La comunidad **A**, a pesar de presentar especies de valor alimenticio, son considerados como hábitat de paso y que interconecta a los sitios de mayor valor, debido a su topografía, sitios llanos con baja o nula rocosidad. ,

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios comparativos que permitan determinar las posibles diferencias de diversidad o estructura de la vegetación en zonas con presencia y sin presencia constante del borrego cimarrón.
- Estudiar la zona en periodos que presenten mayores precipitaciones, para conocer de forma más completa el componente anual.
- Establecer con mayor precisión los límites entre las comunidades vegetales, especialmente el límite entre la unidad **CH** y el bosque de pino, y entre **MDR** y **MM**.

Intensificar muestreos ecológicos y recolectas de plantas en las comunidades **MM** y **A**, con el propósito de contar con una mejor información de los hábitat del borrego.

- Diversificar los muestreos en los oasis, debido a su valor de hábitat ligado a la presencia de agua.
- Intensificar muestreos en las comunidades de basalto, considerando su papel (rol) como una comunidad de tránsito.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrol, I.P., B.K. Khosla & Bhumbla. 1968. Relationship of texture to some important soil moisture constants. *Geoderma*. 2: 33-39.
- Álvarez-Cárdenas, S., P. Galina-Tessaro, S. Díaz-Castro, I. Guerrero-Cárdenas, A. Castellanos-Vera y E. Mesa-Zavala. 2009. Evaluación de elementos estructurales del hábitat del borrego cimarrón en la Sierra del Mechudo, Baja California Sur, México. *Tropical Conservation Science* 2 (2):189-203.
- Arriaga, L., y R. Rodríguez. 1997. *Los oasis de la península de Baja California*. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, La Paz, Baja California Sur, México. 292pp.
- Beecham, J.J., Jr, C.P. Collins, y T.D. Reynolds. 2007. *Rocky Mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis*): a technical conservation assessment*. USDA Forest Service, Rocky Mountain.
- Berger, J. 1991. Pregnancy incentives, predation constrains nand hábitats shifts: experimental and field evidence for wild bighorn sheep. *Animal Behavior*, 41: 61-77.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. Blume, Madrid. 820pp.
- Bristow, K. D., J. A. Wennerlund, R. E. Schueinsburg, R. J. Olding, y R. E. Lee. 1996. *Habitat use and movements of desert bighorn sheep near Silver Bell Mine, Arizona*. Arizona Game and Fish Department Technical Report, Phoenix. 57pp.
- Baldwin, B., S. Boyd, B. Ertter, R. Patterson, T. J. Rosatti, D. H. Wilken , y M. Wetherwax. 2002. *The Jepson desert manual: vascular plant of southeastern California*. University of California Press, Los Angeles, California. 642pp.
- Cain, J. W., P. R. Krausman, J. R. Morgart, B. D. Jansen, y M. P. Pepper. 2010. Responses of Desert Bighorn Sheep to Removal of Water Sources. *Wildlife monographs* 171:1–30pp.

- CETENAL. 1977. Carta geológica, RUMOROSA I11D63, Secretaria de Programación y Presupuesto.
- CETENAL. 1977. Carta geológica, CENTINELA I11D64, Secretaria de Programación y Presupuesto.
- CETENAL. 1976. Carta geológica, NEJI I11D73, Secretaria de Programación y Presupuesto.
- Delgadillo J. 1995. *Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico* del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares, España, 566 pp.
- Delgadillo J. 1998. *Florística y ecología del norte de Baja California*. 2da Edición, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, BC.405 pp.
- Delgadillo, R. J., Macías, Rodríguez, y M.Á. 2002. Componente florístico del desierto de San Felipe, Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 70: 45-65,
- Delgadillo, J., y M. Peinado. 2008. *Diversidad vegetal de los bosques de coníferas de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, Baja California*. VI Simposio internacional sobre la flora silvestre en zonas áridas, Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S. C. La Paz, B. C. S. 12-15 marzo.
- Dengler, J., M. Chytrý, y J. Ewald. 2008. *Phytosociology*. Academic Press, Reference Module: Earth Systems and Environmental Sciences Encyclopedia of Ecology, 2767–2779.
- Eastwood, A.1929. Studies in the flora of Lower California and adjacent islands. *Proceeding of the California Academy of Sciences*, 17(14):393-484.
- Festa-Bianchet, M. 1988. Seasonal range selection in bighorn sheep: conflicts between forage quality, forage quantity, and predator avoidance. *Oecologia*, 75:580-586.
- Galindo, E. G. M. 2000. *Hábitos alimentarios del borrego cimarrón (Ovis canadensis cremnobates) en la sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México*. Tesis profesional. Maestría en Ciencias en Manejo de ecosistemas de

- zonas áridas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 84pp.
- García, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, adaptado para las condiciones de la República Mexicana*. 3ª Ed. Offset., Lario. 252 pp.
- García, O. 2014. *Caracterización de hábitat del Borrego cimarrón (Ovis canadensis) en Sierra de Juárez, Baja California, México*. Tesis de Ingeniería en Agrobiología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 60 pp.
- Gastil, R. G., Phillips, R. P., y Allison, E. C. 1975. *Reconnaissance geology of the state of Baja California*. The Geological Society of America, Inc. Memoir 140. 170pp
- Gentry, S.H. 1949. *Land plants collected by the Valero III. Allan Hancock Pacific Expedition 1937-1941*. University of Southern California Press, Los Angeles
- Guerrero-Cárdenas, I., I. Tovar-Zamora, y S. Álvarez-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. Serie Zoología*, 74 (1): 83-98.
- Gouldman, A.E. 1916. Plant record of an expedition to Lower California. United States National Herbarium. *Contribution Smithsonian Institute* Vol. Part. 14.
- Harkleroad D., y P. R. Krausman, 2014. Use of agave by desert bighorn sheep. *The Southwestern Naturalist* 59(2): 272–274
- Hanna, G.D. 1925. Expedition to Guadalupe Island, México, in 1922. *Proceeding of California Academy of Sciences*, 14:217-75.
- Hanes, T. H. 1977. California chaparral. En: M. G. Barbour, *Terrestrial vegetation of California*, (pág. 417). John Wiley
- Hickman, J.C. 1993. *The Jepson Manual: higher plants of California*. University of California Press. 1315 pp.

- Hook, B., Lee R. 1985. *BORREGO: The fall and rise of desert bighorn sheep in Arizona*. The Arizona Desert Bighorn Sheep Society, Inc. 196 pp
- Johnston, M.I 1924. The botany (The vascular plants). In: Expedition of the California Academy of Science to the Gulf of California in 1921. *Proceeding of the California Academy of Science*, 12(30):951-1218.
- Loidi, J. 2008. La fitosociología como proveedora de herramientas de gestión. *Lazaroa*, 29: 7-17.
- Manriquez, M., 2000. *Hábitos alimentarios del borrego cimarrón (Ovis canadensis cremnobates) en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México*. Tesis Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México, 84p.
- Mckinney, T., T. Smith, T., y J. Devos. 2010. Evaluation of factors potentially influencing a desert bighorn sheep population. *Wildlife Monographs*, 164: 1–36.
- Minnich, R. A. 1987. The distribution of forest trees in northern Baja California. *Madroño*, 34:98-127.
- Monson, G. y L. Summer, Edit. 1980. *The desert bighorn: its life history. ecology and management*. The University Press. Tucson, Arizona.
- Montoya L. M. 1998. *Evaluación del hábitat del borrego cimarrón (Ovis canadensis cremnobates Elliot, 1903) con fines de manejo en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México*. Tesis de Maestría en Ciencias Manejo de Ecosistemas de Zonas Aridas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California., México. 96pp.
- Morán Z. D. J. 1985. *Geología de la República Mexicana*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 88 pp.
- Oehler, Sr. M. W., R. T. Bowyer, y V. C. Bleich. 2003. Home ranges of female mountain sheep *Ovis Canadensis nelsoni*: effects of precipitation in a desert ecosystem. *Mammalia*, 67: 385-401.

- Pake, D. L. 1999. Population ecology of Sonoran desert annual plants. En: R. H. Robichaux, *Ecology of Sonoran desert plants and plant communities* (pág. 303). The University Arizona Press. Tucson, Arizona:
- Peinado, M., F. Alcaraz, J.L. Aguirre y J. Delgadillo. 1995. Major plant associations of neotropical North American deserts. *Journal of Vegetation Science*, 6:79-94.
- Peraza, I. A. P. 2004. *Hábitos alimentarios de dos poblaciones de borrego cimarrón en Baja California Sur y Sonora, México*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California., México. 128pp.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford University Press
- Rebman, J. P., y Roberts, N. C. 2012. *Baja California: plant field guide*. 3rd Edition. Sunbelt Publications. San Diego, California, USA, 451pp.
- Roberts, F.M., Jr. 1995. *Illustrated Guide to the Oaks of the Southern Californian Floristic Province: the oaks of coastal southern California and northwestern Baja California. México*. F.M. Roberts Publications, Encinitas, CA. 115pp.
- Romero, E. J. G. H. y Barajas, M. J. A. 1998. Sedimentación continental sobre la superficie de erosión Jacumba-La Rumorosa del paleógeno en el norte de la Sierra Juárez, Baja California. *GEOS*, 18(2):96-111.
- Ruckstuhl, K., y M. Festa-Bianchet. 1998. Do reproductive status and lamb gender affect the foraging behavior of bighorn ewes? *Ethology*, 104:941-954.
- Ruiz C., J. A., G. Díaz P., S. D. Guzmán R., G. Medina G., y M. M. Silva S. 2006. *Estadísticas climatológicas básicas del estado de Baja California* (Período 1961-2003). Libro Técnico Núm. 1. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. 165 p.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT). 2000, *Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del*

- Borrego cimarrón (Ovis canadensis) en México.* Instituto de Ecología. Dirección General de Vida Silvestre.
- Shreve F. y Wiggins L.I. 1964. *Vegetation of the Sonoran Desert*. Vol.I, II. Stanford University Press. Stanford, California.
- Tapia, L. A. 1998. *El reino de Calafia*. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, Baja California, México.148pp.
- Tapia, L. A. 2008. *Homo-ovis: el borrego cimarrón en México*. Universidad Autónoma de Baja California, Centro de Investigaciones Culturales-Museo, 172pp.
- Thorne, R. F. 1982. The desert and other transmontane plant communities of southern California. *Aliso*, 10(2):219-257.
- Villaseñor, J. L., G. Ibarra, y D. Acuña. 1997. Strategies for the conservation of asteraceae in Mexico. *Conservation Biology*, 12 (5): 1066-1075.
- Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28 (3): 160-186.
- Wagner, G., y Peek, J.2006. Bighorn dheeep Diet selection and forage quality in Central Idaho. *Northwest Science*, 80(4).
- Ward, David. 2009. *The biology of deserts*. Oxford University Press, New York. 304 pp.
- Wiggins, I. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford, California, USA.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

<http://bajaflora.oro/>

<http://www.calflora.org/>

<http://www.itis.gov/>

<http://basica.primariatic.sep.gob.mx/>

ANEXO 1

Fotografías representativas de las comunidades vegetales.

Comunidad chaparral-bosque de pino



Comunidad Matorral desértico rosetófilo



Comunidad aluvión



Comunidad tipo oasis



Comunidad basalto



ANEXO 2

Matriz de similitud entre las comunidades vegetales de acuerdo al índice de Jaccard.

	CH-P	AE	P	O	BA
CH-P	1.00	0.15	0.04	0.18	0.02
AE	0.15	1.00	0.14	0.05	0.23
P	0.04	0.14	1.00	0.00	0.28
O	0.18	0.05	0.00	1.00	0.00
BA	0.02	0.23	0.28	0.00	1.00

ANEXO 3

Especies consumidas.



Echinocereus engelmannii



Ferocactus cylindraceus



Encelia farinosa



Achnatherum parishii



Simmondsia chinensis

