



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA**



FACULTAD DE CIENCIAS

**MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS
ÁRIDAS**

**“PROPUESTA PARTICIPATIVA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES CLAVE EN LA
DIETA DEL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS*) EN DOS EJIDOS DE BAJA
CALIFORNIA”**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

Luis Ángel Méndez Rosas

Director: Dr. Guillermo Romero Figueroa

Sinodal: Dr. Israel Guerrero Cárdenas

Sinodal: Dr. Fernando Isaac Gastelum Mendoza

Sinodal: Dr. Hiram Rivera Huerta



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRIA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

PROPUESTA PARTICIPATIVA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES CLAVE EN LA DIETA DEL BORREGO CIMARRÓN (*Ovis canadensis*) EN DOS EJIDOS DE BAJA CALIFORNIA.

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

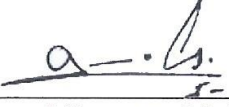
Presenta

LUIS ANGEL MENDEZ ROSAS

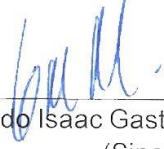
aprobada por



Dr. Guillermo Romero Figueroa
(Director)



Dr. Israel Guerrero Cárdenas
(Sinodal)



Dr. Fernando Isaac Gastelum Mendoza
(Sinodal)



Dr. Hiram Rivera Huerta
(Sinodal)

Ensenada, Baja California, México.

Enero de 2024

Agradecimientos

Al posgrado en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (MEZA), por aceptarme en su programa y al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por brindarme una beca (1139869) de manutención para culminar mis estudios de posgrado.

A mi comité de tesis: Dr. Guillermo Romero Figueroa, Dr. Isaac Gastelum Mendoza, Dr. Israel Guerrero Cárdenas y Dr. Hiram, Rivera Huerta. Muchas gracias por su ayuda, dedicación y orientación para que culminara satisfactoriamente esta investigación.

A cada uno de mis profesores de la maestría; así como a mis compañeros y amigos de la generación 2021-2023, a quienes aprecio profundamente, les deseo un continuo y exitoso camino en sus trayectorias profesionales y personales.

A mis compañeros del Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre: Biol. Rafel Paredes, MVZ. Luz Tapia, M. C. Enrique Ruiz y M.C. Isabel Raymundo, por todo el apoyo y hacer más amenas y divertidas nuestras salidas de campo.

A Daniela Varela, agradezco infinitamente las innumerables ocasiones que te pedí ayuda para la identificación de plantas.

A los doctores José Ángel Armenta Quintana y Rafel Ramírez Orduña por recibirme y capacitarme para realizar los análisis de microhistología en el Laboratorio de Zootecnia de la UABCS, así como a la familia del Dr. Israel Guerrero y Maricela Juárez por su amable hospitalidad, atención y consejos durante mi estancia académica.

Agradezco a los ejidatarios de Cordillera Molina y Matomí por compartir sus conocimientos, así como por su amable atención y disposición, especialmente a Gerardo Vizcarra y Agustín R. ¡Muchas gracias por la increíble experiencia de conocer al borrego cimarrón!

Al proyecto 400/2975-Aspectos ecológicos y socioambientales del Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en las sierras del estado de Baja California, por brindar los recursos económicos para llevar a cabo la presente investigación.

Un agradecimiento muy especial a Anely Fernández por impulsarme a seguir creciendo profesional y personalmente, y estar siempre presente en los momentos más difíciles de esta aventura.

Finalmente, agradecimiento a mi familia que a la distancia siempre me alentó para culminar esta aventura, esto es por ustedes y para ustedes.

RESUMEN

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es un herbívoro que desempeña una función ecológica relevante en los ecosistemas desérticos de Norteamérica. Uno de los aspectos cruciales para su conservación es conocer sus hábitos alimentarios, ya que permite comprender su capacidad de adaptabilidad a las variaciones en la disponibilidad y calidad del forraje. Debido a que en Baja California no se cuenta con información actualizada sobre los hábitos forrajeros del borrego cimarrón y la distribución espacial de las especies vegetales clave en su dieta, el objetivo del presente estudio fue elaborar una propuesta participativa de conservación de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón en los ejidos Cordillera Molina y Matomí. Para ello se caracterizó la composición y diversidad de la cobertura vegetal mediante el método de líneas de Canfield (17) obteniendo valores de abundancia, frecuencia y dominancia, mismos que sirvieron para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI). Se determinó por temporada y sitio, la riqueza específica (S) utilizando el Índice de Margalef y la diversidad utilizando el índice de diversidad de Shannon (H'). Asimismo, se determinó la dieta mediante análisis microhistológico (195 muestras de grupos fecales y 60 especies de plantas de referencia), las cuales fueron clasificadas de acuerdo con su variación temporal (lluvias o secas), forma de crecimiento (arbustiva y arbórea, herbácea, pastos o suculenta) y frecuencia de aparición. Para conocer si existe diferencia significativa en la diversidad (H') de la dieta por temporada, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney ($\alpha \leq 0.05$). Posteriormente se identificaron las especies clave de acuerdo con el índice de selectividad de Ivlev, y se realizó un análisis de componentes principales para examinar las especies que fueron selectivas en cada sitio de estudio, en donde se incluyeron como criterio de clasificación variables ambientales para ver su influencia en la selección de dicha planta. El conocimiento local mediante un taller de cartografía participativa y el conocimiento académico mediante modelos de nicho ecológico de las especies que fueron selectivas en la dieta permitieron identificar los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón.

El hábitat del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina y Matomí está compuesto principalmente por 52 y 55 especies respectivamente. Las especies con mayor valor de

importancia en el hábitat fueron: *Larrea tridentata* (20.39 %), *Ipomopsis tenuifolia* (33.63 %), *Ambrosia dumosa* (23.39 %), *Parkinsonia microphylla* (24.76 %). En Cordillera Molina se obtuvo una riqueza de S= 6.86 y S= 8.31, mientras que de diversidad de H= 3.43 y H= 3.69 durante las temporadas de secas y lluvias respectivamente, encontrando diferencias entre temporadas (U = 381, P = 0.04). En Matomí la riqueza fue de S= 7.30 y S= 9.42, mientras que la diversidad de (H= 3.89) y (H= 3.55), encontrando diferencias entre temporadas (U= 450, P = 0.02). La dieta se compuso de 35 especies en Cordillera Molina y 44 en Matomí en donde la especie con mayor frecuencia absoluta de aparición fue *Hibiscus denudatus* (47 y 34) respectivamente. En cuanto a forma de vida, el estrato arbóreo preferido en la dieta de Cordillera Molina fueron los arbustos y arbustivas (lluvias= 58.5 %, secas= 51.6 %), seguida de la herbáceas (lluvias= 20.7 %, secas= 31.2 %), posteriormente los pastos fueron mayores durante la temporada de lluvias (13.6 %) y finalmente las suculentas fueron mayores en temporada de secas con un 11.3%, mientras que en Matomí fueron los arbustos y arbustivas (lluvias= 68.7 %, secas= 63.03 %), seguida de las herbáceas (lluvias= 30.2 %, secas= 21.2 %), posteriormente los pastos presentaron valores similares (lluvias= 0.5 %, secas= 0.6 %) y finalmente las suculentas fueron mayores en temporada de secas con un 15.15 %. El índice de ivlev mostró que el borrego fue selectivo proporcionalmente en el consumo de ocho especies de plantas de acuerdo con su disponibilidad en el hábitat para ambos sitios de muestreo (*Agave deserti*, *Bebbia juncea*, *Eriogonum inflatum*, *Hibiscus denudatus*, *Justicia californica*, *Larrea tridentata*, *Condea emoryi*, *Horsfordia newberryi*). Los sitios de importancia para la alimentación en Cordillera Molina se encuentran en la parte norte cubriendo un 5 % (70.4 Km²) del polígono ejidal, mientras que en Matomí, cubren una extensión del 3 % (68.37 Km²). Este trabajo propone líneas de acción para la conservación de los sitios de importancia para la alimentación en donde se distribuyen las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.

Palabras clave: borrego cimarrón, hábitos alimentarios, cartografía participativa, modelos de distribución potencial, sitios de importancia para la alimentación.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1. El borrego cimarrón	4
2.1.1. Descripción general de la especie	4
2.1.2. Distribución histórica y actual	5
2.1.3. Clasificación taxonómica	6
2.1.4. Importancia ecológica y socioeconómica de la especie	6
2.2. Importancia de la cobertura vegetal para el hábitat del borrego cimarrón	7
2.3. Estudios sobre la dieta del borrego cimarrón	9
2. 4. Estrategias alimentarias del borrego cimarrón	10
2.5. Cartografía participativa: involucramiento de comunidades y academia	12
2.6. Nicho ecológico y distribución de especies	14
2.7. Legislación ambiental.....	16
III. JUSTIFICACIÓN	18
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
V. HIPÓTESIS.....	19
VI. OBJETIVOS.....	19
6.1. Objetivo general.....	19
6.2. Objetivos específicos	19
VII. METODOLOGÍA	20
7.1. Descripción del área de estudio.....	20
7.2. Método	23
7.2.1. Caracterización del hábitat del borrego cimarrón	23
7.2.2. Composición y selección de la dieta del borrego cimarrón	27
7.2.2.1 Colecta de muestras fecales	27
7.2.2.2. Catálogo de referencia	28
7.2.2.3. Análisis microhistológico	28
7. 2.3. Talleres participativos	32
7.2.4. Modelación de distribución potencial de especies forrajeras	34
7.2.4.1. Generación de bases de datos con los sitios de presencia de las plantas clave en la dieta del borrego cimarrón.....	34
7.2.4.2. Selección y análisis de variables ambientales de predicción	35

7.2.4.3. Parametrización y evaluación de modelos	36
7.2.4.4. Datos de salida de modelos	37
7.2.5. Delimitación de las áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón.....	38
VIII. RESULTADOS.....	39
8.1. Esfuerzo de muestreo	39
8.2. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón	40
8.2.1. Ejido Cordillera Molina	40
8.2.2. Ejido Matomí.....	41
8.3. Composición de la dieta del borrego cimarrón.....	44
8.3.1. Ejido Cordillera Molina	44
8.3.2. Ejido Matomí.....	46
8.4. Selectividad de especies en la dieta del borrego cimarrón	49
8.5. Cartografía participativa de los sitios de importancia para el borrego cimarrón..	60
8.6. Áreas de distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.....	64
IX. PROPUESTA DE CONSERVACIÓN.....	69
9.1. Áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón	70
9.1.1. Ejido Cordillera Molina	70
9.1.2. Ejido Matomí.....	71
9.2. Líneas de acción para la conservación de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.....	72
X. DISCUSIÓN.....	76
10.1. Caracterización del hábitat del borrego cimarrón.....	76
10.2. Composición de la dieta del borrego cimarrón	78
10.3. Selectividad de especies en la dieta del borrego cimarrón	81
10.4. Talleres de cartografía participativa	82
10.5. Modelos de distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón	85
10.6. Propuesta de conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón.....	86
XI. CONCLUSIONES	88
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	90
XIII. ANEXOS.....	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de macho adulto de borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	4
Figura 2. Disminución en la distribución del borrego cimarrón en Norteamérica.....	5
Figura 3. Ubicación y delimitación del Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí en el estado de Baja California.	21
Figura 4. Vista panorámica de los tipos de cobertura vegetal en el Ejido Cordillera Molina (a) y Ejido Matomí (b).	23
Figura 5. Medición de la vegetación en líneas de Canfield para evaluar cobertura y abundancia en el Ejido Matomí durante época de secas.	24
Figura 6. Colecta de excretas de borrego cimarrón y almacenamiento en tubos falcon	27
Figura 7. Colecta y prensado de muestras de plantas de referencia para análisis microhistológicos.....	28
Figura 8. Equipo de trabajo de laboratorio para el análisis microhistológico en el laboratorio de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.	30
Figura 9. Talleres de cartografía participativa en el Ejido Cordillera Molina (a) y Ejido Matomí (b), Baja California, México.	33
Figura 10. Curvas de acumulación de especies para los dos ejidos muestreados.	39
Figura 11. Caja de bigotes de las abundancias por familia encontradas en el hábitat de borrego en el Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.	41
Figura 12. Caja de bigotes de las abundancias por familia en el Ejido Matomí, Baja California, México.....	42
Figura 13. Composición estacional de las coberturas vegetales en el hábitat del borrego cimarrón, en relación con la forma biológica de las especies	43
Figura 14. Lista de especies consumidas anualmente por el borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina.	45
Figura 15. Principales especies en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina durante las dos temporadas del año.....	46
Figura 16. Lista de especies consumidas anualmente por el borrego cimarrón en el Ejido Matomí.	47
Figura 17. Composición de la dieta estacional del borrego cimarrón de acuerdo con la forma biológica de las especies consumidas en los dos sitios de estudio.	48
Figura 18. Principales especies en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Matomí a) temporada de secas y b) temporada de lluvias.....	49
Figura 19. Especies forrajeras selectivas en la dieta del borrego cimarrón.....	53

Figura 20. Análisis de componentes principales para los sitios con registros de frecuencia de la dieta.	53
Figura 21. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina durante la época de lluvias. ..	55
Figura 22. Gráfico de componentes para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina durante la época de secas.....	56
Figura 23. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí durante la época de lluvias.	58
Figura 24. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí durante la época de secas.	59
Figura 25. Sitios de importancia y amenazas para le borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina, mediante cartografía participativa.	61
Figura 26. Sitios de importancia y amenazas para le borrego cimarrón en Ejido Matomí, mediante cartografía participativa.	63
Figura 27. Distribución potencial de seis especies clave en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.	66
Figura 28. Distribución potencial de las seis especies clave en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí, Baja California, México.	68
Figura 29. Esquema metodológico para llegar al modelo de conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en Baja California.....	69
Figura 30. Sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.....	70
Figura 31. Sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Matomí, Baja California, México.....	71

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Clasificación taxonómica del borrego cimarrón.....	6
Tabla II. Lista de estudios de dieta en EUA y México	9
Tabla III. Descripción de líneas en los sitios de muestreo para líneas de Canfield.	24
Tabla IV. Clasificación de los valores del índice de Ivlev.....	31
Tabla V. Estructura de los talleres de cartografía participativa para la conservación del borrego cimarrón y su hábitat.....	33
Tabla VI. Selección de variables ambientales bioclimáticas	35
Tabla VII. Valores del índice de selectividad de Ivlev en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina.....	50

Tabla VIII. Valores del índice de selectividad de <i>Ivlev</i> en la dieta del borrego cimarrón en ejido Matomí.....	51
Tabla IX. Relación de componentes para variables en el Ejido Cordillera Molina durante la época de lluvias.....	54
Tabla X. Relación de componentes para variables en el Ejido Cordillera Molina durante la época de secas.	56
Tabla XI. Relación de componentes para variables en el Ejido Matomí durante época de lluvias.	57
Tabla XII. Relación de componentes para variables en el Ejido Matomí durante la época de lluvias.	59
Tabla XIII. Numero de registros de presencia de las especies claves en la dieta del borrego cimarrón obtenidos de diferentes fuentes	64
Tabla XIV. Líneas de acción para la conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón. Plazo; corto=1 año, mediano=3 años y largo=5 años.	72

I. INTRODUCCION

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es un herbívoro de gran tamaño en México, donde desempeña una función ecológica relevante en los ecosistemas desérticos, ya que participa en la dinámica de la vegetación y el ciclo de los nutrientes. Además, es presa potencia para depredadores como el coyote (*Canis latrans*), el puma (*Puma concolor*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*), especialmente durante el primer año de vida. Su presencia se considera un indicador del buen estado de conservación (INE-SEMARNAP, 2000; Krausman *et al.*, 1999; Monson & Sumner, 1980; Rominger, *et al.*, 2004). Asimismo, representa un valor económico importante y relevancia sociocultural en algunas regiones del noroeste de México. Sin embargo, la fragmentación del hábitat, la competencia con especies exóticas y la cacería ilegal, son las principales causas de su declive poblacional y la reducción de su distribución (Antaya, 2018; Espinosa & Contreras-Balderas, 2010). Es así como, la legislación mexicana la incluye en la lista de especies amenazadas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010 (D.O.F., 2010) en la categoría de Protección Especial (Pr). Además, se considera una especie prioritaria para su conservación.

Uno de los aspectos cruciales para la conservación del borrego cimarrón es conocer sus hábitos alimentarios, ya que permite comprender su capacidad de adaptabilidad a las variaciones en la disponibilidad y calidad del forraje. Además, brinda la oportunidad de evaluar cómo se utiliza la cobertura vegetal y si cumple con los requerimientos necesarios para garantizar la supervivencia de la especie y sus

poblaciones (Blum et al., 2023; Gastelum-Mendoza et al., 2021; Guerrero-Cárdenas et al., 2016; Jansen et al., 2009; Sandoval et al., 2014).

Obtener estimaciones precisas de los hábitos alimentarios en herbívoros silvestres representa un desafío. Generalmente la información generada proviene de estudios basados en métodos como la observación directa (complicados de aplicar en poblaciones silvestres de borrego cimarrón por lo inaccesible de su hábitat) y el análisis del contenido ruminal (la obtención de las muestras impide realizar estudios de dieta en periodos prolongados); Sin embargo, el análisis microhistológico de muestras fecales ha resultado ser un método eficiente para conocer la dieta de herbívoros silvestres de manera estacional y anual (Galindo, 2000; Gallina, 2011).

Asimismo, es fundamental conocer la distribución geográfica de las especies clave (preferidas) en la dieta del borrego cimarrón. Para lograrlo, existen diversas herramientas disponibles que permiten predecir su distribución a través de modelos que identifican similitudes ecológicas entre distintas áreas donde se encuentren dichas especies (Phillips et al., 2006). Otra de las herramientas para conocer sitios relevantes de forrajeo es el involucramiento de las comunidades rurales a través de la cartografía participativa que brinda información valiosa sobre la presencia de estas especies en áreas específicas. La colaboración entre sociedad y academia puede fortalecer los esfuerzos de conservación y promover un manejo sostenible de su hábitat (Campos, 2018; Mistry & Berardi, 2016).

Con base en este conocimiento, los propietarios, autoridades y personal técnico pueden establecer áreas de importancia de forrajeo e implementar acciones de manejo

y conservación sostenible para asegurar la continuidad de esta especie. Por lo tanto, la presente investigación constituye una propuesta participativa que busca contribuir a la conservación de las áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California, utilizando como referencia la información obtenida sobre sus hábitos alimentarios y las áreas de distribución potencial de las especies claves identificadas en este estudio.

II. ANTECEDENTES

2.1. El borrego cimarrón

2.1.1. Descripción general de la especie

El borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es un bóvido de gran tamaño y cuerpo robusto. Los machos adultos tienen un peso que varía entre 70 y 91 kg, mientras que las hembras son más ligeras con un peso promedio de 50 kg. Su pelaje muestra una variación de tonos en la parte superior, desde tonos marrones claros, hasta oscuros, según el hábitat y la subespecie. Por otro lado, en las partes inferiores presentan colores más claros, que van desde blancos cremosos hasta tonos cafés y grises. El rasgo más distintivo de esta especie es la cornamenta desarrollada por los machos (Figura 1). Estos cuernos en forma de espiral rodean las orejas, presentan una textura rugosa y llegan a representar hasta el 10 % del peso del animal, mientras que las hembras poseen cuernos ligeramente curvados hacia atrás en forma de hoz (Smith & Krausman, 1988).



Figura 1. Ejemplar de macho adulto de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) Fotografía cortesía de Rafael Paredes Montesinos, 2022 /ejido Matomí, B.C.

2.1.2. Distribución histórica y actual

Los ancestros del género *Ovis* tuvieron su origen en Eurasia durante el Pleistoceno temprano y se dispersaron hacia América a través del Estrecho de Bering, habiéndose encontrado restos fósiles en Alberta, Canadá, y vestigios en placas del Pleistoceno tardío en zonas de América del Norte. El borrego cimarrón se distribuye en Canadá y Estados Unidos, y en la zona norte de México. Sin embargo, en años recientes, esta distribución ha sufrido una notable reducción (Figura 2). En México, su área de distribución original cubría gran parte de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora, Baja California Sur y Baja California (Brewer et al., 2014; Shackleton, 1985).

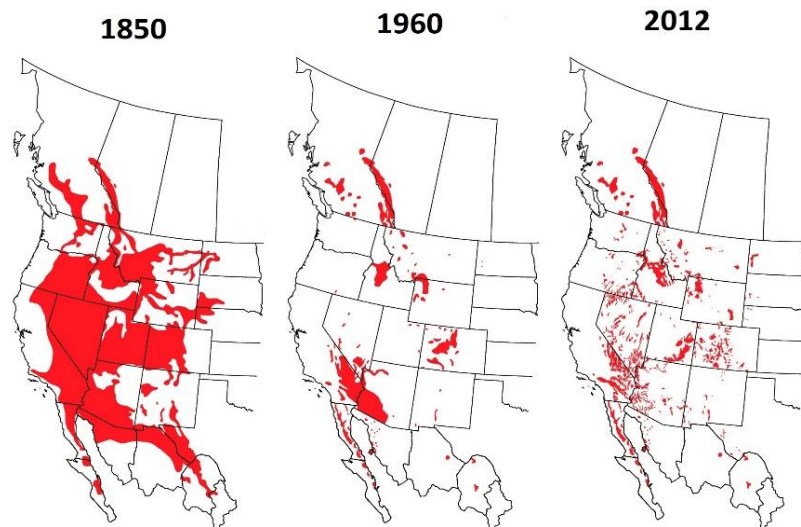


Figura 2. Disminución en la distribución del borrego cimarrón en Norteamérica (Brewer et al., 2014).

2.1.3. Clasificación taxonómica

En América del Norte, el género *Ovis* incluye dos especies, *Ovis dalii* y *Ovis canadensis* (Tabla I), siendo este último el que tiene presencia en México. (Shackleton, 1985).

Tabla I. Clasificación taxonómica del borrego cimarrón.

Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Género	<i>Ovis</i>
Especie	<i>Ovis canadensis</i> Shaw, 1804

2.1.4. Importancia ecológica y socioeconómica de la especie

El borrego cimarrón juega un papel ecológico importante en los ecosistemas desérticos por su adaptabilidad a fuertes variaciones del medio ambiente, así como a periodos de sequía prolongados y escasez de alimento. Dentro de la cadena trófica, es presa de depredadores como coyotes (*Canis latrans*) y pumas (*Puma concolor*). También se han reportado ataques de lince (*Lynx rufus*), águila real (*Aquila chysaetos*), y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Los ataques por estas especies son dirigidos a animales enfermos o crías, especialmente durante su primer año de vida. Por otro lado, al ser una especie herbívora, el borrego cimarrón participa en la dinámica de la vegetación y el ciclo de nutrientes del ecosistema. Además, la presencia de esta especie

se considera un indicador del estado de conservación saludable del hábitat (INE-SEMARNAP, 2000; Kamler et al., 2002; Monson & Sumner, 1980; Rominger et al., 2004).

Del mismo modo, esta especie ejerce un impacto económico gracias a su alto valor cinegético, siendo un trofeo valorado por diversos gremios y grupos de cazadores. Adicionalmente, representa un símbolo cultural de gran importancia para los residentes locales del norte de México (Tapia & Magaña, 2013). El borrego cimarrón representa cualidades como autonomía, perseverancia y masculinidad, y se utiliza como símbolo tanto en entidades gubernamentales como en empresas privadas, así como en asociaciones civiles en México y es la imagen que representa a los estudiantes de la Universidad Autónoma de Baja California (Anaya, 2010; Sandoval et al., 2014).

2.2. Importancia de la cobertura vegetal para el hábitat del borrego cimarrón

La cobertura vegetal es un factor clave que influye en el uso del hábitat del borrego cimarrón, ya que ejerce múltiples influencias en su comportamiento. La estructura de la vegetación le proporciona una mejor visibilidad ante los depredadores, impidiéndoles acercarse sin ser advertidos (Dibb & Quinn 2006; Escobar et al., 2015; Smith et al., 1999). Otra función esencial de la cobertura vegetal radica en la presencia de especies forrajeras, que proveen de alimento a las poblaciones de borrego cimarrón. Además, especies que por su altura (≥ 1.5 m) pueden ser relevantes para el borrego cimarrón como resguardo térmico (Gastelum-Mendoza, 2020).

Caracterizar la vegetación y evaluar la disponibilidad de forraje para el borrego cimarrón permite estimar con precisión la capacidad de carga animal, identificar zonas

viales para repoblación y realizar mejoras en el hábitat. Asimismo, estas evaluaciones ofrecen bases sólidas para la formulación de propuestas de conservación y regeneración en áreas limitadas o fragmentadas del matorral desértico (Gastelum-Mendoza, 2020).

La preferencia de hábitat para el borrego cimarrón varía en función de la hora del día, la estación y la edad. Entre los sitios clave más destacados para esta especie destacan áreas de forrajeo, fuentes de agua, lugares de apareamiento, crianza, así como áreas de cobertura y escape (Smith & Krausman, 1988). En México, diversos autores se han enfocado en describir la estructura vegetal y sus implicaciones en la conservación de las poblaciones del borrego cimarrón. Por ejemplo, en Isla Tiburón, Sonora, Ofarril (2003) describe el hábitat, observando que, las arbustivas son las especies de mayor presencia en las planicies, siendo *Ruellia californica* (24.2 %) la especie de mayor importancia relativa, seguida de *Hoffmannseggia intricata*, *Lippia palmei*, *Simmondsia chinensis* y *Colubrina viridis*. En el mismo sitio, pero en zonas montañosas, las especies con mayor importancia relativa incluyen a *Acacia greggii*, *Ruellia californica*, *Melochia tomentosa*, *Ambrosia sp.*, *Bursera microphylla*, *Acacia willardiana* y *Lippia palmei*.

En la zona de distribución del borrego cimarrón en Sierra Juárez, Baja California, Santos (2015) condujo una descripción de las comunidades vegetales. El estudio registra 157 especies de 55 familias, destacando a las formas arbustivas en cuanto al número de especies, seguidas por las herbáceas perennes y anuales. Las familias Asteraceae y Fabaceae representaron el porcentaje más alto, con 21 % y 10 % respectivamente.

Gastelum-Mendoza (2020) describe cómo el hábitat del borrego cimarrón en la UMA Rancho San Juan, Monclova, Coahuila está predominantemente compuesto por

matorral desértico rosetófilo (42 especies). Aquí, los arbustos y árboles prevalecieron durante todo el año. De acuerdo con el Índice de Valor de Importancia (IVI), se reportan 17 especies dominantes, sobresaliendo *Euphorbia antisiphilitica*, *Agave lechuguilla* y *Jatropha dioica*.

En Sierra el Mechudo, Baja California Sur, Guerrero-Cárdenas (2020) encontró en 2011 un total de 22 familias y 50 especies. De ellas, 22 fueron arbustos (61.0 %), 14 árboles (17.3 %), 11 suculentas (17.0 %) y tres herbáceas (4.7 %). Los arbustos dominantes fueron *Jatropha cuneata* (15.2 %) y *Caesalpinia placida* (10.0 %) teniendo el mayor número de individuos.

2.3. Estudios sobre la dieta del borrego cimarrón

La búsqueda de alimento prevalece como la actividad principal de los ungulados en vida silvestre. Por lo general, estos animales destinan entre el 40 % y el 60 % de su tiempo diario a la búsqueda y consumo de alimento (Craighead et al., 1973; Collins, 1979). Aunque existen varios reportes y estudios sobre la composición de la dieta del borrego cimarrón, en Baja California aún es incompleta este tipo de información (Tabla II).

Tabla II. Lista de estudios de dieta en EUA y México: Ab=Arbusto; H=Herbácea; P=Pasto; Ar=Árbol; S=Suculenta; I=Invierno; Pr=Primavera; V=Verano

Autor	Área de estudio	Época	Composición del forraje (%)				
			Ab	H	P	Ar	S
King y Workman (1982)	Utah	I-P	53.4	35.3	11.2	---	---

Krausman et al., (1989)	Arizona	Anual	75.5	19.9	4.3	---	---
DeYoung et al., (2000)	Texas	Anual	40	34.2	25.7	---	---
Brewer y Harveson (2007)	Texas	Anual	50	35	11	---	4
Tarango et al., (2002)	Sonora	Anual	45.7	32.4	4.5	---	17.2
O´Farril (2003)	Sonora	Anual	90	5	5	---	---
Peraza (2004)	Baja California Sur	Anual	58	23	3	13	3
	Sonora	Anual	48	33	9	8	2
Zurita (2011)	Baja California Sur	may-jul	15.7	64.9	3.5	15.7	---
Gastelum (2015)	Sonora	Anual	21.3	28.8	19.4	13.9	1.4
Guerrero et al., (2016)	Baja California Sur	Anual	62.1	26.9	0.1	10.6	0.2
Gastelum (2020)	Coahuila	Anual	38	---	15.8	---	14.1
Peralta (2020)	Sonora	ago-oct	49.7	4.2	1	24	13.8
Sánchez, et al., (1976)	Baja California	invierno	33	24	43	---	---
Galindo (2000)	Baja California	Anual	30	51	19	---	---
Santos (2015)	Baja California	I-P-V	42	29	---	5	24

2. 4. Estrategias alimentarias del borrego cimarrón

La supervivencia de cualquier organismo y especialmente aquellos que viven en ambientes desérticos, depende de su capacidad para obtener el alimento y procesarlo

de manera efectiva, lo que implica desarrollar estrategias adecuadas para alcanzar este objetivo. Se ha asumido que la presión selectiva para hacer esto es muy intensa, y sólo aquellas poblaciones de animales que se han adaptado para alimentarse de manera óptima, obteniendo el mayor beneficio con la menor inversión energética, han logrado persistir a lo largo del tiempo (Belovsky, 1978; Hofmann, 1989). Para ello, la selección de forraje de una especie herbívora está impulsada por sus necesidades nutricionales, cantidades mínimas de varios nutrientes y la cantidad de alimento que puede procesar en un lapso de tiempo (McArthur & Pianka 1966; Westoby, 1974).

Sin embargo, no hay un patrón que generalice a determinadas plantas para la selección. Al respecto, Miller y William (1989) en el Desierto de Sonorense, en el oeste de Arizona, identificaron que las plantas más importantes en la dieta del borrego cimarrón fueron: *Janusia gracilis*, *Ditaxis lanceolata*, *Sphaeralcea ambigua*, *Condea emoryi* y *Krameria gray*.

Por su parte en México Guerrero-Cárdenas (2020), identifica a *Bourrieria sonora*, *Caesalpinia placida*, *Ditaxis sp.*, *Melochia tomentosa*, *Ruellia californica*, *Hibiscus denodatus*, *Larrea tridentata*, *Fouquieria diguetii* y *Jatropha cuneata* como el grupo de forraje seleccionado por el borrego cimarrón en Sierra el Mechudo, Baja California Sur, México.

Mientras que, Gastelum-Mendoza (2020) determinó que *Opuntia engelmannii* fue la única especie suculenta seleccionada por el borrego cimarrón en un matorral desértico rosetófilo de Monclova Coahuila, México.

En resumen, el desafío particular para los grandes herbívoros al seleccionar su dieta es obtener las proporciones de plantas adecuadas de diferentes nutrientes en una cantidad de alimento relativamente constante.

2.5. Cartografía participativa: involucramiento de comunidades y academia

La conservación de las áreas de alimentación del borrego cimarrón requiere además de conocimientos biológicos, la participación de las comunidades humanas, como una estrategia efectiva de conservación (Ruiz-Mondragón et al., 2023). El enfoque participativo constituye una perspectiva específica para abordar un tema o problema. Parte del principio fundamental de que es crucial implicar a todos los miembros interesados. El propósito es considerar sus inquietudes, reconocer sus aportes en la consecución de objetivos estratégicos y personales, evaluar el impacto en el proceso productivo y en la gestión del conocimiento, además de identificar áreas potenciales de desarrollo y formación (Contreras et al., 1998).

Los enfoques participativos se han utilizado ampliamente en zonas rurales y comunidades indígenas para rescatar los conocimientos tradicionales y promover la participación de las comunidades en la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos naturales. Uno de estos enfoques es el Diagnóstico Rural Participativo (DRP), que reconoce y valora el conocimiento local y fomenta la participación de los integrantes en el proceso de investigación (Contreras et al., 1998).

La cartografía participativa es una herramienta clave ampliamente utilizada dentro del enfoque DRP (Cochrane et al., 2018) ya que permite establecer un lenguaje en

común entre la academia y la sociedad, lo cual es importante cuando las comunidades locales dependen de los recursos naturales para su subsistencia (Cronkleton et al., 2012).

En Baja California, se ha utilizado la cartografía participativa en diferentes estudios (Cariño-Olvera & Ramírez-Meza, 2021; Eaton-González et al., 2021; Garduño, 2017; Pascasio-Montijo, 2021; Pérez-Sánchez, 2023) sin embargo han sido dirigidos a estudios culturales-sociales.

En lo que respecta a temas de conservación, el Gobierno del Estado de Baja California publicó una Estrategia Estatal para la Conservación y el Manejo Sustentable del Borrego Cimarrón, la cual incluyó talleres participativos como parte de la propuesta. Como resultado, se elaboró un mapa preliminar de zonificación de una UMA de esta especie en Baja California (GEBC, 2012).

Destacan las aportaciones de Andrade-Sánchez (2013) quien resumió información sobre el estado de las poblaciones vegetales, generada a través procesos participativos en la comunidad indígena Kumiai de San José de la Zorra. Los resultados obtenidos les permitieron identificar sitios de monitoreo de las especies vegetales.

Garibay (2019), identificó, mapeo y analizó la distribución espacial de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en colaboración con los pescadores del Sistema Lagunar Ojo de Liebre. Como resultado, se identificaron 6 sitios aptos para el monitoreo de esta especie.

2.6. Nicho ecológico y distribución de especies

En los últimos años, se ha logrado un progreso significativo en los métodos empleados para generar modelos que predicen la distribución potencial de las especies. Este avance ha sido posible gracias a la amplia oferta de lenguajes de programación, la difusión y acceso de información geoespacial y los avances en las técnicas de sistemas de información geográfica y mejores prestaciones de procesamiento en la nube (Scott et al., 2002). Entre estos enfoques destaca la modelación del nicho ecológico (MNE), los cuales son un conjunto de técnicas correlacionadas que se utilizan para identificar las condiciones ambientales óptimas que permitan a una determinada especie estar presente y mantener poblaciones en el largo plazo. Hutchinson (1957) postuló que el nicho ecológico de una especie puede expresarse cuantitativamente en términos de un hipervolumen n-dimensional de las variables bióticas y abióticas necesarias para su supervivencia y reproducción. De esta manera, el método utiliza estas variables y las integra con datos de presencia de las especies para modelar sus requerimientos ecológicos (Anderson et al., 2003).

Los MNE son calculados mediante algoritmos que relacionan las observaciones de campo o registros de bases de datos (presencia y ausencia) con una serie de variables ambientales como clima, topografía, vegetación, que sirven como predictores (Ferrier & Guisan, 2006; Naoki et al., 2006; Soberón & Peterson, 2005). Los resultados que se obtienen indican distribuciones geográficas teóricas ya que al momento de generar los modelos no se considera la dinámica ecológica de la especie (Illoldi-Rangel et al., 2008).

Un *software* ampliamente utilizado para realizar MNE es Maxent, el cual está basado en aprendizaje automático, que utiliza solo datos de presencia para determinar la distribución potencial de una especie con la máxima entropía posible (es decir, la explicación estadística más cercana a ser uniforme), por lo tanto, Maxent utiliza los datos de presencia para generar predicciones de valor de probabilidad en un píxel dado de manera porcentual (Phillips et al., 2006).

Aunque es una técnica mundialmente utilizada para diferentes fines de conservación, en el caso de Baja California se han realizado pocos estudios utilizando este tipo de herramientas. Por ejemplo, Delgado (2013) realizó el primer estudio en su tipo para el estado de Baja California en donde predice las zonas en donde el clima es adecuado para la presencia de *Yucca valida*.

Palma-Ordaz y Delgadillo-Rodríguez (2014) determinaron la distribución potencial de ocho especies de plantas exóticas de carácter invasor para el estado de Baja California.

García (2014) hace una propuesta para conservar a los murciélagos nectarívoros de la región noroeste de México, en donde, recomienda tres sitios sin algún instrumento de protección, en los cuales hay murciélagos nectarívoros que se asocian en algunos casos con cactáceas columnares.

Siordia (2015), tuvo como objetivo establecer la distribución potencial de las ardillas *Tamia obscurus* y *Xerospermophilus tereticaudus*, con base en los modelos de nicho ecológico utilizando datos disponibles en campo.

Ocampo (2016) modela la distribución potencial del género *Coccidioides*, una especie fúngica causante de la micosis pulmonar, conocida como la fiebre del valle de San Joaquín.

Romero-Figueroa et al., (2017) generaron un modelo de hábitat potencial de distribución del borrego cimarrón en la sierra de La Rumorosa, Tecate, en donde se muestran preferencias por elevaciones entre 762 y 820 msnm, con exposiciones sureste-este y pendientes de 39 a 44 %. Un año después Ruiz-Mondragón et al., (2018) identificaron la distribución potencial del borrego cimarrón en Sierra Juárez, Baja California mediante el uso de un modelo de nicho ecológico.

Finalmente, Escobar-Gómez et al., (2021), publicaron un artículo que, aunque es de alcance nacional, adquiere relevancia en la península de Baja California. En dicho estudio se caracterizó la distribución geográfica potencial de 48 especies de avispas del género *Tachysphex* (Hymenoptera: Crabronidae).

2.7. Legislación ambiental

La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece los criterios fundamentales para preservar y aprovechar de manera sustentable la flora y fauna silvestre. Su propósito central es fomentar el desarrollo y establecer las bases para alcanzar los siguientes objetivos: 1) establecer los principios de la política ambiental, la conservación, restauración y mejora del entorno; 2) Salvaguardar y proteger la diversidad biológica; y 3) Facilitar el uso sustentable de los recursos naturales, entre otros objetivos (D.O.F., 1988).

Ley General de Vida Silvestre (LGVS), tiene el objetivo de conservar la vida silvestre a través de su protección y aprovechamiento sustentable. El concepto de vida silvestre abarca todas las especies que se desarrollan de manera natural en su entorno, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo supervisión humana, así como las especies domésticas que, al escapar del control humano, se establecen en el hábitat silvestre (D.O.F., 2000).

Bajo este contexto, el manejo del borrego cimarrón se remonta a 1922, cuando se estableció una veda de 10 años por el gobierno de México, ampliada posteriormente por la Secretaría de Agricultura y Fomento por otros 10 años. Esta situación continuó hasta el 7 de diciembre de 1963, cuando la Dirección General de Caza autorizó una temporada experimental de cacería en la península de Baja California. Sin embargo, en 1991 el gobierno nuevamente implementó una temporada de veda para la subespecie *Ovis canadensis cremnobates*, con el propósito de restablecer sus poblaciones en el estado, cancelando los permisos de extracción desde entonces y actualmente considerándola una especie prioritaria para la conservación. (GEBC, 2012).

Debido a la información que se tiene sobre el tamaño de las poblaciones del borrego cimarrón, tiene un estatus de “especie sujeta a protección especial” según lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (D.O.F., 2010). Asimismo, está incluida en el Apéndice II del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, mientras que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y Recursos Naturales (UICN), la considera en la categoría con poca preocupación (IUCN, 2023).

III. JUSTIFICACIÓN

Debido a que en Baja California no se cuenta con información actualizada y objetiva de la dieta del borrego cimarrón, ni de la distribución espacial de las especies vegetales clave en su alimentación, es necesario, generar datos precisos y objetivos acerca de las principales fuentes de alimento, así como la proporción en que estas son consumidas, y seleccionadas de acuerdo con su disponibilidad en el hábitat. Por lo tanto, el proponer conservar sitios relevantes de forrajeo, basados en los resultados obtenidos de contenido y distribución espacial de dichas especies, nos permitirá una mejor aproximación en implementar estrategias de conservación, de sitios que aportan en gran medida el manejo adecuado del borrego.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Dada la importancia ecológica del borrego cimarrón en los ecosistemas de Baja California, ¿Cuáles son las especies vegetales más relevantes en cuanto a la frecuencia de su dieta y cuál es su distribución geográfica?, ¿Cómo sería una estrategia de participación social enfocada a conservar los sitios de distribución de las especies vegetales clave en la dieta del borrego cimarrón?

V. HIPÓTESIS

El borrego cimarrón selecciona forraje en función de su disponibilidad y distribución en el hábitat del Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California. Esta información permite identificar sitios de importancia para su alimentación, y formular una propuesta participativa de conservación de estos.

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta participativa de conservación para las especies vegetales clave en la dieta del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California.

6.2. Objetivos específicos

1. Describir los hábitos alimentarios del borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California.
2. Identificar los sitios de importancia de alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California, con base en el conocimiento local.
3. Elaborar mapas de distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, Baja California.

VII. METODOLOGÍA

7.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí, ubicados al norte y centro del estado de Baja California, respectivamente durante el periodo comprendido entre noviembre 2021 a noviembre 2022. Estos sistemas montañosos se caracterizan por presentar quebradas y cañones, además de presentar un hábitat continuo para las poblaciones de borrego cimarrón en el estado (Escobar et al., 2016; Ruiz-Mondragón, 2017)

El Ejido Cordillera Molina se sitúa dentro de Sierra Juárez ubicado a 46 km al suroeste de la ciudad de Mexicali y a 63 km al noroeste de la ciudad de Tecate, cubriendo una extensión de 1408 km². (Figura 3). El Ejido Matomí se ubica en la porción este de la península de Baja California, aproximadamente a 90 km al sur del poblado de San Felipe y colinda al este con el Golfo de California o Mar de Cortés, cubriendo una extensión de 2279 Km² (Figura 3).

Fisiografía

Los dos sitios de muestreo se encuentran en la región fisiográfica denominada “Provincia de la Península de Baja California”, la cual alcanza elevaciones altas (1820 msnm en Sierra Juárez y 3100 msnm en Sierra San Pedro Mártir). Con base en su relieve, presenta sierras, mesetas, lomeríos, llanuras y valles (INEGI, 2001).

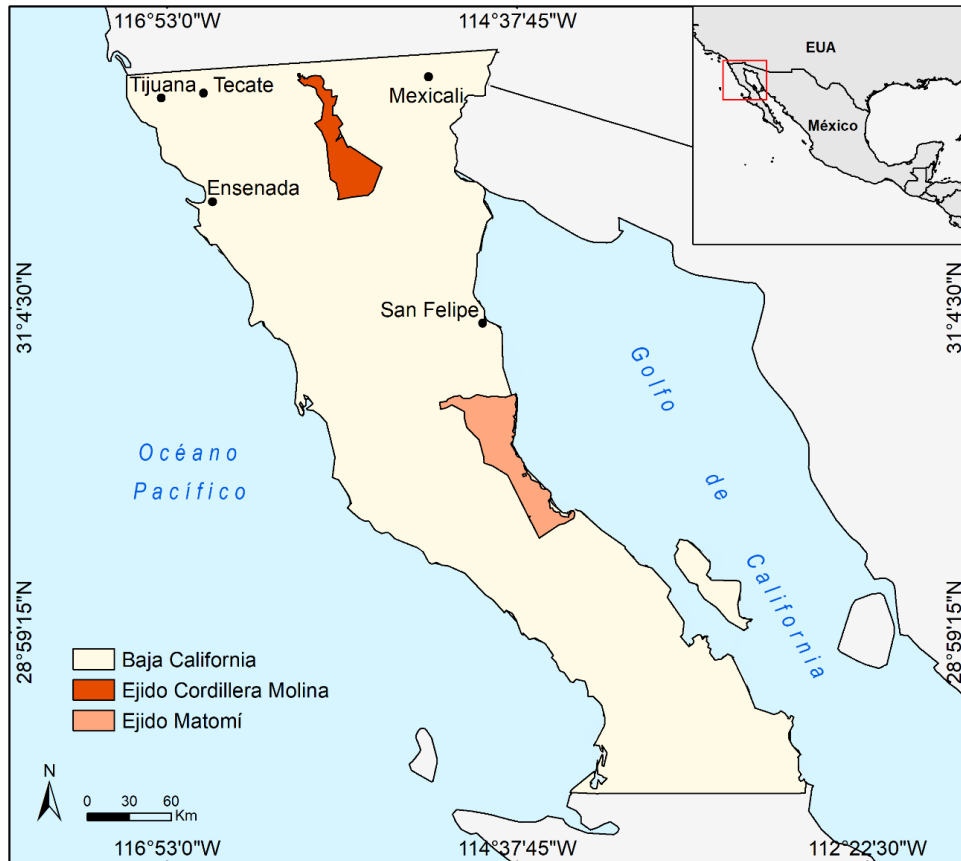


Figura 3. Ubicación y delimitación del Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí en el estado de Baja California.

Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koppen modificada por García (2004), dentro del Ejido de Cordillera Molina se encuentran los tipos de clima Bks y BWh (x'), los cuales corresponden a climas muy secos o desérticos, con regímenes de lluvias en invierno y oscilación isotermal extrema. La precipitación promedio mensual oscila entre 0.0 mm y 0.8 mm, presentándose durante todo el año, siendo los meses de invierno los más húmedos. Por otro lado, en el Ejido Matomí se encuentran los tipos de clima BWh

(x') y $BW(h')(x')$ y $BS_{ok}(x')$, correspondiente a climas muy secos en las partes desérticas y seco templado en las partes montañosas. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 12° a 22°C.

Hidrología

Cordillera Molina se encuentra en la región hidrológica No. 4 “Baja California Noreste”, conformada por las cuencas: Arroyo Agua Dulce-Santa Clara y Lago Salado-Arroyo del Diablo, cuyas aguas son vertidas al Golfo de California y a la Laguna Salada. Por otro lado, Matomí se encuentra en la región hidrológica No. 5, comprendiendo en su totalidad a la cuenca santa Isabel y parte de la cuenca Calamajué, y se ubica en la porción sureste del estado (INEGI, 2001).

Vegetación

Los dos sitios de estudio forman parte en su mayoría de la ecorregión “desierto de San Felipe”, donde predomina el matorral xerofito. La vegetación predominante está conformada por dos arbustos: la gobernadora (*Larrea tridentata*) y la hierba del burro (*Ambrosia dumosa*). Estas coexisten con el ocotillo (*Fouquieria splendens*), y agave desértico (*Agave deserti*), las cuales son tipos de las plantas muy resistentes a la sequía en Norteamérica, sin embargo, su presencia se limita a los cauces de drenaje (Figura 4). En áreas cercanas a arroyos la vegetación muestra una mayor diversidad, incluyendo leguminosas leñosas como *Psoralea argophylla*, palo fierro (*Olneya tesota*), paloverdes (*Parkinsonia florida* y *P. microphylla*) y mesquites (*Prosopis pubescens* y *P. glandulosa var. torreyana*) (González-Abraham et. al., 2010).

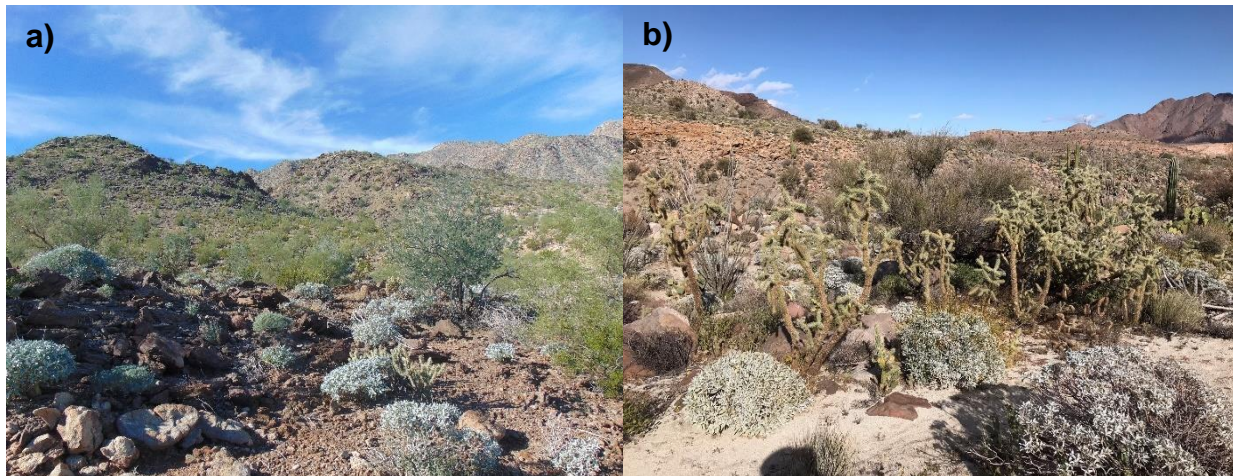


Figura 4. Vista panorámica de los tipos de cobertura vegetal en el Ejido Cordillera Molina (a) y Ejido Matomí (b)

7.2. Método

7.2.1. Caracterización del hábitat del borrego cimarrón

La composición y estructura de la vegetación se evaluaron utilizando el método de líneas de Canfield (1941). Para disminuir el error y aumentar la representación del muestreo, se generó una curva de acumulación para estimar el número de especies potenciales en cada ejido de acuerdo con los estimadores Jackknife (Efron, 1979) y Chao 2 (Chao, 1992), mediante el paquete estadístico EstimateS V. 9.1.0

En total, se establecieron 17 líneas, cada una de 100 metros de longitud (Tabla III). Los criterios utilizados para la localización de las líneas se basaron en la información proporcionada por integrantes de cada uno de los ejidos. En primer lugar, se consideraron sitios asociados a la presencia de borrego cimarrón. En segundo lugar, se consideraron las observaciones directas de individuos durante recorridos de prospección por el equipo del Laboratorio de Manejo y Conservación de Vida Silvestre (LMCVS) de

la Facultad de Ciencias, UABC, buscando representar las geoformas como laderas y arroyos.

En cada línea, con ayuda de un flexómetro se identificó, contó y midió la altura y cobertura de cada planta que la interceptó (Figura 5). Las especies vegetales se clasificaron de acuerdo con su forma biológica en categorías que incluyeron arbóreas y arbustivas, herbáceas, pastos y suculentas.

Tabla III. Descripción de líneas en los sitios de muestreo para líneas de Canfield.

Ejido	No. líneas	Temporada	Mes
Cordillera Molina	4	Luvias	Noviembre
Cordillera Molina	4	Secas	Mayo y Agosto
Matomí	5	Luvias	Junio y Enero
Matomí	4	Secas	Abril y Noviembre



Figura 5. Medición de la vegetación en líneas de Canfield para evaluar cobertura y abundancia en el Ejido Matomí durante época de secas.

Los datos obtenidos mediante el método de líneas de Canfield, permitieron estimar valores relativos de abundancia, frecuencia y dominancia, de la siguiente forma:

$$Abundancia\ relativa = \left(\frac{No.\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ i}{No.\ total\ de\ individuos\ en\ la\ estación} \right) \times 100 \quad (Ecuación\ 1)$$

$$Frecuencia\ relativa = \left(\frac{No.\ de\ líneas\ que\ contiene\ a\ la\ especie\ i}{No.\ total\ de\ líneas\ en\ la\ estación} \right) \times 100 \quad (Ecuación\ 2)$$

$$Dominancia\ relativa = \left(\frac{Cobertura\ total\ de\ la\ especie\ i}{Cobertura\ total\ de\ todas\ las\ especies} \right) \times 100 \quad (Ecuación\ 3)$$

Posteriormente los parámetros obtenidos fueron de utilidad para determinar el Índice de Valor de Importancia (IVI) de acuerdo con Curtis y McIntosh (1951):

$$IVI = AR + FR + DR \quad (Ecuación\ 4)$$

Donde:

IVI= Índice de valor de importancia

AR= Abundancia relativa

FR= Frecuencia relativa

DR= Dominancia relativa

Para evaluar la riqueza específica (S) por temporada, se utilizó el Índice de Margalef (DMg), basándose solamente en el número de especies presentes, omitiendo el valor de importancia de estas. (Margalef,1958; Moreno, 2001):

$$DMg = \left(\frac{S-1}{\ln N} \right) \quad (Ecuación\ 5)$$

Donde:

S= Número de especies

N= Número total de individuos

Posteriormente se evaluó la diversidad considerando tanto la riqueza de especies como la abundancia, representada por el número de individuos de cada especie vegetal en cada línea de Canfield, para lo cual se utilizó el índice de Shannon (1948):

$$H' = - \sum n P_i * \log N P_i \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

n = Número de especies en el hábitat

P_i = Proporción de individuos identificados de la especie i respecto al total de individuos identificados $\frac{n_i}{N}$

n_i = Número de individuos de la especie i

N = Número de todos los individuos de todas las especies en el hábitat.

Finalmente, para llevar a cabo el análisis estadístico, se construyó una matriz con los valores de frecuencia para cada sitio, junto con sus respectivas temporadas. Esta matriz fue sometida a una prueba de normalidad para evaluar si nuestros datos seguían una distribución normal. Los resultados de esta prueba indicaron que nuestros datos no cumplían con los supuestos de normalidad, por lo que se utilizó un análisis no paramétrico. Para conocer si existe diferencia de las variaciones en el hábitat entre las diferentes temporadas, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, con un nivel de significancia ($\alpha \leq 0.05$) Este análisis fue realizado mediante el paquete estadístico PAST 4.0

7.2.2. Composición y selección de la dieta del borrego cimarrón

7.2.2.1 Colecta de muestras fecales

Se determinó la composición en la dieta del borrego cimarrón en dos ejidos de Baja California, buscando representar la parte norte y centro del estado. Los muestreos se llevaron a cabo durante dos temporadas (lluvias y secas). Se colectaron 195 grupos fecales lo más frescas posible de forma aleatoria en los sitios con mayor actividad de los animales, siguiendo la metodología sugerida por Anthony y Smith (1974).

Las muestras colectadas se almacenaron en tubos falcón y se les añadió perlas de sílica para absorber la humedad y evitar su descomposición. Fueron etiquetadas con el sitio, coordenada y fecha de colecta para su posterior análisis (Figura 6).



Figura 6. Colecta de excretas de borrego cimarrón y almacenamiento en tubos falcon.

7.2.2.2. Catálogo de referencia

Para tener una referencia de la dieta del borrego cimarrón, se colectaron muestras de plantas que incluyera flor, hojas y tallos y que estuvieran presentes en los mismos sitios de colecta de los grupos fecales. Las plantas colectadas se colocaron en prensas botánicas para su manejo y posteriormente fueron identificadas con ayuda de la colección del herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX), la guía de plantas de Baja California (Rebman & Roberts, 2012), la plataforma Naturalista, y consultas con expertos (Figura7).



Figura 7. Colecta y prensado de muestras de plantas de referencia para análisis microhistológicos.

7.2.2.3. Análisis microhistológico

Se realizaron análisis de laboratorio de todas las muestras obtenidas en campo utilizando la técnica de análisis microhistológico. En este proceso, se identificaron y

compararon los fragmentos epidérmicos de las plantas colectadas en el hábitat con los encontrados en los pellets fecales (Peña & Habib, 1980; Sparks & Malechec, 1968).

Para construir el catálogo de referencia, las plantas fueron molidas en un molino Wiley modelo Thomas tp4276 m004 con malla #20 (1mm) y se aclararon con 20 ml. de hipoclorito de sodio al 5% (cloro comercial), posteriormente se montaron en un portaobjetos y fueron selladas para su fácil manejo. Las laminillas (portaobjetos) fueron observadas con el objetivo 10X identificando estructuras celulares como tricomas, estomas y fibras, mediante un microscopio digital equipado de alta gama (Figura 8). Finalmente se tomaron registros fotográficos y se almacenaron en un banco de imágenes (Gastelum-Mendoza, 2015; Peña & Habib, 1980).

Con respecto a los grupos fecales, se tomaron cinco submuestras al azar en cada sitio y temporada de muestreo para formar una muestra compuesta, por temporada y sitio de muestreo. Posteriormente se elaboraron cinco portaobjetos de la muestra compuesta por temporada y por sitio (20 en total), analizando por cada laminilla 20 campos (400 en total). Se utilizó una laminilla metálica con orificios de 7 mm de diámetro para homogeneizar el tamaño de muestra (Peña & Habib, 1980; Sparks & Malechek 1968). Finalmente, las especies identificadas fueron clasificadas de acuerdo con su variación temporal (lluvias o secas), forma de crecimiento (arbustiva y arbórea, herbácea, pastos o suculenta) y frecuencia de aparición (Gallina, 2011; Peña & Habib, 1980). Todos los análisis fueron realizados en el Departamento de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

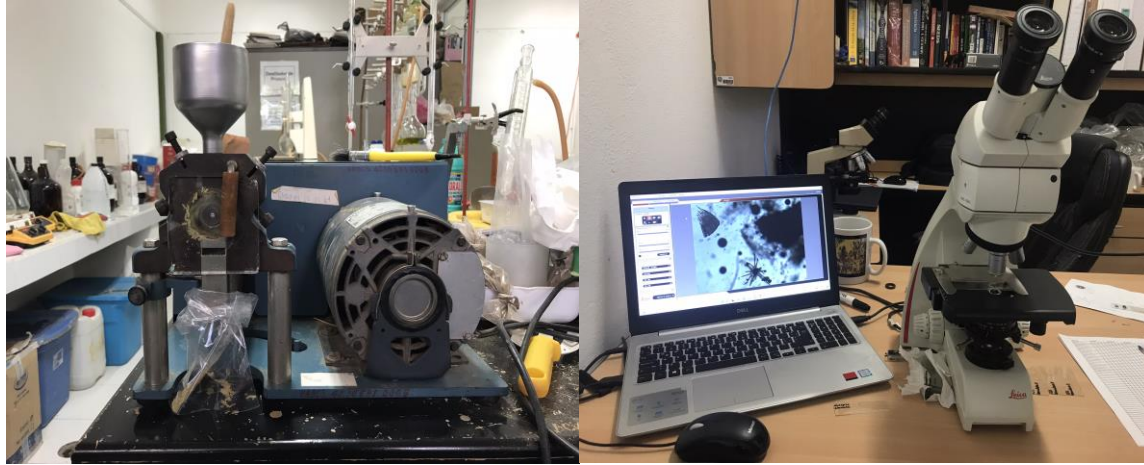


Figura 8. Equipo de trabajo de laboratorio para el análisis microhistológico en el laboratorio de Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Se identificó la diversidad de las dietas por temporada y sitio, utilizando el índice de diversidad de Shannon (1948).

$$H' = - \sum n P_i * \log N P_i \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

n = Número de especies en la dieta

P_i = Proporción de fragmentos identificados de la especie i respecto al total de fragmentos identificados $\frac{n_i}{N}$

n_i = Número de fragmentos de la especie i

N = Número de todos los fragmentos de todas las especies en la dieta

Para conocer si existe diferencia significativa en la diversidad de la dieta por temporada, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney ($\alpha \leq 0.05$) mediante la plataforma PAST 4.0

Finalmente, para la identificación de las especies clave se determinó de acuerdo con el índice de selectividad de Ivlev (1961):

$$E_i = \frac{[r(i) - p(i)]}{[r(i) + p(i)]} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

E_i = Índice de selectividad del forraje

$r(i)$ = Frecuencia relativa de la especie i en la dieta

$p(i)$ = Frecuencia relativa de la especie i en el hábitat

Los valores de selección de Ivlev varían entre -1 (indicando rechazo o selección negativa de un alimento) y 1 (indicando preferencia o selección positiva), mientras que un valor de 0 supone un consumo de alimento al azar o en proporción a su disponibilidad (Tabla IV). De acuerdo con Stuth (1991), los valores del índice de selectividad de Ivlev (1979) se clasifican de la siguiente manera:

Tabla IV. Clasificación de los valores del índice de Ivlev.

Simbología	Rango de valores	Significado
S	> 0.35	Plantas preferidas
P	-0.35 a 0.35	Plantas consumidas en proporción a su disponibilidad (aleatoriamente)
E	< - 0.35	Plantas evitadas

Adicionalmente, se realizó un análisis de componentes principales ($\alpha \leq 0.05$) con la finalidad de examinar las relaciones entre la especie de planta, la forma biológica y la variación en el consumo del borrego cimarrón en los dos sitios de muestreo durante las

dos temporadas respectivas. Se incluyeron como criterios de clasificación el nombre de cada especie de planta y la forma biológica a la que pertenece y como variables se incorporaron las frecuencias de consumo de cada especie de planta en cada temporada en los dos sitios de estudio. Posteriormente se utilizaron las especies que fueron selectivas en cada sitio de estudio, en donde se incluyeron como criterio de clasificación variables ambientales para ver su influencia en la selección de dicha planta.

7. 2.3. Talleres participativos

Para integrar los conocimientos locales y académicos se utilizó la cartografía participativa ya que es una herramienta altamente funcional. Se refiere a un proceso de generación de mapas del uso de la tierra mediante el conocimiento local, empleando un lenguaje comprendido y reconocido comúnmente (FIDA, 2009).

Para ello, se organizó un taller de cartografía participativa al que se convocaron a los integrantes de los dos ejidos. El objetivo fue recopilar sus conocimientos acerca de la descripción del territorio, las áreas de avistamiento de borregos cimarrones alimentándose y especies de plantas conocidas en la dieta del borrego cimarrón (Tabla V). La dinámica del taller consistió en dividir al grupo en tres subgrupos, a cada uno de los cuales se le entregó un mapa con la imagen satelital de su respectivo ejido, dividido en partes (norte, centro y sur). Los asistentes señalaron los elementos solicitados por los moderadores utilizando marcadores permanentes en una hoja transparente colocada

sobre los mapas (Figura 9). Posteriormente, esta información fue digitalizada mediante el Sistema de Información QGIS Versión 3.2, para su posterior análisis y representación.



Figura 9. Talleres de cartografía participativa en el Ejido Cordillera Molina (a) y Ejido Matomí (b), Baja California, México.

Tabla V. Estructura de los talleres de cartografía participativa para la conservación del borrego cimarrón y su hábitat.

Tema 1. Descripción del territorio	
Información requerida	
➤	Nombrar las montañas, cañadas, arroyos y demás elementos estructurales que se reconozcan en el mapa.
➤	Identificar las actividades productivas de los ranchos de la región.
➤	Señalar los sitios de conflicto al interior del ejido.
Tema 2. Áreas de alimentación del borrego cimarrón	
Información requerida	
➤	Avistamientos de individuos de borrego cimarrón que presentan síntomas de desnutrición.
➤	Identificación de cuerpos de agua.
➤	Delimitación de las áreas comunes de forrajeo.

Tema 3. Actividades humanas

Información requerida

- Ubicar rutas de vehículos motorizados.
- Identificar las minas que existen en el área de estudio.
- Señalar los sitios en donde se extraen recursos forestales maderables y no maderables e indicar la intensidad con la que se realiza el aprovechamiento.
- Delinear los sitios en donde se observa fauna exótica.

7.2.4. Modelación de distribución potencial de especies forrajeras

Para la identificación de la distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón, se utilizó el *software* de acceso libre MaxEnt, el cual opera mediante algoritmos que predicen la posible distribución de las especies en función de las condiciones ambientales conocidas y recopiladas a través del tiempo (Phillips et al., 2006).

7.2.4.1. Generación de bases de datos con los sitios de presencia de las plantas clave en la dieta del borrego cimarrón

Se seleccionaron únicamente las especies clave en la dieta del borrego cimarrón y se obtuvieron registros de la presencia de estas especies del trabajo de campo, además, se incluyeron registros de la Red de Herbarios del Noroeste de México <https://herbanwmex.net/portal/>, y las bases de datos: Global Biodiversity Information Facility (GBIF, www.gbif.org), y Unidad Informática para la Biodiversidad (UNIBIO, www.unibio.unam.mx).

Una vez obtenidos los registros de presencia, se tomó como referencia la plataforma de Red de Herbarios del Noroeste de México para identificar inconsistencias taxonómicas y geográficas que pudieran tener dichos registros. Se excluyeron o modificaron todas aquellas especies o registros que: a) eran sinomias; b) carecían de datos de referencia geográfica (latitud y longitud) con una resolución menor a dos decimales; c) que no coincidieran con la distribución actualmente reconocida para la especie; d) que tuviera menos de 10 registros y e) que se trataran de registro duplicados (Elith et al., 2011). Finalmente, los archivos se guardaron en formato de valores separados por comas para utilizarlos como datos de entrada en el programa Maxent.

7.2.4.2. Selección y análisis de variables ambientales de predicción

Como complemento a los registros georreferenciados que indican la presencia de las especies, se utilizaron variables ambientales representadas en capas digitales en formato raster. Estas capas incluyeron datos climáticos, que se consideran tienen impacto en la distribución de las especies de acuerdo con la literatura científica (Siordia, 2015).

Las coberturas que fueron utilizadas para la modelación de la distribución potenciales de las especies fueron las 19 variables bioclimáticas del proyecto WorldClim de 1 km² <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html> (Tabla VI).

Tabla VI. Selección de variables ambientales bioclimáticas.

Variables bioclimáticas

1. Temperatura media anual
 2. Rango de temperatura media diurna
 3. Isotermalidad
 4. Estacionalidad de temperatura (desviación estándar *100)
 5. Temperatura máxima del mes más cálido
 6. Temperatura mínima del mes más frío
 7. Rango de temperatura anual
 8. Temperatura media del trimestre más húmedo
 9. Temperatura media del trimestre más seco
 10. Temperatura media del trimestre más cálido
 11. Temperatura media del trimestre más frío
 12. Precipitación anual
 13. Precipitación del mes más húmedo
 14. Precipitación del mes más seco
 15. Estacionalidad de precipitaciones
 16. Precipitación del trimestre más húmedo
 17. Precipitación del trimestre más seco
 18. Precipitación del trimestre más cálido
 19. Precipitación del trimestre más frío
-

7.2.4.3. Parametrización y evaluación de modelos

Se emplearon las especificaciones estándar del *software* MaxEnt, las cuales han demostrado ser consistentes y general modelos precisos (Elith et al., 2011; Elith & Leathwick, 2009; Morueta-Holme et al., 2010; Phillips & Dudlk, 2008). Para todos los casos se utilizaron como puntos de calibración: el 75 % de los registros de cada una de las ocho especies de plantas, mientras que el 25 % restante se usaron como puntos de prueba independiente para validar los modelos de distribución (Alba-Sánchez et al, 2010; Pawar et al., 2007).

Posteriormente, los modelos fueron sometidos a validación utilizando un análisis, del área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés), integrado en MaxEnt. Se consideraron como significativamente robustos aquellos modelos que obtuvieron AUC >

0.75, siguiendo los criterios establecidos por Morueta et al., (2010) y Pawar et al., (2007). Además de los mapas, se generaron curvas de respuesta para las variables utilizadas en el proceso de modelado. Para evaluar la contribución de cada variable, se llevó a cabo la prueba de Jackknife ($\alpha \leq 0.05$)

7.2.4.4. Datos de salida de modelos

Se seleccionó el formato logístico para los resultados obtenidos en MaxEnt, ya que presenta una interpretación más accesible en Sistemas de Información Geográfica (Phillips & Dudík, 2008); Posteriormente se empleó el programa QGIS Versión 3.2 para la visualización y ajuste de los mapas obtenidos.

Se convirtieron las capas raster en binomial de presencia-ausencia, generando datos de distribución potencial. Los modelos de distribución de especies generados por MaxEnt (cuya extensión corresponde a su área accesible delimitada por las ecorregiones de México, en donde la especie tiene representación), fueron acotados espacialmente a la extensión geográfica de cada uno de los ejidos, mediante el polígono correspondiente a ese estado. Finalmente, los modelos generados fueron consultados con expertos para verificar la congruencia de la distribución de las especies modeladas.

7.2.5. Delimitación de las áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón

Con el objetivo de garantizar un futuro sostenible para el borrego cimarrón y las especies vegetales clave en su dieta, se desarrolló una propuesta integral basada en investigación científica y participación comunitaria. Esta propuesta se ha estructurado tomando como punto de referencia los ejes estratégicos establecidos en la Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, adaptándolos a las necesidades específicas del sitio de estudio.

A partir de los resultados obtenidos en la cartografía participativa y los modelos de distribución potencial de las especies clave, se generó un mapa específico para cada ejido. En estos mapas, se realizaron superposiciones de ambos resultados con el propósito de identificar las áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón.

Posteriormente se realizó una búsqueda exhaustiva para identificar actores clave que pueden tener un nivel de involucramiento significativo para poder ejecutar las acciones y cumplir con los objetivos de las líneas estratégicas. Finalmente se elaboraron los objetivos de cada componente, así como sus acciones, el tiempo recomendado y el indicador que permita evaluar el éxito.

VIII. RESULTADOS

8.1. Esfuerzo de muestreo

Como resultado de la aplicación del método de líneas de Canfield, se generaron curvas de acumulación de especies para cada ejido, que representan el número de especies registradas en campo a medida que se realizaban los muestreos (Figura 10). En el Ejido Cordillera Molina, se observaron 52 especies, mientras que el estimador Chao 2 predijo un total de 63 especies (82.9 % de efectividad) y Jackknife 1 estimó 69 especies (75.7 % de efectividad). En el Ejido Matomí, se registraron 55 especies, y el estimador Chao 2 predijo 66 especies (88.5 % de efectividad), mientras que Jackknife 1 estimó 70 especies (78.4 % de efectividad).

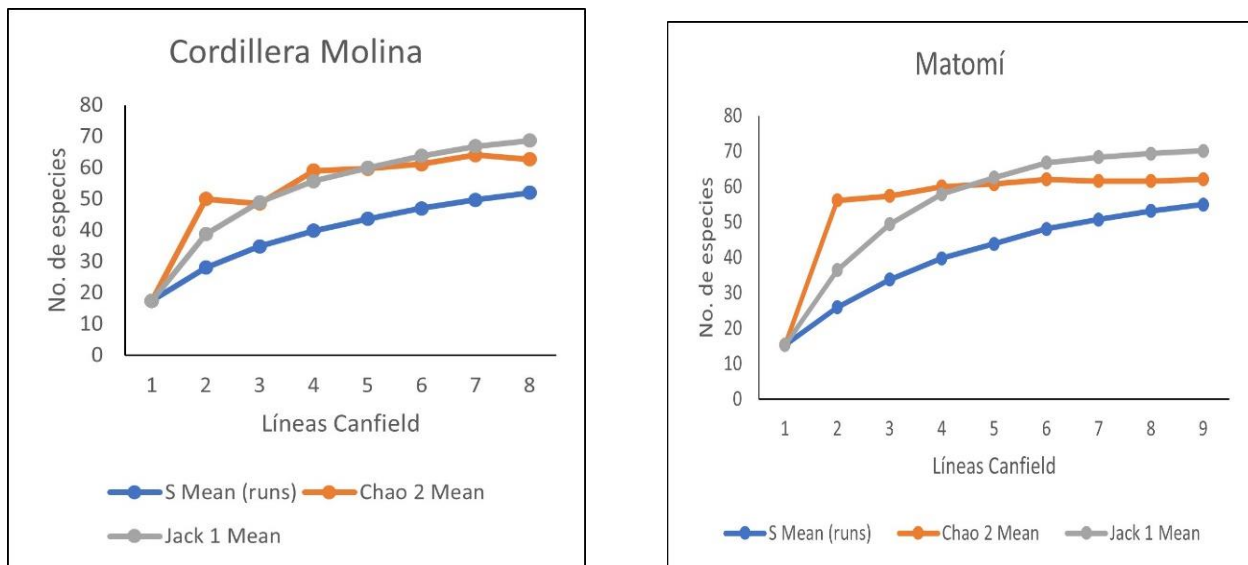


Figura 10. Curvas de acumulación de especies para los dos ejidos muestreados.

8.2. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón

8.2.1. Ejido Cordillera Molina

En el hábitat del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina se identificaron 52 especies correspondiente a 23 familias: Asteraceae (7 sp.), Cactaceae (5 sp.), Fabaceae (5 sp.) y Asparagaceae (4 sp.) fueron las principales (Figura 11). Además, se encontraron diferencias en el hábitat entre las temporadas de lluvias y secas ($U= 381$, $P= 0.04$). El índice de riqueza de Margalef nos indica un valor de $S= 6.86$ en temporada de secas, mientras que en lluvias $S= 8.31$. En cuanto a la diversidad, el índice de Shannon indica que para la temporada de secas $H= 3.43$, mientras que en lluvias fue de $H= 3.69$. De acuerdo con el índice de valor de importancia temporal, las especies más importantes de acuerdo con la cobertura durante la temporada de lluvias fueron *Larrea tridentata* (20.39 %) *Sphaeralcea ambigua* (17.02 %) y *Encelia farinosa* (15.50 %), mientras que en temporada de secas las especies más importantes fueron *Ipomopsis tenuifolia* (33.63 %), *Cylindropuntia ramosissima* (24.91 %) *Larrea tridentata* (18.17 %). Ver Anexo I.

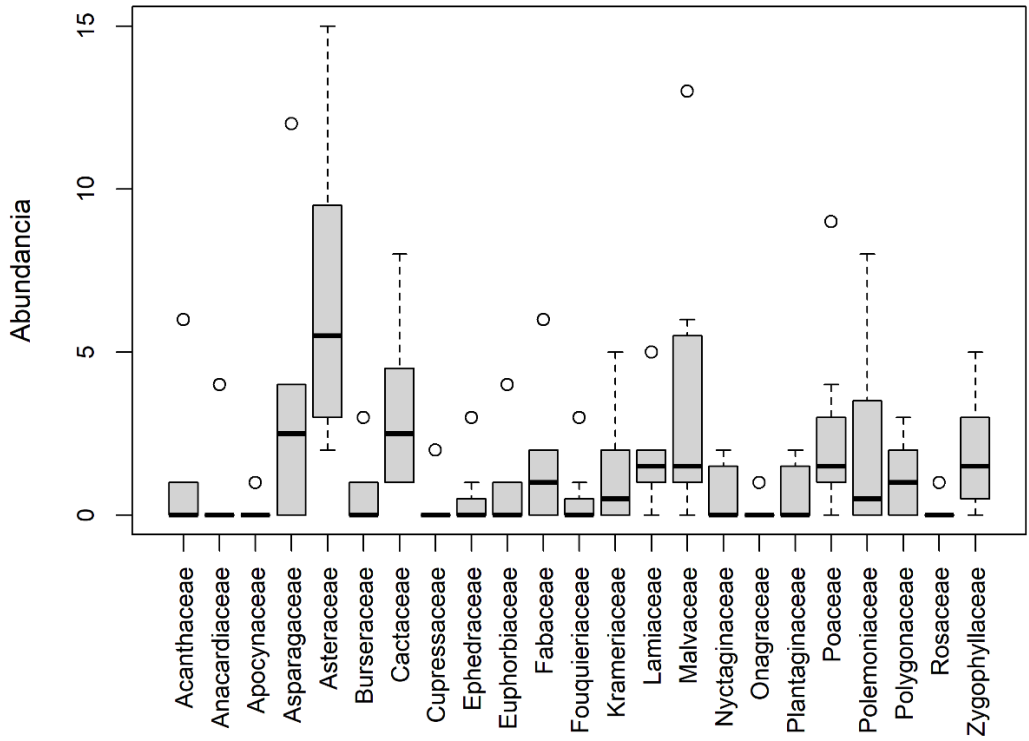


Figura 11. Caja de bigotes de las abundancias por familia encontradas en el hábitat de borrego en el Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.

8.2.2. Ejido Matomí

En el caso del Ejido Matomí se identificaron 55 especies correspondientes a 21 familias en donde Asteraceae (9 sp.), Cactaceae (6 sp.), Fabacea (6 sp.) y Euphorbiaceae (5 sp.), fueron las más comunes (Figura 12). Se encontraron diferencias en el hábitat entre las temporadas de lluvias y secas ($U= 450, P = 0.02$). El índice de riqueza de Margalef indica un valor de $S= 7.30$ en temporada de secas, mientras que en

lluvias $S= 9.42$. Asimismo, la diversidad vegetal en temporada de lluvias ($H= 3.89$) fue mayor que en secas ($H= 3.55$). Con respecto al IVI las especies más importante durante la temporada de lluvias fueron *Ambrosia dumosa* (23.39 %), *Encelia farinosa* (20.65 %) y *Fouquieria splendens* (18.78 %), mientras que en la temporada de secas fueron *Parkinsonia microphylla* (24.76 %) *Bursera microphylla* (21.56 %) y *Encelia farinosa* (19.88 %) Ver. Anexo I.

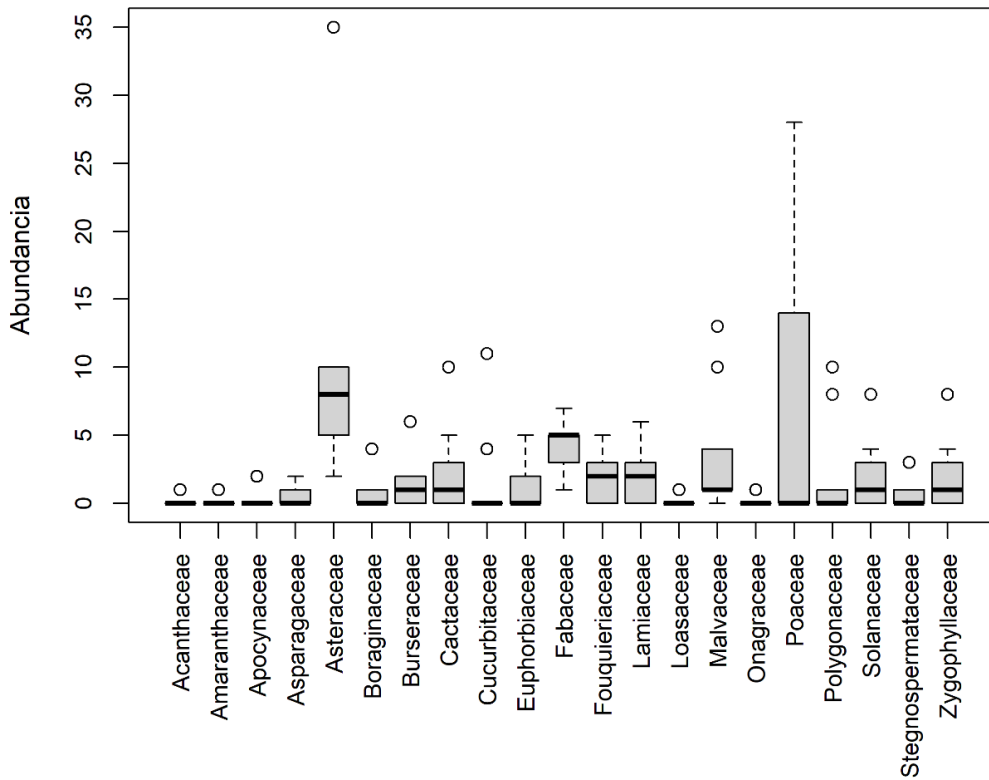


Figura 12. Caja de bigotes de las abundancias por familia en el Ejido Matomí, Baja California, México.

En cuanto a forma biológica, las arbóreas y arbustivas presentaron una mayor disponibilidad de alimento para el borrego cimarrón en ambos sitios de muestreo, seguida de herbáceas, suculentas y en menor medida fueron los pastos (Figura 13).

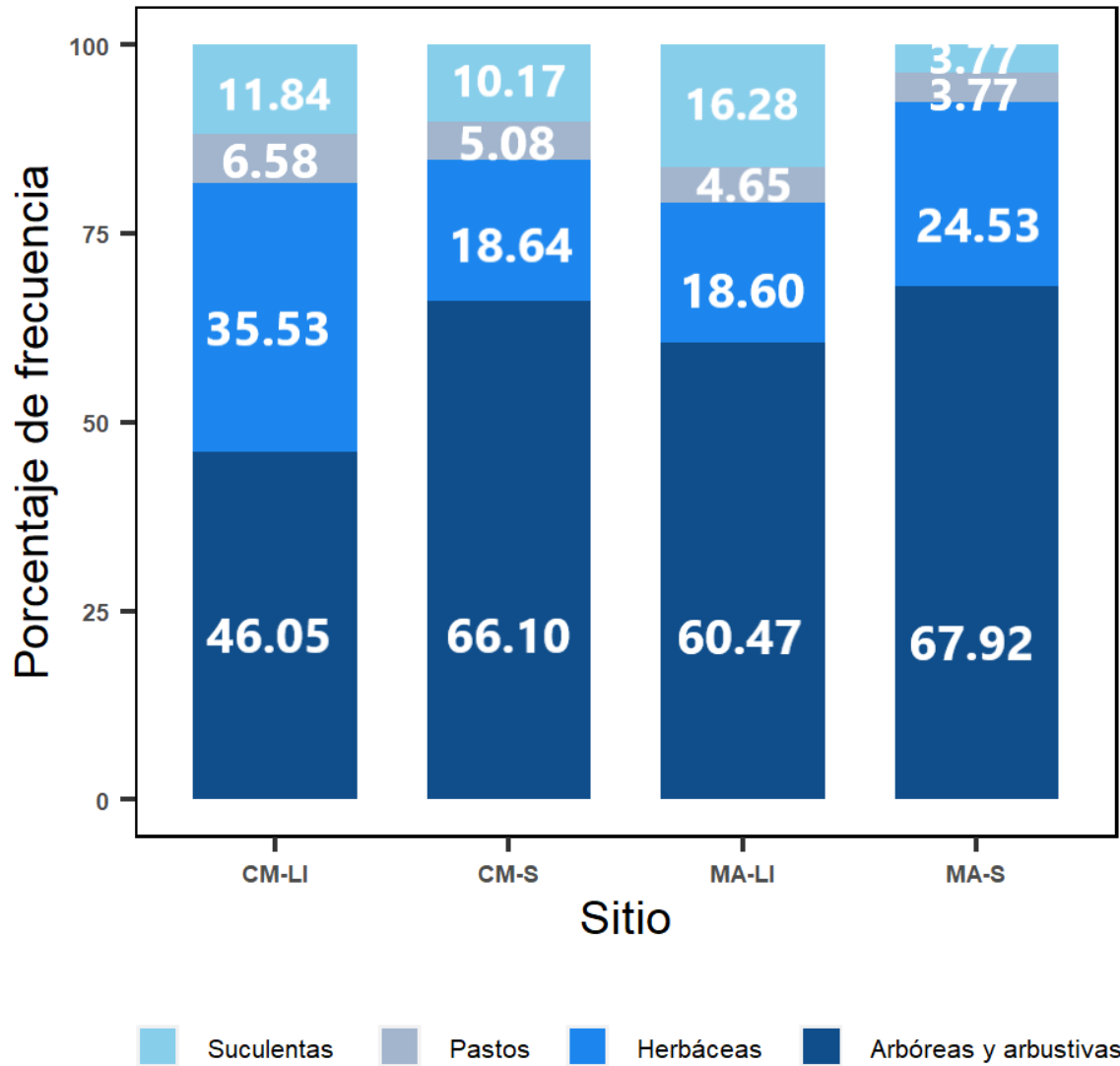


Figura 13. Composición estacional de las coberturas vegetales en el hábitat del borrego cimarrón, en relación con la forma biológica de las especies (CM-LL=Cordillera Molina-Lluvias; CM-S=Cordillera Molina-Secas; MA-LL=Matomí-Lluvias; MA-S=Matomí-Secas).

8.3. Composición de la dieta del borrego cimarrón

Durante los recorridos en el sitio de estudio se colectaron 60 especies de plantas, mismas que fueron procesadas mediante análisis microhistológicos y sirvieron de base para la construcción de un catálogo de referencia (Anexo III). De estas, no todas fueron identificadas como parte de la dieta del borrego cimarrón, sin embargo, el 85 % de las mismas si lo fueron. Adicionalmente se creó un álbum con las fotografías. Todo el material se depositó en el laboratorio (LMCVS).

8.3.1. Ejido Cordillera Molina

Con base en los análisis microhistológicos, en el Ejido Cordillera Molina se identificaron como parte de la dieta del borrego cimarrón un consumo anual de 35 especies (Figura 14). En términos temporales, durante la temporada de seca la dieta se compuso de 29 especies, mientras que, en la temporada de lluvias el consumo fue de 31 especies (Figura 15). En cuanto a forma de vida, el estrato arbóreo preferido fueron los arbustos y arbustivas (lluvias= 58.5 %, secas= 51.6 %), seguida de la herbáceas (lluvias= 20.7 %, secas= 31.2 %), posteriormente los pastos fueron mayores durante la temporada de lluvias (13.6 %) y finalmente las suculentas fueron mayores en temporada de secas con un 11.3 %. Se identificaron 19 familias en donde las más representativas fueron Asterácea y Fabácea, cada una con 4 especies. Las especies con una mayor frecuencia absoluta de aparición de forma anual fueron *Hibiscus denudatus* (47) y *Larrea tridentata* (45), mientras que, por temporada, las plantas más recurrentes fueron *Larrea tridentata* e *Hibiscus denudatus* (Figura 15). El índice de diversidad de Shannon mostró valores similares para ambas temporadas de muestreo, lluvias $H' = 3.05$ y secas $H' = 2.97$

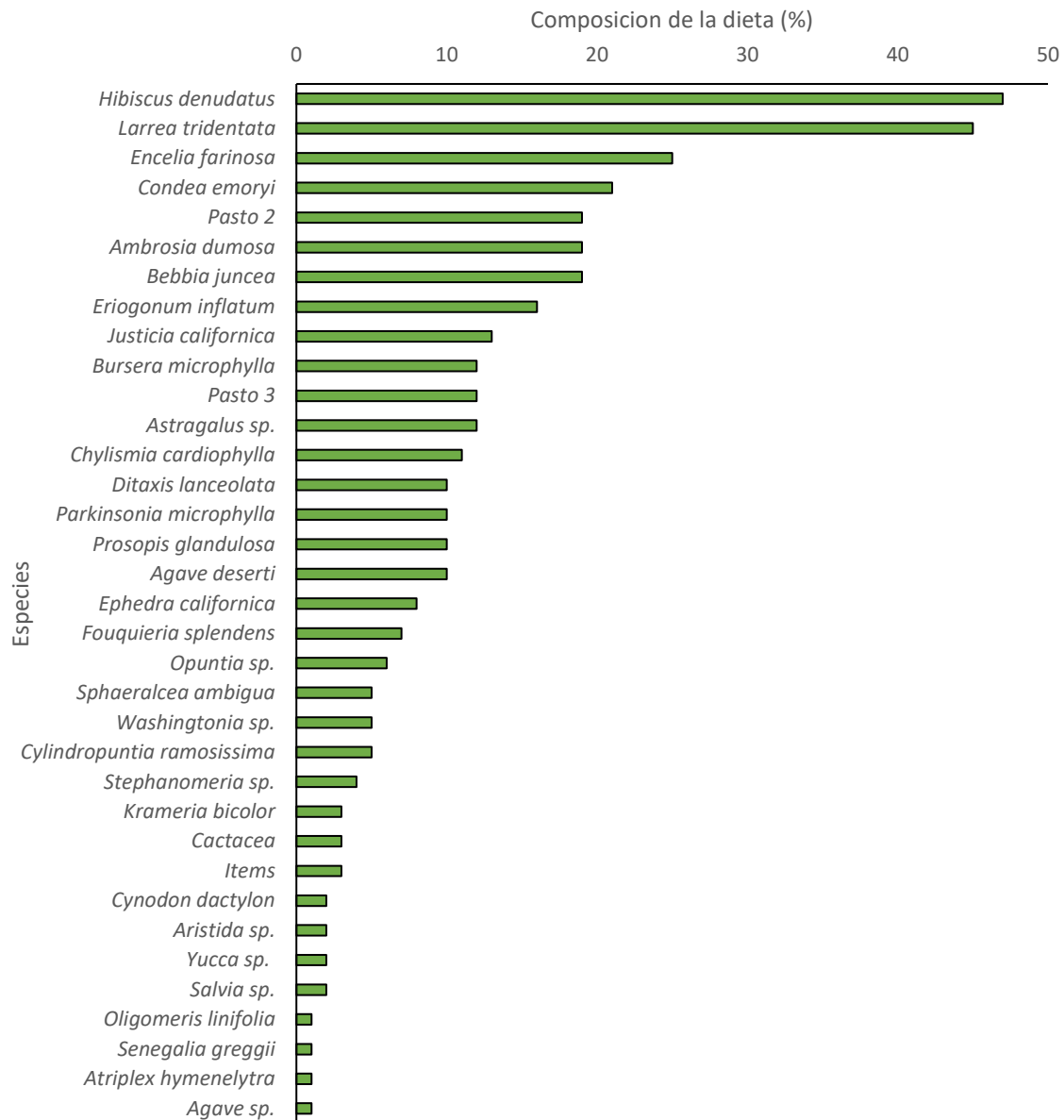


Figura 14. Lista de especies consumidas anualmente por el borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina.

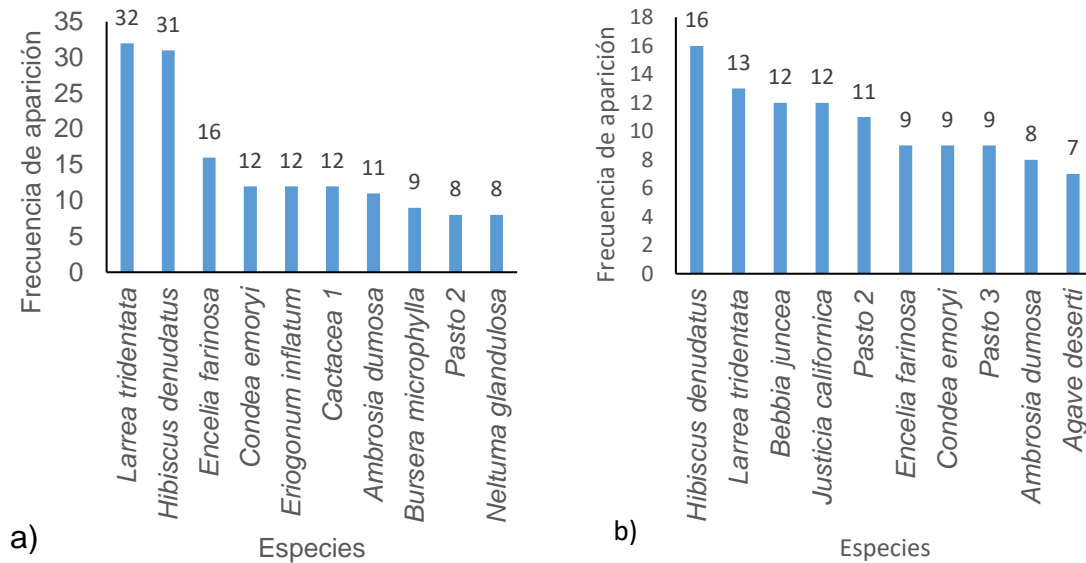


Figura 15. Principales especies en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina durante las dos temporadas del año. a) temporada de secas y b) temporada de lluvias.

8.3.2. Ejido Matomí

En el Ejido Matomí se identificaron anualmente 44 especies (Figura 16), mientras que, temporalmente, en época de seca la dieta se compuso de 30 especies y en época de lluvias el consumo fue de 37 especies.

El estrato arbóreo preferido fueron los arbustos y arbustivas (lluvias= 68.7 %, secas= 63.03 %), seguida de las herbáceas (lluvias= 30.2 %, secas= 21.2 %), posteriormente los pastos presentaron valores similares (lluvias= 0.5 %, secas= 0.6 %); y finalmente, las suculentas fueron más consumidas en secas en temporada de secas con un 15.15 % (Figura 17).

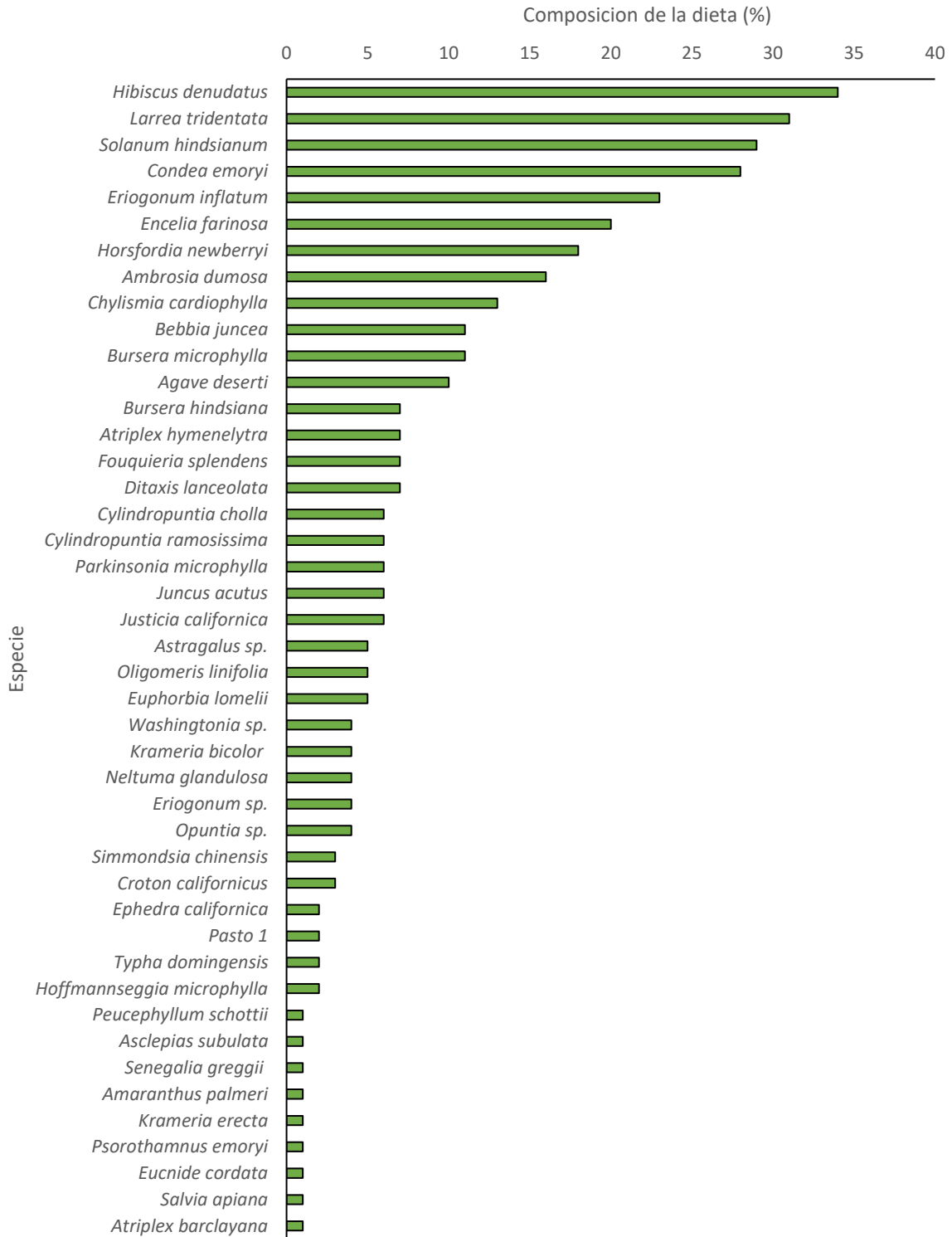


Figura 16. Lista de especies consumidas anualmente por el borrego cimarrón en el Ejido Matomí.

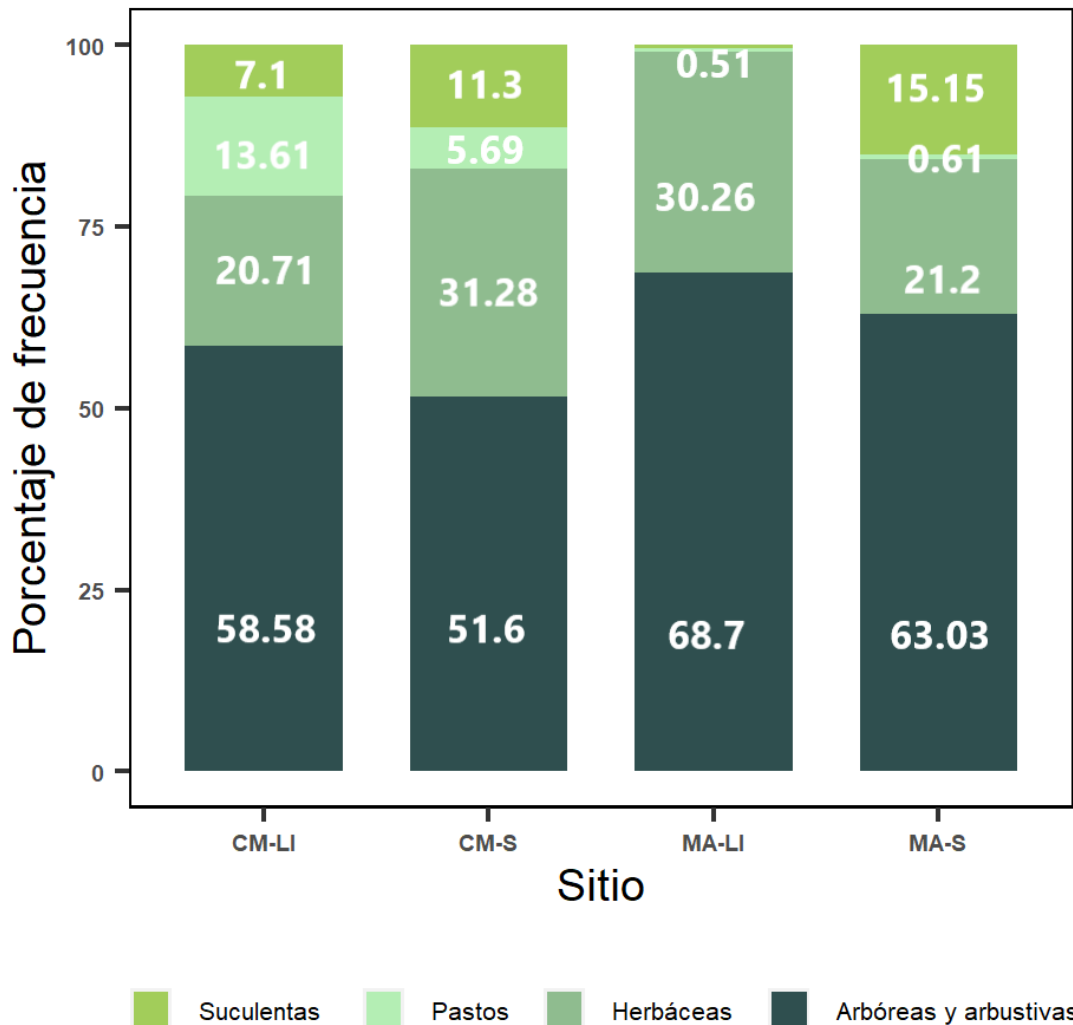


Figura 17. Composición de la dieta estacional del borrego cimarrón de acuerdo con la forma biológica de las especies consumidas en los dos sitios de estudio. CM-LL= Cordillera Molina-Lluvias; CM-S= Cordillera Molina-Secas; MA-LL= Matomí-Lluvias; MA-S= Matomí-Secas.

Se identificaron 25 familias, en donde las más representativas fueron y Fabacea (6 sp.) y Asteraceae (4 sp.). Las plantas más recurrentes en ambas temporadas fueron *Larrea tridentata* e *Hibiscus denudatus* y *Eriogonum inflatum* (Figura 18). El índice de

diversidad de Shannon mostró valores similares para la temporada de lluvias y secas ($H' = 3.28$ y $H' = 3.14$, respectivamente).

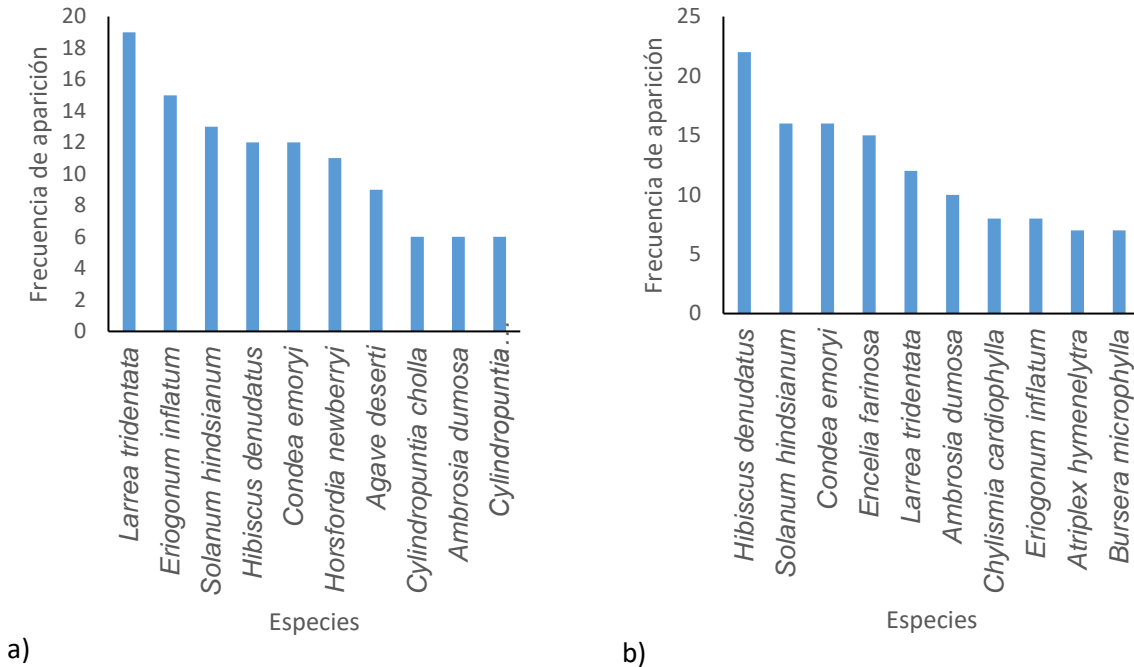


Figura 18. Principales especies en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Matomí a) temporada de secas y b) temporada de lluvias.

8.4. Selectividad de especies en la dieta del borrego cimarrón

En el Ejido Cordillera Molina se identificaron un total de 20 especies vegetales tanto en el hábitat como en la dieta, utilizando el índice de Ivlev se determinaron que seis especies fueron selectivas anualmente (Tabla VII). Estas fueron *Hibiscus denudatus*, *Larrea tridentata*, *Eriogonum inflatum*, en la temporada de secas. Mientras que, en lluvias el borrego cimarrón prefirió el consumo de *Bebbia juncea*, *Agave deserti* y *Justicia californica* (Figura 19).

Tabla VII. Valores del índice de selectividad de Ivlev en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina. P= Proporcional, S= Preferida, E= Evitada.

Especie	Temporada	Uso observado	Uso esperado	Ivlev	Selectividad
<i>Agave deserti</i>	Lluvias	0.04	0.01	0.51	S
	Secas	0.01	0.01	-0.08	P
<i>Ambrosia dumosa</i>	Lluvias	0.04	0.02	0.28	P
	Secas	0.05	0.06	-0.13	P
<i>Bebbia juncea</i>	Lluvias	0.07	0.01	0.68	S
	Secas	0.03	0.03	-0.01	P
<i>Bursera microphylla</i>	Secas	0.04	0.05	-0.08	P
<i>Chylismia cardiophylla</i>	Luvias	0.01	0.01	0.14	P
<i>Condea emoryi</i>	Lluvias	0.05	0.03	0.14	P
	Secas	0.05	0.05	0.05	P
<i>Cylindropuntia ramosissima</i>	Secas	0.02	0.06	-0.48	E
<i>Ditaxis lanceolata</i>	Lluvias	0.02	0.01	0.28	P
	Secas	0.02	0.01	0.25	P
<i>Encelia farinosa</i>	Lluvias	0.05	0.05	0.00	P
	Secas	0.07	0.05	0.19	P
<i>Ephedra californica</i>	Secas	0.00	0.01	-0.56	E
<i>Eriogonum inflatum</i>	Lluvias	0.02	0.01	0.28	P
	Secas	0.05	0.01	0.53	S
<i>Fouquieria splendens</i>	Lluvias	0.04	0.02	0.22	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	Luvias	0.09	0.05	0.28	P
	Secas	0.14	0.05	0.48	S
<i>Justicia californica</i>	Lluvias	0.07	0.02	0.45	S
<i>Krameria bicolor</i>	Lluvias	0.01	0.03	-0.38	E

<i>Larrea tridentata</i>	Lluvias	0.07	0.05	0.18	P
	Secas	0.15	0.03	0.63	S
<i>Neltuma glandulosa</i>	Lluvias	0.01	0.02	-0.38	E
<i>Opuntia sp.</i>	Secas	0.01	0.01	-0.08	P
<i>Parkinsonia microphylla</i>	Lluvias	0.02	0.02	-0.05	P
<i>Sphaeralcea ambigua</i>	Lluvias	0.02	0.01	0.28	P
	Secas	0.00	0.01	-0.56	E

Para el Ejido Matomí se identificaron un total de 13 especie vegetales tanto en el hábitat como en la dieta de los borregos, utilizando el índice de Ivlev se determinaron siete especies seleccionadas anualmente (Tabla VIII). Durante la temporada de secas, las especies seleccionadas fueron *Eriogonum inflatum*, *Horsfordia newberryi* y *Agave deserti*, mientras que, en lluvias seleccionaron a *Hibiscus denudatus*, *Larrea tridentata*, *Condea emoryi* y *Eriogonum inflatum* (Figura 19).

Tabla VIII. Valores del índice de selectividad de Ivlev en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Matomí. P= Proporcional, S= Preferida, E= Evitada.

Especie	Temporada	Uso observado	Uso esperado	Ivlev	Selectividad
<i>Agave deserti</i>	Secas	0.05	0.01	0.48	S
<i>Ambrosia dumosa</i>	Lluvias	0.05	0.03	0.19	P
	Secas	0.03	0.01	0.31	P
<i>Bebbia juncea</i>	Lluvias	0.03	0.02	0.13	P
	Secas	0.03	0.03	-0.10	P
<i>Bursera microphylla</i>	Lluvias	0.03	0.03	0.01	P
	Secas	0.02	0.03	-0.21	P
<i>Condea emoryi</i>	Lluvias	0.08	0.02	0.55	S
	Secas	0.07	0.05	0.12	P

<i>Ditaxis lanceolata</i>	Lluvias	0.03	0.02	0.13	P
	Secas	0.00	0.01	-0.51	E
<i>Encelia farinosa</i>	Luvias	0.07	0.05	0.13	P
	Secas	0.03	0.05	-0.30	P
<i>Eriogonum inflatum</i>	Luvias	0.04	0.01	0.55	S
	Secas	0.09	0.03	0.41	S
<i>Fouquieria splendens</i>	Lluvias	0.03	0.04	-0.12	P
<i>Hibiscus denudatus</i>	Lluvias	0.11	0.02	0.65	S
	Secas	0.07	0.05	0.12	P
<i>Horsfordia newberryi</i>	Lluvias	0.03	0.03	0.01	P
	Secas	0.06	0.01	0.55	S
<i>Larrea tridentata</i>	Luvias	0.06	0.02	0.45	S
	secas	0.11	0.05	0.34	P
<i>Parkinsonia microphylla</i>	Lluvias	0.00	0.04	-0.80	E
	Secas	0.03	0.07	-0.42	E



Figura 19. Especies forrajeras selectivas en la dieta del borrego cimarrón; (1= *Eriogonum inflatum*; 4= *Justicia californica*; 6= *Agave deserti*; 7= *Horsfordia newberryi*); Fotografías de Jon Rebman/Naturalista. (2= *Larrea tridentata*; 3= *Bebbia juncea*; 5= *Condea emoryi*; 8= *Hibiscus denudatus*) Fotografías Luis Méndez.

Los resultados obtenidos del análisis de componentes principales utilizando las frecuencias de las dietas en los dos sitios de estudio con sus respectivas temporadas indican una correlación de 0.98 entre los registros de las especies y formas biológicas, y su frecuencia de consumo en dos temporadas y para ambos ejidos de Baja California. La proporción acumulada de los primeros dos componentes explica el 86.85% de la varianza total del conjunto de datos (CP1= 72.47 % y CP2= 14.38 %) de esta correlación (Figura. 20).

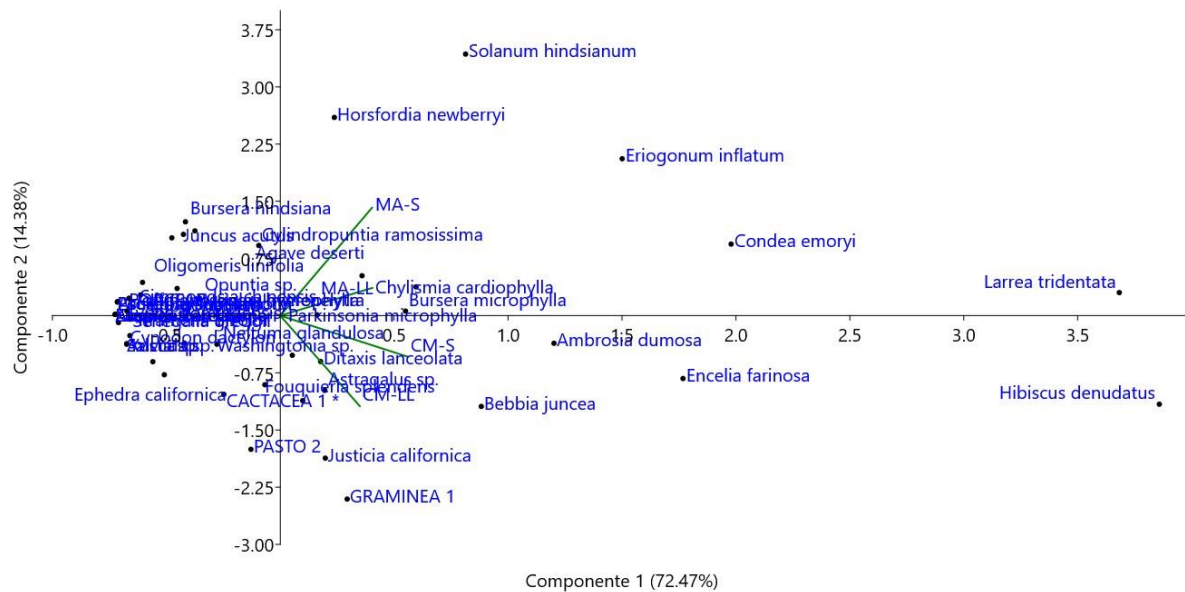


Figura 20. Análisis de componentes principales para los sitios con registros de frecuencia de la dieta.

Análisis de componente principales de las plantas selectivas en el Ejido Cordillera Molina durante la época de lluvias.

La proporción acumulada de los primeros dos componentes explica el 99.99% de la varianza total del conjunto de datos entre las variables ambientales y su selectividad hacia determinadas especies en la dieta (CP1= 66.53 % y CP2= 33.46 %). En la Figura 21 se observa una amplia dispersión de los datos, no obstante, se identifica una relación positiva entre la variable cobertura con la selección de *Bebbia juncea*; Por otro lado, *Agave deserti*, no guarda relación con ninguna de estas variables y finalmente existe una relación negativa entre la pendiente y la selección de *Justicia californica*. El análisis de las cargas de cada variable en los factores indica que las altitudes ejercen un peso más significativo en el componente 1, mientras que en el componente 2, la variable determinante es la distancia al camino (Tabla IX).

Tabla IX. Relación de componentes para variables en el Ejido Cordillera Molina durante la época de lluvias.

	PC 1	PC 2
Altitud	0.59241	0.037661
Cobertura	0.45813	0.39364
Pendiente	-0.53595	-0.034071
DCA	-0.38902	0.52093
DC	-0.024163	0.75571

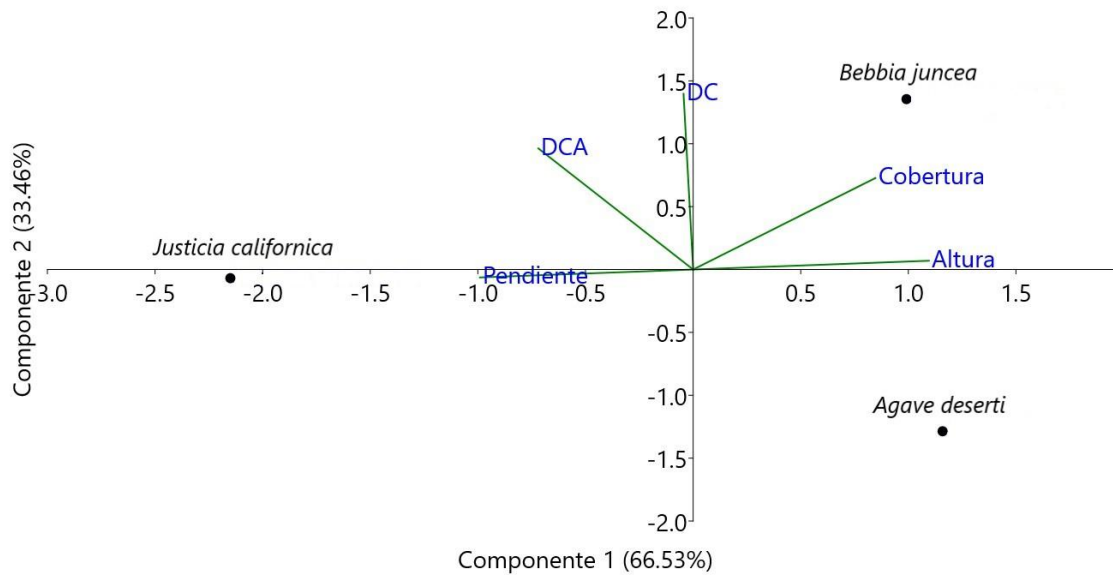


Figura 21. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina durante la época de lluvias. DC= Distancia a caminos; DCA= Distancia a cuerpos de agua.

Análisis de componente principales de las plantas selectivas en el Ejido Cordillera Molina durante la época de secas

La proporción acumulada de los primeros dos componentes explica el 99.99 % de la varianza total del conjunto de datos entre las variables ambientales y su selectividad hacia determinadas especies en la dieta (CP1= 81.73 % y CP2= 18.26 %). En la Figura 22 se observa una amplia dispersión de los datos, no obstante, se identificó una relación positiva entre las variables cobertura con la selección de *Larrea tridentata*; Por otro lado, *Hibiscus denudatus*, no guardó relación con ninguna de estas variables y finalmente existe una relación negativa entre la distancia al camino y la selección de *Erogonum inflatum*. El análisis de las cargas de cada variable en los factores indica que la distancia

al camino ejerce un peso más significativo en el componente 1, mientras que en el componente 2, la variable determinante es la pendiente. (Tabla X).

Tabla X. Relación de componentes para variables en el Ejido Cordillera Molina durante la época de secas.

	PC 1	PC 2
Altitud	0.47258	-0.30924
Cobertura	0.48636	0.19107
Pendiente	0.25544	0.89603
DCA	-0.4873	0.17993
DC	0.48725	-0.18059

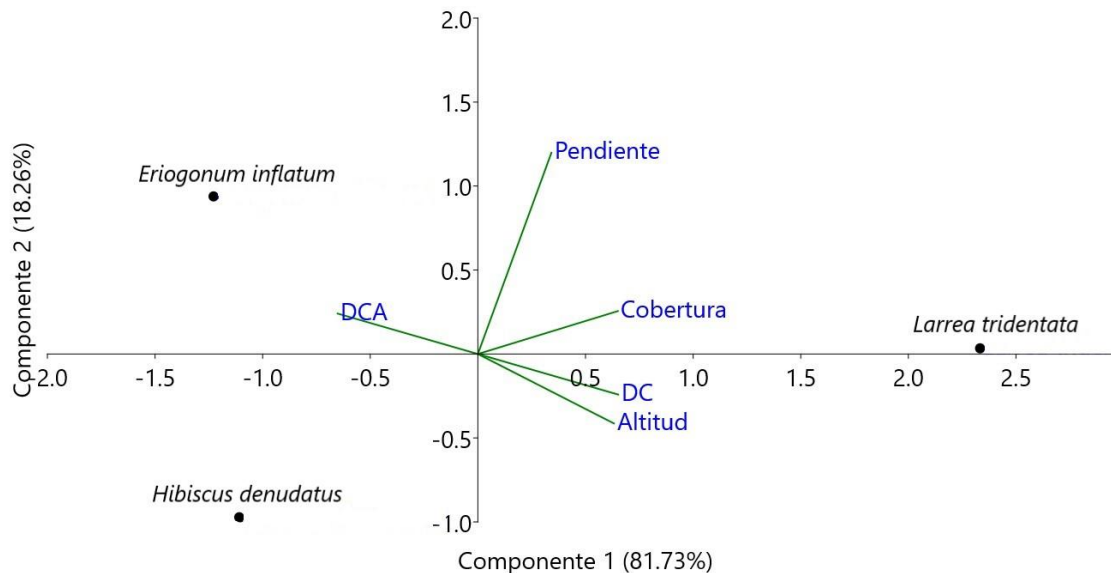


Figura 22. Gráfico de componentes para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina durante la época de secas. DC= Distancia a caminos; DCA= Distancia a cuerpos de agua.

Análisis de componente principales de las plantas selectivas en el Ejido Matomí durante la época de lluvias.

La proporción acumulada de los primeros dos componentes explica el 95.78% de la varianza total del conjunto de datos entre las variables ambientales y su selectividad hacia determinadas especies en la dieta (CP1= 79.77 % y CP2= 16.01 %). En la Figura 23 se identificó una relación positiva entre la variable de distancia al camino y la selección de *Condea emoryi*; Asimismo, la selección de *Hibiscus denudatus*, está relacionada positivamente con la altitud, mientras que, *Larrea tridentata* no muestra una correlación cercana con alguna de estas variables, y finalmente existe una relación negativa entre la distancia al camino y la selección de *Eriogonum inflatum*. El análisis de las cargas de cada variable en los factores indica que la pendiente ejerce un peso más significativo en el componente 1, mientras que en el componente 2, la variable determinante es distancia a cuerpos de agua (Tabla XI).

Tabla XI. Relación de componentes para variables en el Ejido Matomí durante época de lluvias.

	PC 1	PC 2	PC 3
Altitud	0.36511	-0.55434	0.18275
Cobertura	-0.49787	0.17309	0.44191
Pendiente	0.46985	0.21767	0.8014
DCA	0.38126	0.75749	-0.26331
DC	-0.50269	0.2039	0.24

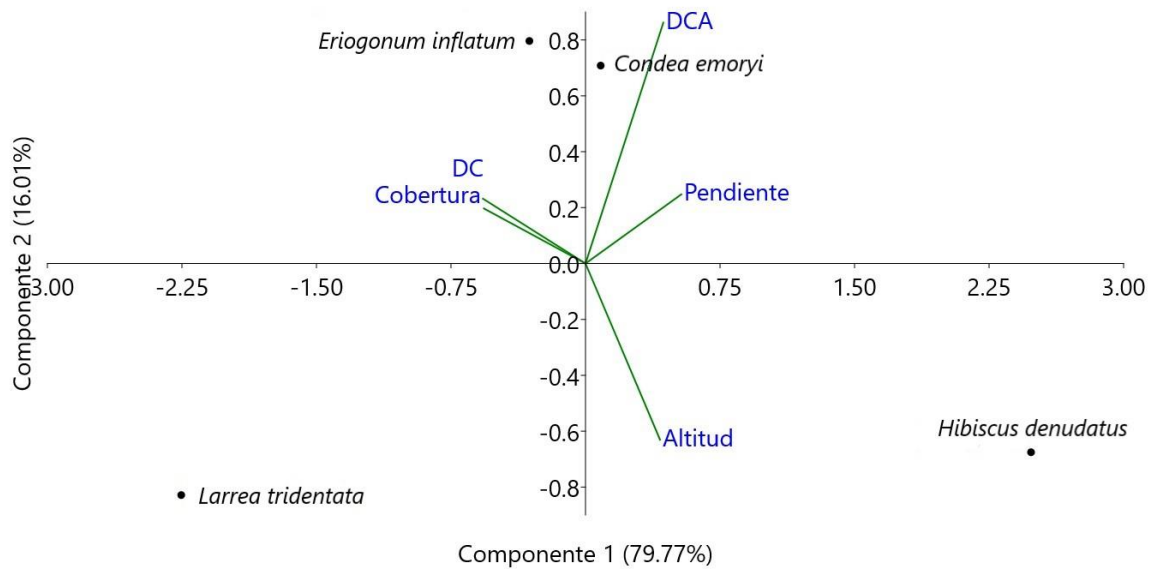


Figura 23. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí durante la época de lluvias. DC=Distancia a caminos; DCA=Distancia a cuerpos de agua.

Análisis de componente principales de las plantas selectivas en el Ejido Matomí durante la época de secas.

La proporción acumulada de los primeros dos componentes explica el 100 % de la varianza total del conjunto de datos entre las variables ambientales y su selectividad hacia determinadas especies en la dieta (CP1= 80.95 % y CP2= 19.05 %). En la figura 24 se observa que, existe una relación positiva entre la variable de distancia al camino y la selección de *Agave deserti*; Así mismo, la selección de *Eriogonum inflatum*, está relacionada positivamente con la distancia a cuerpos de agua y finalmente existe una relación negativa entre la altitud y la selección de *Horsfordia newberryi*. El análisis de las cargas de cada variable en los factores indica que la distancia a cuerpos de agua ejerce

un peso más significativo en el componente 1, mientras que en el componente 2, la variable determinante es la cobertura (Tabla XII).

Tabla XII. Relación de componentes para variables en el Ejido Matomí durante la época de lluvias.

	PC 1	PC 2
Altitud	-0.48331	0.23934
Cobertura	0.2627	0.86982
Pendiente	-0.47029	0.33174
DCA	0.49215	-0.14369
DC	0.48376	0.23544

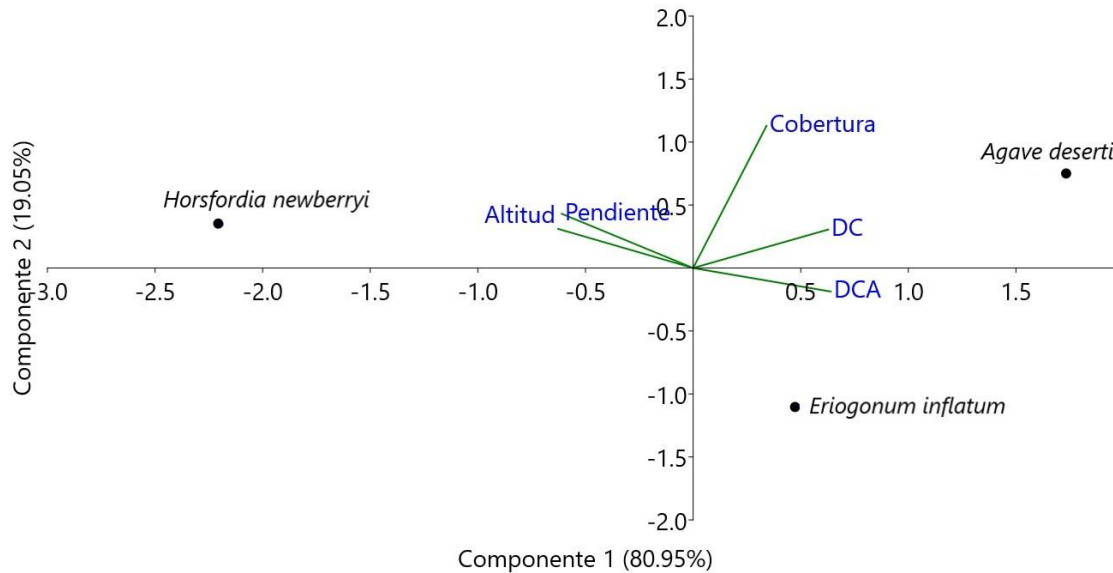


Figura 24. Gráfico de componentes principales para las especies seleccionadas en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí durante la época de secas. DC=Distancia a caminos; DCA=Distancia a cuerpos de agua.

8.5. Cartografía participativa de los sitios de importancia para el borrego cimarrón

En el Ejido Cordillera Molina participaron 21 ejidatarios en el taller de cartografía participativa. Los cuales identificaron características relacionadas con los sitios de alimentación del borrego cimarrón dentro del polígono que delimita su propiedad. Como resultado se identificaron dos áreas extensas de sitios de alimentación del borrego cimarrón los cuales cubren 54,300 ha, lo que representa el 38.56 % del polígono ejidal. De estas dos áreas, los ejidatarios informaron el gran número de avistamientos en la parte norte del ejido conocido como la rumorosa.

A su vez, se identificaron 15 cuerpos de agua disponibles para el borrego cimarrón en la parte centro-sur del ejido. Por otro lado, se identificaron fuentes de amenaza para las poblaciones del borrego cimarrón y su hábitat. Por ejemplo, fue identificado un basurero a cielo abierto localizado en la parte norte del ejido, de igual manera cercano a este punto se encuentran ubicados los parques eólicos. Otra amenaza que detectaron fueron las carreras y caminos de terracería, los cuales son usadas principalmente por vehículos motorizados y en ocasiones por actividades de ecoturismo.

Los sitios donde se frecuenta la cacería fueron ubicados en la parte norte y sur del ejido. Adicionalmente la práctica de ganadería no mostró un traslape con las áreas identificadas para el borrego cimarrón, al encontrarse en las partes desérticas sin pendiente, sin embargo, los ejidatarios son conscientes de las problemáticas que esta actividad ocasiona para la degradación del hábitat del borrego cimarrón (Figura 25). Finalmente informaron que el cultivo de drogas y los incendios representan otra amenaza para el hábitat del borrego cimarrón.

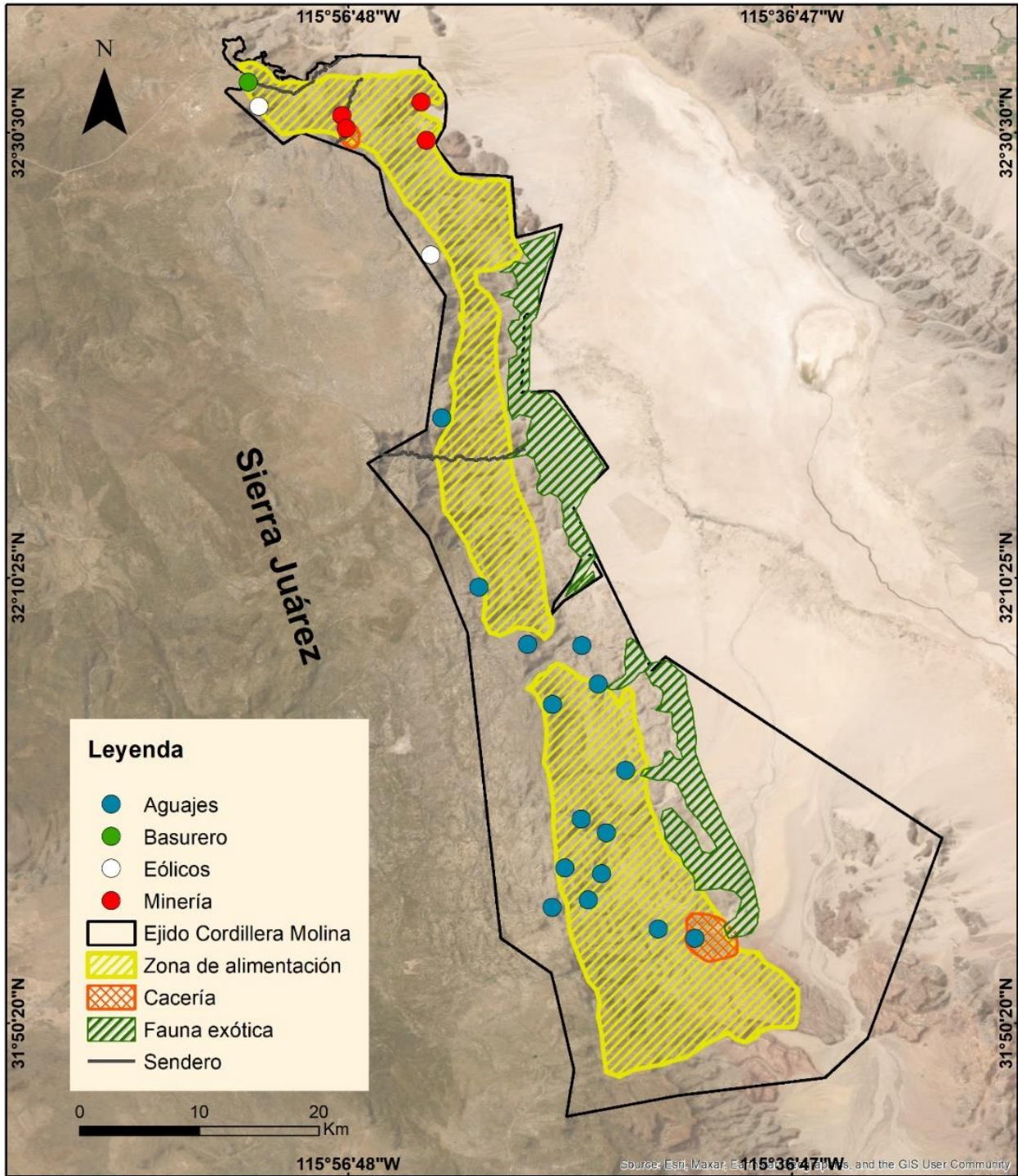


Figura 25. Sitios de importancia y amenazas para le borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina, mediante cartografía participativa.

Durante los talleres de cartografía participativa en el Ejido Matomí, participaron 16 ejidatarios. Los cuales, identificaron cinco zonas consideradas como sitios de avistamientos y alimentación del borrego cimarrón en donde el de mayor dimensión se encuentra ubicado en la parte noroeste. Sin embargo, consideraron que la mayoría de estos avistamientos se concentran en las áreas centrales en el campo conocido como Cinco Islas. Estos parches en conjunto abarcan 36,900 ha lo que representa el 16.19 % del territorio ejidal. De acuerdo con los aspectos relevantes que benefician la presencia del borrego cimarrón, se localizaron ocho aguajes, tres oasis y seis pozos. Además, se identificaron amenazas que pueden enfrentar estos sitios de importancia para el borrego cimarrón, principalmente la cacería furtiva. Al respecto, los integrantes del Ejido Matomí señalaron tres sitios donde se frecuenta esta práctica. Asimismo, se identificaron tres áreas con presencia de actividad minera en donde se extraen materiales pétreos. No obstante que existen otras amenazas como basureros a suelo abierto, estos no se encuentran directamente en los sitios de avistamientos propuestos por los ejidatarios. Adicionalmente se identificaron dos senderos principales y la carretera federal número cinco, en donde las practicas con vehículos motorizados son recurrentes. Por otro lado, actividades como la ganadería extensiva se practican en el ejido, sin embargo, no hay un traslape con las áreas identificadas para el borrego cimarrón. Esta información se validó con recorridos en campo en donde no se apreció la vista directa o rastro de alguna de estas especies exóticas como burros vacas o chivos (Figura 26).

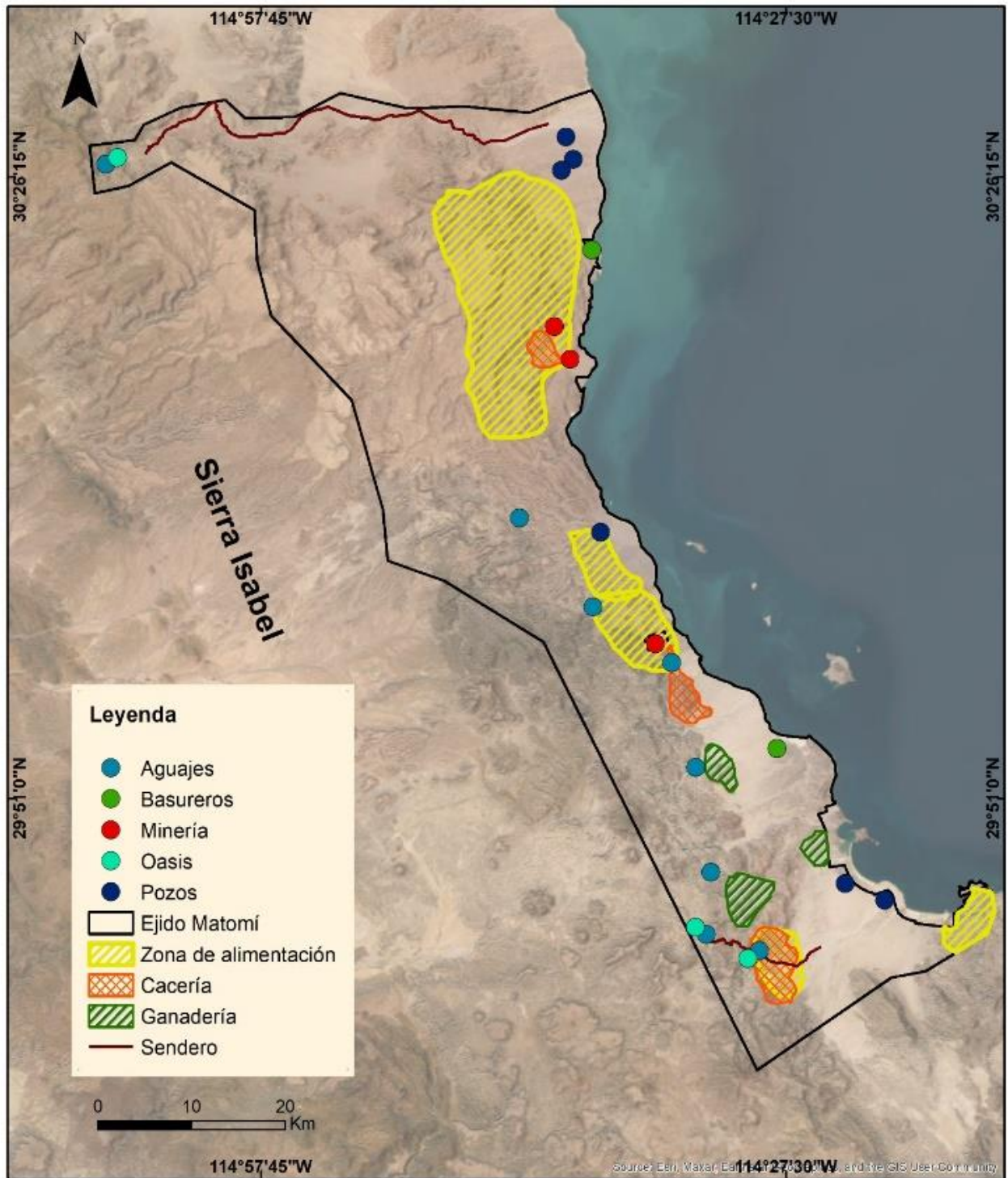


Figura 26. Sitios de importancia y amenazas para le borrego cimarrón en Ejido Matomí, mediante cartografía participativa.

8.6. Áreas de distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón

Como parte del esfuerzo por comprender la distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón, se obtuvo un primer acercamiento para la obtención de registros de presencia de las ocho especies clave en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina y Ejido Matomí. Como resultado se obtuvieron 4,629 registros espaciales de presencias de diferentes fuentes. *Larrea tridentata* fue la especie con mayor registro de avistamientos (854), mientras que *Horsfordia newberryi* contó con el menor número de registros (273) (Tabla XIII). Al final del proceso de depuración de estos registros, se obtuvo una base de datos con 1,926 registros espaciales de presencias. Esta información se utilizó para modelar la distribución potencial de las ocho especies forrajeras.

Tabla XIII. Numero de registros de presencia de las especies claves en la dieta del borrego cimarrón obtenidos de diferentes fuentes: 1=Datos generados en el presente estudio; 2=Red de Herbarios del Noroeste de México; 3= GBIF; 4=UNIBIO; 5=Suma total de registros de presencia obtenidos.

Especie	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Agave deserti</i>	27	46	435	19	527
<i>Bebbia juncea</i>	22	211	255	30	518
<i>Eriogonum inflatum</i>	15	58	528	22	623
<i>Hibiscus denudatus</i>	64	86	249	16	415
<i>Justicia californica</i>	8	186	415	6	615
<i>Larrea tridentata</i>	52	128	651	23	854
<i>Condea emoryi</i>	34	198	528	44	804
<i>Horsfordia newberryi</i>	14	71	177	11	273

Distribución potencial de especies clave (Figura 27) en la dieta del borrego cimarrón en el ejido Cordillera Molina:

Agave deserti; Distribución: Parte norte del ejido y siguiendo una vertiente hacia las cordilleras del oeste. Superficie Cubierta: 54,265.85 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 38.54 % del territorio. AUC:0.91

Bebbia juncea; Distribución: Parte centro-oeste del ejido. Superficie Cubierta: 95,561 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 67.87 % del territorio. AUC:0.81

Eriogonum inflatum; Distribución: Parte noroeste del ejido. Superficie Cubierta: 35,034 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 24.88 % del territorio. AUC:0.88

Hibiscus denudatus; Distribución: Amplia, abarcando 62,763 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 44.58 % del territorio. AUC:0.85

Justicia californica; Distribución: Principalmente en el centro y este del ejido. Superficie Cubierta: 82,218 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 58.39 % del territorio. AUC:0.79

Larrea tridentata; Distribución: Parte norte del ejido con distribución continua por el centro y parches aislados hacia el sur. Superficie Cubierta: 51,358 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 36.48 % del territorio. AUC:0.81

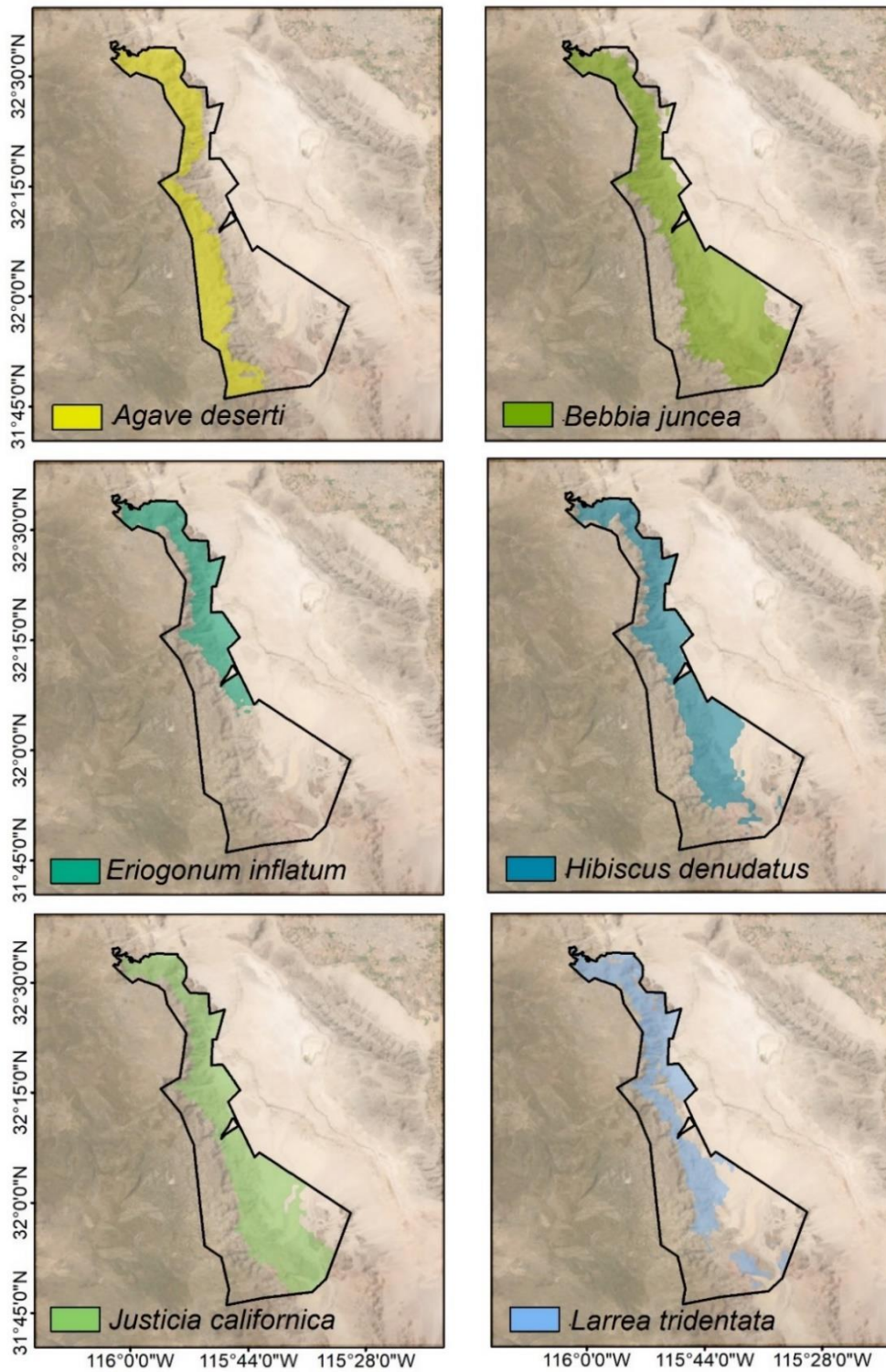


Figura 27. Distribución potencial de seis especies clave en la dieta del borrego cimarrón en Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.

Distribución potencial de especies clave (Figura 28) en la dieta del borrego cimarrón en el ejido Matomí:

Agave deserti; Distribución: Principalmente en la parte noroeste del ejido. Superficie Cubierta: 18,247 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 8.01 % del territorio. AUC: 0.91

Condea emoryi; Distribución: Abundante en la parte este del ejido, abarcando la mayoría de esta área. Superficie Cubierta: 151,235 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 66.36 % del territorio. AUC: 0.80

Eriogonum inflatum; Distribución: Alta probabilidad de presencia en la parte este y pequeños parches aislados en la parte noroeste. Superficie Cubierta: 99,045 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 43.46 % del territorio. AUC: 0.88

Hibiscus denudatus; Distribución: Predominantemente en la parte este del ejido. Superficie Cubierta: 142,343 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 62.46 % del territorio. AUC: 0.85

Horsfordia newberryi; Distribución: Similar a *Eriogonum inflatum*, con áreas de alta presencia en la parte este y parches aislados en la parte noroeste. Superficie Cubierta: 102,911 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 45.16 % del territorio. AUC: 0.89

Larrea tridentata; Distribución: Amplia, cubriendo gran parte del ejido. Superficie Cubierta: 188,425 ha. Porcentaje de Disponibilidad: 82.68 % del territorio. AUC:0.81

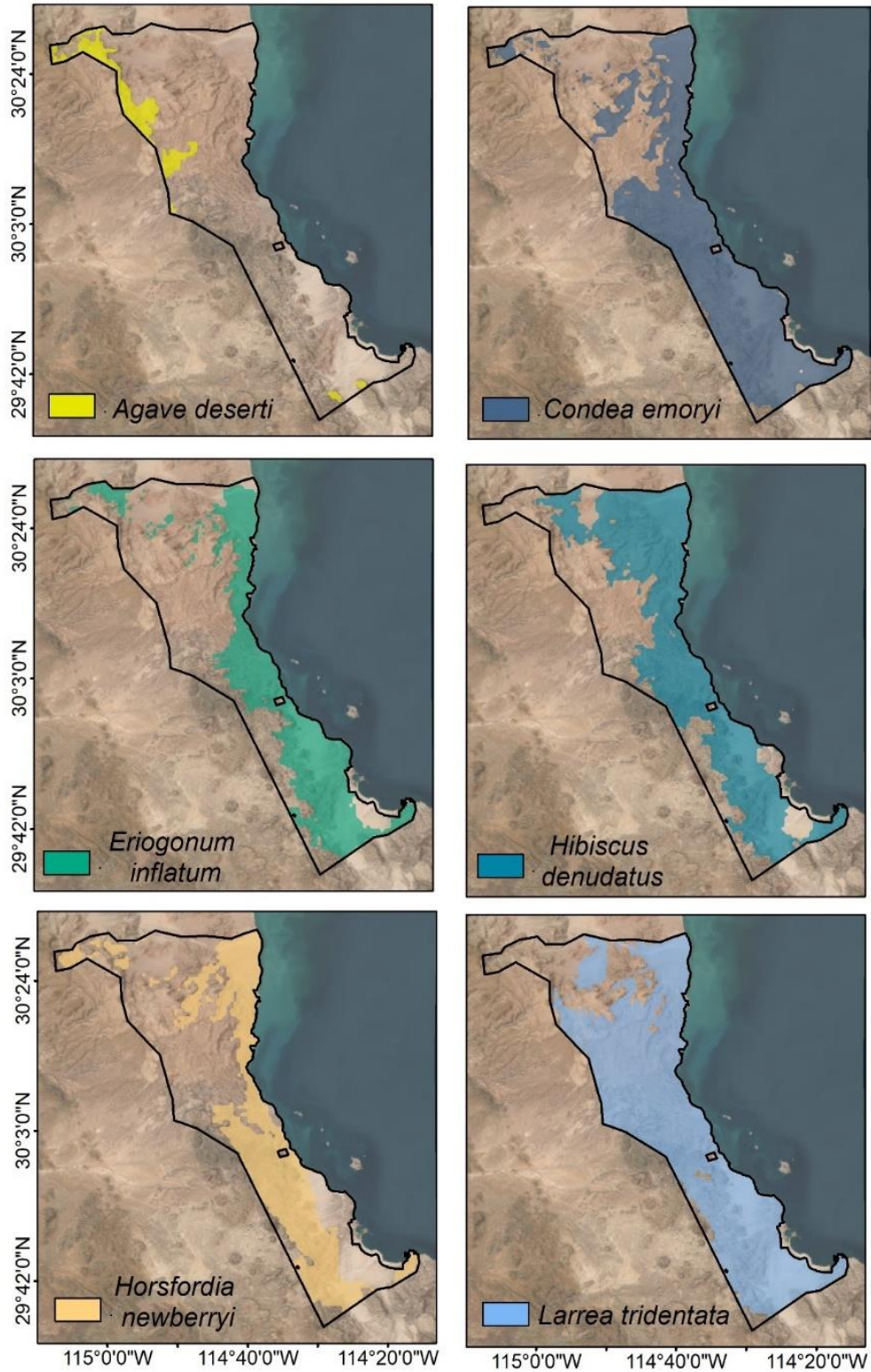


Figura 28. Distribución potencial de las seis especies clave en la dieta del borrego cimarrón en el Ejido Matomí, Baja California, México.

IX. PROPUESTA DE CONSERVACIÓN

Con base en los resultados obtenidos se presenta el siguiente esquema metodológico para iniciar con la operación del modelo de conservación de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón (Figura 29). La propuesta está basada en la información sobre los hábitos alimentarios del borrego cimarrón generada en el presente estudio.

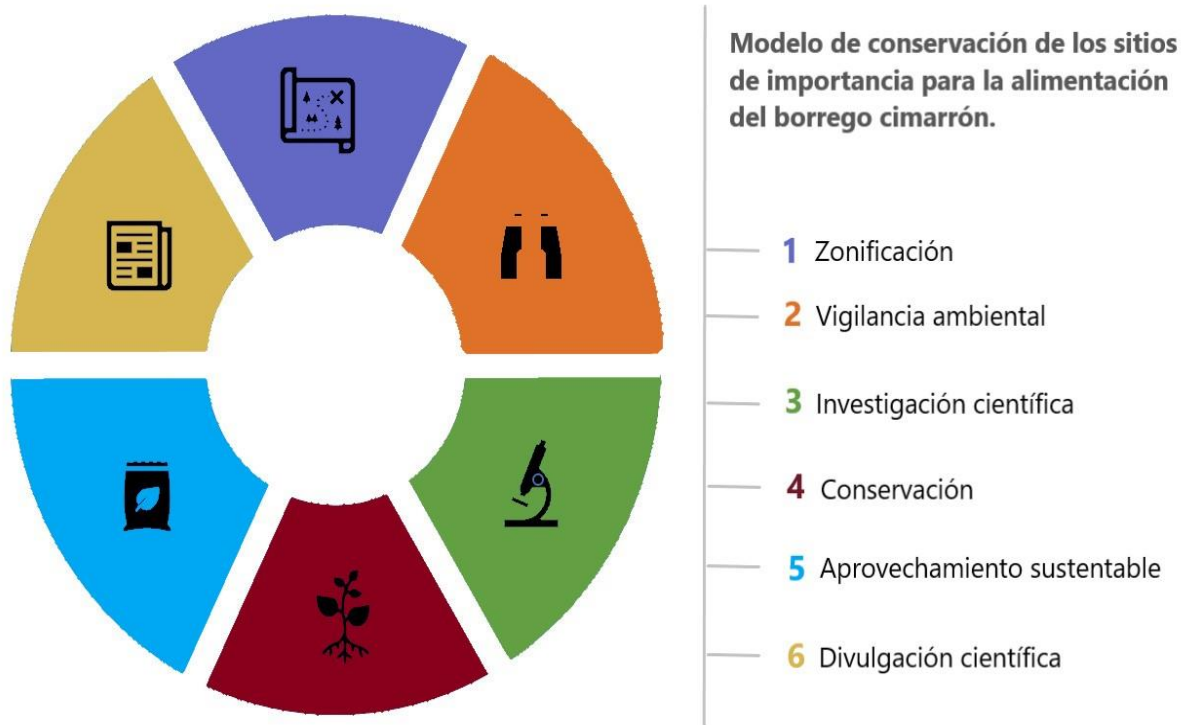


Figura 29. Esquema metodológico para llegar al modelo de conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en Baja California.

9.1. Áreas de importancia para la alimentación del borrego cimarrón

9.1.1. Ejido Cordillera Molina

Los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón, en el Ejido Cordillera Molina, se concentran en la parte norte. Estas áreas representan 5 % (70.4 Km²) de la superficie ejidal. Los cuales se delimitaron como resultado del conocimiento de los ejidatarios y la distribución potencial de las seis especies principales en la dieta del borrego cimarrón (Figura 30).

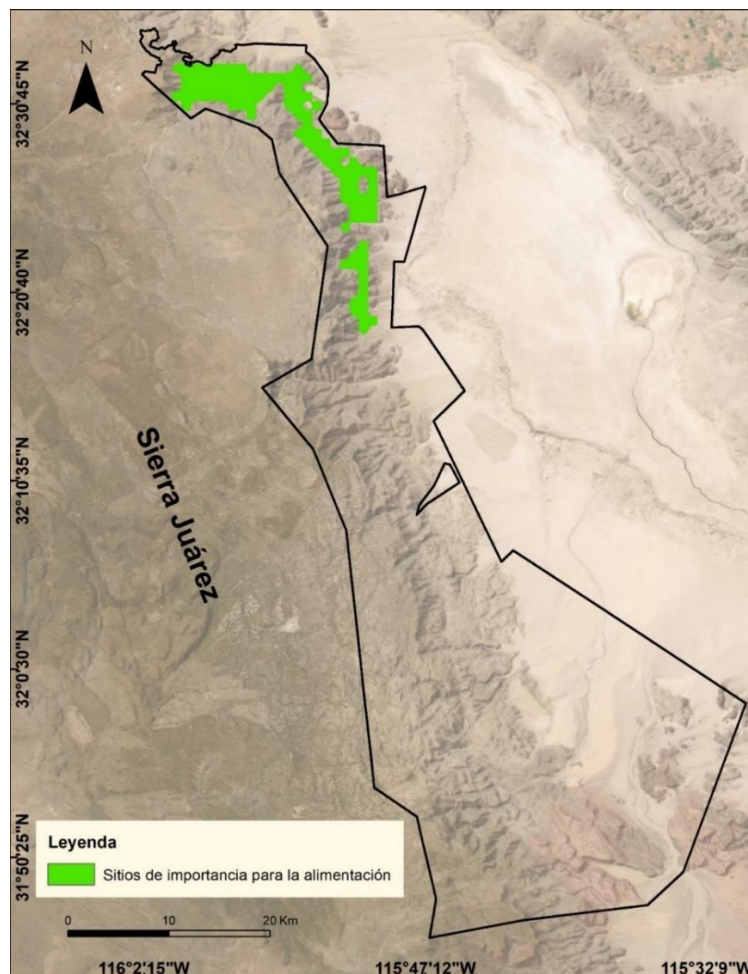


Figura 30. Sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina, Baja California, México.

9.1.2. Ejido Matomí

Los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón, en el Ejido Matomí, se distribuyen en cuatro zonas dentro de los límites del ejido. Estos sitios están basados en el conocimiento de los ejidatarios y la distribución potencial de las seis especies que el borrego selecciona en el año, representando el 3 % (68.37 Km²) del territorio ejidal (Figura 31).

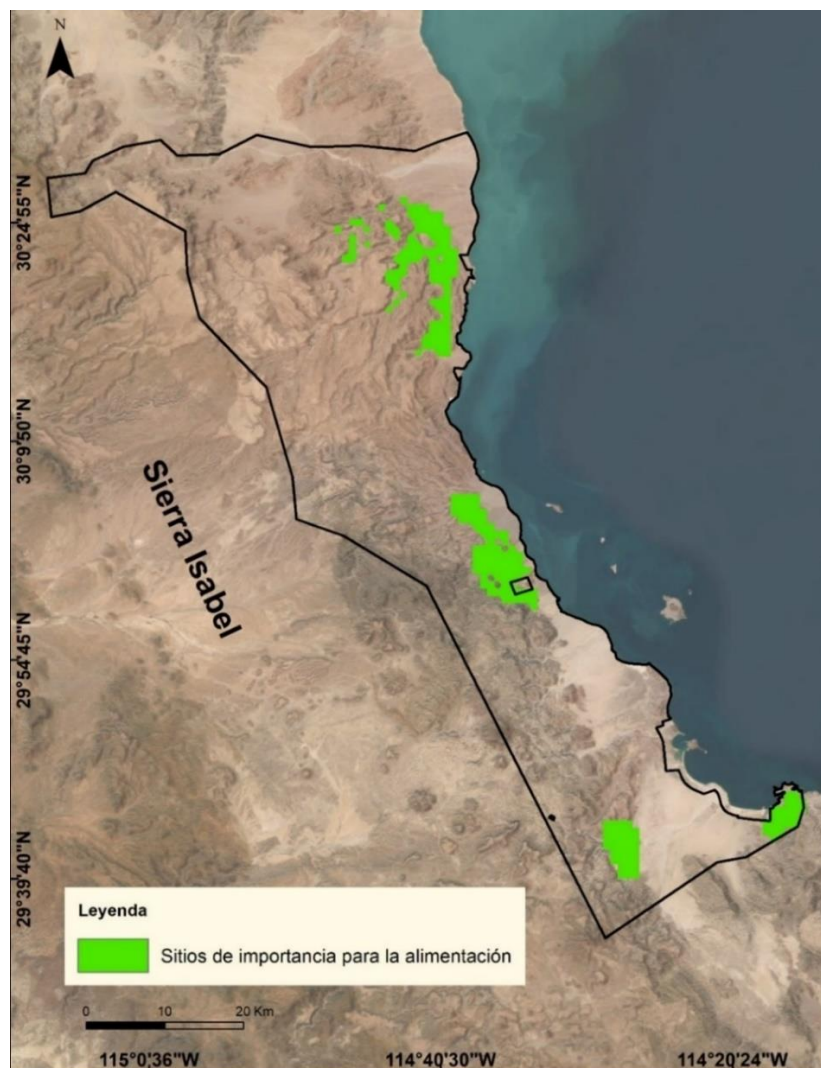


Figura 31. Sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón en el Ejido Matomí, Baja California, México.

9.2. Líneas de acción para la conservación de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón

Tabla XIV. Líneas de acción para la conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón. Plazo; corto=1 año, mediano=3 años y largo=5 años.

Componente: Zonificación		Objetivo. Incluir los polígonos propuestos como parte de una UMA de aprovechamiento del borrego cimarrón.	
Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Mediante una asamblea se buscará la aprobación de la zonificación del ejido.	<ul style="list-style-type: none"> • Ejidatarios • Responsable técnico • UABC 	Corto	Zonificación del ejido
Diseñar un reglamento interno	<ul style="list-style-type: none"> • Ejidatarios • Responsable técnico • UABC 	Corto	Documento reglamentario para el manejo de las áreas propuestas
Componente: Vigilancia ambiental		Objetivo. Crear un comité de vigilancia permanente	
Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Realizar recorridos de vigilancia para disminuir las amenazas antrópicas y biológicas que pueda enfrentar el sitio.	<ul style="list-style-type: none"> • Ejidatarios • SEMARNAT • PROFEPA 	Corto	Aumento en los recorridos de vigilancia al año dentro del polígono

Instalar señalética en los sitios de importancia para la alimentación	<ul style="list-style-type: none"> Ejidatarios 	Corto	No. de señalética instalada
Componente: Investigación		Objetivo. Robustecer la información científica en torno a los sitios de importancia para la alimentación.	
Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Realizar una evaluación bromatológica de las especies que fueron selectivas en la dieta del borrego cimarrón.	<ul style="list-style-type: none"> Universidad Centros de investigación ONG'S 	Mediano	Informe de resultados (Artículo, tesis, reporte)
Realizar un estudio sobre la capacidad de carga considerando las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.	<ul style="list-style-type: none"> Universidad Centros de investigación ONG'S 	Mediano	Informe de resultados (Artículo, tesis, reporte)
Realizar un estudio sobre la competencia por el alimento entre los ungulados silvestres y domésticos.	<ul style="list-style-type: none"> Universidad Centros de investigación ONG'S 	Mediano	Informe de resultados (Artículo, tesis, reporte)
Realizar estudios periódicos de hábitos alimentarios, siguiendo las técnicas hechas en el presente estudio.	<ul style="list-style-type: none"> Universidad Centros de investigación ONG'S 	Largo	Informe de resultados (Artículo, tesis, reporte)

Componente: Conservación		Objetivo. Preservar y proteger las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.	
Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Formar alianzas institucionales para el intercambio de experiencias y colaboración en proyectos de escala local, estatal y regional.	<ul style="list-style-type: none"> • Centros de investigación • Universidades • ONG'S • Gobierno • Sector privado • Botánicos • Voluntarios 	Mediano	No. de convenios
Incluir a las especies clave en programas de recuperación y regeneración en Baja California.	<ul style="list-style-type: none"> • CONAFOR • Responsable técnico 	Largo	Sitios con resguardo
Implementar programas de monitoreo de especies invasoras que puedan representar una amenaza para las especies clave.	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad • Centros de investigación • Ejidatarios 	Mediano	Informe de resultados
Componente: Aprovechamiento sostenible		Objetivo. Utilizar de forma sostenible las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.	

Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Diseñar un plan de manejo para cada planta de interés comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Ejidatarios • Responsable técnico • UABC • SEMARNAT 	Corto	Aprobación del plan de manejo para las especies de interés.
Componente: Divulgación		Objetivo. Promover la educación y concientización acerca de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.	
Acción	Actor	Plazo	Indicador de éxito
Impartir pláticas sobre la importancia de las zonas de alimentación del borrego cimarrón	<ul style="list-style-type: none"> • UABC • ONGS • Escuelas 	Mediano	No. de pláticas impartidas
Generar material de divulgación (infografías, capsulas, folletos)	<ul style="list-style-type: none"> • UABC • ONGS 	Mediano	No. de materiales difundidos

X. DISCUSIÓN

10.1. Caracterización del hábitat del borrego cimarrón

El esfuerzo de muestreo nos indica que en el Ejido Cordillera Molina y en el Ejido Matomí se registraron 52 y 55 especies, respectivamente. Estos números contrastan con los resultados de Santos (2015), quien identificó 157 especies en zonas de distribución del borrego cimarrón en la parte norte de Sierra Juárez. La diferencia en las cifras es atribuida a la metodología de muestreo utilizada, ya que utilizó 42 cuadrantes para caracterizar la vegetación en ese sitio a lo largo del año. En contraste, los resultados del presente estudio son resultado de la evaluación de la composición de la cobertura vegetal en 17 líneas seleccionadas en áreas previamente identificadas por su asociación con la presencia del borrego cimarrón durante dos temporadas.

Los resultados obtenidos en la caracterización del hábitat de los dos sitios de muestreo nos indican una alta representación de las familias Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae. Estos hallazgos concuerdan con investigaciones previas, incluyendo estudios realizados por Wiggins (1980), López (1991) y Santos (2015), quienes han destacado que las zonas áridas del noroeste de México representan las principales zonas de diversificación de estas familias botánicas dentro del territorio mexicano.

En cuanto a la presencia de especies y la presencia de diversas familias contribuyó a un alto índice de diversidad y riqueza de especies en el Ejido Cordillera Molina ($H' = 3.69$ y 3.43 , $S' = 8.31$ y 6.86 , para las temporadas de lluvia y seca, respectivamente). En el caso del Ejido Matomí, se observaron valores similares ($H' = 3.89$ y 3.55 , $S' = 9.42$ y 7.30), lo que concuerda con los resultados informados por

Guerrero-Cárdenas (2020) en Sierra El Mechudo, Baja California Sur, el cual reporta un índice de diversidad en primavera de 2011 ($H' = 3.2$) y en invierno ($H' = 4.0$). En contraste, Gastelum-Mendoza (2020) reportó niveles inferiores de diversidad ($H' = 2.59$ a 2.74) e índice de Margalef (3.77 a 5.24) en el estado de Coahuila, esto se puede explicar debido a las características propias de esta región, como el clima (BS_{ohw}), la precipitación, la cual varía entre 200 mm a 900 mm, el tipo de vegetación y principalmente a una menor superficie de muestreo disponible en su trabajo (400 ha).

Con respecto al IVI, los resultados indican que en el Ejido Cordillera Molina durante la temporada de lluvias *Larrea tridentata* (20.39 %) *Sphaeralcea ambigua* (17.02 %) y *Encelia farinosa* (15.50 %), fueron las especies de mayor importancia, mientras que, en temporada de secas fueron *Ipomopsis tenuifolia* (33.63 %), *Cylindropuntia ramosissima* (24.91 %) y *Larrea tridentata* (18.17 %). Para el caso del Ejido Matomí, las especies más importante durante la temporada de lluvias fueron *Ambrosia dumosa* (23.39 %), *Encelia farinosa* (20.65 %) y *Fouquieria splendens* (18.78 %), mientras que, en la temporada de secas fueron *Parkinsonia microphylla* (24.76 %) *Bursera microphylla* (21.56 %) y *Encelia farinosa* (19.88 %). Estos resultados demuestran que no hay una tendencia clara hacia ciertas especies que posean un mayor peso ecológico en el hábitat del borrego. Esta variabilidad es consistente con las investigaciones de Ofarril (2003), Gastelum-Mendoza (2020) y Guerrero-Cárdenas (2020) quienes reportaron que las especies de mayor importancia varía según la temporada y los sitios de muestreo.

En el Ejido Cordillera Molina durante la temporada de secas, se identificó la presencia de *Cylindropuntia ramosissima* como la especie suculenta de mayor

importancia en el hábitat, misma que también mostró presencia en los análisis de dieta. Esta especie es de interés para los herbívoros debido a sus grandes cantidades de almacenamiento de agua, además de que, dentro del grupo de las chollas, es una especie que puede sobrevivir en condiciones climáticas extremas y estar siempre disponible, de acuerdo con lo reportado por Bobich et al., (2014).

En cuanto a la forma de vida, nuestros resultados para ambos sitios de estudio son similares con lo reportado por Gastelum-Mendoza (2020) y Zurita (2011), quienes mencionan a los arbustos como un componente importante en el hábitat del borrego cimarrón. Esto se debe en gran medida a que los arbustos son especies perenes y representan una fuente de alimento disponible durante todo el año. Además, las especies arbustivas presentan una cobertura óptima que les permite a los borregos tener una menor obstrucción visual para detectar depredadores e implementar estrategias de escape.

10.2. Composición de la dieta del borrego cimarrón

De acuerdo con el análisis bibliográfico, la falta de referentes que muestren resultados objetivos en nuestra área de estudio limita la amplitud de la discusión sobre este tema. No obstante, Galindo (2001), proporciona información relevante al respecto, encontrando que la dieta del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Mártir está compuesta por 72 especies de plantas, lo cual contrasta con nuestros resultados (35 especies en el Ejido Cordillera Molina y 44 especies en el Ejido Matomí). Esta diferencia puede explicarse principalmente por los gradientes altitudinales presentes en Sierra San Pedro Mártir, que se ubican entre los 2000 y 2800 msnm ya que, estas altitudes permiten

una mejor captación de agua y, por lo tanto, una mayor diversidad de recursos florísticos disponibles a lo largo del año para su consumo, a diferencia de nuestro sitio de estudio que osciló entre los 0 y 1000 msnm.

En contraste, en matorrales desérticos del Estado de Sonora, se han reportado resultados similares. Por ejemplo, Tarango et al., (2002) y Peraza (2004), reportan el consumo de 41 especies en Sierra El Viejo y Sierra Noche Buena, respectivamente, mientras que, O'Farril (2003) reporta 40 especies en Isla Tiburón, así mismo Gastelum-Mendoza (2015) reporta el consumo de 48 especies en Sierra Noche Buena. Esta similitud puede ser atribuida a que todos los sitios mencionados se encuentran en la ecorregión denominada Desierto Sonorense (González-Abraham et. al., 2010).

La diversidad de especies en la dieta entre temporadas fue similar para ambos sitios de muestreo, (Cordillera Molina, lluvias $H' = 3.05$ y secas $H' = 2.97$; Matomí, lluvias $H' = 3.28$ y secas $H' = 3.14$, esto se debe principalmente a que el mayor porcentaje de consumo corresponde a especies perennes (Figura 19).

Con respecto al consumo de forraje por formas de vida, para ambos sitios se observó una mayor preferencia hacia el consumo de arbóreas y arbustivas. De acuerdo con Bolen y Robinson (2002), los herbívoros silvestres en zonas áridas tienden a preferir las formas arbustivas, ya que contienen una mayor cantidad de nutrientes que pueden ser fácilmente digeribles, esto explica las preferencias en nuestros resultados por estas formas en ambos ejidos durante las dos temporadas de muestreo, además de que, en los dos sitios de muestreo, las arbustivas se encuentran disponibles durante todo el año. Nuestros resultados concuerdan con numerosos estudios previos realizados en México

(Tarango et al., 2002; O´Farril, 2003; Peraza, 2004; Santos, 2015; Gastelum-Mendoza, 2015; 2020; Guerrero-Cárdenas, 2016;), donde reportan preferencias alimentarias por las arbustivas en la dieta del borrego cimarrón. En contraste con nuestros resultados Galindo (2001) y Zurita (2011), reportaron una preferencia por las plantas herbáceas, con un 37 % y 64.9 % respectivamente. Estas discrepancias se pueden atribuir a las diferencias en los contextos geográficos y ecológicos de los sitios de estudio, lo que subraya la importancia de considerar las particularidades regionales al analizar las preferencias alimenticias del borrego cimarrón.

Además del consumo de arbustos, las herbáceas representan un componente importante de la dieta del borrego cimarrón (25.86 %) lo cual concuerda con los resultados reportados por Guerrero-Cárdenas (2020) en Baja California Sur, quien reportó 26.9 %. Este tipo de plantas son relevantes para el borrego, en virtud de constituir una fuente importante de nutrientes y caracterizarse por su alta digestibilidad atribuida a la baja presencia de lignina (Ramírez, 2004). Por otra parte, los pastos aportaron el 8.51 %, de la dieta anual. Esto difiere a lo reportado por Sánchez (1976), quien identificó 43 % en Baja California. Esta diferencia puede ser atribuida al método empleado (análisis estomacal) así como el bajo número de muestras analizadas en su estudio (15) correspondientes a una sola temporada (noviembre).

Finalmente, las suculentas fueron la forma de vida menor consumida 5.10 % lo cual es similar a lo reportado por Peraza (2004) quien reportó un consumo del 2 y 3 % para Sonora y Baja California Sur, respectivamente. En términos temporales se observó un incremento de consumo de estas plantas durante la temporada seca, ya que, estas

especies constituyen una fuerte importante de agua además de contener altos porcentajes de digestibilidad (Espinoza-Barros y Fuentes, 2005; Ramírez, 2004).

10.3. Selectividad de especies en la dieta del borrego cimarrón

Los análisis de selectividad indican que el borrego cimarrón no consumió el forraje en función de su disponibilidad. En el Ejido Cordillera Molina el borrego utilizó 20 de las 52 plantas disponibles, mientras que, en el Ejido Matomí consumió 13 de las 55 especies presentes en el hábitat. Sin embargo, se encontró que el borrego fue selectivo con ocho especies de plantas (*Agave deserti*, *Bebbia juncea*, *Eriogonum inflatum*, *Hibiscus denudatus*, *Justicia californica*, *Larrea tridentata*, *Condea emoryi*, *Horsfordia newberryi*). Las especies más consumidas fueron *Larrea tridentata* e *Hibiscus denudatus* durante las dos temporadas. Al respecto, Guerrero-Cárdenas (2020) determinó altos contenidos de proteína cruda para *Larrea tridentata*. Este tipo de requerimientos nutricionales son especialmente relevantes durante los periodos de gestación y lactancia ya que las hembras necesitan producir leche de calidad para la supervivencia de las crías (Goodson et al., 1991; Holt et al., 1992). Por otro lado, la preferencia de *Hibiscus denudatus* puede ser explicada con base en el estudio realizado por Bautista-De-Luna et.al., (2022), quienes determinaron altos niveles de fosforo en esta especie. Los requerimientos de este nutriente influyen en el correcto funcionamiento del rumen y su deficiencia se refleja en la absorción reducida de nutrientes (Orellana et al., 2020).

Los análisis de componentes principales permitieron identificar como la variable de cobertura tienen una relación positiva con la selección de *Bebbia juncea*, *Larrea tridentata* y *Agave deserti*. Al no contar con estudios previos con relación a este análisis,

se puede tomar de referencia los resultados obtenidos por Dibb y Quinn 2006; Escobar et al., 2015; y Smith et al., 1999; los cuales coinciden con la relevancia de esta variable ambiental en el hábitat del borrego cimarrón.

10.4. Talleres de cartografía participativa

El enfoque y métodos utilizados en este estudio se basaron en un modelo de investigación participativo lo que implicó el reconocimiento y la valoración tanto del conocimiento de las comunidades rurales como de sus habilidades para el diagnóstico y análisis de los sitios de interés (Contreras et al., 1998). Este enfoque se respalda por Quan et al., (2001); Bogomolni et al., (2021), quienes mencionan que, en el ámbito del manejo comunitario de recursos naturales, las herramientas participativas desempeñan un papel esencial al permitir la modelación y la visualización de diversos escenarios de gestión.

La participación en los talleres de cartografía participativa en los ejidos Cordillera Molina y Matomí fue favorable, con la participación de 21 y 16 ejidatarios respectivamente. Esta respuesta de asistencia se debe en gran medida al interés que se tiene sobre el aprovechamiento y conservación del borrego cimarrón (Campos, 2018; Ruiz-Mondragón et al., 2023).

Los resultados obtenidos mediante el taller participativo generaron información relevante para la conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón. En el caso del Ejido Cordillera Molina la identificación de dos áreas que la comunidad considera importantes para esta especie coincide con los hallazgos de

Ruiz-Mondragón et al., (2018), quienes también ubicaron estos sitios de importancia para el borrego cimarrón en la Sierra Juárez utilizando modelos de distribución potencial. Estos resultados respaldan la importancia de estas áreas y sugieren una congruencia entre el conocimiento local y las metodologías científicas. Por otro lado, en el Ejido Matomí, la identificación de cinco parches como áreas de importancia para el borrego cimarrón concuerdan con los resultados de áreas propuestas para Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAs), de acuerdo con la estrategia estatal para la conservación del borrego cimarrón en Baja California (GEBC, 2012). Esta congruencia con las áreas sugeridas para UMAs subraya la importancia de estos lugares para la conservación de los sitios de importancia para la alimentación y ofrece información objetiva para futuras medidas de manejo y conservación.

En cuanto a los factores que potencialmente afectan el hábitat, se observó una concordancia en los riesgos identificados para ambos sitios de estudio. Estos incluyen actividades como la minería, carreteras, senderos y caminos de terracería, así como la caza furtiva y la presencia de basureros a cielo abierto. Además, para el caso de Cordillera Molina, la instalación de parque eólicos figura como una amenaza reconocida. Todo este tipo de actividades han demostrado impactos negativos directos en el hábitat del borrego cimarrón en investigaciones previas (Antaya, 2018; Epps et al., 2005; Montoya & Martínez-Gallardo, 2017)

Una actividad identificada como amenaza es la ganadería, ya que los animales domésticos y ferales compiten por los mismos recursos; dañan el hábitat y pueden contaminar los cuerpos de agua y las áreas de alimentación con virus, bacterias y

parásitos que provocan enfermedades gastrointestinales y respiratorias, principalmente. (Jones, 1980; Peralta, 2020; Tapia, 2023). Sin embargo, los resultados nos indican que estas actividades no se traslapan con las áreas de importancia de alimentación del borrego cimarrón. Esto puede indicar una relativa compatibilidad entre ambas actividades, lo que podría ser beneficioso para la conservación de la especie.

En el caso específico del Ejido Cordillera Molina, se mencionaron los incendios en las partes altas de la Sierra Juárez como un factor preocupante. Sin embargo, de acuerdo con Holl et al., 2012 estos eventos pueden contribuir al aumento de la cantidad de hábitat de alta idoneidad para el borrego cimarrón, siempre y cuando se produzcan precipitaciones posteriores al incendio. Esta información resalta la importancia de considerar el contexto ecológico completo y las interacciones complejas que pueden influir en la conservación del borrego cimarrón.

La identificación de cuerpos de agua cercanos a las áreas de importancia para el borrego cimarrón es un resultado positivo de acuerdo con Escobar (2016) y Foster et al. (2005). Estos cuerpos de agua son indicadores de la calidad del hábitat y desempeñan un papel esencial en la conservación de la especie al satisfacer sus necesidades de hidratación y proporcionarle este recurso vital durante las estaciones secas. Este resultado destaca la importancia de preservar y gestionar adecuadamente estas áreas para garantizar la supervivencia a largo plazo del borrego cimarrón.

10.5. Modelos de distribución potencial de las especies clave en la dieta del borrego cimarrón

Los resultados presentados en este estudio deben ser considerados como un modelo parcial, ya que se ha centrado únicamente en variables climáticas. Esta limitación podría derivar en un posible sobreajuste del modelo debido a la dependencia de los puntos de presencia con respecto a estas variables. No obstante, es crucial resaltar que los modelos demostraron una capacidad robusta para identificar las ubicaciones donde es probable encontrar a las especies clave en la dieta del borrego cimarrón.

De acuerdo con la búsqueda inicial de registros de presencia de especies, pudimos corroborar la importancia de la limpieza de datos (41.30 % efectivos), cuando se extraen de plataformas tal como lo menciona Elith et al., (2011), aunque, cada plataforma tiene sus propios filtros de limpieza, resulta indispensable analizarlas de acuerdo con los objetivos propios cada investigación.

Con base en los modelos de distribución potencial, para el caso del Ejido Cordillera Molina, las condiciones idóneas del hábitat adecuadas para la distribución de las seis especies clave en la dieta del borrego cimarrón encuentran un punto de traslape principalmente en la parte norte del ejido (Figura 24), esto tiene relevancia al coincidir con los resultados producto de la cartografía participativa (Figura 22). No existen datos previos puntuales para la distribución de estas especies, sin embargo, desde el enfoque de áreas de importancia, estos sitios identificados, coinciden con lo reportado por Ruiz-Mondragón et al., (2018), quienes también ubicaron estos sitios con presencia del borrego cimarrón en la Sierra Juárez utilizando la misma metodología.

Los ocho modelos de distribución de las especies clave mostraron valores de AUC alrededor de 0.8, lo que sugiere un ajuste sólido de los modelos a los datos de entrada de acuerdo con Morueta-Holme et al., (2010) y Pawar et al., (2007). Este buen ajuste y su representación de idoneidad podría atribuirse al hecho de que las ocho especies seleccionadas son representativas del matorral xerófito en Baja California. Además, estas especies se distribuyen a lo largo de las condiciones ambientales típicas de la región de estudio (Delgadillo, 1998; Delgadillo et al., 2002).

10.6. Propuesta de conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón

En lo que respecta a la propuesta de conservación de los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón, la mayoría de los estudios sobre hábitos forrajeros del borrego cimarrón se limitan a la generación de información científica y recomendaciones de manejo puntuales (Tarango et al., 2002; O’Farril, 2003; Peraza, 2004; Santos, 2015; Gastelum-Mendoza, 2015; Guerrero-Cárdenas, 2016; Gastelum-Mendoza, 2020). Sin embargo, Saucedo-Uuh et al., (2022) en estado de Sonora desarrollaron un modelo para gestionar y conservar la vegetación endémica relacionada con la dieta de ungulados silvestres, incluyendo al borrego cimarrón. En su propuesta, presentan acciones de manejo y conservación que coinciden en gran medida con las sugeridas aquí desde una perspectiva ecológica y biológica. No obstante, esta propuesta considera que la conservación de especies no debe depender exclusivamente de aspectos científicos. Es necesario transitar hacia un enfoque holístico que permita abordar los desafíos desde diversas perspectivas y considerar factores, como el

involucramiento de la comunidad, la administración sostenible y educación ambiental. Este enfoque integral es fundamental para una conservación efectiva a largo plazo, ya que reconoce la interrelación entre la sociedad y los sitios de importancia para la alimentación, y busca soluciones que beneficien a ambas partes.

Por su parte, la estrategia de conservación del borrego cimarrón por parte del Gobierno del Estado de Baja California, (2012), establece líneas de acción se abordan desde un enfoque más integral, lo cual concuerda con nuestra propuesta, sin embargo, no incluye datos sobre los hábitos alimentarios del borrego cimarrón, esto se debe principalmente a que hasta ese momento se carecía de información objetiva. Además, por ser una estrategia de escala estatal, las implementaciones son generales y la información utilizada es de otras regiones de distribución del borrego cimarrón, no obstante, las propuestas de UMAS que realizan concuerdan con los sitios de importancia de alimentación que aquí proponemos.

De acuerdo con Ruiz-Mondragón (2017), es necesaria la implementación de nuevos desafíos ocasionados por el descontento de la sociedad respecto al tema del manejo del borrego cimarrón. Desde la publicación de la estrategia estatal por parte del Gobierno de Baja California no se han observado resultados positivos para la especie ni para los propietarios del recurso. Es por ello que, la propuesta aquí presentada contribuye de manera objetiva y participativa a cubrir estos vacíos de información.

XI. CONCLUSIONES

- El hábitat del borrego cimarrón en el Ejido Cordillera Molina está compuesto principalmente por 52 especies que dominan el paisaje mientras que en el Ejido Matomí está compuesta por 55 especies, en donde Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae fueron las familias más representativas.
- La diversidad y riqueza de especies en el hábitat fue mayor durante la temporada de lluvias para los dos sitios de muestreo.
- Las especies con mayor valor de importancia en el hábitat fueron: *Larrea tridentata*, *Ipomopsis tenuifolia*, *Ambrosia dumosa*, *Parkinsonia microphylla*.
- Las formas de vida de arbóreas y arbustivas predominaron en el hábitat del borrego cimarrón en las dos temporadas de muestreo.
- La dieta del borrego cimarrón se compuso de 35 especies en el Ejido Cordillera Molina y 44 en Ejido Matomí.
- La diversidad de especies en la dieta fue mayor durante la temporada de lluvias para ambos sitios.
- El borrego cimarrón fue selectivo proporcionalmente en el consumo de ocho especies de plantas de acuerdo con su disponibilidad en ambos sitios de muestreo, por lo que las especies de mayor frecuencia son (*Agave deserti*, *Bebbia juncea*, *Eriogonum inflatum*, *Hibiscus denudatus*, *Justicia californica*, *Larrea tridentata*, *Condea emoryi*, *Horsfordia newberryi*).

- La cobertura fue la variable que más influyó en la selectividad de *Bebbia juncea*, *Larrea tridentata* y *Agave deserti*.
- En el Ejido Cordillera Molina, *Bebbia juncea* tiene el área de distribución potencial más amplia cubriendo el 67.87 %.
- En el Ejido Matomí, *Larrea tridentata* tiene el área de distribución potencial más amplia cubriendo el 82.68 %.
- Los sitios de importancia para la alimentación del borrego cimarrón con base en el modelo de idoneidad en el Ejido Cordillera Molina abarcan el 5 % del total de la extensión del polígono, mientras que en el Ejido Matomí cubren una extensión que representa el 3 % del total de la superficie.
- El trabajo en conjunto entre academia y sociedad brindó las herramientas necesarias para la elaboración de una propuesta de conservación objetiva.
- Finalmente, los resultados y la propuesta aquí presentada sirven para ser incluidas en un plan de manejo de aprovechamiento sostenible del borrego cimarrón en Baja California. Es conveniente realizar estos análisis periódicamente y abarcar áreas más extensas para enriquecer la información proporcionada.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Alba-Sánchez, F., López-Sáez, J.A., Benito de Pando, B., Linares, J.C., Nieto-Lugilde, D. y López-Merino, L. (2010). Past and present potential distribution of the Iberian *Abies* species: A phytogeographic approach using pollen data and species distribution models. *Diversity and Distributions*, 16(2): 214- 228.

Anaya, V. (2010). La percepción sobre el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) entre estudiantes de la UABC como herramienta en el manejo integral de la especie (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Anderson, R. P., D. Lew, y Peterson, A. T. (2003). Evaluating predictive models of species' distributions: Criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162: 211-232.

Andrade-Sánchez, J. A. (2013). Integración de un sistema de información geográfica participativo para el manejo de recursos naturales en la comunidad indígena San José de la zorra. (Especialidad en Gestión Ambiental, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Antaya, A. M. (2018). Effects of human activity on the distribution of desert bighorn sheep along the border in southwestern Arizona and northern Sonora. (Thesis Master of Science. The University of Arizona)

Anthony, R. G. y Smith, N. S. (1974). Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *Journal Wildlife Managements*, 30: 305-311.

Bautista-De-Luna, M. S., Tarango-Arámbula, L. A., Mendoza-Martínez, G., Olmos Oropeza, G., Martínez-Montoya, J. F., Ugalde-Lezama, S., y Lánderos-Sánchez, C. (2022). Requirements and nutritional balance of phosphorus and crude protein in plants preferred by bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana*). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 21(1), e2021211.

Belovsky, L.E. (1978). Diet optimization in a generalist herbivore: me Moose. *Theoretical Population Biology*, 14:105-134.

Blum, M.E., Stewart K.M., Cox, M., Shoemaker, K.T., Bennett J.R., Sullivan B.W., Wakeling, B.F. y Bleich, V.C. (2023). Variation in diet of desert bighorn sheep (*Ovis canadensis nelsoni*): Tradeoffs associated with parturition. *Front. Ecol. Evol.* 10:1071771.

Bobich, E.G., Wallace, N.L. y Sartori, K.L. (2014). Cholla Mortality and Extreme Drought In the Sonoran Desert. *Madroño*, 61 (1), 126-136.

Bogomolni, A., Nichols, O., Allen, D. (2021). A Community Science Approach to Conservation Challenges Posed by Rebounding Marine Mammal Populations: Seal-Fishery Interactions in New England. *Front. Conserv. Sci.* 2, 696535. [CrossRef]

Bolen, E. G., y Robinson W. L. (2002). *Wildlife Ecology and Management*. Edition: 5th. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, EE.UU.

Brewer, C. E., y Harverson, L.A. (2007). Diets of bighorn sheep in the Chihuahua desert. *The Southwestern Naturalist*, 52: 97-103.

Brewer, C. E., Bleich, V. C., Foster, J. A., Hosch-Hebdon, T., McWhirter D.E., Rominger, E. M., Wagner M. W., y B. P. Wiedmann B. P. (2014). *Bighorn Sheep: Conservation Challenges and Management Strategies for the 21st Century*. Wild Sheep Working Group, Western Association of Fish and Wildlife Agencies, Cheyenne, Wyoming, USA.

Canfield, R. H. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Southwestern Forest and Range Vegetation. Journal of Forestry*, 39(4), 388-394.

Campos-Jimenez M. A. (2018). Propuesta de monitoreo participativo en el manejo y conservación del borrego cimarrón (*Ovis Canadensis*), en el ejido Cordillera Molina de la Sierra Juárez, Baja California México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Cariño-Olvera, M. M. y Ramírez-Meza, D. (2021). Historia Ambiental Colectiva y desde Abajo: Aplicaciones para la Resignificación Territorial en el Golfo de California. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC)*, 11(2), 136–172.

Chao, A., y S. M., Lee. (1992). Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of American Statistical Association*, 417, 210-217. DOI: 10.1080/01621459.1992.10475194

Cochrane, L.; Corbett, J. (2018) Participatory Mapping. In *Handbook of Communication for Development and Social Change*; Servaes, J., Ed.; Springer: Singapore; pp. 705–713, ISBN 978-981-15-2014-3.

Collins-William B. (1979). Feeding Behavior and Habitat Selection of Deer and Elk on Northern Utah Summer Range Northern Utah Summer R. All Graduate Theses and Dissertations. 3440.

Contreras, A., Lafraya, S., Lobillo, J., Soto, P., Rodrigo, C. (1998). *Los Métodos Del Diagnóstico Rural Rápido y Participativo; Curso de Diagnóstico Rural Participativo El Rincón de Ademuz: Valencia, Spain.*

Craighead, J. J., Craighead, F. C., Jr., Ruff R. L., y O'gara, B. W. (1973). Home ranges and activity patterns of nonmigratory elk of the Madison drainage herd as determined by bio- telemetry. *Wildl. Monogr. No. 33*. 50 pp.

Cronkleton P, Guariguata M. R., Albornoz M.A (2012) Multiple use forestry planning: timber and Brazil nut management in the community forests of Northern Bolivia. *For Ecol Manage* 268(1):49–56.

Curtis, J. T., y McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476–496.

Delgadillo, J. (1998). *Florística y Ecología del norte de Baja California*. 2a ed. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali.

Delgadillo, J., Macías, M.Á. (2002). Componente florístico del desierto de San Felipe, Baja California, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 70: 45-65

Delgado, M. (2013). Evaluación geográfica y poblacional de *Yucca valida*: Bases Técnicas para su aprovechamiento en Baja California. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

DeYoung, W. R., Hellgren E. C., Fulbright, T. E., Robbins Jr. W.F., y Humphreys I. D. (2000). Modeling nutritional carrying capacity for translocated desert bighorn sheep in western Texas. *Restoration Ecology*, 8: 57-65.

Diario Oficial de la Federación [D.O.F.]. (1988). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).

Diario Oficial de la Federación. 2000. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Diario Oficial de la Federación [D.O.F.]. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

Dibb, A.D., y Quinn M. S. (2006). Response of bighorn sheep to restoration of winter range. *Proceedings of the Northern Wild Sheep and goat Council Biennial Symposium* 15:59.

Eaton-González, R.; Andrade-Sánchez, J.; Montañó-Soto, T.; Andrade-Tafoya, P.; Brito-Jaime, D.; González-Estupiñán, K.; Guía-Ramírez, A.; Rodríguez-Canseco, J.; Teon-Vega, A.; Balderas-López, S. (2021). Participatory Mapping as a Didactic and Auxiliary Tool for Learning Community Integration, Technology Transference, and Natural Resource Management. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2021, 10, 206.

Efron, B. (1979). Bootstrap methods: another look at the Jackknife. *Breakthroughs in Statistics*, 569–593. *The Annals of Statistics*, Vol. 7, No. 1, (Jan. 1979), pp. 1-26.

- Elith, J. y Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 667–697.
- Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E. y Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17, 43–57.
- Escobar-Flores, J. G., Álvarez-Cárdenas, S., Valdez, R., Rodríguez, J. T., Díaz-Castro, S., Castellanos-Vera, A., y Martínez-Gallardo, R. (2015). Detección de las preferencias de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en Baja California, mediante técnicas de teledetección satelital. *Therya*, 6(3), 519-534.
- Escobar-Flores, J. G., Valdez, R., Álvarez-Cárdenas, S., Díaz-Castro, S., Castellanos-Vera, A., Torres, J., y Delgado-Fernández, M. (2016). Utilización de agujeros por el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) y análisis de calidad del agua en Sierra Santa Isabel, Baja California, México. *Acta Universitaria*, 26(1), 12-19.
- Escobar-Gómez, D. N., Horta-Vega, J. V., Venegas-Barrera, C. S., Coronado-Blanco, J. A., Vanoye-Eligio, M. y Correa-Sandoval, A. (2021). Distribución geográfica potencial de las especies del género *Tachysphex* (Hymenoptera: Crabronidae) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 92, e923721.
- Espinosa, A., y Contreras-Balderas, A. J. (2010). Evaluación de hábitat para la restauración del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Coahuila, México. *CIENCIA-UANL*, 13(1), 78-85.
- Espino-Barros, O. V., y Fuentes, M. M. (2005). Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 54(206-207), 191-196.
- Epps, C., Palsbøll, P., Wehausen, J., Roderick, G., Ramey, R. y McCullough, D. (2005). Highways block gene flow and cause a rapid decline in genetic diversity of desert bighorn sheep. *Ecol. Lett.* 2005, 8, 1029–1038. in genetic diversity of desert bighorn sheep. *Ecol. Lett.* 2005, 8, 1029–1038. [CrossRef]

Ferrier, S. y Guisan, A. (2006). Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology* 43(3): 393-404.

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. (2009). Buenas prácticas en cartografía participativa, Roma, Italia. 59 pp.

Foster, J., Harveson, L. y Pittman, M. (2005). Use of guzzlers by bighorn sheep in the Chihuahuan Desert, *Desert Bighorn Council Transaction* 48, pp.12-22

Franklin, J. (2010). *Mapping Species Distributions*. Nueva York, Cambridge University Press. 320 pp.

Galindo, M. (2000). Hábitos alimenticios del borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Gallina, S. (2011). Técnicas para conocer la dieta. pp. 235-256. En: Gallina–Tessaro, S. y C. López–González (Eds.). 2011. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE–SEMARNAT. México, D.F.

García, C. (2014). Propuesta para la conservación de murciélagos nectarívoros para la región noroeste de México con base en el análisis de sus nichos ecológicos. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

García, E. 2004. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía. 156p.

Garduño, E. (2017). Cartografía simbólica sobre el territorio tradicional de los kumiai. *Desacatos*, (55), 90-109

Garibay, G. (2019). Identificación de sitios de monitoreo potencial de tortuga prieta (*Chelonia mydas*) en la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, mediante el mapeo

participativo y los sistemas de información geográfica. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Gastelum, F. I. (2015). Dieta y segregación del borrego cimarrón *Ovis canadensis mexicana*, Merriam 1901, en Sonora, México. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. San Luis Potosí. 35 p.

Gastelum, F. I. (2020). Ecología trófica y evaluación del hábitat de *Ovis canadensis mexicana*, *Ammotragus lervia* y *Odocoileus virginianus texanus*, en Coahuila, México. Tesis de Doctorado en Ciencias con orientación en Manejo de recursos naturales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 129 p.

Gastelum-Mendoza, F. I.; Tarango-Arámbula, L. A., Olmos-Oropeza, G., Palacio-Núñez, J., Valdez-Zamudio, D. y Noriega- Valdez, R. (2021). Diet and sexual segregation of the bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana* Merriam) in Sonora, Mexico. *Agro Productividad*, 14(#).

Gobierno del Estado de Baja California. (2012). Estrategia Estatal para la Conservación y el Manejo Sustentable del Borrego Cimarrón en Baja California. México: Secretaría de Protección al Ambiente (spa).

Goodson, N.L., Stevens D. R., y Bailey J. A. (1991). Winter-spring foraging ecology and nutrition of bighorn sheep on Montane range. *Journal of Wildlife Management*, 3: 422-433.

González-Abraham, C. E., Garcillán, Pedro P., y Ezcurra, E. (2010). Ecorregiones de la península de Baja California: Una síntesis. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (87), 69-82

Guerrero-Cárdenas, I., Gallina, S., Corcuera, P., Álvarez-Cárdenas, S., Ramírez-Orduña, R. (2016). Diet composition and selection of the bighorn sheep (*Ovis canadensis*) in Sierra El Mechudo, Baja California Sur, Mexico. *Therya*, 7, 423–438.

Guerrero, I. (2020). Ecología trófica del borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur, México. Tesis de Doctorado en Ciencias biológicas y de la salud. Universidad Autónoma Metropolitana. 115 p.

Hernández, P. A., Graham C. H., Master L. L., y Albert, D. L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29:773-785

Holl, S., Bleich, V. Callenberger, B., Bahro, B. (2012). Simulated Effects of Two Fire Regimes on Bighorn Sheep: The San Gabriel Mountains, California, USA. *Fire Ecol.* 8, 88–103

Holt, B., Miller, W. H., y Wakelling, B.F. (1992). Composition and quality of mountain sheep diets in the Superstition Mountains, Arizona. *Desert Bighorn Council Transactions*, 36: 36-40.

Hofmann, R. R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, 78: 443-457.

Hutchinson, G. E. (1957). Concluding remarks. *Cold Springs Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427.

Illoldi-Rangel, P., Fuller, T., Linaje, M., Pappas C., Sánchez-Cordero, V. y Sarkar, S. (2008). Solving the maximum representation problem to prioritize areas for the conservation of terrestrial mammals at risk in Oaxaca. *Diversity and Distributions* 14:493-508.

INE, SEMARNAP, (2000). Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*) en México. 91 p. 1st ed. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. (2001). Síntesis de información del estado de Baja California. Primera edición. 108 p.p.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2023). IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022.1. Recuperado el 8 octubre 2023, de www.iucnredlist.org

Ivlev, V. S. (1961). Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press. New Haven.

Jansen, B. D., Krausman, P. R., Bristow, K. D., Heffelfinger, J. R., and Vos, J. C. (2009). Surface mining and ecology of desert bighorn sheep. *The Southwestern Naturalist* 54(4):430-438.

Jones, F., (1980). Competition, In: Monson, G. y Sumner, L. (Ed.), *The desert bighorn: it's life history, ecology & management*, The University of Arizona Press, Tucson, pp. 197-216.

Kamler, J. F., Lee R. M., deVos, J. C. y Ballard W. B. (2002). Survival and cougar predation of translocated bighorn sheep in Arizona. *Journal of Wildlife Management* 66:1267-1272.

King M. y Workman G. (1982). Desert bighorn on BLM lands in southeastern Utah. *Desert Bighorn Council Transactions* 26:104-106.

Krausman, P.R., Leopold, B.D., Seegmiller, R.F. y Steve, G.T. (1989). Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. *Wildlife Monographs*, 102:3-66.

Krausman, P. R., Sandoval, A. V. y Etchberger, R. C. (1999). Natural history of desert bighorn sheep. pp. 139–191 in R. Valdez and P. Krausman (eds.), *Mountain Sheep of North America*. University of Arizona Press, Tucson.

Liu, C., Berry, P. M., Dawson, T. P. y Pearson, R. G. (2005). Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, 28, 385–393.

López S.E. (1991). Estudio florístico-ecológico a través de un gradiente altitudinal en el desierto micrófilo de San Felipe, Baja California, México. (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Margalef, D. R. (1958). Information theory in ecology. *General Systematics*, 3, 36-71

McArthur, R. H. y Pianka, E. R. (1966). On the optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, 100: 603-609.

Miller, G. D., y Gaud, W.S. (1989). Composition and variability of desert bighorn diets. *Journal of Wildlife Management* 53: 597-606.

Mistry, J., y Berardi, A. (2016). Bridging indigenous and scientific knowledge. *Science*, 352(6291).

Monson, G. y Sumner L. (1980). The desert bighorn: Its life history, ecology and management. The University of Arizona Press. Tucson. 365 p

Montoya M. y Martínez-Gallardo R. (2017). Evaluación del hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. En Estudios sobre el borrego cimarrón en el noroeste de México / coordinadores: Ricardo Eaton-González, Aldo A. Guevara Carrizales y Juan Tapia-Mercado; compiladores: Gorgonio Ruiz Campos y Jorge Alaníz García – Mexicali, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California, 2017.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moruela-Holme, N., Flojgaard, C. y Svenning, J. C. (2010). Climate change risk and conservation implications for a threatened small-range mammal species. *PLoS ONE*, 5, e10360.

Naoki, K., Gómez, M., López, R. y Vargas J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41:65-78.

Ocampo-Chavira, P. (2016). Modelos de distribución potencial de *Coccidioides spp.* en Baja California. Tesis de Maestría: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 67 pp.

O'Farril, G. (2003). Dieta y uso de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y el venado bura (*Odocoileus hemionus shledoni*) en Isla Tiburón, Sonora, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Orellana, C., Parraguez, V. H., Arana, W., Escanilla, J., Zavaleta, C., y Castellaro, G. (2020). Use of fecal indices as non-invasive tool for nutritional evaluation in extensive-grazing sheep. *Animals*, 10(1), 46.

Palma-Ordaz, S., y Delgadillo-Rodríguez, J. (2014). Distribución potencial de ocho especies exóticas invasoras en el estado de Baja California, México. *Ciencias Botánicas*, 92 (4), 587-597.

Pascacio-Montijo, E. T., y Martínez-Ramírez, M. I. (2021). Cartografías cucapah. Investigación cocreativa sobre la lengua, el paisaje y la historia en Baja California. Cuicuilco. *Revista de ciencias antropológicas*, 28(82), 63-100

Pawar, S., Koo, M. S., Kelleya, C., Ahmed, M. F., Chaudhurid, S. y Sarkar, S. (2007). Conservation assessment and prioritization of areas in Northeast India: priorities for amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 136, 346–361.

Peña, J. M., y Habib R. P. (1980). La técnica microhistológica. Un método para determinar la dieta la composición botánica de la dieta de herbívoros. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Departamento de Manejo de Pastizales. Serie Técnico Científica Vol. I. No. 6.

Peralta, P. R. (2020). Traslape de dieta en ungulados silvestres y domésticos en Sonora, México. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México

Peraza, I. A. (2004). Hábitos alimentarios de dos poblaciones de borrego cimarrón en Baja California Sur y Sonora, México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Pérez-Sánchez, L., Ojeda-Revah, L., Rivera-Torres, C., y Espejel, I. (2023). Codiseño de infraestructura verde en el Valle de Guadalupe, Ensenada B.C. Legado de Arquitectura y Diseño. 18. 59-72.

Phillips, S., Anderson, R. y Sphapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.

Phillips, S. y Dudík, M. (2008). Modeling of species distribuciones with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2008): 161-175.

Quan, J., Oudwater, N., Pender, J. y Martin, A. (2001). "GIS and participatory approaches in naturalresources research. socio-economic methodologies for natural resources research", Best PracticeGuidelines, Chatham.

Ramírez, R. G. (2004). Nutrición del venado cola blanca. Universidad Autónoma de Nuevo León. Unión Ganadera Regional de Nuevo León, Fundación Produce. Nuevo León, Monterrey, México, 240 p.

Rebman, J. P., Roberts, N. C., Ezcurra, E., Deméré, T. A., Garcillán, P. P., y González-Abraham, C. (2012). Baja California plant field guide.

Romero-Figueroa, G., Taxis R., E., Lozano-Cavazos, A., Ortiz-Ávila, V., García-Aranda M. A. y García O. (2017). Descripción y modelación de hábitat potencial del Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en La Rumorosa, Baja California. En Estudios sobre el borrego cimarrón en el noroeste de México/coordinadores: Ricardo Eaton-González,

Aldo A. Guevara Carrizales y Juan Tapia-Mercado; compiladores: Gorgonio Ruiz Campos y Jorge Alaníz García – Mexicali, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California, 2017.

Rominger, E. M., Whitlaw, H. A., Weybrught, D. L., Dunn, W. C., y Ballard, W. B. (2004). The influence of mountain lion predation on bighorn sheep translocations. *Journal of Wildlife Management*, 68(4), 993-999.

Ruiz-Mondragón, E. (2017). Una propuesta de manejo para el hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), en Sierra Juárez, Baja California, México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Ruiz-Mondragón, E. J., Romero-Figueroa, G., García-Aranda, M. A., Lozano-Cavazos, E. A., y Valdez, R. (2018). Potential distribution model of *Ovis canadensis* in northern Baja California, Mexico. *Therya*, 9(3), 219-226.

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

Sánchez, D. R. (1976). Analysis of stomach contents of bighorn sheep in Baja California. *Desert Bighorn Council Transactions* 20:21-22.

Sandoval, A. V., Valdez, R. y Espinoza, A. T. (2014). El borrego cimarrón en México. pp. 475–501 en *Ecología y Manejo de Fauna Silvestre* (Valdez, R., y Ortega, J. A. eds). Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México, México.

Santos, R. (2015). Descripción de las comunidades vegetales en el norte de Sierra Juárez, Baja California, zona de distribución de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*). (Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Saucedo-Uuh, K., Peralta-Pardo, R., Cadena-Iñiguez, J., Tarango-Arámula, L.A., y Olmos-Oropeza, G. (2022). Modelo de manejo y conservación de flora endémica relacionada con dieta de ungulados silvestres. *Agro-Divulgación*, 2(4).

Scott, J. M., Heglund P. J., Morrison, M. L., Haufler, J. B., Raphael, M. G., Wall, W. A. y Samson, F. B. (2002). *Predicting species occurrences: Issues of accuracy and scale*. Island Press, Washington, EE.UU.

Shackleton, D. (1985). *Ovis Canadensis*. *The American Society of Mammalian species*, 230, 19.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423.

Siordia, N.F. (2015). Modelado de la distribución potencial de dos especies de ardillas en la península de Baja California: *Tamias obscurus* y *Xerospermophilus tereticaudus*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

Smith, N. y Krausman P. (1988). *Desert Bighorn Sheep: A guide to select management practices*. Fish & Wildlife Service. Biological Report. 88(35). U.S. Department of the Interior.

Smith, T.S., Hardin, P. J. y Flinders, J. T. (1999). Response of bighorn sheep to clear-cut logging and prescribed burning. *Wildlife Society Bulletin*, 27(3):840-845

Soberón, J. y Peterson, T. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2: 1-10.

Sparks, D. R., y Melechek, J. C. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal Range Management*, 21: 264-265.

Stuth, J. W. (1991). Foraging Behavior in Grazing Management. An ecological perspective (Heitschmidt, R.K., & Stuth, J.W., eds.). Timber Press, Portland, U. S. A, 65-83.

Tapia, A., y Mancillas, M. A. M. (2013). Registros históricos de la cinegética en Baja California: prácticas culturales de cazadores indígenas y deportivos. Letras Históricas E-ISSN: 2448-8372, (9).

Tapia-Cabazos, L. (2023). Propuesta participativa para el diagnóstico del estado de salud poblacional del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), en sierras borregueras de Baja California, México. (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Baja California). Catálogo cimarrón.

Tarango, L. A., Krausman P. R., Valdez, R. y Katinig, R. M. (2002). Research observation: Desert bighorn sheep diets in northwestern Sonora, Mexico. Journal of Range Management, 55: 530-534.

Westoby, M. (1974). An analysis of diet selection by large generalist herbivores. American Naturalist, 108: 290-304.

Wiggins I. (1980). Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford, California.

Zurita Vásquez J. C. (2011). Evaluación de la Dieta y Hábitat del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis weemsii*) en la Isla del Carmen, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León. 129

XIII. ANEXOS

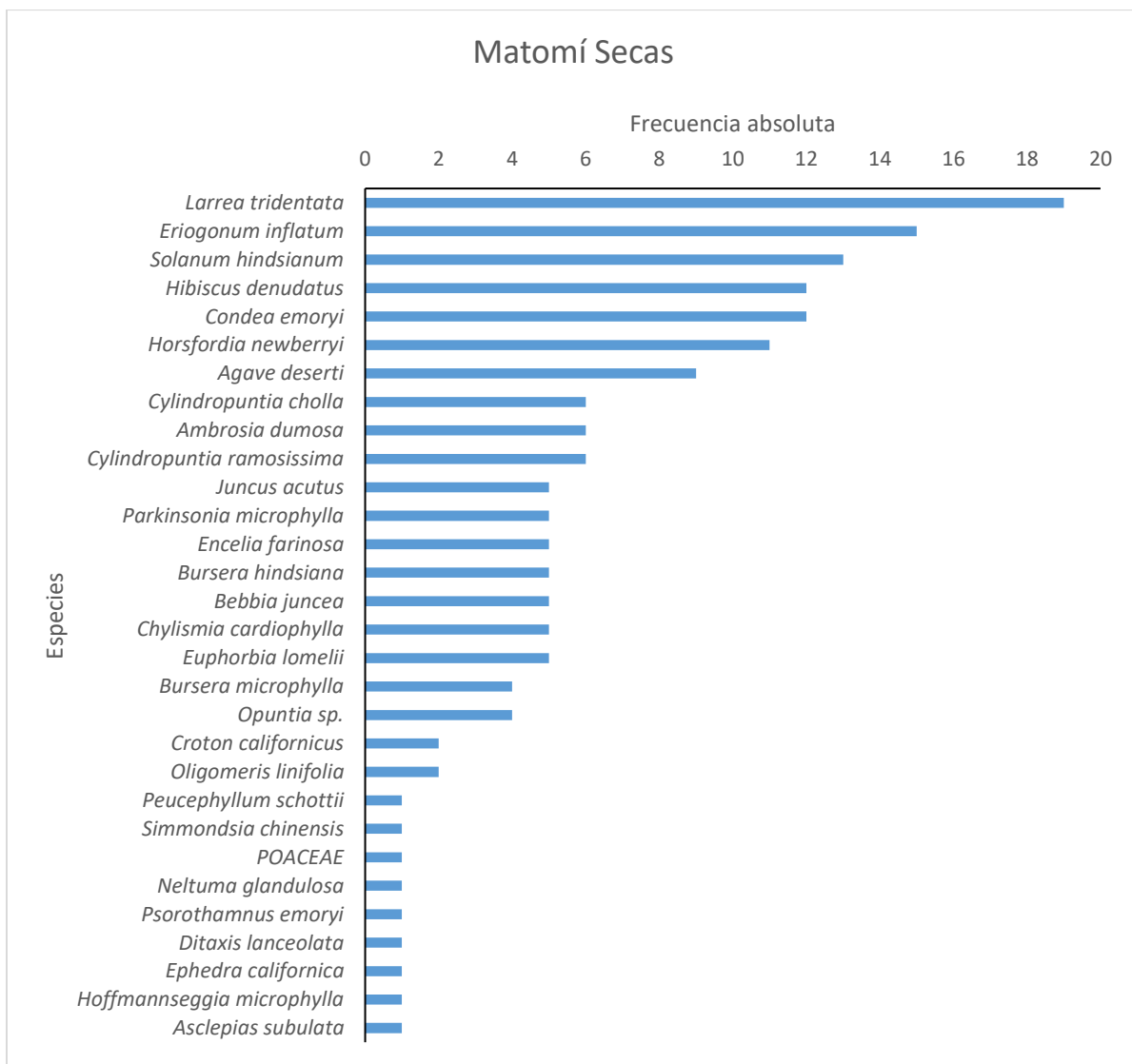
Anexo I. Valores de importancia (IVI) en el hábitat del borrego cimarrón en dos ejidos de Baja California.

Familia	Especie	Ejido Cordillera Molina		Ejido Matomí	
		Lluvias (%)	Secas (%)	Lluvias (%)	Secas (%)
Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	20.7	17.3	14.8	18.4
Malvaceae	<i>Sphaeralcea ambigua</i>	17.4	3.3	2.7	2.8
Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	15.0	19.6	20.6	20.0
Fabaceae	<i>Astragalus sp.</i>	14.7			9.8
Asteraceae	<i>Perityle emoryi</i>	14.6		1.6	
Acanthaceae	<i>Justicia californica</i>	14.5			3.0
Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	13.9	16.9	9.7	15.7
Asteraceae	<i>Bebbia juncea</i>	13.4	5.9	7.2	8.0
Cactaceae	<i>Ferocactus sp.</i>	11.2			
Krameriaceae	<i>Krameria bicolor</i>	10.4	6.0		
Polygonaceae	<i>Eriogonum sp.</i>	10.4			
Asteraceae	<i>Pectis papposa</i>	10.0			
Asteraceae	<i>Bahiopsis parishii</i>	9.9		5.2	
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	10.0		18.7	16.4
Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	9.4	16.7	23.3	6.4
Lamiaceae	<i>Condea emoryi</i>	8.9	13.1	10.2	17.0
Asparagaceae	<i>Agave deserti</i>	8.8	4.4		4.4
Fabaceae	<i>Neltuma glandulosa</i>	8.6			
Fabaceae	<i>Parkinsonia microphylla</i>	8.0		15.2	24.9
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis laevis</i>	6.4			
Cactaceae	<i>Cylindropuntia sp.</i>	2.4			
Poaceae	<i>Pasto ND</i>	6.0	13.6		5.8
Cactaceae	<i>Cylindropuntia ganderi</i>	5.6			
Poaceae	<i>Cenchrus setaceus</i>	5.6			
Polygonaceae	<i>Eriogonum inflatum</i>	4.3	2.7	2.3	10.7
Plantaginaceae	<i>Plantago ovata</i>	4.2			
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	3.9		2.8	
Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	3.5		6.0	5.0
Cactaceae	<i>Cylindropuntia ramosissima</i>	3.4	25.7	7.6	
Asteraceae	<i>Ericameria brachylepis</i>	3.4			
Nyctaginaceae	<i>Allionia incarnata</i>	3.4			
Ephedraceae	<i>Ephedra aspera</i>	3.4	3.0		
Malvaceae	<i>Horsfordia newberryi</i>	3.1		6.0	8.3
Euphorbiaceae	<i>Croton californicus</i>	2.7			

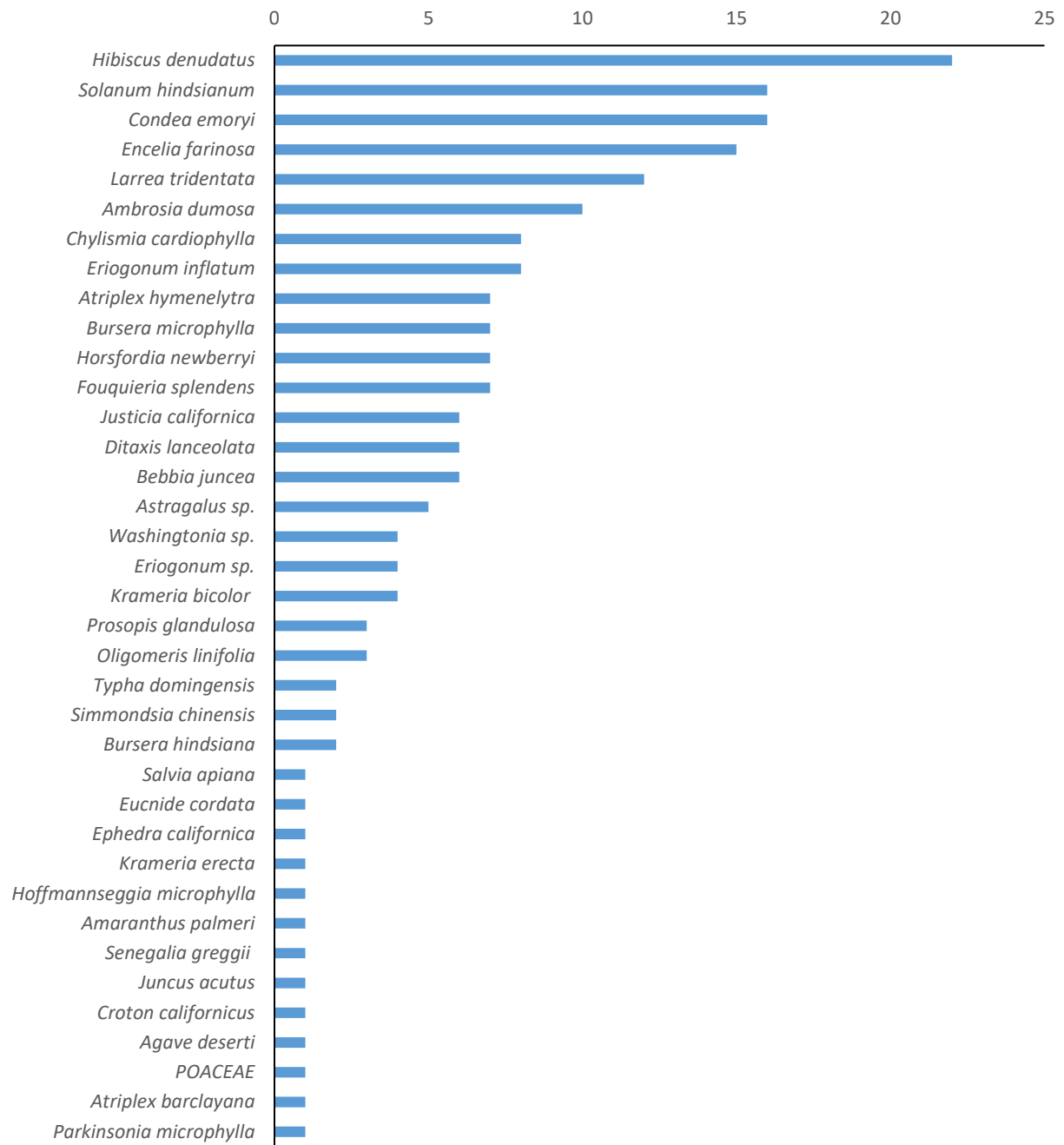
Onagraceae	<i>Chylismia cardiophylla</i>	2.5			
Euphorbiaceae	<i>Ditaxis lanceolata</i>	2.5	6.2	4.1	2.6
Poaceae	<i>Poaceae</i>	2.2			
Polemoniaceae	<i>Ipomopsis tenuifolia</i>		34.7		
Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>		18.0	10.7	21.7
Asparagaceae	<i>Yucca sp.</i>		15.2		
Asparagaceae	<i>Hesperoyucca whipplei</i>		17.9		
Asparagaceae	<i>Nolina bigelovii</i>		9.5		
Anacardiaceae	<i>Rhus ovata</i>		9.4		
Cupressaceae	<i>Juniperus californica</i>		8.7		
Cactaceae	<i>Opuntia sp.</i>		3.2		
Plantaginaceae	<i>Keckiella antirrhinoides</i>		6.5		
Rosaceae	<i>Adenostoma sparsifolium</i>		5.1		
Ephedraceae	<i>Ephedra californica</i>		4.6		
Lamiaceae	<i>Salvia apiana</i>		3.0		
Acanthaceae	<i>Carlowrightia arizonica</i>		2.8		
Fabaceae	<i>Lupinus excubitus</i>		2.7		
Apocynaceae	<i>Asclepias subulata</i>		2.7	2.8	
Poaceae	<i>Bouteloua aristidoides</i>			17.9	
Poaceae	<i>Pasto 3</i>			12.7	7.2
Fabaceae	<i>Calliandra californica</i>			12.9	
Fabaceae	<i>Neltuma sp.</i>			11.4	
Cactaceae	<i>Echinocereus engelmannii</i>			5.6	
Boraginaceae	<i>Phacelia distans</i>			6.0	
Cactaceae	<i>Cylindropuntia tesajo</i>			4.4	
Asteraceae	<i>Bahiopsis laciniata</i>			4.3	
Solanaceae	<i>Datura discolor</i>			4.2	
Cactaceae	<i>Mammillaria dioica</i>			4.9	
Asparagaceae	<i>Agave cerulata</i>			4.1	
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia pediculifera</i>			4.0	
Euphorbiaceae	<i>Acalypha californica</i>			3.9	2.7
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cinerea</i>			3.1	
Cactaceae	<i>Ferocactus gracilis</i>			3.6	4.0
Onagraceae	<i>Eulobus californicus</i>			3.6	
Asteraceae	<i>Trixis californica</i>			3.5	
Asteraceae	<i>Baccharis sarothroides</i>			2.5	3.9
Solanaceae	<i>Lycium andersonii</i>			2.4	
Cactaceae	<i>Opuntia engelmannii</i>			2.2	
Boraginaceae	<i>Phacelia sp.</i>			2.1	
Malvaceae	<i>Calliandra sp.</i>			4.1	
Amaranthaceae	<i>Atriplex canescens</i>			1.7	
Boraginaceae	<i>Phacelia crenulata</i>			1.6	

Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	16.9
Stegnospermataceae	<i>Stegnosperma halimifolium</i>	16.3
Solanaceae	<i>Solanum hindsianum</i>	13.6
Solanaceae	<i>Lycium brevipes</i>	11.2
Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	9.4
Asteraceae	<i>Ambrosia ilicifolia</i>	7.1
Amaranthaceae	<i>Amaranthus fimbriatus</i>	2.7
Loasaceae	<i>Euclide urens</i>	2.7

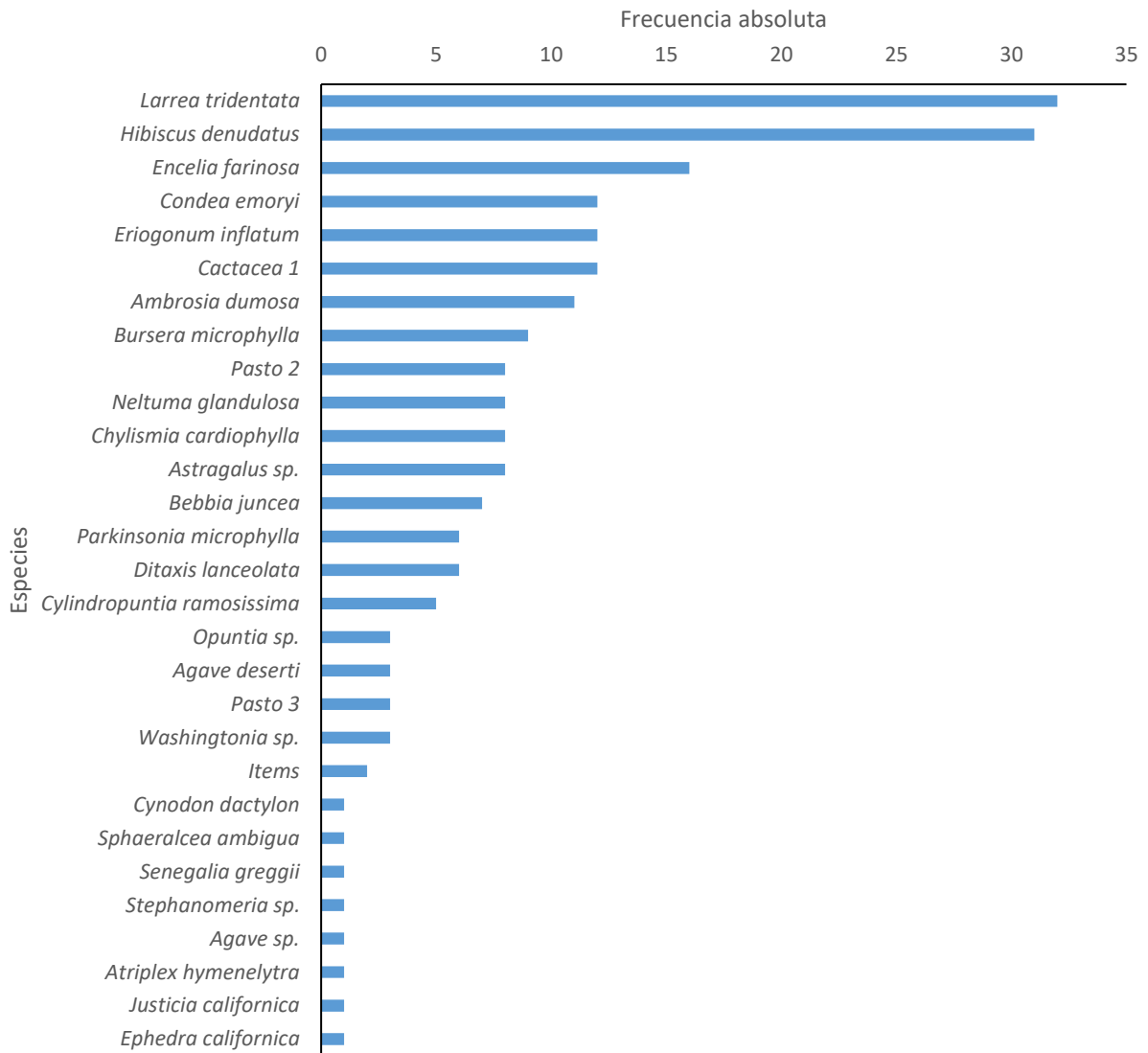
Anexo II. Lista de especies presentes en la dieta del borrego cimarrón por temporadas en los dos sitios de muestreo.

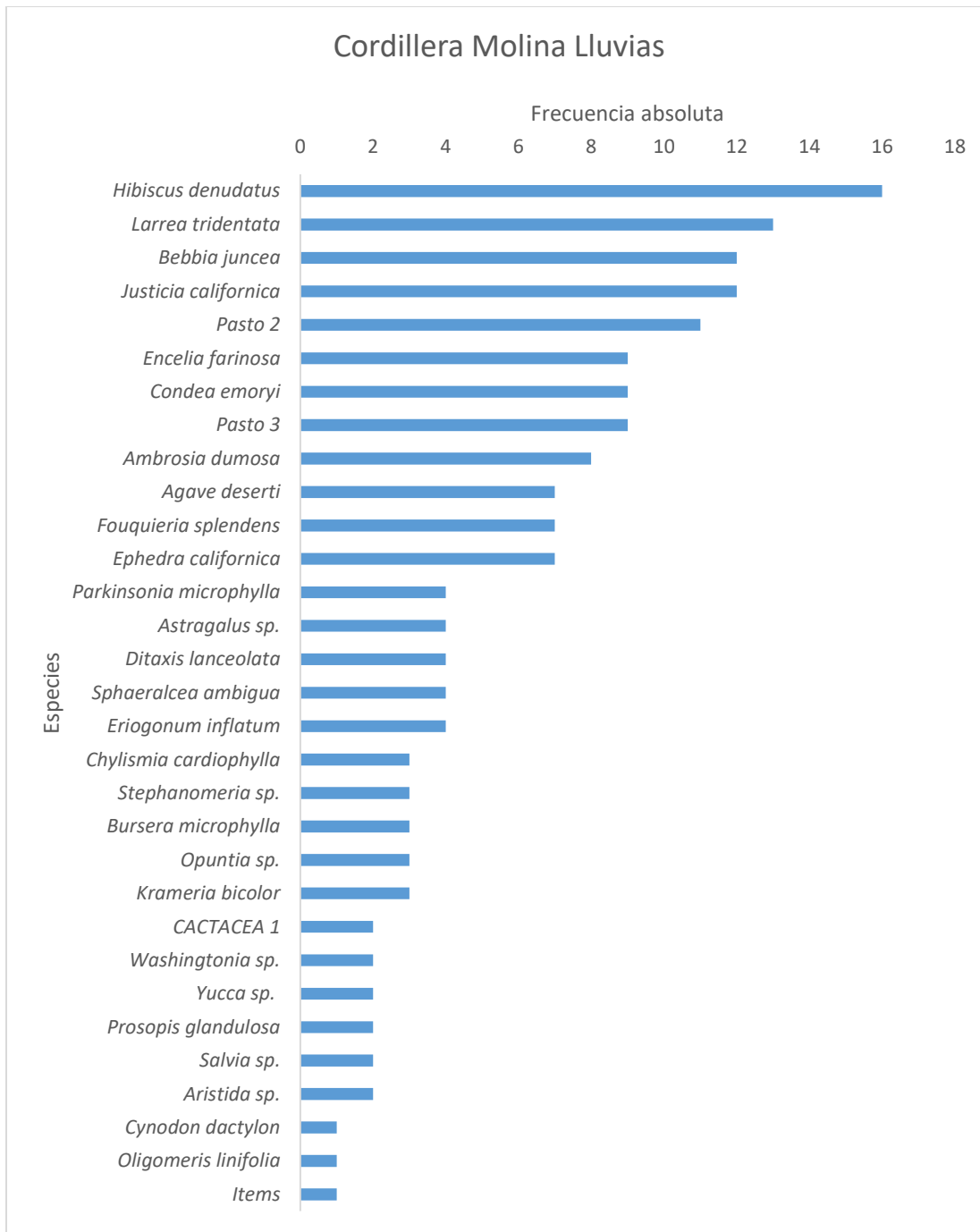


Matomí Lluvias



Cordillera Molina Secas





Anexo III. Catálogo de referencia LINK

Correo: angelmendezrosas7@gmail.com.mx Luis.mendez93@uabc.edu.mx

https://drive.google.com/drive/folders/1EUNk9NR2dZz1FHAPSIC6O5l8ZWuAHGN?usp=drive_link