

Informe final* del Proyecto L112
Evaluación del ámbito hogareño y calidad de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), Berrendo sonorese (*Antilocapra americana sonoriensis*) y del Puma (*Felis concolor*) en la reserva de la biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar

Responsable: Biól. Eduardo Ernesto López Saavedra
Institución: Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
Dirección: Reyes y Aguascalientes s/n, San Benito, Hermosillo, Son, 83000 , México
Correo electrónico: elopez@cideson.mx
Teléfono/Fax: 91(62)14 3201 Fax: 91(62)14 6508
Fecha de inicio: Noviembre 14, 1997
Fecha de término: Junio 15, 2000

Principales resultados: Informe final, Hojas de cálculo, Cartografía

Forma de citar el informe final y otros resultados:** López Saavedra, E. E. y R. Paredes Aguilar, 2000. Evaluación del ámbito hogareño y calidad de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), Berrendo sonorese (*Antilocapra americana sonoriensis*) y del Puma (*Felis concolor*) en la reserva de la biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L112.** México D. F.

Forma de citar hoja de cálculo López Saavedra, E. E. y R. Paredes Aguilar, 2000. Evaluación del ámbito hogareño y calidad de hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), Berrendo sonorese (*Antilocapra americana sonoriensis*) y del Puma (*Felis concolor*) en la reserva de la biósfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar. Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora **Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. L112.** México D. F.

Resumen:

Este proyecto consiste en llevar a cabo el monitoreo y evaluación de la calidad del hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y el berrendo sonorese (*Antilocapra americana sonoriensis*) y el puma (*Felis concolor*, para este sólo se contempla el monitoreo y evaluación de su estatus actual) en la Reserva de la Biosfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar. Tomando en cuenta la situación actual de las tres especies anteriormente mencionadas, en cuanto a su estatus poblacional y los cambios de uso del suelo sobre su área de distribución actual y potencial, así como la ausencia de información básica para su manejo. Este proyecto se propone como objetivos primordiales los siguientes: 1) Dar continuidad a los programas de monitoreo (usando equipo de telemetría y por observaciones directas) de las tres especies anteriormente mencionadas. 2) Generar información cualitativa y cuantitativa con respecto a las tres especies y sus hábitats así como, desarrollar e implementar metodologías y modelos de carácter aplicativo para el manejo más adecuado de éstas. 3) Participar y contribuir en el programa de manejo de un área natural protegida, tomando en cuenta que una de las funciones principales de la reserva es generar información aplicada para el manejo de los recursos silvestres, así como transferir esta información fuera de la reserva. El trabajo se pretende llevar a cabo en forma coordinada entre el IMADES, AG&FD, y la Reserva de la Biósfera de Pinacate y Gran Desierto de Altar.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO
SUSTENTABLE DEL ESTADO DE SONORA (IMADES)

PROYECTO: “ L112: EVALUACION DEL AMBITO
HOGAREÑO Y CALIDAD DEL HABITAT DEL BORREGO
CIMARRON (*Ovis canadensis mexicana*), BERRENDO
(*Antilocapra americana sonoriensis*), Puma (*Felis concolor*)
EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL PINACATE
Y GRAN DESIERTO DE ALTAR.”

INFORME FINAL

RESPONSABLES DEL PROYECTO:

BIOL. EDUARDO E. LOPEZ SAAVEDRA
BIOL. RAFAELA PAREDES AGUILAR

JULIO DE 1999

RESUMEN

De Diciembre de 1997 a Enero de 1999, se realizaron visitas mensuales a la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar con el fin de registrar observaciones de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), Berrendo Sonorense (*Antilocapra americana sonoriensis*) y de Puma (*Felis concolor*). Para Borrego y Berrendo se evaluó el uso-disponibilidad de componentes del hábitat; altura, pendiente y orientación (para el caso del Borrego Cimarrón) y asociación vegetacional (para Berrendo). Asimismo, se evaluó la calidad del hábitat y mediante datos históricos sus ámbitos hogareños. Para el caso del Puma se registró su presencia en forma directa e indirecta (huellas o excretas). Para el Borrego Cimarrón se registraron un total de 222 individuos, entre datos actuales e históricos, 129 correspondieron a hembras adultas, 36 a machos adultos y 37 se redistribuyeron entre juveniles y crías de ambos sexos. Los Borregos evadieron los rangos de 0 a 300 metros de altura y evadieron las pendiente menores de 30%. En cuanto al modelo de calidad del hábitat se obtuvo que el 60% del área se clasificó como Pobre, el 23% como Regular y el 16% como Bueno, no se clasificó habitat Excelente. En este caso solamente el hábitat regular fue utilizado en proporción directa a su disponibilidad; este modelo se puede considerar como Bueno, ya que fue en este tipo de hábitat donde se registró el 72% de las observaciones de Borrego. Los Borregos presentaron un ámbito hogareño promedio de 44.8 km², los machos presentaron un ámbito promedio de 88.5 km² y las hembras de 18.6 km². Para el Berrendo se obtuvieron un total de 102 registros, entre históricos y actuales, de este total solamente 35 pudieron ser clasificados confiablemente, 15 fueron machos adultos, 9 machos juveniles, 8 hembras adultas y 3 crías, para el caso de uso-disponibilidad de los componentes la asociación vegetal fue la mas confiable en la cual se observó que la Bajada Desértica fue utilizada en mayor proporción a su disponibilidad. Para el modelo de calidad del hábitat, en un área de 552 km², el 14% se clasificó como Pobre, el 46% como Regular, el 33% como Bueno y el 4.7% como Excelente. Los hábitats bueno y regular no fueron utilizados según su disponibilidad en el área y los hábitats clasificados como excelentes y pobres fueron utilizados de acuerdo a su disponibilidad. El modelo de calidad del habitat se puede considerar entre Regular y Bueno, ya que el 83% de los registros se observaron en estas clasificaciones. Los Berrendos de esta zona en promedio registraron un ámbito hogareño de 167.30 km² con un mínimo de 39.87 km² y un máximo de 355.9 km². En cuanto al Puma se obtuvieron 3 registros, 2 indirectos (huellas y excretas) y una directa que fue la observación de un juvenil cruzando la carretera al Norte de las áreas de estudio de Borrego y Berrendo.

Contenido	Pagina
Resumen	1
Lista de Figuras	4
I.- Introducción General	5
II.-Objetivo General	6
III.-BORREGO CIMARRON	6
1.- Introducción	6
2.- Antecedentes	7
3.- Area de Estudio	7
4.- Objetivos Particulares	8
5.- Metodología(s)	8
5.1.- Trabajo de Campo	8
5.1.1.- Registros por Telemetría: Dos Modalidades	8
5.1.2.- Registros Directos: Dos Modalidades	9
5.2.- Trabajo de Gabinete	9
5.2.1.- Estructura de la Población y Componentes del Hábitat	9
5.2.2.- Modelo de Calidad del Hábitat	9
5.2.3.- Ambitos Hogareños	10
5.2.4.- Análisis Estadístico: Uso -Disponibilidad de Componentes del Hábitat y Clases de Calidad del Hábitat	10
5.2.4.1.- Uso- Disponibilidad de Componentes del Habitat	10
5.2.4.2.- Uso- Disponibilidad de Clases del Habitat	11
6.- Resultados	11
6.1.- Estructura de la Población	11
6.2.- Componentes del Habitat	11
6.3.- Uso Disponibilidad de Componentes del Hábitat	13
6.4.- Modelo de Calidad del Hábitat y Ambitos Hogareños	14
6.4.1.- Modelo de Calidad del Hábitat	14
6.4.2.- Ambitos Hogareños (Sierra El Pinacate)	14
7.- Discusión	15
8.- Conclusiones	17
IV.- BERRENDO SONORENSE	18
1.- Introducción	18
2.- Antecedentes	19
3.- Area de Estudio	20
4.- Objetivos Particulares	21
5.- Metodología(s)	21
5.1.- Trabajo de Campo	21
5.1.1.- Registros por Telemetría	21
5.1.2.- Registros Directos: Dos Modalidades	21
5.2.- Trabajo de Gabinete	22
5.2.1.- Estructura de la Población y Componentes del Hábitat	22

5.2.2.- Modelo de Calidad del Habitat	22
5.2.2.1.- Trabajo de Campo	22
5.2.2.2.- Trabajo de Gabinete (principalmente basado en SIG)	22
5.2.3.- Ambitos Hogareños	23
5.2.4.- Análisis Estadístico: Uso- Disponibilidad de Topoforma- Asociación de Vegetación y Clases de Calidad del Hábitat	23
5.2.4.1.- Uso Disponibilidad de Topoforma- Asociación de Vegetación	23
5.2.4.2.- Uso- Disponibilidad de Clases de Calidad del Hábitat	23
6.- Resultados	24
6.1.- Registros y Estructura Poblacional	24
6.2.- Uso- Disponibilidad de Asociaciones de Vegetación	24
6.3.- Modelo de Calidad del Habitat y Ambitos Hogareños	25
6.3.1.- Modelo de Calidad del Hábitat	25
6.3.2.- Ambitos Hogareños	26
7.- Discusión	26
8.- Conclusiones	27
V.- PUMA	29
1.- Introducción	29
2.- Antecedentes	29
3.- Area de Estudio	30
3.1.- Area de Estudio: Zona de Borrego Cimarrón	30
3.2.- Area de Estudio: Zona de Berrendo Sonorense	30
4.- Objetivo Particular	31
5.- Metodología(s)	31
5.1.- Entrevistas	31
5.2.- Observaciones	31
5.2.1.- Indirectas	31
5.2.2.- Directas	31
6.- Resultados	32
7.- Discusión	32
8.- Conclusiones	33
VI.- Bibliografía: Borrego Cimarrón, Berrendo Sonorense y Puma	34
VII.- APENDICES	
Apéndice I (Formato de Campo: Borrego Cimarrón)	
Apéndice II (Criterios de Calidad del Hábitat: Borrego Cimarrón)	
Apéndice III (Base de Datos: Borrego Cimarrón)	
Apéndice IV (Formato de Campo: Berrendo Sonorense)	
Apéndice V (Criterios de Calidad del Hábitat: Berrendo Sonorense)	
Apéndice VI (Base de Datos: Berrendo Sonorense)	

Listado de Figuras

- Figura 1 Areas de Estudio para Borrego Cimarrón y Berrendo Sonorense en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate.
- Figura 2 Modelo de Calidad del Hábitat, Ambitos Hogareños (AH) y Localizaciones de Borrego Cimarrón en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate.
- Figura 3 Tipo de Terreno Relacionado con la Asociación Vegetal y Localización de Berrendo Sonorense en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate.
- Figura 4 Modelo de Calidad del Hábitat, Ambitos Hogareños y Localizaciones de Berrendo Sonorense en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate.
- Figura 5 Localización de Tinajas y Registro Indirecto de Puma (Huellas y Excretas) en la Reserva de la Biosfera de El Pinacate.

I.- INTRODUCCION GENERAL

Una de las principales funciones de las Reservas de la Biosfera, y de cualesquier tipo de Area Natural Protegida, es la de generar información y conocimiento básico para el manejo y conservación de los recursos naturales, no solo de los que se encuentran exclusivamente dentro de la misma reserva, sino de los que se distribuyen más allá de las fronteras de esta. El transferir este conocimiento hacia afuera es uno de los aspectos que validan y dan legitimidad a las reservas naturales.

Este es el caso del estudio aquí abordado que involucra a tres especies de importancia biológica, ecológica, cultural y económica, estudiadas dentro de la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar (RBEPyGDA). Estas especies son el Borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), el Berrendo (*Antilocapra americana sonoriensis*) y el Puma (*Felis concolor*). Estos son elementos faunísticos considerados como iconos del Desierto Sonorense tanto en nuestro país como internacionalmente. Existe toda una cultura detrás de estas especies desde los niveles sociales urbanos y rurales, en donde se destaca: la representación del orgullo regional, como patrimonios culturales y económicos y el interés cinegético; así también, en el gremio científico-conservacionista, el interés va desde el conocimiento científico por sí mismo hasta la utilización de estas especies como "sombrillas" de bajo de las cuales se conservan un gran número de especies y una gran cantidad de hábitat relacionadas con estas mismas; asimismo, como indicadoras de salud y naturalidad de los ecosistemas.

Este estudio trata de contribuir al conocimiento sobre la biología y ecología de estas tres especies y se enfoca principalmente al uso del hábitat por parte de los individuos o grupos, así como de la calidad del mismo. Asimismo, este trabajo trata de contribuir hacia el cumplimiento de la función de transferencia de información generada desde un Area Natural Protegida hasta el resto del área de distribución de estas especies, fuera de las fronteras de la Reserva.

Los objetivos del trabajo se pueden resumir en los siguientes:

- Registrar la presencia y datos biológicos y ecológicos de tres especies de importancia dentro de la RBEPyGDA.
- Evaluar el Uso-Disponibilidad de componentes del hábitat por parte del Borrego y del Berrendo en la RBEPyGDA.
- Evaluar la calidad del hábitat para un área previamente establecida dentro de la RBEPyGDA.
- Generar información de carácter básico y transferible (fuera de la Reserva), con el fin de contribuir a la conservación y manejo de tres especies de importancia en Sonora.

II.- OBJETIVO GENERAL

Llevar un seguimiento de tres especies (Borrego Cimarrón, Berrendo Sonorense y Puma) de importancia biológica, ecológica y socioeconómica para la RBEPyGDA, mediante registros y la evaluación de sus principales componentes ambientales en su hábitat natural, culminando en la elaboración de estrategias y metodologías accesibles para su manejo, dentro y fuera de un Area Natural Protegida.

III.- BORREGO CIMARRON

1.- Introducción

En Sonora, el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*), se distribuye desde las Sierras desérticas ubicadas al Noroeste del Estado, desde la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar (RBEPyGDA) hasta las inmediaciones del poblado pesquero conocido con el toponímico de Bahía Kino, a 107 Km al Oeste de la Ciudad de Hermosillo.

En la RBEPyGDA el borrego cimarrón del desierto, juega un papel importante tanto biológica, ecológica como económicamente. Lo anterior tomando en cuenta que es un recurso cultural y potencial generador de divisas tanto para la sociedad como para la reserva.

El resolver preguntas, o al menos intentar resolverlas, tales como, cuales son los factores o componentes del hábitat (topografía, vegetación, agua libre, competencia, impacto humano, entre otros) su calidad y en que proporción son utilizados por el borrego cimarrón, es fundamental si se quiere realizar un manejo de las poblaciones de borrego cimarrón basado y guiado científicamente. Base que no garantiza un 100% de éxito, pero que sin embargo mejora las posibilidades de obtener dicho éxito, al mismo tiempo que proporciona información para la conformación de una estructura que sirve de guía y permite la reflexión, corrección y evolución de las estrategias de manejo.

Igualmente importante, es entender los procesos de impacto generados por actividades humanas y su infraestructura, causado tanto directamente sobre las poblaciones como sobre el hábitat de las especies, esto es actualmente uno de los grandes retos de la investigación en vida silvestre. Así, esta Reserva no está exenta de tales impactos, al mismo tiempo una de sus funciones y responsabilidades, es el de generar y transferir información de tipo científico que coadyuven en el entendimiento y mitigación de dichos procesos deteriorantes.

No obstante la importancia biológica, ecológica, estética y económica de este animal en el Noroeste de México, su investigación ha sido muy esporádica y nulamente publicada, así este trabajo trata de contribuir al conocimiento y manejo de esta especie, tanto dentro de un Area Natural Protegida como lo es la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar como en el resto de su área de distribución actual.

2.- Antecedentes

Son muy pocos los estudios en México relacionados con la evaluación de la calidad del hábitat y de las poblaciones de borrego cimarrón del desierto. Lo anterior contrasta si se compara con los estudios realizados para esta misma subespecie desértica, relacionados con la influencia humana e infraestructura (Hicks y Elder, 1979; Ough y deVos, 1984; Miller y Smith, 1985, Krausman y Leopold, 1986; Alderman *et al*, 1989; Scott *et al.*, 1990; Cunningham y de Vos, 1992; Ebert y Douglas, 1994; Bristow *et al*, 1996) en los Estados Unidos.

Aún menos, son los estudios realizados en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar (RBEPyGDA), éstos en su mayoría han sido evaluaciones someras de las poblaciones y descripciones muy generales del hábitat (Russo, 1965; May, 1973; Mendoza, 1976; González *et al.*, 1985).

El Centro Ecológico de Sonora (hoy IMADES) en colaboración con el Departamento de Pesca y Caza del Estado de Arizona, ha realizado desde 1992 constantes estudios relacionados con esta especie, éstos van desde censos aéreos en helicóptero (Lee y López -Saavedra, 1993;1994) hasta seguimiento por telemetría, detección de enfermedades y evaluación de calidad del hábitat (informe en proceso de elaboración).

En 1995 un total de 29 borregos cimarrones (8 machos y 21 hembras) fueron capturados, de estos, 20 (5 machos y 15 hembras) se capturaron en la cordillera desértica conocida como Pico-Johnson y Noche Buena ubicada a aproximadamente 130 Km al Oeste de la Ciudad de Hermosillo, Sonora. Los otros 8 animales (3 machos y 6 hembras) fueron capturados en la Sierra El Pinacate dentro de la RBEPyGDA. A todos se les colocaron collares de telemetría para su posterior seguimiento, así como también se tomaron sus respectivas muestras sanguíneas, ectoparásitos y raspados mucofaríngeos. Tomando en cuenta que el tamaño de muestra fue mayor y más confiable para la Sierra Pico Johnson, fue solamente en esta zona, donde se realizó el modelo de calidad del hábitat (López *et al.*, 1999). Mas recientemente se llevo a cabo un estudio de Impacto ambiental para la Zona Norte de la RBEPyGDA, el cual incluye la elaboración de un modelo de calidad del hábitat utilizado como apoyo para medir el impacto de la carretera sobre el hábitat del borrego cimarrón (López 1998).

3.- Area de Estudio

El área dentro de la RBEPyGDA donde principalmente se concentró el estudio, se caracteriza por ser un escudo volcánico con un área de $\approx 317 \text{ km}^2$ (Ver Fig.1) caracterizado por cráteres y conos de ceniza y suelos de derrame de lava. El pico más alto alcanza los 1,206 msnm. Según su tipo de vegetación se clasifica como desierto micrófilo y dentro de la subdivisión del Desierto Sonorense, denominada Valle Bajo del Río Colorado (Brown, 1980), la principal asociación de plantas la definen la gobernadora y hierba del burro (*Larrea divaricata* y *Ambrosia dumosa*). Las temperaturas medias de verano y de invierno son de 30°C y 12°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 165 mm, con medias estacionales de 72 mm en el Verano y de 48 mm en Invierno.

4.- Objetivos Particulares

- Dar continuidad a los programas de seguimiento y monitoreo (ámbito hogareño) de borrego cimarrón, en la Reserva de la Biosfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar.
- Evaluar la estructura poblacional y el uso de componentes del hábitat (principalmente topográficos), mediante la técnica de Uso-Disponibilidad, para el área de estudio designada.
- Elaborar un modelo de calidad del hábitat y validarlo mediante la técnica de Uso-Disponibilidad de las clases de hábitat (Excelente, Bueno, Regular y Pobre) y mediante la sobreposición de ámbitos hogareños de 8 borregos cimarrones.

5.- Metodología(s)

5.1.- Trabajo de Campo

Durante los meses de Diciembre de 1997 a Enero de 1999, se realizaron visitas mensuales (de \approx 8 días cada una) a la zona de estudio, durante estas visitas se registraban en formatos de campo (Apéndice I) las observaciones de individuos o grupos de borregos cimarrones dentro del área de estudio. Para este caso se obtuvieron 2 tipos de registros con cuatro modalidades, como a continuación se mencionan:

5.1.1.- Registros por Telemetría: Dos modalidades.

- **Históricos:** En 1995 el IMADES en colaboración con el Departamento de Pesca y Caza del Estado de Arizona capturaron y equiparon a 8 borregos cimarrones (3 machos y 5 hembras) con collares radiotransmisores, mismos que fueron relocalizados (11 veces cada animal/ 88 registros en total) utilizando radioreceptores (técnica de telemetría) adaptados a una avioneta del Departamento de Pesca y Caza de Arizona.
- **Actuales:** Tomando en cuenta que los collares transmisores aún funcionaban para este estudio, fueron utilizados para localizar los grupos de borrego cimarrón dentro del área de estudio, en este caso las relocalizaciones se realizaron a pie durante los recorridos dentro del área.

5.1.2.- Registros Directos: Dos modalidades

- **Históricos:** En colaboración con el personal de la Reserva de la Biosfera de El Pinacate y Gran Desierto de Altar, se obtuvieron registros de observaciones directas que el personal operativo registra en sus bitácoras durante sus rutas de vigilancia y que datan de 1994 a 1997.

- **Actuales:** Estos fueron obtenidos durante la ejecución del proyecto.

Los datos que principalmente se registraron en los formatos de campo fueron: 1. - No. de Observación, 2. - No. de Identificación, 3. - No. de Frecuencia (cuando sea aplicable) 4. - Hora, 5. - Día, 6. - Mes, 7. - Año, 8. - Coordenadas (lat. long.), 9. - Elevación, 10. - Pendiente, 11. - Orientación, 12. - Topografía, 13. - Cobertura vegetal (estimada), 14. - Tiempo de Observación, 15. - Macho Adulto, 16. - Macho Juvenil, 17. - Hembra Adulta, 18. - Hembra Juvenil, 19. - Crías, 20. - Tipo de Actividad al Momento de la Observación. (Ver Apéndice I).

5.2. - Trabajo de Gabinete

5.2.1. - Estructura de la Población y Componentes del hábitat

Los formatos de campo fueron capturados en hojas de calculo y/o base de datos en Excel (Ver. 5.1), la estructura de la población y los componentes del hábitat (Ver resultados) se obtuvieron directamente de la base de datos.

5.2.2. - Modelo de Calidad del Hábitat

El modelo de calidad del hábitat, se hizo tomando como base las metodologías desarrolladas para la evaluación de hábitat de borrego cimarrón (Hansen, 1980; Cunningham, 1989; Ebert y Douglas, 1994). Específicamente se utilizó la desarrollada por el Departamento de Pesca y Caza del Estado de Arizona (Cunningham, 1989), utilizada para la evaluación de actividades de introducción de borregos del desierto.

Fundamentalmente, en este modelo se evalúan los mismos factores y/o criterios mencionados en los anteriores modelos, tales como; topografía, vegetación, precipitación, uso humano, agua libre disponible, competencia y continuidad del hábitat (para una explicación más detallada ver Apéndice II). En este caso se dividió el área de estudio en cuadros (rejilla) de 1 Km², en los cuales se evaluaron los factores antes mencionados y se asignó un puntaje, así como un color o patrón de figura (utilizando ArcView 3.0) para cada uno de ellos.

Cuando los valores para los seis componentes son sumados, un valor de 110 puntos es el valor máximo posible para cualesquiera de las celdas. Así, tomando como base el valor total obtenido de la sumatoria, la celda es catalogada dentro de un rango, el cual la clasifica como hábitat de calidad Pobre (0-20 puntos), Regular (21-40), Bueno (41-80) y Excelente (81-110).

5.2.3. - Ambitos Hogareños

Los registros históricos (telemetría aérea) fueron ubicados o sobrepuestos en un mapa base topográfico 1:50,000 de INEGI, y el Ambito Hogareño fue calculado

mediante la técnica del Polígono Convexo Mínimo, utilizando el sistema de información geográfica CAMRIS (Vers. 3.46; 1992). El mapa base (Topográfico 1:50,000) del área de estudio fue digitalizado en ILWIS (Vers. 1.3). El formato e Impresión de los mapas se realizaron utilizando el paquete ArcView (Vers. 3.0). Se sobrepuso la capa de datos de los rangos caseros contra la del modelo de calidad del hábitat con el fin de evaluar esquemáticamente el grado de coincidencia entre los ámbitos hogareños y las clases de calidad del hábitat (utilizando SIG- ArcView 3.0).

5.2.4. - Análisis Estadístico: Uso-Disponibilidad de componentes del hábitat y clases de calidad del hábitat

5.2.4.1. - Uso-Disponibilidad de Componentes del Hábitat

La cualificación de los valores (tanto en hectáreas como en porcentaje) para los subcomponentes altitud, pendiente y orientación para la totalidad del área de estudio, se obtuvieron mediante la digitalización de las curvas de nivel de mapas topográficos 1:50,000 (de INEGI), utilizando dos sistemas de información geográfica (SIG) ILWIS (Ver.1.3) y ArcView (Ver. 3.0). Con el primero, se procesó la información digitalizada generándose un mapa raster o mapa de elevación digital, con el segundo SIG, se procesó el mapa raster y se obtuvieron los valores, tanto en km² como en porcentajes de los subcomponentes anteriormente mencionados.

Una vez obtenidos los valores de frecuencias de registros de borrego cimarrón (uso) y las proporciones disponibles para cada uno de los componentes topográficos (disponibilidad), se procedió a evaluar la hipótesis nula (Ho1) de que los borregos utilizan los componentes, según su disponibilidad dentro del área de estudio. Esto se probó mediante una prueba de Ji-cuadrada de bondad de ajuste (χ^2); cuando el uso difirió de la proporción disponible, se calcularon los intervalos de Bonferroni (Neu *et al.*, 1974; Byers *et al.*, 1984). Si la proporción del área disponible dentro de un rango o clase en particular, se encontraba fuera de los límites de confianza entonces se calculó el índice D de Jacobs (Jacobs 1974), el cual nos indica la magnitud de la selección o evasión por parte del borrego hacia dicha clase. Estos valores van de -1 para máxima evasión, hasta +1 para máxima selección.

5.2.4.2.- Uso-Disponibilidad de clases de Calidad del Hábitat

Con el fin de validar el modelo de calidad de hábitat, el número de localizaciones de borregos, para cada clase (Excelente, Buena, Regular y Pobre) de calidad de hábitat, se comparó con la cantidad del hábitat disponible dentro de esa clase. Un análisis de Ji-cuadrada (prueba de bondad de ajuste) se utilizó para probar la hipótesis nula (Ho2) de que los borregos utilizan las clases de calidad de hábitat en proporción a su disponibilidad (Neu *et al.*, 1974).

Cuando se detectó significancia ($p \leq 0.05$), se calcularon los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni (Byers *et al.*, 1984), con el fin de determinar que tipo de calidad

de hábitat es seleccionado, evadido o utilizado en proporción a su disponibilidad. La prueba D' de Jacobs (Jacobs, 1974) se utilizó con el fin de medir la magnitud (-1 a +1) de las evasiones y de las selecciones respectivamente.

6.- Resultados

6.1.- Estructura de la Población

En total se registraron 222 individuos (39 observaciones directas en el campo y 183 registros históricos), de estos 129 (58.10%) correspondieron a hembras adultas, 36 (16%) correspondieron a machos adultos, el resto 37(16.66%) se distribuyó entre machos jóvenes, hembras jóvenes y crías (Ver Cuadro 1 y Apéndice III).

La relación machos adultos y crías por cada 100 hembras adultas fue de 28:100 y de 23:100 respectivamente.

Cuadro 1.- Estructura Poblacional de 222 Registros de Borrego Cimarrón en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Estructura poblacional	Individuos observados	Porcentaje (%)
Machos Adultos	36	16.21
Machos Jóvenes	4	1.8
Hembras Adultas	129	58.10
Hembras Jóvenes	3	1.35
Crías	30	13.51
Total	222	100.00

6.2.- Componentes del Hábitat

Se llenaron un total de 136 formatos de campo (incluidos en la base de datos anexa) en estos los componentes del hábitat elevación, orientación, pendiente y topoformas, fueron los que presentaron un mayor numero de registros e información más confiable, así, para los rangos de elevación se obtuvo que la mayor concentración de registros se realizó en rangos de 301 a 600 msnm con 55 (40.44%) y en el rango mayor de 600 msnm con 60 (44.11%) (Ver Cuadro 2 y Apéndice III).

Con respecto a la orientación en que los animales fueron registrados, se observa que 57 (42.0%), fueron observados en aspectos de 0° a 90°(N-NE) y 42 (31.0%) fueron observados en aspectos de 91°a 180° (S-SE) (Ver Cuadro 2 y Apéndice III).

Con relación a la pendiente, se observa que 62 (45.5%) registros fueron realizados en rangos de pendientes entre 0% y 30% y que 71 (52.20%) registros se hicieron entre rangos de pendiente del 30% al 60% (Ver Cuadro 2 y Apéndice III).

En el caso de la topografía tenemos que 73 (53.67%) registros se hicieron en la topoforma denominada ladera de cordillera, 21 (15.44%) se hicieron en lomas someras

y 17 (12.5%) se observaron en picos montañosos (Ver Cuadro 2 y Apéndice III).

Cuadro 2.- Componentes del Hábitat, Rangos, Número de Registros y Porcentaje de Borregos Cimarrones registrados en la RBEPyGDA.

Componentes	Numero de Registros	Porcentaje (%)
1.- Rangos de Elevación		
0 - 300 msnm	21	15.44
301 - 600 msnm	55	40.44
Mayor a 600 msnm	60	44.11
Total	136	100
2.- Orientación (en grados)		
0 - 90	57	42.0
91 - 180	42	31.0
181 - 270	14	10.29
271 - 359	23	17.0
Total	136	100
3.-Pendiente (%)		
0 - 30	62	45.5
30 - 60	71	52.20
Mayor de 60	3	2.2
Total	136	100
4.-Topografía: Topoformas		
Pico de Montaña	17	12.5
Ladera de Cañón	8	5.8
Ladera de Cordillera	73	53.67
Loma Somera	21	15.44
Planicie	12	8.82
Arroyo	2	1.4
Terraza o Puerto	1	.73
Fondo de Cañón	1	.73
Cabeza de Cañón	1	.73
Total	136	100

6.3.- Uso Disponibilidad de Componentes del Hábitat

Para el caso del componente altitud se encontró que sí existe diferencia significativa ($X^2= 136.84$, para 2g.l. $p< 0.00$) en cuanto a lo usado por el borrego y lo disponible en el área de estudio, teniéndose que los borregos evadieron el rango de los 0 a 300 msnm ($D' = -0.6$), mientras que las altitudes mayores a los 600 msnm fueron utilizadas más de lo disponible ($D' = +0.6$) (Ver Cuadro 3).

De la misma forma la pendiente, mostró diferencias significativas ($X^2= 4219.69$, 2 g.l., $p<0.00$) en cuanto a su uso y disponibilidad, por parte del borrego cimarrón, observándose que los animales evadieron ($D' = -0.9$) drásticamente los rangos de pendiente de 0 a 30%. Mientras que las zonas entre 31 y 60% de pendiente fueron altamente seleccionadas ($D' = +0.9$) (Ver Cuadro 3).

El componente orientación, no registró diferencia significativa ($X^2= 2.4$, 3gl, $p<0.47$) en cuanto a su uso por parte del borrego, por lo que no se calcularon los límites de confianza de Bonferroni ni la prueba D' de Jacobs. (Ver Cuadro 3).

Así se rechaza la hipótesis nula de que los borregos utilizan los componentes del hábitat (altitud y pendiente) en proporción directa a su disponibilidad en el área de estudio, no siendo así para el componente orientación, el cual si fue utilizado en proporción a su disponibilidad.

Cuadro 3.- Rangos de Componentes del Hábitat y su Uso según su Disponibilidad dentro del Area de Estudio para Borrego Cimarrón en la RBEPyGDA.

Rangos	Área total en km ²	Prop. relativa (pr)	Frec. Obs.	Frec. Esp.	Prop. por rango	Intervalos de Bonferroni	D' Jacobs
*Altitud 0 - 300	158	.464	21	63	.154	$0.079 \leq pr \leq 0.228$	-0.6
300-600	135	.390	55	53	.404	$0.303 \leq pr \leq 0.504$	=
>600 m	47	.130	60	17	.441	$0.338 \leq pr \leq 0.543$	0.6

$X^2= 136.84$, gl=2, n=136, $p<0.00$

Pend. 0-30	338.12	.988	62	134	.455	$0.352 \leq pr \leq 0.557$	-.9
31-60	3.7	.010	71	1.3	.522	$0.419 \leq pr \leq 0.624$.9
> 60%	0.08	.0002	3	.02	.022	$-.008 \leq pr \leq .052$	=

$X^2= 4219.69$, gl= 2, n=136, $p<0.00$

Orienta. 0-90	92	.372	57	50	.419	-	-
91-180	91	.367	42	49.9	.308	-	-
181-270	27	.110	14	15	.102	-	-
271-359	37	.149	23	20	.169	-	-

$X^2=2.4$, gl=2, n=136, $p<0.475$

6.4.- Modelo de Calidad del Hábitat y Ambitos Hogareños

6.4.1.- Modelo de Calidad del Hábitat

De un total de 317 km², analizados para la elaboración del modelo de calidad del hábitat (utilizando los criterios establecidos en el Apéndice II) se obtuvo que 191 km² (60%) fue clasificado como Pobre, 75 km²(23%) como Regular y 51 km²(16%) como Bueno en este caso ninguna área pudo ser clasificada como Excelente (Ver Fig. 2).

De los borregos registrados y utilizados para este análisis, 3(2.7%) fueron registrados en hábitat clasificado como Pobre, 28(25%) en hábitat Regular y 80(72%) en hábitat considerado como Bueno.

Los borregos no utilizaron los tipos de hábitat de acuerdo a la proporción en que estos se encontraban en el área de estudio ($X^2= 293.76$, g.l. 2, $n=111$, $p<0.00$), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que los borregos utilizan en general los tipos de hábitat en proporción disponible dentro del área de estudio.

En este caso solamente el hábitat clasificado como Regular fue utilizado en proporción a su disponibilidad (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4.- Uso-Disponibilidad de la Calidad del Hábitat para Borrego Cimarrón en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Tipos de Hábitat	Área en Km ²	Prop. relativa (pr)	Frec. Ob.	Frec. Esp.	Prop. Ob.	Intervalos de Confianza de Bonferroni	D' de jacobs
Excelente	0	0	0	0	0	0	0
Bueno	51	.160	80	17.76	.720	$0.617 \leq pr \leq 0.822$	0.86
Regular	75	.236	28	26.19	.252	$0.153 \leq pr \leq 0.350$	=
Pobre	191	.602	3	66.82	.027	$-0.009 \leq pr \leq 0.063$	-0.9

* $X^2=293.76$, $n=111$, g.l.=2, $p<0.00$

6.4.2.- Ambitos Hogareños (Sierra El Pinacate)

En esta área, 8 borregos cimarrones (3 machos y 5 hembras) fueron localizados en forma aérea, entre Agosto de 1995 y Mayo de 1996. Por cada animal se obtuvieron 11 localizaciones. El ámbito hogareño promedio registrado fue de 44.8 km² (min.= 4.67 km² y max= 199.06 km²). El ámbito hogareño promedio para los machos fue de 88.5 km² (min= 4.67 km² y max= 199.06 km²), para el caso de las hembras el área promedio fue de 18.67 km² (min= 9.43 km² y max= 27.0 km²) (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5.- Muestra la Frecuencia, Sexo, Edad y el Tamaño del Ambito Hogareño (Area en km²) de los Borregos Cimarrones de la RBEPyGDA.

Frecuencia	Sexo	Edad (en años)	Area en km ²
9.249	Hembra	3	23.52
9.360	Hembra	9	17.20
8.349	Hembra	6	9.43
8.139	Hembra	4	27.00
9.510	Hembra	6	16.20
9.910	Macho	2	4.67
9.410	Macho	2	199.06
8.725	Macho	8	61.83

La sobreposición de los ámbitos hogareños con respecto al modelo de calidad del hábitat nos muestra en forma esquemática, que tanto los machos como las hembras usaron hábitat clasificado como bueno y regular, excepto por el macho marcado con la frecuencia 9.410 el cual realizó movimientos intermontañosos y utilizó o recorrió gran cantidad de hábitat pobre (Ver Fig. 2).

7.- Discusión

Estudios previos realizados en esta zona, relacionados con la evaluación y determinación de la estructura de la población de borrego cimarrón, consistentemente han indicado que sostiene números relativamente bajos, como ejemplos se pueden citar algunos autores como Mendoza (1976) que menciona un número de 30 animales para esta área, González et al. (1985) el cual registra 31 individuos y Lee y López (1994) que mediante un sobrevuelo en helicóptero observaron un total de 25 borregos cimarrones. No obstante estos valores, no pueden ser comparados con los citados en nuestros resultados, tomando en cuenta que no fue un censo por si mismo el que se realizó, sino solamente se registraron a lo largo del estudio, siendo alto el sesgo por parte de repetición de individuos, las tasas sexuales (Machos adultos y Crías/100 hembras) si pueden ser comparadas, en forma general, así tenemos que para nuestro estudio se detectaron tasas de 28 machos adultos por cada 100 hembras y 23 crías por cada 100 hembras, lo anterior es interesante si lo comparamos con valores previos obtenidos para la zona en los cuales se registran 41 machos adultos /100 hembras (González et al., 1985) y de 110Ma/100Ha/30 Crías obtenidas por Lee y López (1994); asimismo, para la totalidad del área de distribución en el estado se estimaron tasas de 56Ma:100Ha:32 Crías (Lee y López, 1994) lo cual nos indica poblaciones estables y en crecimiento 1:2 y 1:1 para Machos adultos y Hembras adultas y considerando que estudios con borregos del desierto en Arizona (E.U.A) indican que tasas de 56Ma/100 Ha, son indicadoras de poblaciones en expansión (Remington, 1993).

Con relación a los componentes del hábitat, principalmente se trabajó con los topográficos ya que son estos los que mayor influencia tienen sobre el borrego cimarrón en aspectos importantes de su biología como: protección, descanso y reproducción, así se coincide en este estudio respecto al de otros trabajos previamente realizados para borrego cimarrón (Dood y Smith, 1988; Wakeling y Miller, 1989; Beristow *et al.*, 1996; López *et al.*, 1999) en que la selección de sitios con alta pendiente (>60%), alturas relativamente elevadas (>300msnm), están relacionados con la protección individual y de las crías de depredadores y de factores climáticos estresantes como las altas y bajas temperaturas, lluvias, vientos fuertes, etc.

Algo notable en nuestra área de estudio son los valores relativamente bajos de terrenos con áreas mayores de 600 metros, pendientes mayores de 60% y el valor alto de terrenos planos o sin aspecto, lo cual repercute probablemente, en la calidad del hábitat (principalmente en los tipos Bueno y Excelente) y que a la vez influye en los bajos números de borregos registrados históricamente dentro de la zona, esto se puede constatar si observamos que en la sierra conocida como Pico-Johnson en la cual se realizó un estudio similar (López et al., 1999) se observa que a pesar de que ésta

presenta un área de $\approx 190 \text{ km}^2$ (60% del área total para nuestro estudio 317 km^2) se ha registrado una tasa de 66 individuos/1.5 horas de vuelo en helicóptero mientras que para El Pinacate se ha registrado un total de 25 individuos/1.5 horas de vuelo (Lee y López, 1993 y 1994); asimismo, es notable que en el modelo de calidad del hábitat realizado para la Sierra Pico-Johnson, presenta mayores y mejores opciones topográficas y de cobertura de vegetación (López et al., 1999), que el de El Pinacate.

El modelo de calidad del hábitat puede ser considerado como un modelo Bueno de capacidad de predicción, tomando en cuenta que el 72% de los avistamientos de borregos fueron registrados dentro del rango de hábitat clasificado como Bueno, algo notable en este modelo es que no se pudo clasificar ninguna área como de Excelente calidad (Cuadro 4); lo anterior es importante, si tomamos en cuenta que para otros modelos realizados en Sonora (López et al., 1999), e incluso dentro de la misma Reserva (López, 1999) sí incluyen hábitat clasificado como de Excelente calidad. La principal variable o componente que dicta la excelencia del hábitat en los anteriores trabajos, es la variable topográfica orientada hacia terrenos de alta pendiente y grandes alturas denominados "escabrosos", con topofomas compuestas por cañones y salientes rocosas de diferentes tamaños, igualmente estos son conocidos como terrenos de escape para el borrego.

El mismo origen del escudo volcánico, caracterizado por el derramamiento y flujo de la lava, no permitió la formación de este tipo de terrenos, originando superficies mas bien planas y de gradiente altitudinal relativamente tenues, en comparación a las cordilleras montañosas de tipo granítico y a los cráteres en donde el borrego sí encuentra terrenos de escape (escabroso).

Hasta cierto punto, lo anterior en mayor o menor grado determina y condiciona los movimientos que los borregos realizan dentro de un área determinada, esto se puede corroborar si comparamos los ámbitos hogareños obtenidos para la Sierra Pico-Johnson (López et al., 1999) que sí presenta hábitat de calidad Excelente en un área menor a la del área aquí estudiada, en donde se observa que el ámbito hogareño promedio para la zona Pico-Johnson es de 4.64 km^2 , mientras que para la Sierra El Pinacate es de 44.8 km^2 (Cuadro 5). Especulamos que lo anterior nos indica que los borregos de la Sierra El Pinacate realizan movimientos más largos con el fin de poder cumplir con sus requerimientos ecológicos, tales como encontrar hábitat de buena calidad de donde obtener agua, forraje, para apareamiento y en el caso de las hembras parto y cuidado de las crías; igualmente esto se puede constatar esquemáticamente al observar la Figura 2 en donde se puede apreciar que la mayor parte de las áreas de los ámbitos hogareños circunscriben hábitat clasificado como Bueno en el modelo de calidad de hábitat para la zona.

8.- Conclusiones

- Es importante que cualesquier actividad de manejo, dentro de la Reserva de El Pinacate, relacionada con los componentes del habitat de mayor uso por el borrego

así como de las zonas clasificadas como buenas para el mismo, sean tomadas en cuenta, ya que cualesquier cambio en dichos componentes traería como consecuencia cambios en el número y estructura de la población.

- Hacen falta estudios relacionados con la evaluación y dinámica de las poblaciones de borrego cimarrón en la RBEPyGDA; lo anterior es importante si consideramos a la Reserva como un centro de conservación de este recurso, por lo que, es necesario saber cuanto se tiene y como se comportan sus números y su estructura poblacional a lo largo del tiempo. Principalmente, para este recurso debido a su importancia económica ya que puede generar recursos económicos para su conservación y la de otros recursos naturales y del hábitat en la Reserva.
- No existen y por ende hacen falta estudios específicos que indiquen como utiliza los recursos del hábitat el borrego, los relacionados con su alimentación como son la vegetación y el agua libre disponible, urge un estudio de su dieta y de la determinación de la importancia del agua libre disponible en la zona para el borrego. La obtención de información sobre estas variables nos permitiría establecer mejores estrategias de manejo.
- Hace falta entender mejor la relación del borrego con los diferentes tipos de hábitat, de pobres a excelentes para él; asimismo, mejorar la escala (de 1:50,000 a 1:20,000) con el fin de obtener modelos de calidad del hábitat más finos y que proporcionen información que no se puede apreciar a una escala de 1:50,000.

IV.- BERRENDO SONORENSE

1.- Introducción

El Berrendo fue descrito inicialmente por George Ord en 1815 como el género Antílope, que posteriormente en 1818 fue cambiado por *Antilocapra* para evitar confusión con los verdaderos Antílopes (Alcérreca, 1988 en Castillo, 1993).

La subespecie *A. a. sonoriensis* difiere de las otras cuatro subespecies en talla, color y estructura craneana (Paradiso & Nowak, 1971). El Berrendo de Sonora es el más pequeño, de coloración más clara, los molares son más cortos y angostos, el rostrum es más delgado y la anchura mastoidal y la parte más ancha del borde posterior de las orbitas son menores (Castillo, 1993)

Esta subespecie se distribuye al Noroeste del Estado dentro de los Municipios de Puerto Peñasco, Plutarco Elías Calles, San Luis Río Colorado y el extremo Noroeste de Caborca, cubriendo una superficie aproximada de 11,500 kilómetros. Es endémico del Continente americano y el único representante de la familia *Antilocapridae*. Habita parte de la región del Desierto Sonorense, por lo que es un animal adaptado física y biológicamente a condiciones de altas temperaturas, escasas lluvias y a poca vegetación (Castillo, 1993).

El Berrendo Sonorense se encuentra enlistada en el NOM como una especie en peligro de extinción (DOF, 1994) (UICN, 1994) y dentro del Apéndice I (CITES, 1995), cuenta con un decreto de veda permanente emitido en 1922 por el Presidente de la República, Alvaro Obregón (DOF, 1922) ratificado en tres ocasiones a lo largo de 50 años (Castillo, 1993)

Dentro de las principales causas por las que el Berrendo ha disminuido su hábitat y el tamaño de sus poblaciones, está principalmente la cacería desmedida, el incremento de las actividades económicas como la agricultura y la ganadería y la acción de los depredadores sobre las crías y juveniles (Castillo, 1993).

No obstante las presiones a las que son sujetas los diferentes grupos de berrendos en el Estado de Sonora, pocos han sido los estudios enfocados a tratar de entender, con una base científica, los impactos antrópicos y naturales que inciden, directamente sobre el animal y/o sobre su hábitat. Notándose además la carencia de estudios relacionados con su abundancia, dinámica poblacional, dieta, calidad de su hábitat, enfermedades, entre otros.

Así, este trabajo intenta contribuir al conocimiento del berrendo y su relación con su hábitat, con el fin de proporcionar una buena base científica que permita un buen manejo y conservación del mismo.

2.- Antecedentes

En Sonora los principales esfuerzos para la recuperación del Berrendo Sonorense han estado encaminados al conocimiento de su distribución actual, el tamaño y estructura de su población, movimientos y utilización del hábitat, su comportamiento individual y social, así como el conocimiento profundo de las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área donde actualmente se distribuye (Castillo, 1990, 1992 y 1993, inf. tec. no publ.) y, la protección de una parte de su rango de distribución mediante la creación de la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar (Búrquez y Castillo, 1994).

Existe poca información sobre la distribución histórica del Berrendo Sonorense, ya que fue hasta 1945 cuando se describió la subespecie. Se piensa que históricamente se les encontraba desde Hermosillo y Bahía Kino al Sur, la carretera 15 al Este, Valle de Altar y la Nación O'odham al Norte y el Valle Imperial en California al Oeste. Con base en especímenes avistados y confiscados Monson (1968) establece la persistencia de Berrendo Sonorense en algunas localidades a lo largo de la vertiente Este del escudo volcánico del Pinacate y desde allí hacia el Sur hasta cerca de 300 Km al Sur de Puerto Libertad.

Estos conocimientos nos han permitido visualizar las necesidades de investigación y manejo de la población de Berrendo, y las necesidades de educación y concientización de los asentamientos humanos en la región y el Estado. Sobre esta base se ha planteado un Programa de Manejo para la subespecie (Castillo, 1993).

Con base en observaciones históricas, el número de Berrendos en Arizona y México fue bajo y declinando desde fines del siglo XIX, destacando como principales causas el furtivismo y la pérdida del hábitat por sobrepastoreo y el desarrollo de la agricultura en la región (Thompson-Olais 1994, en Castillo, 1994)

Las primeras acciones implementadas para la recuperación del Berrendo en México, son sin duda el decreto de veda, establecido oficialmente en 1922 (Leopold, 1977 en Castillo, 1993)

En lo particular la subespecie *sonoriensis* ha sido objeto de gran preocupación por el gobierno de los E.U.A. quien lo incluyó en la Lista Federal de Especies en Peligro de Extinción desde 1967 y cuenta con el mismo status en el Código de Regulaciones Federales desde 1984 (Castillo, 1993)

Por otro lado, en 1982, se estableció el Plan de Recuperación del Berrendo Sonorense en los E.U.A., donde la mayor parte del área de distribución de la subespecie se encuentra protegida y controlada tanto por el Servicio de Parques Nacionales, como por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre y el Departamento de Defensa (Castillo, 1993).

En México, sin embargo, los esfuerzos de protección para el Berrendo han sido poco efectivos y muy esporádicos, el establecimiento de vedas y áreas vedadas, no

representa en ningún momento una medida eficaz para la protección de especies en peligro de extinción, si no van acompañados de un programa de manejo y protección para dichas especies. En 1993, el Centro Ecológico elaboró un documento de Plan de Manejo para el Berrendo Sonorense, el cual cuenta con las principales actividades para la recuperación y conservación de la subespecie en el Estado de Sonora.

El Gobierno Federal desarrolló, a través del INE-SEMARNAP un documento de Proyecto para la Conservación y Recuperación del Berrendo en México, el cual esta en proceso de redacción.

En Sonora, las acciones de conservación y protección de la subespecie *sonoriensis* fueron iniciadas por el Centro Ecológico de Sonora, en coordinación con el Gobierno del Estado y el Departamento de Caza y Pesca de Arizona (AG&FD) a partir de 1988. Estas acciones se enfocaron principalmente a realizar una evaluación y un seguimiento a las poblaciones de Berrendo en la región de la Reserva de la Biosfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar y en la zona ubicada a 60 Km al Sur de la misma Reserva en el Ejido Juan Alvarez, llevando a cabo varios censos aéreos.

Asimismo, durante los años 1990, 1992, 1993 y 1996, se realizaron capturas aéreas de la especie para colocar collares de radiotelemetría y llevar a cabo los seguimientos por telemetría convencional por tierra y por satélite. También, como parte de las acciones de conservación se han realizado de manera complementaria diversas actividades de difusión, concientización y educación sobre el Berrendo Sonorense. En 1992 el CONAFE editó un libro educativo llamado "El Berrendo", en el cual hace una descripción de la especie, explica su importancia en nuestro entorno y sus diversas adaptaciones al desierto.

3.- Area de Estudio

Tomando como base la distribución actual del berrendo en la Reserva de la Biosfera El Pinacate, se seleccionó el área de estudio que comprende una superficie aproximada de 552 km² (Fig. 1). Esta zona se caracteriza por que la mayor parte de su superficie son terrenos planos de suelo arenoso fino, así como por la presencia de dunas fijas o médanos, las cuales sostienen vegetación muy dispersa caracterizada por arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*), la hierba del burro (*Ambrosia dumosa*), cactáceas como las choyas (*Opuntia fulgida* y *O. bigelovii*), herbáceas como la verbena de arena (*Abronia villosa*), lupinos (*Lupinus arizonicus*) y pastos como la galleta (*Hylaria rigida*). Entrecruzando en forma dendrítica a estas planicies están las zonas xeroriparias o de drenaje las cuales sostienen principalmente subárboles como el palo verde (*Cercidium microphyllum*), el mesquite (*Prosopis spp.*), el palo fierro (*Olnya tesota*), entre otras. En esta misma área de estudio, pero en menor proporción, se encuentran las topofomas de sierras volcánicas y graníticas que sostienen vegetación característica tales como la rama blanca (*Encelia farinosa*), sangregado (*Jatropha cuneata*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y algunas suculentas como las cabezas de viejo (*Mammillaria spp.*), mezcal (*Agave spp*) y viznagas (*Ferocactus spp.*) (Ezcurra et al. 1987; Felger 1992).

Las temperaturas medias de verano y de invierno son de 30°C y 12°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 165 mm, con medias estacionales de 72 mm en el Verano y de 48 mm en Invierno.

4.- Objetivos Particulares

- Registrar la presencia del berrendo sonorense dentro de un Area Natural Protegida.
- Evaluar la relación uso-disponibilidad de componentes del hábitat relacionados con las asociaciones de vegetación para berrendo.
- Elaborar un modelo de calidad del hábitat relacionado con el uso y distribución del berrendo.

5.- Metodología (s)

5.1.- Trabajo de Campo

Durante los meses de Diciembre de 1997 a Enero de 1999, se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio de ≈8 días cada una (cabe aclarar que estos ocho días la mitad eran dedicados para las observaciones de borrego cimarrón y la otra para berrendo sonorense), durante estas visitas se registraban en formatos de campo (Apéndice IV) las observaciones de individuos o grupos de berrendos dentro del área de estudio. Para este caso se obtuvieron 2 tipos de registros con cuatro modalidades, como a continuación se mencionan:

5.1.1.- Registros por Telemetría:

- **Solamente Históricos:** Se utilizaron los registros históricos de 6 berrendos equipados con collares telemétricos a los cuales se les llevó un seguimiento por tierra, durante 1990 a 1994.

5.1.2.- Registros Directos: Dos modalidades

- **Históricos:** En colaboración con el personal de la Reserva de la Biosfera El Pinacate, se obtuvieron registros de observaciones directas que el personal operativo registra en sus bitácoras durante sus rutas de vigilancia.

- **Actuales:** Estos fueron obtenidos durante la ejecución del proyecto.

Los datos que principalmente se registraron en los formatos de campo fueron:
1.- No. de Observación, 2.- No. de Identificación, 3.- No. de Frecuencia (cuando sea aplicable) 4.- Hora, 5.- Día, 6.- Mes, 7.- Año, 8.- Coordenadas (lat. long.), 9.- Elevación,

10.- Pendiente, 11.- Orientación, 12.- Topografía, 13.- Cobertura vegetal (estimada), 14.- Tiempo de Observación, 15.- Macho Adulto, 16.- Macho Juvenil, 17.-Hembra Adulta, 18.- Hembra Juvenil, 19.- Crías, 20.- Tipo de Actividad al Momento de la Observación (Ver Apéndice IV).

5.2.- Trabajo de Gabinete

5.2.1.- Estructura de la Población y Componentes del Hábitat

Los formatos de campo fueron capturados en hojas de calculo y /o base de datos en Excel (Ver. 5.1) (Apéndice VI), la estructura de la población y los componentes del hábitat (ver resultados), se obtuvieron directamente de la base de datos.

5.2.2.- Modelo de Calidad del Hábitat

La elaboración del modelo se basó en dos grandes rubros, el trabajo de campo y el trabajo de gabinete apoyado fuertemente por el Sistema de Información Geográfica (SIG).

5.2.2.1.- Trabajo de Campo

Previa delimitación del área de estudio, así como su subdivisión (sobre mapas topográficos 1:50,000) en cuadrículas de 1km², se visitó la zona de estudio en la cual se registraron los siguientes datos: 1.- No. de Observación, 2.- No. de Identificación, 3.- No. de Frecuencia (cuando sea aplicable) 4.- Hora, 5.- Día, 6.- Mes, 7.- Año, 8.- Coordenadas (lat. long.), 9.- Elevación, 10.- Pendiente, 11.- Orientación, 12.- Topografía, 13.- Cobertura vegetal (estimada), 14.- Tiempo de Observación, 15.- Macho Adulto, 16.- Macho Juvenil, 17.-Hembra Adulta, 18.- Hembra Juvenil, 19.- Crías, 20.- Tipo de Actividad al Momento de la Observación (Ver Apéndice IV). Estos mismos datos más información adicional como presencia y tipo de infraestructura humana, presencia de animales domésticos y disponibilidad de agua libre, es la información que se registró en formatos de campo. Asimismo, se utilizó para la elaboración y establecimiento de valores (puntaje), en los criterios de evaluación de los componentes de calidad del hábitat (Apéndice V).

5.2.2.2.- Trabajo de Gabinete (principalmente basado en SIG)

Fundamentalmente en este modelo se evalúan los factores y/o criterios descritos en el Apéndice V, tales como; topografía, vegetación, agua libre disponible, impacto humano, competencia y continuidad del hábitat. En este caso se dividió el área de estudio en cuadros (rejillas) de 1 Km², en los cuales se evaluaron los factores antes mencionados y se asignó un puntaje así como un color o patrón de figura (utilizando ArcView (Ver. 3.0), para cada uno de ellos (Ver Fig. 4).

Cuando los valores para los cinco componentes son sumados, un valor de 80 puntos es el valor máximo posible para cualesquiera de las celdas. Así, tomando como base el valor total obtenido de la sumatoria, la celda es catalogada dentro de un rango, el cual la clasifica como hábitat de calidad Pobre (0-20 puntos), Regular (21-40), Bueno (41-60) y Excelente (61-80).

5.2.3.- Ambitos Hogareños

Los registros históricos por telemetría, fueron ubicados o sobrepuestos en un mapa base topográfico 1:50,000 de INEGI, y el Ambito Hogareño fue calculado mediante la técnica del Polígono Convexo Mínimo, utilizando el sistema de información geográfica CAMRIS (Ver. 3.46, 1992). El mapa base (Topográfico 1:50,000) del área de estudio fue digitalizado en ILWIS (Ver. 1.3). El formateo e Impresión de los mapas se realizó utilizando el paquete ArcView (Ver. 3.0). Se sobrepuso la capa de datos de los rangos caseros contra la del modelo de calidad del hábitat con el fin de evaluar esquemáticamente el grado de coincidencia entre los ámbitos hogareños y las clases de calidad del hábitat utilizando SIG (ArcView 3.0).

5.2.4.- Análisis Estadístico: Uso-Disponibilidad de Topoforma-Asociación de Vegetación y Clases de Calidad del Hábitat

5.2.4.1.- Uso-Disponibilidad de Topoforma-Asociación de vegetación

Una vez obtenidos los valores de frecuencias de registros de berrendo (uso) y las proporciones disponibles para cada una las asociaciones de plantas (disponibilidad), se procedió a evaluar la hipótesis nula (H_0) de que los berrendos utilizan las asociaciones, según su disponibilidad dentro del área de estudio. Esto se probó mediante una prueba de Ji-cuadrada de bondad de ajuste (χ^2); cuando el uso difirió de la proporción disponible, se calcularon los intervalos de Bonferroni (Neu *et al.*, 1974; Byers *et al.*, 1984). Cuando la proporción del área disponible dentro de un rango o clase en particular se encontraba fuera de los límites de confianza se calculó el índice D de Jacobs (Jacobs 1974), el cual nos indica la magnitud de la selección o evasión por parte del berrendo hacia dicha clase. Estos valores van de -1 para máxima evasión hasta +1 para máxima selección.

5.2.4.2.- Uso-Disponibilidad de Clases de Calidad del Hábitat

Con el fin de validar el modelo de calidad del hábitat, el número de localizaciones de berrendo, para cada clase de calidad del hábitat (Excelente, Buena, Regular y Pobre), se comparó con la cantidad del hábitat disponible dentro de esa clase. Un análisis de Ji-cuadrada (prueba de bondad de ajuste) se utilizó para probar la hipótesis nula (H_0) de que los berrendos utilizan las clases de calidad de hábitat en proporción a su disponibilidad (Neu *et al.*, 1974).

Cuando se detectó significancia ($p \leq 0.05$), se calcularon los intervalos de confianza simultáneos de Bonferroni (Byers *et al.*, 1984), con el fin de determinar que tipo de calidad de hábitat es seleccionado, evadido o utilizado en proporción a su disponibilidad. La prueba D' de Jacobs (Jacobs, 1974) se utilizó con el fin de medir la magnitud (-1 a +1) de las evasiones y de las selecciones respectivamente.

6.- Resultados

6.1.- Registros y Estructura Poblacional

Se obtuvieron un total de 102 registros (86 históricos, registrados entre 1991 y 1993 y 16 registros actuales con observaciones realizadas durante este proyecto 1998 y 1999). Dentro de estos registros o formatos se tiene que se observaron un total de 121 individuos, de estos solamente pudieron ser clasificados 35 que son los observados durante este proyecto (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5.- Estructura de la Población Observada en Campo, durante la ejecución del proyecto en la RBEPyGDA.

Machos Adultos	Machos Juveniles	Hembras Adultas	Crías	Total
15	9	8	3	35

* No se incluyen registros históricos.

Los registros históricos fueron excluidos de la estructura poblacional tomando en cuenta que la información se presentó incompleta y poco confiable, en el sentido que existieron demasiadas dudas sobre los datos tomados. Así se tomo la decisión de solo tomar los datos actuales, para la determinación de la estructura de la población.

No obstante el resto de los registros son considerados en la utilización de los tipos de vegetación y en la validación del modelo de calidad del hábitat (Ver Cuadros 6 y 7).

6.2.- Uso-Disponibilidad de Asociaciones de Vegetación

Se rechaza la Hipótesis Nula de que los berrendos utilizan las asociaciones de vegetación representadas por los tipos de terrenos en proporción directa a su disponibilidad en el área.

En este caso la asociación vegetacional de la bajada desértica resultó la única que fue utilizada en mayor proporción a su disponibilidad $D' = 0.3$ (Ver Cuadro 6).

Cuadro 6.- Uso-Disponibilidad de las Asociaciones de Vegetación Asignada según su Topoforma o Tipo de Terreno.

Asociación de Vegetación	Area en Km ²	Prop. Relativa (pr)	Frec. Obs.	Frec. Esp.	Prop. Ob.	Limites de Confianza de Bonferroni	D'
Planicie Arenosa	363.6	.658	40	47	.563	$0.416 \leq pr \leq 0.710$	=
Bajada Desertica	72.46	.131	16	9.3	.225	$0.214 \leq pr \leq 0.236$	0.3
Médano	26.06	.047	9	3.3	.126	$0.028 \leq pr \leq 0.224$	=

Sierra Granítica	57.49	.104	4	7.3	.056	-0.012≤pr≤0.124	=
Sierra Volcánica	32.33	.059	3	4.1	.042	-0.017≤pr≤0.101	=

$\chi^2= 17.50$, $gl=4$, $p<0.001$, $n=72$

6.3.- Modelo de Calidad del Hábitat y Ambitos Hogareños

6.3.1.- Modelo de Calidad del Hábitat

Un área total de 552 km² fue examinada bajo los criterios de evaluación de calidad del hábitat establecidos en el Apéndice V, de estos 80 km² (14%) se clasificó como Pobre, 259 km² (46%) como Regular, 187 km²(33%) como Bueno y 26 km²(4.7%) como Excelente (Ver Fig. 4).

Los berrendos no utilizaron las clases de hábitat (Bueno y Regular) según su disponibilidad en el área de estudio ($X^2=19.7$, $gl=3$, $n=68$, $p<0.00$); por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula establecida de que los berrendos utilizan las clases de hábitat en proporción directa a su disponibilidad. A excepción de los hábitats Excelente y Pobre los cuales sí fueron utilizados proporcionalmente. El modelo de calidad del hábitat se puede considerar entre Regular y Bueno ya que el 83% (57) de los registros se observaron en estas clasificaciones (Ver Cuadro 7).

Cuadro 7.- Uso- Disponibilidad de las Clases de Hábitat para Berrendo en la RBEPyGDA

Clases de hábitats	Area en Km ²	Prop. Relativa. (pr)	Frec. Obs.	Frec. Esp.	Prop. Usada	Lim. de Conf de Bonferroni.	D' de Jacobs
Excelente	26	0.047	5	3.19	0.073	-0.005≤pr≤0.151	=
Bueno	187	0.338	39	22.9	0.573	0.423≤pr≤0.722	0.4
Regular	259	0.469	18	31.89	0.264	0.130≤pr≤0.397	- 0.4
Pobre	80	0.144	6	9.79	0.088	0.002≤pr≤0.173	=

$X^2= 19.71$, $gl=3$, $n=68$, $p<0.00$.

6.3.2.- Ambitos Hogareños

Se utilizaron los datos o registros (Históricos) de 6 berrendos (4 hembras y 2 machos) como validadores del estudio. En promedio registraron un ámbito hogareño de 167.30 km² (Min= 39.87 km² y Max= 355.93 km²) (Cuadro 8).

Cuadro 8.- Registros Históricos de Berrendos Utilizados en la Validación del Modelo de Calidad del Hábitat en la RBEPyGDA.

Frecuencia	Sexo	Ambito Hogareño (Km ²)
8.775	Hembra	226.04
8.974	Hembra	355.93
9.280	Hembra	230.42

9.391	Macho	39.87
9.420	Hembra	74.01
9.450	Macho	77.56

Al sobreponer los ámbitos hogareños de los berrendos en el modelo de calidad del hábitat, se observa (esquemáticamente) que los berrendos utilizan la mayor parte de las clases de hábitat (Excelente, Bueno y Regular), evadiendo consistentemente el hábitat clasificado como Pobre (Fig. 4).

7.- Discusión

No obstante que en nuestro trabajo no se contempló la evaluación numérica de los grupos de berrendos en la zona de estudio, sí es notable que el número bajo de registros para la zona refleja lo encontrado en otros estudios anteriores, que fueron enfocados a la estimación poblacional del berrendo (González *et al.*, 1985; de Vos, 1990; Castillo, 1993), en los cuales se ha hecho énfasis sobre la baja densidad de esta subespecie en la Zona de El Pinacate y para Sonora en General. En el caso particular de la zona de El Pinacate, González *et al.* (1985), menciona que las cifras de berrendos registrados históricamente en el área, va de 13 observaciones en 1971 a 30 registrados en 1984, números que coinciden con nuestros registros, también bajos.

En este trabajo al igual que como se menciona en otros realizados en El Pinacate (González *et al.*, 1985; Castillo, 1993) se coincide en que las topoformas o terrenos, que a la vez se relacionan con las asociaciones de vegetación (Ezcurra *et al.*, 1987; Felger, 1992), clasificados como planicies arenosas, dunas fijas o médanos y parte alta de las bajadas o pie de monte son de gran importancia para esta especie. En nuestro caso se demostró que los berrendos no utilizan los componentes del hábitat (Terreno y/o asociaciones de vegetación) en la proporción a la que se encuentran en el área de estudio, sobre todo la parte alta de la Bajada, la cual se utilizó más de lo esperado según su disponibilidad.

Lo anterior es probable tenga dos connotaciones importantes, la primera está relacionada con la dieta del animal y la segunda con su protección, con relación a la primera está bien documentada (Ezcurra *et al.*, 1987; Felger, 1992) que las planicies arenosas y médanos sostienen una relativa riqueza de herbáceas, pastos y arbustos que según autores como Buechner (1950); Mcinnis y Vavra (1987); Pyrah (1987) y Jaramillo (1989) forman parte importante de la dieta del Berrendo en Norteamérica. La segunda connotación, la protección, pensamos que está relacionada con la selección demarcada en nuestro estudio de las partes altas de las Bajadas y/o Pie de Montes, ya que son estas zonas las que ofrecen arbustos y subarboles adecuados como para ser ramoneados y para ser utilizados como protección ante factores ambientales estresantes (altas temperaturas, lluvias, vientos fuertes, entre otros); asimismo, ofrecen protección contra depredadores naturales como el coyote, águilas, el puma etc. (especialmente para las crías).

Se puede considerar a nuestro modelo de calidad del hábitat, entre bueno y regular ya que \approx el 83% de las observaciones se registran en estas categorías de calidad del hábitat, igualmente los rangos caseros nos indican que las áreas que principalmente éstos engloban, se encuentran en estas categorías. Algo importante a aclarar para este modelo y tal como lo menciona Castillo (1993) es que no existe una definición muy clara entre el hábitat clasificado como planicies arenosas y médanos o dunas fijas bajas, clasificadas respectivamente como hábitats buenos y excelentes en nuestro trabajo; no obstante lo anterior, la ausencia de ungulados domésticos (vacas, chivos, burros, etc.) y la ausencia humana y su infraestructura (cercos, potreros, caminos o veredas, entre otros) fueron factores claves para elevar la puntuación de las zonas de médanos y así ser clasificadas como excelentes, caso contrario para las planicies donde sí se registran algunos de los factores anteriormente mencionados o el potencial de registrar estos factores adversos al berrendo es mucho mayor.

8.- Conclusiones

- Tomando en cuenta que las Bajadas Desérticas y la vegetación asociada a dicha topografía, fueron utilizadas o preferidas por el berrendo, se concluye que cualesquier actividad de manejo contemplada para dicha zona que pudiese afectar dicha asociación, sea considerada previamente en relación a su importancia para el berrendo, ya que cualesquier actividad enfocada a estas zonas afectarán la estructura y movimientos de las poblaciones del berrendo en El Pinacate.
- El modelo de calidad del hábitat es bueno ya que puede discernir en forma precisa la presencia del berrendo entre los hábitats de tipo pobre, regular y bueno; sin embargo, existen fallas de tipo de ausencia de información que pudieran mejorar el modelo para una mejor predicción de hábitat excelente.
- Se necesita realizar trabajos que aborden la dinámica poblacional del berrendo en Sonora y muy en particular para los grupos que se encuentran dentro de la RBEPyGDA. Haciendo énfasis en determinar índices de Mortalidad, Natalidad y de reclutamiento a los diferentes estadios de madurez. Esto permitirá tener un entendimiento claro del porque son bajas las poblaciones de berrendo en El Pinacate y en general en Sonora.
- Con el fin de poder realizar una mejor clasificación de los sitios, es necesario evaluar y contar con mayor información sobre aspectos como diversidad y uso-disponibilidad de su dieta, uso de agua libre disponible, determinación de áreas de apareamiento, sitios de descanso, de parto y de crianza. Lo anterior, permitirá definir clases de áreas (pobres, regulares, buenas y excelentes) y determinar en forma más precisa la importancia o el valor de las áreas a evaluar para la elaboración de modelos de calidad de hábitat con mayor capacidad de predicción para el berrendo.
- Es necesaria información sobre la dieta (anual y estacional) de los berrendos,

tomando en cuenta que ésto nos permite la elaboración de no solo modelos de calidad del hábitat de tipo espacial sino de tipo estacional, así como una mejor definición de las clases del hábitat.

V.- PUMA

1.- Introducción

El puma era una de las especies de mayor distribución en las Américas, con una distribución longitudinal desde la Columbia Británica hasta el Sur de Chile y Argentina. Sin embargo, la presión (antropogénica) sobre sus poblaciones y su hábitat han disminuido en gran parte sus números y su rango distribucional. La distribución actual de los pumas en México, América Central y partes de Sudamérica actualmente es desconocida (López y González, 1998).

Currier (1983), establece que la distribución del puma en el Hemisferio Occidental es probablemente limitada por la interferencia humana, ausencia de presas y ausencia de cobertura con fines de protección y depredación. Según Dixon (1981) el puma prefiere microhábitats caracterizados por desfiladeros con salientes rocosas, cobertura vegetal densa y áreas que permitan su protección. En México han sido asociados con todo tipo de hábitats excepto las partes bajas del Desierto Sonorense (McIvor *et al.*, 1995).

Dentro de la variada dieta del puma ubicado en el Desierto Sonorense, se encuentran diferentes ungulados dentro de los cuales se ubican el Borrego Cimarrón y el Berrendo Sonorense. De ahí el interés de este estudio por registrar la presencia del puma, tomando como base áreas de distribución del borrego y berrendo, dentro de la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Por otra parte, existe una tendencia conservacionista de adoptar esta especie como "especie clave", concepto que se aplica a especies cuyas actividades son críticas para el mantenimiento de la comunidad y/o como un represor mayor de especies consideradas como sus presas y que en altas densidades modifican la comunidad original.

Así, uno de los objetivos de este trabajo es la determinación de la presencia de esta especie clave dentro de la RBEPyGDA, cuya información pudiera contribuir en el manejo y conservación de esta especie.

2.- Antecedentes

Para el caso del puma, en Sonora no existen trabajos publicados que tengan que ver con censos, biología y aspectos ecológicos (uso del hábitat), solamente existen algunos trabajos sobre distribución, que proporcionan algunas localidades (Leopold, 1977; Caire, 1978), mencionando que sospechan que es muy abundante en las zona de pino-encino y poco abundante en el desierto.

La mayoría de las localizaciones han sido comunicaciones personales de avistamientos esporádicos y a manera de hallazgo.

Castillo (1991), reporta un berrendo depredado por puma en las inmediaciones de la Sierra de San Francisco, ubicada a unos 20 Km al Sudeste de la Sierra El Pinacate, por otra parte, Alden (1973), reporta a este animal como muy raro en la zona y menciona una observación realizada en 1971 a 11.3 Km al sur de la Tinaja de los pápagos, dentro de la Reserva. Actualmente, solo se cuenta con comentarios y denuncias de pobladores locales sobre la presencia del Puma. La Ausencia de información básica sobre esta especie, es el principal problema.

3.- Area de Estudio

3.1.- Area de Estudio: Zona de Borrego Cimarrón

El área dentro de la RBEPyGDA, donde principalmente se concentró el estudio se caracteriza por ser un escudo volcánico, con un área de $\approx 317 \text{ km}^2$ (Fig. 1). caracterizado por cráteres y conos de ceniza y suelos de derrame de lava. El pico más alto alcanza los 1206 msnm. Según su tipo de vegetación se clasifica como desierto micrófilo y dentro de la subdivisión del Desierto Sonorense, denominada Valle Bajo del Río Colorado (Brown, 1980), la principal asociación de plantas la definen la gobernadora y hierba del burro (*Larrea divaricata* y *Ambrosia dumosa*). Las temperaturas medias de verano y de invierno son de 30°C y 12°C , respectivamente. La precipitación promedio anual es de 165 mm, con medias estacionales de 72 mm en el Verano y de 48 mm en Invierno.

3.2.- Area de Estudio: Zona de Berrendo Sonorense

Tomando como base la distribución actual del berrendo en la RBEPyGDA, se seleccionó el área de estudio que comprende una superficie aproximada de 552 km^2 . (Fig. 1). Esta zona se caracteriza porque la mayor parte de su superficie son terrenos planos de suelo arenoso fino, así como por la presencia de dunas fijas o médanos, los cuales sostienen vegetación muy dispersa caracterizada por arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*), la hierba del burro (*Ambrosia dumosa*), cactáceas como las choyas (*Opuntia fulgida* y *O. bigelovii*), herbáceas como la verbena de arena (*Abronia villosa*) lupinos (*Lupinus arizonicus*) y pastos como la galleta (*Hylaria rigida*). Entrecruzando en forma dendrítica a estas planicies están las zonas xeroriparias o de drenaje los cuales sostienen principalmente subárboles como el palo verde (*Cercidium microphyllum*), el mesquite (*Prosopis spp.*), el palo fierro (*Olneya tesota*), entre otras. En esta misma área de estudio, pero en menor proporción, se encuentran las topofomas de sierras volcánicas y graníticas que sostienen vegetación característica tales como la rama blanca (*Encelia farinosa*), sangregado (*Jatropha cuneata*), ocotillo (*Fouquieria splendens*) y algunas suculentas como las cabezas de viejo (*Mammillaria spp.*), mezcal (*Agave spp*) y viznagas (*Ferocactus spp.*) (Ezcurra *et al.*, 1987; Felger, 1992).

Las temperaturas medias de verano y de invierno son de 30°C y 12°C , respectivamente. La precipitación promedio anual es de 165 mm, con medias

estacionales de 72 mm en el Verano y de 48 mm en Invierno.

4.- Objetivo particular

Determinar y registrar la presencia del Puma en relación a la distribución del borrego cimarrón y el berrendo sonorense dentro de la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

5.- Metodología(s)

5.1.- Entrevistas

Durante las visitas al campo se entrevistó directamente a pobladores locales (principalmente ejidatarios) y a personal técnico de la Reserva de la Biosfera El Pinacate con el fin de registrar lo más precisamente posible sitios de avistamientos de Puma para las zonas anteriormente mencionadas como zonas de Estudio.

5.2.- Observaciones

Durante los recorridos en vehículo y a pie durante la búsqueda de Borrego Cimarrón y de Berrendo Sonorense (ver metodologías para Borrego y Berrendo), se realizaban observaciones de dos tipos :

5.2.1.- Indirectas

En este caso se registraban los rastros y huellas posibles de Puma, principalmente en terrenos arenosos y en arroyos desérticos, así como en tinajas y/o aguajes permanentes, para esto previamente se tomaron como base las huellas y heces fecales de tres pumas (2 machos adultos y una hembra adulta) en cautiverio en las instalaciones del Centro Ecológico de Sonora (IMADES), las huellas se remarcaron utilizando hojas de acetatos y se fotografiaron junto con una muestra de sus heces fecales, estas se llevaban al campo y se comparaban una vez que se observaban huellas o rastros semejantes a los del Puma.

5.2.2.- Directas

Se registraban las observaciones directas en mapas topográficos de la Zona 1:50,000, los más precisamente posible.

6.- Resultados

Con relación a las entrevistas solamente dos ejidatarios, de 10 entrevistados, mencionaron alguna vez haber visto un animal; sin embargo, ambos dieron direcciones de observación fuera de nuestras áreas de estudio (Borrego y Berrendo) y sin posibilidad de corroboración ya que mencionaban tiempos de uno a dos años atrás a

nuestro estudio, ninguno menciona él haber visto huellas ni pieles en alguno de los ranchos dentro de la Reserva.

Solamente se realizaron 3 observaciones, dos indirectas dentro del área de estudio delimitada para el Borrego Cimarrón (Fig. 5), en estos casos se observaron: 1 huella de un adulto y 1 excremento viejo también de un adulto junto a una tinaja denominada de Itoi (Fig. 5). Ambos fueron registrados el 25 de mayo de 1998.

El 26 de Agosto de 1998, se observó un juvenil de Puma, cruzando la carretera No. 2 (Sonoyta- San Luis Río Colorado) al Noroeste fuera de los límites Norteños del área de estudio del Borrego Cimarrón. En este caso no se pudo identificar el sexo.

7.- Discusión

En relación a las entrevistas éstas fueron muy pocas y de información muy difusa, como para poder ser utilizadas como algún índice de abundancia y/o presencia de los pumas en la zona y/o zonas de estudio. En un estudio realizado por Van Dyke y Brocke (1987), para puma en el Este de los EUA, concluyeron que la solicitud de información indiscreta sobre la observación de pumas, es un método ineficiente, inapropiado e impreciso para determinar el estatus de las poblaciones del puma, por lo que en nuestro estudio, solo se planteo como indicativo de su presencia y como orientación.

La intención general del estudio era la de registrar observaciones directas e indirectas en zonas desérticas y de hábitats considerados como inadecuados para sostener densidades de puma medias o altas (Shaw *et al.*, 1988; Cashman, 1992; Ockenfels, 1994). No obstante, el puma, debido a su capacidad de adaptabilidad a diferentes tipos de hábitats y de presas, es considerado como uno de los mamíferos carnívoros más adaptable y generalista (Iriarte *et al.*, 1990; López, 1998).

El único animal observado durante nuestro estudio, observación que fue realizada en una zona cercana a las zonas de estudio para nuestro trabajo, se realizó a manera de hallazgo cuando el animal cruzaba la carretera, lo cual coincide con los resultados de Van Dyke y Brocke (1987) donde mencionan que durante las cacerías y el movimiento en vehículos por campistas era cuando se registraban las observaciones de puma.

8.- Conclusiones

Así, a manera de conclusiones y recomendaciones se puede establecer lo siguiente:

- Los resultados de este estudio no pueden considerarse como indicativos de la abundancia del puma en las áreas de estudio, ya que fueron registros secundarios al seguimiento y registro de grupos de Borrego Cimarrón y Berrendo dentro de la

RBEPyGDA. Así, el esfuerzo no fue intensivo ni sistemático hacia la obtención de registros del puma.

- Es necesario realizar estudios intensivos y sistemáticos sobre esta especie en la RBEPyGDA, tomando en cuenta que pudiera ser una especie clave con fines de conservación y manejo.
- Se sugiere un revisión a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, tomando en cuenta los antecedentes de que para la zona desértica esta especie es muy rara o pudiese estar amenazada, debido al estigma que pesa sobre este animal en el sentido de ser sacrificado en cualquier oportunidad. Asimismo, se deben tomar en cuenta los cambios que está sufriendo la zona desértica de Sonora en relación a su uso del suelo, agricultura, ganadería, minería, entre otros. La ausencia de agua y las presiones antrópicas imponen una gran restricción a una ya de por sí población baja.

BIBLIOGRAFIA: Borrego, Berrendo y Puma.

- Alderman, J . A., P. R. Krausman and B. D. Leopold. 1989. Diel Activity of Female Desert Bighorn Sheep in Western Arizona. *J. Wildl. Manage.* 53 (1):264-271.
- Bristow, D. K., J. A. Wennerlund, R. E. Schweinsburg, R. J. Olding and R. E. Lee. 1996. Habitat Use and Movements of Desert Bighorn Sheep Near the Silver Bell Mine, Arizona. Arizona Game and Fish Department, Tech.Rep.25. 1-57.
- Buechner, H. K. 1950. Life History, Ecology and Range Use of the Pronghorn Antelope in Trans-Pecos Texas. *The American Midland Naturalist.* Vol.43.(2).257-355.
- Búrquez-Montijo A. y Carlos Castillo-Sánchez. 1994. Reserva de la Biosfera El Pinacatey Gran Desierto de Altar: entorno biológico y social. *Estudios Sociales: Ecología y Pobreza.* CIAD A.C., Colegio de Sonora y Universidad de Sonora. Revista delInvestigación del Noroeste, Vol. V, núm. 9, enero-junio de 1994, p. 9-63.
- Byers, C : R., R .K. Steinhorst, and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *J. Wildl. Mange.* 48:1050-1053.
- Caire, W. 1978. The Dstribution and Zoogeography of the Mammals of Sonora Mexico. Ph.D. Dissertation . The University of New Mexico. Vol. 4. 492-494.
- Cashman, J.L., M. Peirce and P.R. Krausman. 1992. Diets of Mountain Lion in the Southwestern Arizona. *The Southwestern Naturalist.* Vol.37 No. 3. 324-326.
- Castillo-Sánchez, C. 1990. Estrategias de recuperación del Berrendo Sonorense. Reporte final de la primera fase. Inf. Tec. prep. por Centro Ecológico de Sonora para la D.G.C.E.R.N. de la SEDUE. 62 p.
- Castillo-Sánchez, C. 1992. Estrategias de recuperación del Berrendo Sonorense 2a. fase: captura, marcaje y protección. Inf. Tec. prep. por Centro Ecológico de Sonora para la SEDESOL. 65 p.
- Castillo-Sánchez, C. 1993. Informe Técnico y Programa de Manejo para el Berrendo Sonorense (*Antilocapra americana sonoriensis*) en Sonora, México, 1993. Inf. Tec. prep.por Centro Ecológico de sonora para la SEDESOL. 70 p.
- Cunningham, S. C. 1989. Evaluation of Bighorn Sheep Habitat. ed Raymond Lee. in : *The Desert Bighorn Sheep in Arizona.* Arizona Game and Fish Dept. Phoenix.
- Cunningham, S. C. and J. C. de Vos. 1992. Mortality of Mountain Sheep in the Black Canyon Area of Northwest Arizona. *Desert Bighorn Council Trans.* 36: 27-29.
- Currier, M.S.P. 1983. *Felis concolor*, Mammalia Species. No.200. 1-7.
- deVos, J.C. 1990. Selected Aspects of Sonoran Pronghorn Research in Arizona and

Mexico. Maniging Wildlife in the Southwest Symposium. 46-52.

Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Desarrollo Social. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Lunes 16 de mayo de 1994. Listado de especies raras, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial de la República Mexicana.

Dixon, K.R. 1981. Mountain Lion *Felis concolor*. pp. 711-727 in; Chapman, J.A. and G.A. Feldhamer (eds). *Mammals of North America* John Hopkins University Press.

Dodd, L. N. and R. H. Smith. 1988. Habitat and Spatial Relationships of Sympatric Desert Bighorn Sheep and Cattle. Research Branch. Arizona Game and Fish Department. 1-25.

Ebert, D.W. and C. L. Douglas. 1994. Potential Impacts of the Black Canyon Bridge on Bighorn Sheep: A Reevaluation using a GIS Habitat Evaluation Model. Cooperative National Parks Resources Studies Unit. Univ. of Nev. Las Vegas.

Ezcurra, E., M. Equihua, & J. López-Portillo. 1987. The Desert Vegetation of El Pinacate, Sonora, México. *Vegetatio* 71:49-60.

Felger, R. 1992. Synopsis of the Vascular Plants of Northwestern Sonora, México. *Ecologica* 2 (2): 11-44.

Gonzalez, A., P. Gallina and S. Alvarez. 1985. Wild Bighorn Sheep and Pronghorn Antelope in the Pinacate, Sonora: A Dwindling Resource. 233-242. In: Whitehead, E., C. Hutchinson, B. Timmermann and R.G. Varady. (Eds). *Arid Lands Today and Tomorrow*. Procc. Intl. Research and Development Corp. Tucson, Az.

Hansen, C. G. 1980. Habitat. Pp. 64-79. In: Monson, G. and L. Sumner (Eds). *The Desert Bighorn, it's Life, History, Ecology and Management*. The University of Arizona Press. Tucson. Az. 365PP.

Hernandez, A.R., C.S. Castillo y M.A. Luna. 1988. Censo Poblacional de Berrendo Sonorense. *Antilocapra americana sonoriensis* en la Región del Pinacate, Sonora. Reporte Técnico. Centro Ecológico de Sonora. Hermosillo, Sonora. 25 pp.

Hicks, L. L. and J. M. Elder. 1979. Human Disturbance of Sierra Nevada Bighorn Sheep. *J. Wildl. Manage.* 43 (4):909-915.

Iriarte, J.A. W.L., Franklin, W.E. Johnson & K.A. Redford. 1990. Biographic Variation of Food Habits and Body Size of the America Puma. *Oecologia* 85: 185-190.

Jacobs, J. 1974. Quantitative Measurement of Food Selection. A modification of the Forage Ratio and Ivlev's Electivity Index. *Oecologia*. (Berl.)14, 413-417.

Jaramillo, F.M. 1989. Contribución al Conocimiento y Conservación del Berrendo de Baja California (*Antilocapra americana peninsularis*) Nelson 1912: Antilocapride, Mammalia. En

el Desierto de Vizcaino Baja California Sur. Mexico. Tesis de Licenciatura. UNAM. Mexico. 111.pp.

Krausman, P.R. and B.D. Leopold. 1986. The Importance of Small Populations of Desert Bighorn Sheep. *Trans. 51st N.A. Wildl. & Nat. Res. Conf.* 51:52-61

Lee, R. M. y E. López-Saavedra. 1993. Helicopter Survey of Desert Bighorn Sheep in Sonora, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions* 37:29-32.

Lee, R.M. y E. López-Saavedra 1994. A Second Helicopter Survey of Desert Bighorn Sheep in Sonora, Mexico. *Desert Bighorn Council Transactions* 38:12-13.

López, C.A. y A.R. Gonzalez. 1988. A Synthesis of Current Literature and Knowledge About the Ecology of the Puma (*Puma concolor* Linnaeus). *Acta Zoologica. Mex.* 75: 171-190.

López, E.E. R.M. Lee. J.C. deVos. R.E. Schweinsburg y G. Luna. 1999. Relación Uso-Disponibilidad de Componentes Topográficos y un Modelo de Calidad del Hábitat para el Borrego Cimarrón, en Sonora, Mex. *Acta Zool. Mex.*76:

May, L. A. 1973. Resource Reconnaissance of the Gran Desierto Region. Northwestern Sonora, Mexico. M.S. Thesis. Submitted to the Faculty of the Department of Watershed Management. University of Arizona.

Mcinnis, M.L. and M. Vavra. 1987. Dietary Relationship Among Feral Horses, Cattle and Pronghorn in Southeastern Oregon. *Journal of Range Management* 40(1). 60-66.

Mendoza, J. 1976. Status of the Desert Bighorn in Sonora. *Desert Bighorn Council. Trans.* 20:25-26.

Miller, G. and E. L. Smith. 1985. Human Activity in Desert Bighorn Habitat: What Disturbs Sheep?. *Desert Bighorn Council, Trans.* 4-8.

Monson, G. 1968. The desert pronghorn. *Desert Bighorn Council Transactions.* April 10-12 Las Vegas, Nev. 63-69.

Neu, C. W., C. R. Byers y J. M. Peek. 1974. A Technique for Analysis of Utilization Availability Data. *J. Wildl. Manage.* 38:541-545.

Ockenfels, R. A., C.L. Ticer, A. Alexander, J.A. Wennerlund. 1996. A Landscape-Level Pronghorn Habitat Evaluation Model For Arizona. Technical Report. No. 19. Research Branch. Arizona Game And Fish Department. 50 pp.

Ough, W. P. and J. C. de Vos. 1984. Intermountain Travel Corridors and Their Management Implications for Bighorn Sheep. *Desert Bighorn Council. Trans.* 28:32-36.

Paradiso, J.L. and R.M. Nowak. 1971. Taxonomic Status of the Sonoran Pronghorn. *J. Mammal.* 52: 855-858.

Russo, J.P. 1965. A Preliminary Reconnaissance and Evaluation of the Wildlife in the Pinacate Region, Sonora, Mexico. *Desert Bighorn Council Transaction*. 15-18.

Scott, J. E., R. R. Remington and J. C. de Vos. 1990. Numbers, Movements, and Disease Status of Bighorn in the Southwestern Arizona. *Desert Bighorn Council Trans.* 34:9-13.

Thompson-Olais, L. 1994. Sonoran Pronghorn Recovery Plan Revisión. (*Antilocapra americana sonoriensis*). Cabeza Prieta National Wildlife Refuge. For Región 2 U.S. Fish and Wildlife Service.

Turner, R. M. and D. E. Brown. 1982. Sonoran Desert Scrub. pp. 181-221. In: D.E. Brown (ed) Biotic Communities of the American Southwest United States and México. *Desert Plants*.

Van Dyke, F.G. and R.H. Brocke. 1987. Sighting and Track Reports as Indices of Mountain Lion Presence. *Wildl. Soc. Bull.* 15: 251-256.

Wakeling, F. B. and W. H. Miller. 1989. Bedsite Characteristic of Desert Bighorn Sheep in the Superstition Mountains, Arizona. *Desert Bighorn Counc. Trans.* 33: 6-8.

Wakeling, F.B 1990. A Modified Habitat Suitability Index for Desert Bighorn Sheep. Pp. 58-66. In: Krausman, P.R. and N.S. Smith. (eds). Managing Wildlife in the Southwest. *Simposium Proceedings*.

APENDICE I

FORMATO DE CAMPO:

BORREGO CIMARRON

Apéndice I Formato de Campo Borrego Cimarrón	
CODIGOS TOPOGRAFICOS (* ¹)	
1.- PICO MONTAÑOSO	
2.- LADERA DEL CAÑON	
3.- LADERA DE LA COORDILLERA	
4.- LOMAS SOMERAS	
5.- PLANICIE	
6.- ARROYO	
7.- TERRAZA O PUERTO	
8.- FONDO DE CAÑON	
9.- CABEZA DEL CAÑON	
CODIGOS DE VEGETACION (* ²)	
1.- ARBUSTIVO, MATORRAL (>60% DE COBERTURA)	
2.- ARBUSTOS, MATORRAL (25 A 50 % DE COBERTURA)	
3.- MODERADAMENTE ABIERTO (10 A 25% DE COBERTURA)	
4.- ABIERTO (< 10% DE COBERTURA)	
CODIGOS DE COMPORTAMIENTO (* ⁴)	
0.- SIN REACCION NOTABLE. EL ANIMAL CONSCIENTE DE LA PRESENCIA PERO NO REACCIONA.	
1.- POCA REACCION ALGUNOS DEL GRUPO LO NOTAN PERO NO REACCIONAN.	
2.- REACCION LEVE, EL ANIMAL CAMINA Y SE RETIRA UN POCO PERO REGRESA A SU ACTIVIDAD.	
3.- REACCION MODERADA, REACCION INMEDIATA, TROTO POR UNA DISTANCIA CORTA (100m) Y POSTERIORMENTE (10 min) REGRESO A SU ACTIVIDAD ANTERIOR.	
4.- REACCION FUERTE REACCION INMEDIATA CORRIO O TROTO, NO REGRESO A SU ACTIVIDAD NORMAL.	
ACTIVIDAD (* ⁵)	
(1) COMIENDO	(5) ALERTA
(2) ECHADO	(6) COPULANDO
(3) EN MOVIMIENTO	(7) VIAJANDO
(4) AMAMANTANDO	(8) TOMANDO AGUA
(0) NO SE ESTA SEGURO	

2.- No. DE IDENTIFICACION	
3.- HORA (MILITAR)	
4.- MES	
5.- DIA	
6.- AÑO	
7.- LOCALIZACION E-0	
8.- LOCALIZACION N-S	
9.- ELEVACION (m)	
10.- PENDIENTE (%)	
11.- ASPECTO (0-360°)	
12.- TOPOGRAFIA (* ¹)	
13.- DIST. TERRENO DE ESCAPE	
14.- VEGETACION (* ²)	
15.- DIST.A OBSERVADOR	
16.- POSICION OBSERVADOR (* ³)	
17.- REACCION AL OBSERVAD. (* ⁴)	
18.- DIST. DE MOVIM. DEL BORR	
19.- TIEMPO DE OBSERV. (% de 1H)	
20.- DIST. CENTRO DE POBLACION	
21.- DIST. A LA CARRETERA	

OBSERVACIONES DE LOS ANIMALES (NUMERO Y CLASIFICACION)			
22.- MACHOS ADULTOS (POR CLASE)			
CI	CII	CIII	CIV
23.- HEMBRAS			
JUVENILES		2 AÑOS O MAS	
24.- CRIAS			
25.- NO IDENTIFICADO			
27.- ACTIVIDAD (* ⁵)			

COMENTARIOS:

POSICION DEL OBSERVADOR (* ³)		
ARRIBA=1	ABAJO=2	IGUAL=3

1.- No. DE OBSERVACION	
------------------------	--

APENDICE II

CRITERIOS DE CALIDAD DEL HABITAT:

BORREGO CIMARRON

CRITERIOS DE EVALUACION DEL HABITAT PARA BORREGO CIMARRON

TOPOGRAFIA: Tipo de Terreno

- 0 - Terreno plano o poco ondulado; a más de 1.6 km. de terreno con pendiente pronunciada >60%.
- 5 - Cerros bajos o Sierra baja (>100<300 m) alta pendiente >60%, a más de 1.6 km. de Sierra alta escabrosa.
- 10 - Cerros bajos, de alta pendiente >60%, entre 1.6 km. de distancia de Sierra alta escabrosa.
- 15 - Sierra mediana (>300<600 m) de alta pendiente, a más de 1.6 km. de terreno escabroso.
- 20 - Sierra mediana; de gran pendiente >60%. a menos de 1.6 km., con cañones y salientes intercostales.
- 25 - Sierra alta (>600 m), terreno de gran pendiente con cañones, acantilados y salientes intercostales.

La clasificación y valoración de la vegetación se basó principalmente en los resultados obtenidos de observaciones en tomando en cuenta las especies más abundantes, del trabajo realizado por Turner y Brown (1994), para las comunidades del Desierto Sonorense y Ezcurra *et al.*, (1987) y Felger (1992) para las comunidades del Pinacate.

Asignándose los siguientes criterios:

VEGETACION: Tipos de vegetación.

- 0 - Vegetación de Dunas, Planicies o Medanos; pendientes de 0-10%; cobertura abierta <15%; Dominancia de plantas como *Ambrosia dumosa*, *Aristida californica*, *Larrea divaricata*, *Prosopis glandulosa*, y con alta presencia de anuales como; *Abronia villosa*, *Eriogonum trichopes*, *Logloisia setosissima*, *Oenothera primaverais*.
- 5 - Vegetación de Bajadas Desérticas y sistemas Xeroriparios (arroyos): con pendientes de 10 a 20%; cobertura vegetal de 10 a 50%; dominan especies como *Larrea divaricata*, *Ambrosia deltoidea*, *A. dumosa*, *Encelia farinosa*, *Cercidium floridum*, *Prosopis glandulosa*, *Olneya tesota*.
- 10 - Vegetación de sierras altas, de pendientes mayores de 60%; Dominan asociaciones de *Ambrosia dumosa*, *Larrea divaricata*, *Jatropha cuneata*, y suculentas y rosetófilas como; *Agave deserti*, *Ferocactus cylindraceus*, *Opuntia basilaris*, *Yucca whipplei*.

Los valores de precipitación promedio anual y estacionalidad se obtuvieron de las dos estaciones meteorológicas más cercanas a el área de estudio, así como de trabajos descriptivos como Ezcurra y Rodríguez (1986) y Turner y Brown (1994).

PRECIPITACION (Humedad ambiental):

- 0 - De 60 - 120 mm anuales; Principalmente en invierno.
- 5 - De 120 a 160 mm anuales; Principalmente en verano.
- 10 - De 160 a 200 mm anuales; Tipo bimodal.
- 15 - Más de 200 mm anuales; Tipo bimodal.

El resto, uso humano, competencia, contiguidad y expansión del hábitat. Se mantienen en esencia, muy similares a los establecidos en los modelos anteriormente desarrollados.

USO HUMANO :

- 0 - Presencia humana alta (>1000/año) y de alto potencial económico; Minería, Ganadería o Agricultura, a una distancia menor de 300 metros de carretera con alto flujo vehicular.
- 5 - Presencia humana media (100-1000/año), con restringido potencial económico y poca infraestructura, a una distancia >300 m <500 m de la carretera.
- 10 - Presencia humana baja (<100/año), con potencial económico bajo o restringido, a una distancia > 500m <1000 metros de la carretera.
- 15 - Relativamente sin presencia humana y sin potencial económico. Solamente presencia humana relacionada con la vigilancia y manejo de borrego cimarrón a más de 1Km de la carretera principal o sin presencia de caminos de ningún tipo.

FUENTES DE AGUA : Disponibilidad

- 0 - Irregular o casi nula durante todo el año; o fuente regular pero en terreno plano a más de 1 km. de terreno con pendiente alta y terreno escabroso.
- 5 - Regular (50%) principalmente en Invierno; o de construcción humana pero con obstrucción y a 1 km. de distancia de terreno con pendiente alta y escabroso.
- 10 - Regular(50%) principalmente en Verano; o de construcción humana, en terreno undulado, sin barreras y a menos de 1 km. de distancia de terreno de alta pendiente y escabroso.
- 15 - Perenne y suficiente; o de construcción humana y en terreno con alta pendiente y rocoso.

COMPETENCIA: (Principalmente con otros ungulados).

- 0 - Uso frecuente por animales domésticos particularmente; chivos, cabras, borrego doméstico, vacas, burros, caballos, perros etc.
- 5 - Presencia de animales domésticos en forma temporal: y algunos animales nativos y ferales.
- 10 - Más utilizado por venado y otras especies de ungulados nativos que por el borrego.
- 15 - Sin presencia actual o histórica, de animales domésticos y muy pocos ungulados nativos.

CONTINUIDAD DE HABITAT Y POTENCIAL DE EXPANSION : Area

En este caso para la definición de las áreas pequeñas, medianas y grandes, se utilizaron 27 sierras, ubicadas dentro del área de distribución actual del borrego, fueron digitalizadas de mapas topográficos 1:50000 y analizadas mediante un sistema de información geográfica.

- 0 - Hábitat de área pequeña ($>1\text{km}^2 < 15\text{ km}^2$); cercado o con barreras de infraestructura humana, o separados por más de 3 km. de terreno plano.
- 5 - Hábitat de tamaño mediano ($>15\text{ km}^2 < 60\text{ km}^2$); de buen hábitat separado de 1.5 a 3 km. de terreno plano, con alta cobertura vegetal. Cortado solamente por camino de terracería.
- 10 - Hábitat de tamaño mediano; de buen hábitat borreguero separado por terreno plano a una distancia entre .5 a 1.5 km. Cortado solamente por veredas.
- 15 - Hábitat amplio ($>60\text{ km}^2$); de buen hábitat borreguero, separado de otro buen hábitat por menos de .5 km. de terreno ondulado.

Así, según las sumatorias de los valores para cada uno de los criterios de los siete componentes, que se evalúan para cada una de las celdas (km^2), es un valor mínimo de 0 hasta un valor máximo de 110 puntos, que pueden ser asignados a una celda determinada, una vez que cada una de las celdas cuenta con su valor total, estas son clasificadas en rangos de calidad del hábitat que describen si es Excelente, Bueno, Regular y Pobre, quedando de la siguiente manera:

RANGO	CLASIFICACIÓN
0 - 20	POBRE
21 - 40	REGULAR
41 - 80	BUENO
81 - 110	EXCELENTE

APENDICE IV

FORMATO DE CAMPO:

BERRENDO SONORENSE

Apéndice IV : Formato de Campo para Berrendo Sonorense

CODIGOS TOPOGRAFICOS

1. DUNAS
2. MEDANO
3. PLANICIE
4. PENDIENTE
5. LOMERIOS
6. ARROYOS

CODIGO DE VEGETACION

1. ARBUSTIVO, MATORRAL.
(60% DE COBERTURA)
2. ARBUSTOS, MATORRAL.
(25 A 50% DE COBERTURA)
3. MODERADAMENTE ABIERTO.
(10 A 25% DE COBERTURA)
4. ABIERTO
(10% DE COBERTURA)

CODIGOS DE COMPORTAMIENTO

0. SIN REACCION NOTABLE. EL ANIMAL CONSCIENTE DE LA PRESENCIA, PERO NO REACCIONA.
1. POCA REACCION. ALGUNOS DEL GRUPO LO NOTAN PERO NO REACCIONAN
2. REACCION LEVE. EL ANIMAL CAMINA Y SE RETIRA UN POCO PERO REGRESA A SU ACTIVIDAD.
3. REACCION MODERADA. REACCION INMEDIATA, TROTO POR UNA DISTANCIA CORTA (100 M) Y POSTERIORMENTE (10 MIN) REGRESO A SU ACTIVIDAD ANTERIOR.
4. REACCION FUERTE. REACCION INMEDIATA, CORRIO O TROTO NO REGRESO A SU ACTIVIDAD NORMAL.

**OBSERVACION DE LOS ANIMALES
(NUMERO Y CLASIFICACION)**

23. Machos adultos (por clase)
24. Hembras
25. Crías
26. No Identificado
27. Actividad

(1) Comiendo; (2) echado; (3) en movimiento; (4) amamantando; (5) alerta
(6) copulando; (7) viajando; (8) tomando agua; (0) no se esta seguro.

1. No. de observación ()
2. No. de identificación ()
3. Frecuencia ()
4. Hora (militar) ()
5. Fecha Juliana ()
6. Mes ()
7. Día ()
8. Año ()
9. Elevación (m) ()
10. Pendiente (%) ()
11. Aspecto (0-360) ()
12. Topografía ()
13. Dist. a terreno de escape ()
14. Vegetación ()
15. Dist. al observador ()
16. Posición al observador
Arriba=1, Abajo=2 ()
17. Reacción al observador ()
18. Distancia de movimiento del Berrendo ()
19. Tiempo de observación (% de 1 hr.) ()
20. Comentarios _____
-
21. Coordenadas _____

23. I () II ()
24. Juveniles () 2 años o más ()
25. ()
26. ()
27. ()

APENDICE V

CRITERIOS DE CALIDAD DEL HABITAT:

BERRENDO SONORENSE

COMPONENTES Y CRITERIOS DE EVALUACION DE CALIDAD DEL HABITAT PARA BERRENDO SONORENSE.

Topografía: Tipo de Terreno.

Valor	Criterios.
0	Terrenos escarpados, de alta pendiente (mas de 60%), Sierras y Cañones.
5	Terreno con cerros altos y medianos, con pendiente mediana (más de 30% y menor de 60%),
10	Terreno con cerros bajos y ondulaciones, pendientes bajas (entre 10% y 30%).
15	Terrenos ondulados y planos con pendiente muy bajas (entre 5% y 10%). Con sierras o terreno escarpado a menos de 1Km.
20	Terrenos planos con pendientes menores al 10% , con terreno escarpado a más de 1 km. de distancia.

VEGETACIÓN: Asociaciones.

0	Asociación caracterizada por formas arbustivas como: la rama blanca (<i>Encelia farinosa</i>), sangregado (<i>Jatropha cuneata</i>), ocotillo (<i>Fouquieria splendens</i>), subarboles como el palo verde (<i>Cercidium microphyllum</i>), palo fierro (<i>Olneya tesota</i>) y suculentas como los viejitos (<i>Mammillaria spp.</i>), Mezcal (<i>Agave spp.</i>), así como chollas (<i>Opuntia spp</i>) y viznagas (<i>Ferocactus spp</i>). Sierras graníticas y volcánicas.
5	Asociaciones arbustivas de chamizo (<i>Ambrosia deltoidea</i>), cosahui (<i>Krameria grayi</i>), gobernadora (<i>Larrea divaricata</i>), cactaceas columnares como el sahuaro (<i>Carnegiea gigantea</i>), la sinita (<i>Lophocereus schottii</i>), viejitos (<i>Mamillaria spp.</i>).En pie de monte y parte superior de las bajadas desérticas.
10	Vegetación en sistemas dendriticos de drenajes desérticos, asociaciones de arboles y subarboles como mezquites (<i>Prosopis spp.</i>) palo verde (<i>Cercidium microphyllum</i>), palo fierro (<i>Olneya tesota</i>), arbustos como el romerillo (<i>Baccharis sarothroides</i> y <i>B. sergiloides</i> , <i>Hymenoclea monogyra</i>). Arroyos.
15	Asociaciones de gobernadora-chamizo-ramablanca (<i>Larrea divaricata</i> , <i>Ambrosia dumosa</i> , <i>A. deltoidea</i> , <i>Encelia farinosa</i>), sub arboles como el mezquite y palo verde (<i>Prosopis spp.</i> y <i>Cercidium spp.</i>) cactaceas como choyas (<i>Opuntia fulgida</i> y <i>O. bigelovii</i>), y otros el jumate (<i>Asclepias subulata</i>), popotillo (<i>Ephedra trifurca</i>) y efímeras como la verbena de arena (<i>Abronia villosa</i>), lupinus (<i>Lupinus arizonicus</i>), (<i>Cryptantha angustifolia</i>) (<i>Oenothera</i>

deltoides). y algunos pastos como la galleta (*Hylaria rigida*) (*Cenchrus palmeri*) y (*Aristida spp.*) Planicies arenosas, dunas y/o medanos.

AGUA: Libre disponible.

- 0 Sin agua libre disponible o agua disponible (represo, tinaja o abrevadero artificial) a mas de 16 km. de distancia. Hay agua pero no es accesible para el berrendo (cercado, pozo profundo o dentro de un centro de población.
- 5 Represo, tinaja o abrevadero a mas de 6 km. de distancia, no permanente, utilizada por ganado vacuno y caprino, cercano a centro poblacional (menos de 1km).
- 10 Agua disponible solamente en invierno. entre 1km y 6km de distancia. accesible al berrendo, presencia humana y de ganado muy esporádica.
- 15 Agua disponible todo el año. a menos de 1km de distancia. sin animales domésticos y sin presencia humana.

IMPACTO HUMANO: Infraestructura.

- 0 Alta presencia y/o permanencia humana (mas de 30 personas en forma permanente). Presencia de infraestructura como casas, carretera, cercos, potreros. Carretera pavimentada con alto movimiento de vehículos.
- 5 Mediana presencia humana (10 a 30 personas en forma permanente). Caminos amplios de tercería con uso constante. casas y potreros presentes.
- 10 Baja presencia humana (menos de 10 personas), con presencia intermitente. sin infraestructura humana, solo momentánea (ejem. casas de acampar). caminos de terraceria esporádicamente transitados.
- 15 Sin presencia humana. Sin cercos o cualquier infraestructura humana. Sin caminos solo veredas.

COMPETENCIA: Presión directa e indirecta.

- 0 Alta presencia de animales domésticos o ferales (ejem. vacas, caballos, cabras, borregos, burros domésticos y ferales, perros). Presencia de ungulados nativos (Venados, borrego cimarrón).
- 5 Mediana presencia de animales domésticos. Presencia de ungulados domésticos y nativos.
- 10 Baja presencia de ungulados domésticos y nativos.

15 Sin presencia de ungulados domésticos. Solamente presencia de ungulados nativos.

Así, según las sumatorias de los valores para cada uno de los criterios de los cinco componentes, que se evalúan para cada una de las celdas (km²), es un valor mínimo de 0 hasta un valor máximo de 80 puntos, que pueden ser asignados a una celda determinada, una vez que cada una de las celdas cuenta con su valor total, estas son clasificadas en rangos de calidad del hábitat que describen si es Excelente, Bueno, Regular y Pobre, quedando los rangos de la siguiente manera:

VALOR	CLASIFICACION
0-20	POBRE
21-40	REGULAR
41-60	BUENO
61-80	EXCELENTE