

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias

Determinación del Estrés Fisiológico en Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*) Relacionado con el Manejo Extensivo en Sonora y Baja California Sur, México

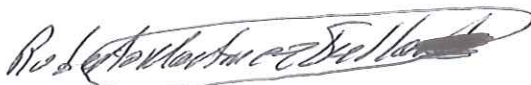
TESIS

Que para Obtener el Grado Académico de
Maestro en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Presenta:

Lizbet Pérez García

Aprobado por:



Dr. Roberto Martínez Gallardo

Director de Tesis


Dr. Pablo Arturo Salame Méndez

Codirector


Dra. Patricia Cortés Calva

Sinodal


M. C. Sonia Gabriela Ayala Cano

Sinodal

Ensenada, Baja California, México

Abril de 2005

*Todos los hombres siempre anhelamos hacer
nuestros sueños realidad; sin saber que lo que
realmente nos dará felicidad es hacer de nuestra
realidad un sueño*

-Mcq-

*En la prosperidad nuestros amigos nos conocen;
en la adversidad nosotros conocemos a nuestros
amigos*

-John Ch. Collins-

Dedicatoria

A mi hija Denise le dedico este triunfo, por que gracias a tí pequeña pude concluir este proyecto de mi vida profesional. Pues aunque hubo momentos difíciles en el transcurso, con tú llegada me diste la fuerza y el coraje para continuar. Eres y serás, mi motivo y mi razón para superarme. TE DEDICO ESTE TRIUNFO CON MUCHO AMOR PRINCESITA.

A mis padres, Esther y Armando por ser junto con mi hija, las razones por las cuales luce, hasta lograr cerrar este círculo. Gracias mamá y papá, por compartir conmigo sueños e ilusiones que hasta ahora se han podido concretar a pesar de las barreras que se han presentado. Por que ustedes creyeron en mí y no pusieron límites, ni precio a sus sacrificios. Me heredaron lo más valioso (mi estudio) y les estaré eternamente agradecida. Tenerlos como padres es una bendición y un orgullo. LOS AMO.

A mis hermanos Gersaín, Cesar, Fredy, Lorena y Armando, por que gracias a su apoyo, consejos y sacrificios me fue posible llegar hasta donde ahora estoy. No importa que tan pedregoso fue el camino, con su cariño y confianza lo pude lograr y este triunfo también es de ustedes.

A mis sobrinos: Bryan, Fredy, Daniel, Dímás, Omar, Valeria, Flavio, Jasmín, Matthew, Armando, Johvany, Andrea y Yadíra. Con mucho cariño a estos angelitos que han llenado de ilusión y alegría nuestras vidas. Por que aún en la distancia para mí fueron una razón más para superarme.

A mi familia de Ensenada (Mary, Adan, Ray, Adancito y Sebas), por se que no fue coincidencia sino diosidencia el haberlos conocido. Este logro, no lo hubiera podido concretar sin un pilar tan valioso e imprescindible como ustedes que me brindaron el calor de un hogar. Gracias por su cariño, el apoyo y los consejos brindados. Los quiero mucho.

Agradecimientos

En primer lugar quiero dar gracias a DIOS por la vida, por las bendiciones que me ha dado y por el amor infinito que me da cada día, a cada instante, recordándome lo importante que soy para él. Por que sin él, no se que hubiera sido de mi en los momentos difíciles.

Mis más sinceras gracias al cuerpo académico que hizo posible el diseño, la elaboración y conclusión de la presente tesis. El cual estuvo conformado por la Dra. Patricia Cortés Calva, la M. C. Sonia Gabriela Ayala Cano, el Dr. Roberto Martínez Gallardo y el Dr. Arturo Salame Méndez. **GRACIAS**, por que para obtener un producto en este campo científico es necesaria la aportación de conocimientos y experiencias que por fortuna encontré en ustedes; y que además de lo anterior fueron mi punto de referencia y ejemplo a seguir.

Gracias Paty Córtes, por tus atinados comentarios y sugerencias al manuscrito. Por dedicar parte de tu valioso tiempo a la revisión del documento. Así como también por creer en mí y animarme a terminar con esta tesis que para mí es muy importante.

Gracias parejita, por que desde el inicio hasta la culminación de este trabajo estuviste a mi lado apoyándome, y brindándome tu asesoría, tan valiosa como tu amistad. Cuando llegue a esta ciudad, sentí mucho miedo; aunque ya era por segunda ocasión que estaba aquí no podía dejar de extrañar a mis amigos y familiares. Pues había una gran distancia que me separaba de ellos. Luego para completar, la situación económica se volvió difícil y hasta llegue a pensar en la posibilidad de renunciar. Pero gracias a ti, que me echaste la mano, me brindaste tu compañía y amistad, es que mantuve firme mi decisión, por que ya no estaba sola tenía tu apoyo incondicional y además mi ejemplo a seguir. Este triunfo no hubiera sido posible sin ti, mil gracias y esperemos que vengan muchos más.

Agradezco al Dr. Arturo Salame Méndez, por el tiempo dedicado a la estructura y redacción del documento. Por el apoyo brindado durante la fase de

laboratorio, por las recomendaciones y consejos que me fueron de gran ayuda. Hoy en día, maestros como usted hacen mucha falta, por que ponen a nuestra disposición los medios y las herramientas sin otro interés que el de contribuir a la formación de profesionistas. Gracias con cariño, admiración y respeto.

Al Dr. Roberto Martínez Gallardo, le expreso un sincero agradecimiento por la segunda tesis dirigida. Por que aún con sus pros y contras logramos concretarla. Como dicen todo esfuerzo tiene su recompensa, y aquí estamos nuevamente cosechando un fruto que comenzó hace ya casi tres años; sin embargo, valió la pena la demora. Muchas gracias, por sus comentarios y apoyo durante la fase final de la tesis que fueron muy valiosos.

Con mucho cariño, quiero agradecer a un verdadero amigo y colega que se caracteriza por ser entrón y entusiasta. Con quien comparto: el gusto por el campo y el interés por el cimarrón. A ti compadre Iván que además de compartir aventuras en campo, horas de trabajo en el laboratorio, también has vivido conmigo etapas personales difíciles. Por que no permitiste que dejara de lado este proyecto estando al pendiente de mi avance. Gracias y esperemos que no sea el último.

Comadre, tu sabes lo difícil que fue terminar esta tesis. Agradezco tu amistad y apoyo durante el transcurso. Por que a pesar de la distancia, siempre te mantuviste al pendiente. Gracias comadre, por que tu sabes lo imprescindible que es contar con una amiga, confidente, cómplice, hermana, comadre, etc., cuando estas tan lejos de tus seres queridos. Tus palabras fueron trascendentales en mi recorrido; el cual en ciertos momentos parecía tornarse tan angosto que ya no creía poder continuar. Eres a todo dar, millones de gracias.

A la Fundación Salame-Castro por el apoyo brindado, la ayuda y la hospitalidad durante mi estancia en la Ciudad de México. Cada vez es más difícil encontrar personas como ustedes que ayudan sin condiciones, destinando lo necesario a nosotros los estudiantes. Gracias.

A Maria Pía, quien durante mi estancia en la UAM-I me apoyo en la cuestión técnica y con quien compartí horas de trabajo muy interesantes y fructíferas.

A la M. C. Claudia Leyva por su apoyo durante el curso del posgrado y por facilitar los medios que permitieron terminar este trabajo de tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada con número de registro 173935 por el periodo agosto/2002 a agosto/2004, en la convocatoria nacional Internet septiembre 2002 II para la realización de mis estudios de maestría.

A la Dirección General de Investigación y Posgrado de la Universidad Autónoma de Baja California por su apoyo a través del proyecto de Investigación Interna 2002 con el tema: "Hábitos alimentarios del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Baja California Sur y Sonora".

Al Sr. Roberto Noriega del Rancho Noche Buena, por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo de campo, así como por la hospitalidad brindada. Gracias.

Don Pepe muchas gracias por que además de nuestro guía en el campo, también ayudo en la recolecta de las muestras, y compartió con nosotros (Ema, Sonia, Iván, Rebeca, Dario y Yop) cansancio, sed y hambre.

A Don Ramón Arce, del ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur. Mil gracias por compartir con nosotros sus experiencias en el campo, mismas que nos sirvieron para conocer más al Sr. Cimarrón. Y esa acampada fue una experiencia inolvidable. Personas con su conocimiento y gusto por los cimarrones fomentan en nosotros el deseo por saber más de los secretos de la Sierra y el Borrego. Gracias.....

En el transcurso de la elaboración de este trabajo se consolidaron nuevas amistades y la tuya Rocío no fue la excepción, gracias por tu amistad. Gracias por tu apoyo durante la recolecta de las muestras, por la información que fue de gran ayuda para completar el escrito, por compartir tu trabajo de tesis ya que muchas

veces es difícil que entre nosotros mismos soltemos la información tan fácilmente. También quiero darte las gracias por compartir con nosotros las horas de trabajo en busca de las cacas, a las cuales se les das el valor que tienen apenas haciendo este tipo de trabajo.

A mis amigos y colegas de generación: Paty, Moi y Chava. Gracias por su amistad y por permitirme formar parte de su Club..... Por que he compartido con ustedes momentos muy agradables, alegres e inolvidables. Por favor no dejen de transmitir esa chispa de alegría que los caracteriza.

Gracias Emma, por tu apoyo en campo; gente como tú en campo hace la diferencia entre el trabajo de campo en equipo y las simples salidas de campo.

Gracias Rebeca, por el apoyo en campo durante la recolecta de excretas en Sonora. Y por ser además de una compañera de trabajo una amiga.

A Darío, por su ayuda en la recolecta de las muestras en el Rancho Noche Buena, Sonora.

A Claudia Reyes y familia, por que en la fase final me brindaron un apoyo que facilito la culminación de este trabajo de tesis, además muchísimas gracias por tu amistad y confianza, sabes que eres correspondida.

A la nana Julia por ese cariño, y por toda la ayuda que me brindo. Gracias a DIOS que me permitió conocerla y poder ganarme su aprecio.

A Samira, Alberto, Beatriz y Nadia, por que hicieron de mi estancia en la UAM-I una experiencia agradable y el ambiente de trabajo muy ameno. Gracias por esas idas a comer donde nos olvidábamos un poco de la chamba que nos esperaba en el laboratorio.

A mis amigos que aún en la distancia se mantuvieron al pendiente de mi, a ti Pajarito que comes alpiste, a la Martucha, al Jorsh, al Filemón del desierto, a Laura y Armando. Gracias.

A mi amiga y hermana Maribel, por esa amistad que ni la distancia ni el tiempo ha logrado deshacer.

Ady, muchas gracias por tu apoyo moral que fue de gran ayuda y por esa imagen que tienes de mí, espero no defraudarte. Gracias amiga.

Otras de las personas que pude llegar a tratar en el transcurso de esta tesis fueron: Julio, Valencia, Chalo, con quienes también compartí momentos muy agradables en el laboratorio y a quienes deseo expresarles un sincero agradecimiento por que también aportaron un granito de ayuda, con sus bromas, su compañía y esos detalles de amistad que me dieron fuerzas y ánimo para terminar esta tesis.

A todos aquellos que pudieran haber pasado desapercibidos, pero a quienes les agradezco infinitamente su ayuda.

Y por que no, también le agradezco a todos aquellos que creyeron que no lograría, por que es cierto que hasta de lo malo es posible sacar algo bueno y aquí esta la prueba....

INDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	5
2.1 Unidades de Manejo y Aprovechamiento de Vida Silvestre.....	5
2.2 Manejo y sus Diferentes Modalidades.....	6
2.3 Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón en México.....	8
2.3.1 Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) en México.....	8
2.3.2 Propósitos y Estrategias.....	8
2.3.3 Administración de la Especie.....	9
2.3.4 Marco Jurídico.....	10
2.4 Generalidades del Estrés.....	12
2.5 Estrés en Ungulados.....	14
2.6 Problemática del Borrego cimarrón en México.....	15
2.7. Distribución y Estado Actual de <i>Ovis canadensis mexicana</i> y <i>Ovis canadensis weemsi</i>	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. OBJETIVOS.....	20

4.1 Objetivo General.....	20
4.2 Objetivos Específicos.....	20
5. ÁREA DE ESTUDIO.....	21
5.1 Rancho Noche Buena, Hermosillo, Sonora.....	21
5.1.1 Características Físicas.....	21
5.1.2 Características Biológicas.....	21
5.1.3 Características de la UMA.....	22
5.1.4 Actividades Cinegéticas.....	22
5.2 Ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur.....	24
5.2.1 Características Físicas.....	24
5.2.2 Características Biológicas.....	24
5.2.3 Características de la UMA.....	25
6. METODOLOGÍA.....	28
6.1 Fase de Campo.....	28
6.1.1 Obtención de Heces Fecales.....	28
6.1.2 Caracterización del Tipo de Manejo.....	30
6.2 Fase de Laboratorio.....	30
6.2.1 Análisis de las Muestras.....	30
6.2.2 Extracción Total de Esteroides en Heces.....	30

6.2.3 Inmunoensayo (EIA).....	31
6.3 Fase de Gabinete.....	31
6.3.1 Análisis Estadístico – Modelo Lineal Generalizado (GLIM)-.....	31
6.3.1.1 Rancho Noche Buena.....	31
6.3.1.2 Ejido Alfredo V. Bonfil.....	32
7. RESULTADOS.....	34
7.1 Contenido de Cortisol en Heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> en la UMA Rancho Noche Buena en Sonora, México.....	34
7.1.1 Modelo Lineal Generalizado (GLIM): Valores de la Devianza Total, Devianza Explicada, Análisis de Varianza (ANOVA) y <i>t</i> 'Student.....	43
7.2 Contenido de Cortisol en Heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> en la UMA Ejido Alfredo V. Bonfil en Baja California Sur, México.....	47
7.2.1 Modelo Lineal Generalizado (GLIM): Valores de la Devianza Total, Devianza Explicada, Análisis de Varianza (ANOVA) y <i>t</i> 'Student.....	53
8. DISCUSION.....	55
8.1 Concentración de Cortisol Presente en las Heces de Borrego Cimarrón (<i>Ovis canadensis mexicana</i>) y su Relación con los Diferentes Factores Bióticos y Abióticos Presentes en su Hábitat.....	59
8.1.1 Por Localidades.....	59
8.1.2 Por Sexo.....	60
8.1.3 Por Estación del Año.....	62
8.1.4 Por Actividad Antropogénica.....	63

8.1.5 Por Grado de Estrés.....	67
8.2 Concentración de Cortisol Presente en las Heces de Borrego Cimarrón (<i>Ovis canadensis weemsi</i>) y su Relación con los Diferentes Factores Bióticos y Abióticos Presentes en su Hábitat.....	68
8.2.1 Por Localidades.....	68
8.2.2 Por Edad.....	69
8.2.3 Por Actividad Antropogénica.....	70
8.2.4 Por Grado de Estrés.....	71
8.2.5 Por Estación.....	73
9. CONCLUSIONES GENERALES.....	74
9.1 Conclusiones Particulares.....	75
9.1.1 UMA Rancho Noche Buena, Sonora.....	75
9.1.2 UMA Ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur.....	76
10. RECOMENDACIONES DE MANEJO GENERALES.....	77
10.1 Recomendaciones de Manejo Específicas para la UMA Rancho Noche Buena, Sonora.....	79
10.2 Recomendaciones de Manejo Específicas para la UMA Ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur.....	80
11. LIRERATURA CONSULTADA	81

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del Área de Estudio.....	91
Anexo 2. Formato para la Recolecta de Muestras en Campo.....	95
Anexo 3. Procesamiento de los Datos en el Programa GLIM 3.77.....	96
Anexo 4. Porcentaje (%) de Explicación de las Variables Consideradas y su Significancia en <i>Ovis canadensis mexicana</i>	101
Anexo 5. Porcentaje (%) de Explicación de las Variables Consideradas y su Significancia en <i>Ovis canadensis weemsi</i>	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de <i>Ovis canadensis mexicana</i> en sierras y cerros de Sonora. Fuente: Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) en México.....	17
Figura 2. Áreas de distribución de <i>Ovis canadensis weemsi</i> en Baja California Sur. Fuente: Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>) en México.....	18
Figura 3. Ubicación de las localidades muestreadas en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento Rancho Noche Buena.....	23
Figura 4. Ubicación de las localidades muestreadas en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento ejido Alfredo V. Bonfil.....	27
Figura 5. Concentración de cortisol en heces de la subespecie <i>Ovis canadensis mexicana</i> con respecto al grado de estrés.....	35
Figura 6. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> por grado de actividad antropogénica.....	37
Figura 7. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> por localidad.....	39
Figura 8. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> por estaciones.....	40
Figura 9. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> por sexos.....	42
Figura 10. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> por localidad.....	48
Figura 11. Promedio de la concentración de cortisol presente en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> por grado de estrés.....	49
Figura 12. Promedio de la concentración de cortisol en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> por estación.....	50
Figura 13. Promedio de la concentración de cortisol en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> por actividad antropogénica.....	51
Figura 14. Promedio de la concentración de cortisol en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> por edad.....	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Localidades, número de muestras y estación del año en que se muestreo en la UMA Rancho Noche Buena.....	28
Cuadro 2. Localidades, número de muestras y estación de recolecta, de muestras analizadas de la UMA ejido Alfredo V. Bonfil., Baja California Sur.....	29
Cuadro 3. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por grado de estrés.....	35
Cuadro 4. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por actividad antropogénica.....	36
Cuadro 5. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por localidad.....	38
Cuadro 6. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por estación.....	40
Cuadro 7. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por sexo.....	41
Cuadro 8. Valores de la devianza explicada, el porcentaje (%) de explicación de cada variable, cambio en grado de libertad, F calculada, F de tablas y nivel de significancia; considerados en el modelo para la cuantificación de la [C] en heces de <i>Ovis canadensis mexicana</i> en la UMA Rancho Noche Buena, Sonora.....	43
Cuadro 9. Resultados de los análisis de t-Student por actividad antropogénica y grado de estrés.....	44
Cuadro 10. Resultados de los análisis de t-Student por localidad.....	45
Cuadro 11. Resultados de los análisis de t-Student por sexo y estación.....	46
Cuadro 12. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por localidad.....	47
Cuadro 13. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por grado de estrés.....	48
Cuadro 14. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por estación.....	49

Cuadro 15. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por actividad antropogénica.....	51
Cuadro 16. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por edad.....	52
Cuadro 17. Valores de la devianza explicada, porcentaje (%) de explicación de cada variable y las interacciones de primer orden, cambio en grado de libertad, F calculada, F de tablas y nivel de significancia; considerados en el modelo para la cuantificación de la [C] en heces de <i>Ovis canadensis weemsi</i> en la UMA ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur. Las cifras en negritas corresponden a los mayores porcentajes.....	53
Cuadro 18. Resultados de los análisis de t-Student.....	54

RESUMEN

En el presente estudio se cuantificó el contenido de cortisol [C] en heces fecales de las subespecies de borrego cimarrón *Ovis canadensis mexicana* y *Ovis canadensis weemsi*, de Sonora y Baja California Sur respectivamente; con el objetivo de evaluar el manejo extensivo practicado en estas dos subespecies. Se analizó un total de 332 muestras para el caso de Rancho Noche Buena, Sonora y 54 para el ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur. Las muestras se recolectaron durante un año (otoño/2002 a otoño/2003) una vez por estación, sobre echaderos y senderos. Se utilizó la técnica inmunoenzimática (EIA) fotolorimétrica para la extracción y la cuantificación de la concentración de cortisol. Para el proceso estadístico de los datos, se realizó el análisis a través de un Modelo Lineal Generalizado (GLIM por sus siglas en inglés). Las variables consideradas en el modelo fueron: localidad, estación, sexo, edad, actividad antropogénica y grado de estrés. En el Rancho Noche Buena, la localidad y la actividad antropogénica resultaron ser las principales variables que propician la [C] en el borrego cimarrón. Mientras que los resultados encontrados en el ejido Alfredo V. Bonfil, mostraron que la localidad y la estación determinan las [C]. Las variantes en las acciones de manejo practicadas en las dos UMAS, se consideran posibles razones por las que los borregos presentan un grado de estrés diferente.

Palabras clave: Baja California Sur, borrego cimarrón, cortisol, estrés, manejo extensivo y Sonora.

ABSTRACT

In the present study the cortisol content was quantified ([C]) in feces of the subspecies of bighorn sheep *Ovis canadensis mexicana* and *Ovis canadensis weemsi*, of Sonora and Baja California Sur respectively; with the objective to evaluate the practiced extensive handling in these two subspecies. Were analyzed a total of 332 samples for the case of Rancho Noche Buena, Sonora and 56 for the ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur. The samples were collected once during a year (otoño/2002 to otoño/2003) by station, on echaderos and footpaths. The inmunoenzimática technique (EIA) fotolorimétrica for the extraction and the quantification of the cortisol concentration was used. For the statistical process of the data, the analysis through a Generalized Linear Model was made (GLIM). The variables considered in the model were: locality, station, sex, age, antropogenic activity and degree of stress. In the Rancho Noche Buena, the locality and the antropogenic activity they turned out to be the main variables that cause [C] in the bighorn sheep. Whereas the results found in the ejido Alfredo V. Bonfil, showed that the locality and the station determine [C]. The variants in the practiced actions of handling in the two UMAS, consider possible reasons for which the bighorn sheep present a degree of different stress.

Keywords: Baja California Sur, bighorn sheep, cortisol, stress, extensive handling and Sonora.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando un organismo sufre una alteración en su homeóstasis por el efecto de un estímulo externo o factor estresante, entra en estado de estrés. Por lo que tiende a desencadenar una serie de reacciones fisiológicas y conductuales que le permiten adaptarse a circunstancias desfavorables (Guyton y Hall, 2001; Shier *et al.*, 2002). De esta manera, el estrés afecta funciones biológicas tales como el metabolismo y la capacidad de defensas ante depredadores, por lo que en su conjunto, los factores estresantes repercuten en la reproducción de los organismos (Curry, 1999).

Debido a esto, es relevante evaluar el efecto que tienen dichos factores sobre las especies silvestres cuando se desarrolla un plan de manejo, como en el caso del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*). El manejo y aprovechamiento de especies silvestres consiste tanto en el manejo del hábitat como de las poblaciones, ya sea de tipo extensivo y/o intensivo. Se tienen que considerar factores antropogénicos como la cacería furtiva (DeForge, 1976), el ruido, la actividad humana en áreas de crianza, alimentación y esparcimiento (Foley *et al.*, 2001); así como factores ambientales (escasez de alimento, agua, condiciones climáticas severas, fotoperíodo, etc.); y sociales (la interacción entre los individuos) a evaluar como parte del manejo (Silanikove, 2000).

Sin la evaluación de dichos factores y la realización de medidas de mitigación resultara en un mal manejo de las especies, ya que alteran y/o modifican procesos importantes de su biología, por ejemplo, su reproducción (Dobson y Smith, 2000). Por lo que es de gran importancia conocer el alcance de los efectos producidos por las actividades implementadas durante el desarrollo del manejo, para buscar o llevar a cabo acciones que mitiguen los efectos de dichas actividades sobre las poblaciones de vida silvestre y se pueda continuar con el aprovechamiento de la misma.

Para valorar el efecto que causan las diferentes actividades de manejo en las poblaciones de animales silvestres, y discriminar cuales de estas son las que provocan estrés, es necesario aplicar métodos y técnicas de estudio no invasivas. Por ejemplo, cuantificar cortisol en heces fecales como un indicador de los niveles de estrés (Möstl y Palme, 2002), permite identificar de manera indirecta, cuales son las principales causas que provocan estrés en la población. Con esta metodología no es necesario un contacto directo con los individuos para la obtención de la muestra a analizar, además de ser confiable y de bajo costo cuando se requiere monitorear una población a largo plazo (Ayala, 2000; Foley *et al.*, 2001).

Particularmente, en las Unidades de Manejo y Aprovechamiento (UMA) Rancho Noche Buena en Sonora y ejido Alfredo V. Bonfil en Baja California Sur, México, el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) es aprovechado bajo el denominado manejo extensivo. Por lo que, en el presente trabajo se estudio el efecto de las diferentes variables o factores asociados al manejo de esta especie, analizando el grado de estrés fisiológico mediante la cuantificación de cortisol en heces fecales, como una herramienta para realizar un diagnóstico de manejo para la conservación y aprovechamiento de sus poblaciones.

2. ANTECEDENTES

2.1 Unidades de Manejo y Aprovechamiento de Vida Silvestre

El aprovechamiento de la fauna silvestre con valor cinegético, es un aspecto que en la actualidad ha cobrado gran importancia en el Noroeste de México; representando una importante derrama económica sobre todo considerando las erogaciones que generan principalmente los cazadores por el pago de derechos de permisos para cazar; la importación de armas de fuego, así como la renta de los ranchos para la cacería (Martínez y Ortega, 1998).

Se ha observado un cambio en el fortalecimiento en los aspectos legales, tales como los cambios en la Ley General del Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente (LEGEEPA), en donde se autoriza el aprovechamiento de flora y fauna a quienes garanticen su reproducción controlada en cautiverio, semicautiverio o cuando la tasa de reproducción sea superior a la de aprovechamiento; además de puntualizar que dicho aprovechamiento no se otorgará sin el consentimiento del propietario de la tierra donde se encuentra el recurso (Bryant y Ortega, 1999). Conjuntamente se ha creado un Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA), que busca promover el desarrollo de alternativas de producción que repercutan positivamente en el manejo y aprovechamiento de la biodiversidad, mediante el uso racional y planificado de los recursos naturales (SEMARNAT, 2002).

El SUMA lo conforman las Unidades de Manejo y Conservación de Vida Silvestre (UMAS) que funcionan como alternativas viables que permiten la conservación, reproducción y propagación de especies de flora y fauna silvestres, que también generan fuentes de ingreso alternativas para los legítimos propietarios de los ranchos (SEMARNAT, 2002). Además, varía la escala a la cual se realiza el aprovechamiento de especies silvestres en estas UMAS, teniendo de esta manera diferentes modalidades de manejo.

2.2 Manejo y sus Diferentes Modalidades

Se le denomina manejo a la aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. Dado que el aprovechamiento varía en intensidad, el grado de manejo también puede variar de una escala extensiva a intensiva.

Manejo Extensivo: También llamado en vida libre; se basa en el aprovechamiento directo de poblaciones silvestres en su hábitat natural, sin manipulación significativa del mismo. Opera mediante técnicas de manejo del hábitat y de monitoreo de poblaciones silvestres de las especies de interés para hacer uso y aprovechamiento de ellas sin imponer restricciones a sus movimientos.

Puede llevarse a cabo a nivel regional o local e implica la regulación mediante normas legales: temporadas de caza, vedas, cuotas de extracción por sexo y por especie, áreas protegidas, manejo de hábitat, vigilancia y seguimiento. Tiene la ventaja de ser un manejo de bajo costo; promueve la protección del hábitat y contribuye de manera directa a la conservación de especies de flora y fauna asociada (SEMARNAT, 2002).

Manejo Intensivo: Consiste en la propagación de fauna silvestre en condiciones de cautiverio o confinamiento en áreas pequeñas, donde se crean condiciones especiales de crianza y demás requerimientos vitales (p.e. manipulación de la vegetación para proporcionar alimento y cobertura). Es posible conocer con cierto grado de exactitud el tamaño de la población de interés. A diferencia del manejo extensivo se permite un ajuste más exacto en función del potencial biótico.

No Manejo: Uso de la vida silvestre sin manejo; esta modalidad se considera como un no manejo ya que no necesariamente se realiza una cosecha de animales. Sin embargo, se ve afectado por la caza ilegal que provoca graves daños a las poblaciones, ya que no reconoce límites de sexo, edad o cantidad.

Los principios de manejo incluyen la adaptación de los animales a las condiciones de hábitat para favorecer la permanencia de la zona -UMA-, el crecimiento y la reproducción de la especie. Sin embargo, bajo estos principios las acciones de manejo se centran en incrementar el reclutamiento sin importar que con esto se afecta la fisiología (en especial el grado de estrés y la reproducción) de la población de interés; factor determinante en el manejo y aprovechamiento de la misma.

Siendo necesaria la consideración de estos aspectos, particularmente el estrés, dado que este parámetro determina los patrones conductuales y reproductivos de las especies. Esta respuesta a su vez, permite conocer el alcance y tipo de reacción ante los diferentes factores estresantes (Möstl y Palme, 2002). Los efectos repercuten en la actividad reproductiva, así como en la función gastrointestinal, metabólica, y de salud (Seeley *et al.*, 2002; Ayala, 2003).

2.3 Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón en México

2.3.1 Proyecto para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis*) en México

El proyecto de conservación del borrego cimarrón forma parte del "Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997-2002", que entre sus estrategias, proyectos y acciones prioritarias promueve la conservación de la biodiversidad de México, por ello, se estimula el desarrollo de esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, con el propósito de contribuir hacia un desarrollo sustentable, esto último a través del uso racional de la diversidad biológica.

2.3.2 Propósitos y Estrategias

El proyecto tiene como propósito organizar, promover y facilitar la instrumentación de medidas y actividades orientadas a conservar, proteger, y en su caso, aprovechar las poblaciones de borrego cimarrón en México.

Las estrategias centrales del Programa de Conservación de la Vida Silvestre son las siguientes:

- ❖ La integración y operación de un "Sistema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (SUMA) y
- ❖ La recuperación de especies prioritarias.

2.3.3 Administración de la Especie

En 1995 con la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), se establecieron nuevos sistemas de gestión basados en el "Programa Nacional del Medio Ambiente 1995-2000", así como la creación de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), que quedo a cargo, entre otras labores, de desarrollar un programa nacional de vida silvestre que estableciera los lineamientos, estrategias e instrumentos para el manejo sustentable de las especies de vida silvestre, entre éstas las especies consideradas prioritarias. Esto se vio finalmente plasmado en el "Programa de Conservación de la Vida silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural: 1997-2000".

Actualmente y desde 1995, las temporadas de cacería están vigentes en los estados de Sonora y Baja California Sur; en ambos casos, la operación de éstas se basa en el conocimiento de las poblaciones y en el aprovechamiento sustentable, es decir, aquel que se realiza sin afectar la tasa de recuperación natural de las poblaciones. Esto último, se logró al integrar a los propietarios de la tierra donde habita el borrego cimarrón al Sistema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (SUMA).

Este tipo de temporadas no se limitan al mero ejercicio de la cacería deportiva, en todos los casos se realizan acciones de monitoreo poblacional, vigilancia, conservación del hábitat, y en muchos casos, investigación científica básica encaminada a un mejor manejo de la especie.

2.3.4 Marco Jurídico

La administración de la vida silvestre esta considerada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1996) y la Ley Federal de Caza (1951). Por otra parte, la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 27 reserva a la Nación el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación, con el objetivo de lograr que su conservación sea compatible con el desarrollo equilibrado de la economía nacional y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población. Labor que se comparte con los productores, haciéndolos corresponsables de la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en su localidad, lo que incluye a los ejemplares de borrego cimarrón que se encuentran en sus propiedades, siendo responsabilidad del gobierno federal coordinar y vigilar estas actividades, con el propósito de conservar y perpetuar el hábitat y las especies que en él se distribuyen.

Congruente con lo anterior y atendiendo las necesidades productivas y de conservación de las especies de flora y fauna silvestre que se distribuyen en el territorio nacional, es que a partir de diciembre de 1996 el artículo 87 de la LGEEPA permite su aprovechamiento, previa autorización de la SEMARNAP, cuando los particulares garanticen cualquiera de las siguientes condiciones: su reproducción controlada, su desarrollo en cautiverio, en semicautiverio o cuando la tasa de explotación sea menor a la tasa de renovación natural de las poblaciones.

En 1994 se expide la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-1994, la que determina las especies y subespecies que se encuentran en cualquiera de las siguientes categorías: en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial. El borrego cimarrón se encuentra en la categoría de sujeta a protección especial; no existe una veda vigente para las subespecies que nos

ocupan, y la conservación y aprovechamiento sustentable de ésta implican, bajo éste proyecto, su recuperación y conservación, así como la protección indirecta de otras especies asociadas al hábitat del borrego cimarrón.

De conformidad con las especificaciones de esta Norma, se puede autorizar el aprovechamiento de especies y subespecies raras y sujetas a protección especial, con veda temporal o sin veda, primordialmente sobre ejemplares provenientes de Unidades de Manejo (UMA).

La finalidad principal de la subasta o venta directa de la tasa de aprovechamiento cinegético asignada a una UMA, es obtener recursos para financiar acciones tendientes a la conservación de la población y hábitat de la especie, lo que incluye realizar actividades de vigilancia con el objetivo de evitar la cacería furtiva y corregir cualquier otro factor que pudiera perjudicar a las poblaciones de borrego cimarrón dentro de la unidad, así como para realizar estudios, manejar y dar seguimiento permanente a las poblaciones y hábitat dentro de la UMA (Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en México, 2000).

Bajo esta perspectiva, el uso sustentable del borrego cimarrón constituye una valiosa herramienta para la conservación de la especie y su hábitat, pues los beneficios socioeconómicos obtenidos de su aprovechamiento representan un importante incentivo para los dueños de la tierra y para su conservación.

2.4. Generalidades del Estrés

Los agentes causantes del estrés en el manejo de las especies silvestres son múltiples y de diferente índole, tales como la escasez de alimento, agua, condiciones climáticas severas, cacería furtiva (DeForge, 1976), fotoperíodo, ruidos, actividad antropogénica e interacciones interespecíficas (Foley *et al.*, 2001). En algunos casos el estrés se acentúa más si otros factores estresantes están presentes, tal es el caso del estrés por competencia de alimento o el estar alerta ante la presencia de depredadores, lo cual produce en el animal un estrés agregado (Audesirk *et al.*, 2003).

El contenido de glucocorticoides ha sido utilizado para valorar el estrés en animales domésticos (Andrade *et al.*, 2001; Morrow *et al.*, 2000; Redbo, 1993) así como en especies silvestres (Harper y Austad, 2000; Miller *et al.*, 1991; Foley *et al.*, 2001).

No obstante, su utilidad en las especies silvestres ha sido controvertido, ya que algunos autores lo consideran el mejor indicador de estrés (Schwarzenberger *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1997) mientras que otros consideran que la utilización de múltiples parámetros hematológicos y bioquímicos suponen un mejor indicador del grado de estrés (Czekala *et al.*, 1986; Lasley & Kirkpatrick, 1991; Munro *et al.*, 1991) a partir de los cuales se han generado resultados confiables en la aplicación para aumentar la productividad de especies sujetas a algún tipo de aprovechamiento.

Los glucocorticoides más predominantes en los primates, los perros, los gatos, así como en la mayoría de los ungulados, es el cortisol, mientras que en las aves y los roedores es la corticosterona (Montané, 2002).

La concentración de cortisol en sangre es un parámetro fisiológico ampliamente aceptado para registrar el grado de estrés; sin embargo, la

extracción de la muestra de sangre desencadena respuestas de estrés adicionales que interfieren en la interpretación de resultados (Broom y Johnson, 1993). Además, la concentración de esta hormona de origen suprarrenal está relacionada a ritmos estacionales, circadianos o ultracircadianos -circanuales- (Ingram *et al.*, 1999).

Por tanto, lo que se refleja en la muestra de sangre, es la concentración del glucocorticoide existente en un momento muy particular de la fisiología del individuo. Por lo que, la concentración de glucocorticoides así como sus metabolitos en las heces fecales, ha sido muy útil para tener indicadores fisiológicos del estrés. Además de que a través de este medio no es necesario capturar ni inmovilizar a los animales para las tomas de muestras, por lo que las fluctuaciones en los contenidos de estos mensajeros, y por ende sus perfiles de secreción espacio-temporal, son un reflejo más fiel del estrés (Goymann *et al.*, 2002).

Diversos autores, mencionando sólo algunos casos, han valorado el contenido de cortisol en heces, por ejemplo Creel *et al.*, (2001) evaluó el efecto que causa el tránsito de vehículos para nieve en una población de Alce (*Cervus elaphus*) y otra de lobo (*Canis lupus*); Ayala (2003) cuantificó la concentración de cortisol en heces de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en Baja California.

2.5. Estrés en Ungulados

En ungulados y en particular en el borrego cimarrón el estrés es un factor limitante en su sobrevivencia (Ough y DeVos, 1984). La pérdida de hábitat, sequía, sobrepastoreo por animales domésticos, competencia con burros y la interacción con las actividades antropogénicas, son algunos de los factores estresantes que han afectando las poblaciones de borrego cimarrón (DeForge, 1976).

En esta especie de ungulado, los estudios referentes a dilucidar los factores estresantes que repercuten sobre su fisiología son escasos. MacArthur y col. (1979) evaluaron el estrés utilizando como indicador la presión cardíaca correlacionándola con el gasto de energía; concluyendo que la presión sanguínea y la presencia de personas –factor estresante– son directamente proporcionales. Ayala (2003) al cuantificar a través de la técnica inmunoenzimática el contenido de cortisol en heces de *Ovis canadensis* en Baja California, demostró que el nivel de estrés en esta población está relacionado tanto con su dinámica reproductiva como con su conducta social.

Por otra parte, Ayala y cols. (Datos no publicados) al cuantificar cortisol en heces fecales de la subespecie *O. canadensis mexicana* en criaderos intensivos y en Reservas de la Biosfera, demostró la existencia de un efecto negativo sobre las poblaciones de esta especie a consecuencia del tipo de manejo. Por lo que al no ser controlado a tiempo los factores estresantes en su manejo, se ocasionará una disminución en la productividad de dichas poblaciones.

2.6 Problemática del Borrego Cimarrón en México

La problemática que enfrenta el borrego cimarrón en México se centra en la falta de estudios, en general de la biología y ecología de la especie y en particular sobre aspectos ecofisiológicos de las subespecies *Ovis canadensis mexicana* y *O. c. weemsi* en Sonora y Baja California Sur.

A diferencia de las subespecies anteriormente mencionadas, en lo que respecta a *O. canadensis cremnobates* en Baja California se han desarrollado investigaciones -desde 1997 a la fecha- que van desde censos aéreos (Martínez *et al.*, 1997); evaluaciones del hábitat (Montoya, 1998); distribución espacial (Ayala *et al.*, en preparación); hábitos alimentarios (Galindo, 2000; Peraza, 2004); dinámica reproductiva (Ayala, 2000); estado de salud (Colodner, 2001); elementos estructurales del hábitat (Eaton, 2002); proporción de sexos (Ayala *et al.*, en preparación); y estrés (Ayala, 2003).

2.7 Distribución y Estado Actual de *Ovis canadensis mexicana* y *Ovis canadensis weemsi*

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 (RBEP y GDA) hasta las inmediaciones del poblado pesquero conocido con el toponímico de Bahía Kino, a 107 Km al Oeste de la Ciudad de Hermosillo (López *et al.*, 2001).

En Baja California Sur la distribución actual de *Ovis canadensis weemsi* es fragmentada y se le encuentra en áreas conocidas como Las Vírgenes, La Reforma, La Giganta-Loreto y El Mechudo (Jaramillo y Castellanos, 1992). Los mismos autores mencionan que las poblaciones de borrego en Baja California Sur han disminuido y se estima que actualmente sólo ocupan el 40% de su distribución histórica en el estado. Esta disminución se ha atribuido a la

transmisión de enfermedades por animales domésticos, cacería furtiva y escaso manejo (Jiménez *et al.*, 1996).

Particularmente sobre esta subespecie sólo se reporta algunos aspectos de su dieta (Sánchez, 1976), hábitat (Hansen, 1980; Jaramillo *et al.*, 1991; Mendoza y Jaramillo, 1985), aprovechamiento cinegético (Rodríguez-García y Álvarez-Cárdenas, 1996), reintroducciones (Jiménez *et al.* 1997 y 1996) y hábitos alimentarios (Peraza, 2004).

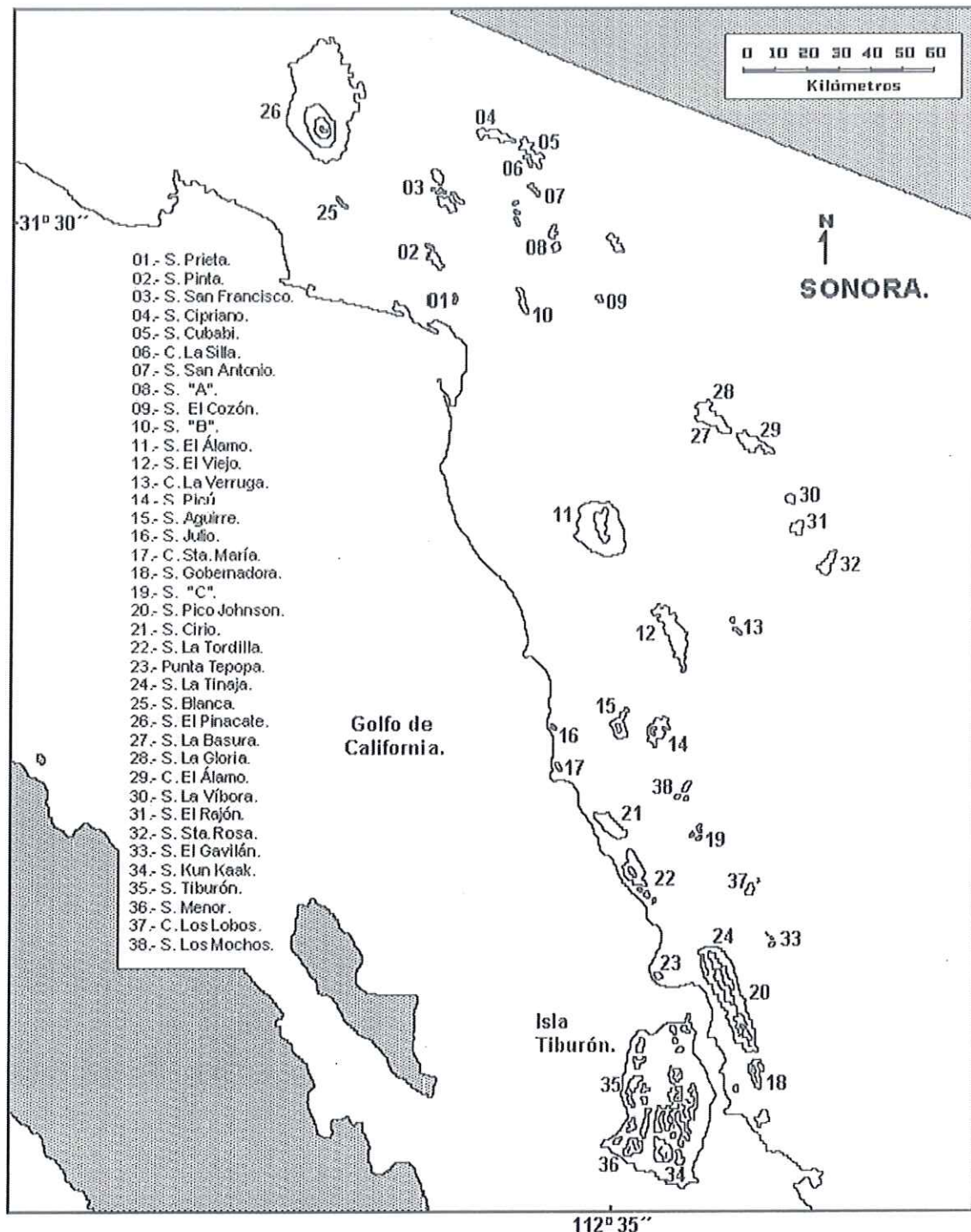


Figura 1. Distribución de *Ovis canadensis mexicana* en sierras y cerros de Sonora. Fuente: Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en México.

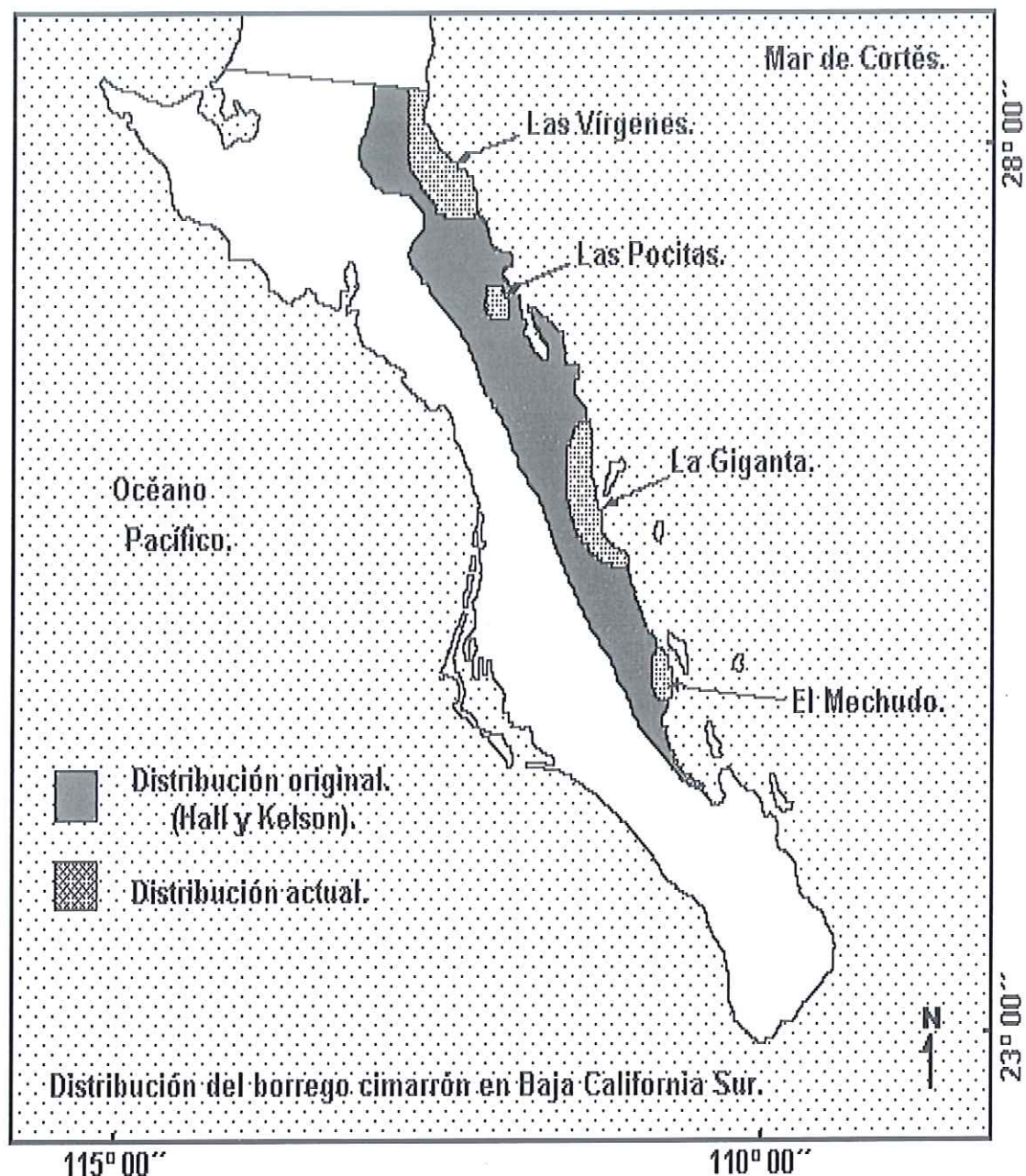


Figura 2. Áreas de distribución de *Ovis canadensis weemsi* en Baja California Sur. Fuente: Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en México.

3. JUSTIFICACIÓN

El aprovechamiento de especies silvestres, principalmente de carácter cinegético en el Noroeste del país, como lo es el borrego cimarrón, ha surgido como una alternativa económica para los propietarios de los ranchos donde se encuentra dicha especie. Sin embargo, al realizar esta actividad se alteran varios de sus procesos biológicos, debido a las múltiples actividades que conllevan su manejo y aprovechamiento. Destacando la modificación de su hábitat a partir de las actividades antropogénicas, tales como la apertura de zonas de acceso para el movimiento de cazadores y guías.

Por lo que este tipo de actividades puede interferir con el éxito de un programa de manejo de la especie de interés. Para poderlo saber es importante conocer el efecto, ya sea positivo o negativo, que produce el manejo y aprovechamiento del borrego cimarrón en México. Por lo tanto, durante el desarrollo de un programa de manejo y conservación, es posible determinar algunos de los factores intrínsecos y extrínsecos que pueden afectar la fisiología de las especies, mediante la determinación del grado de estrés fisiológico a través de la valoración de los contenidos de cortisol [C] en heces fecales.

De tal manera que, en el presente trabajo para conocer que factores repercuten sobre el manejo de *Ovis canadensis mexicana* y *O. canadensis weemsi* se valoró el contenido de [C] en heces de ambas subespecies, las cuales están sometidas a diferentes técnicas de manejo en Sonora y Baja California Sur, respectivamente. Para lograr lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos:

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Evaluar el estrés fisiológico del borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* y *O. canadensis weemsi*) bajo diferentes condiciones de manejo extensivo, en Sonora y Baja California Sur; utilizando como indicador la concentración de cortisol en heces fecales.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Cuantificar el contenido de cortisol presente en heces fecales de *Ovis canadensis mexicana* y *O. canadensis weemsi*, mediante una técnica inmunoenzimática y relacionarlo con las condiciones de manejo establecidas en las UMAS: Rancho Noche Buena en Sonora y ejido Alfredo V. Bonfil en Baja California Sur.
- ❖ Definir las variables o factores (bióticos y abióticos) que podrían estar relacionados con el contenido de cortisol en las poblaciones de borrego cimarrón en ambas UMAS.
- ❖ En base al grado de estrés fisiológico encontrado en las poblaciones de borrego cimarrón de ambas UMAS proponer recomendaciones de manejo para la especie, que permitan a los dueños de las UMAS aplicar estrategias y tomar con mayor facilidad decisiones para solucionar los problemas relacionados con el borrego y su hábitat.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 RANCHO NOCHE BUENA, HERMOSILLO, SONORA

Se localiza a 130 Km. en línea recta al noroeste de la ciudad de Hermosillo, Sonora, en la zona costa-centro del estado, con coordenadas 29° 05' y 29° 14' Lat Norte y 112° 00' y 112° 07 Long Oeste (Figura 1). Colinda al norte con el predio "Los Burros", al sur y al este con el rancho "San Antonio" y al oeste con el rancho "El Puerto". El predio cuenta con tres formaciones serranas: 1) La Sierra Noche Buena, 2) Cerro Los Anacoretos, y 3) La Sierra Seri, que ocupa 5,665 ha de terreno montañoso. El punto más alto de 1060 m.s.n.m se registra en la Sierra Seri (López *et al.*, 1999).

5.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Clima: es del tipo seco desértico semicálido, con inviernos fríos y con una temperatura media anual de 22°C, temperatura media en verano de 33°C y de 15°C en invierno. La precipitación promedio anual es de 194 mm y ocurre en su mayoría durante el verano (López *et al.*, 1999).

5.1.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Flora: la vegetación está representada por el torote blanco (*Bursera microphylla*), torote prieto (*Bursera hindsiana*), sangregrado (*Jatropha cunneata*), torito (*Jatropha cinerea*), rama blanca (*Encelia farinosa*), gobernadora (*Larrea tridentata*) (Turner y Brown, 1982 en López *et al.*, 1999) asociados con: sahuaro (*Carnegiea gigantea*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), jojoba (*Simmondsia chinensis*), palo fierro (*Olneya tesota*), mezquite (*Prosopis velutina*), palo verde (*Cercidium microphyllum*), cósahui (*Krameria sonora*), hierba de flecha (*Sapium binoculare*), bíznaga (*Ferocactus coullei*), uña de gato (*Mimosa laxiflora*), agave (*Agave sp.*), pitaya (*Stenocereus thurberi*), palo blanco (*Acacia willardiana*) y cardón (*Pachycereus pringlei*) (López *et al.*, 1999).

Fauna: por sus relaciones faunísticas el área de estudio pertenece a la región néartica (Kimball, 1965). En cuanto a mamíferos, forma parte de la provincia biótica sonorensis (Burt, 1983) y por sus aves se encuentra en los límites entre los distritos del desierto Colorado y de Álamos (Von Rossen, 1931). De entre la fauna distintiva se puede mencionar: el venado bura (*Odocoileus hemionus*), puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), coyote (*Canis latrans*), zorra del desierto (*Vulpes velox*) y la víbora de cascabel (*Crotalus spp*). Por otra parte, el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) está considerada como sujeta a protección especial (NOM-059-2004).

5.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA UMA

Con una área total de 13,785 ha, el manejo que se realiza en esta UMA se da a nivel del hábitat. Además del aprovechamiento cinegético, en ciertas temporadas se realiza la cría de ganado vacuno en algunas zonas del Rancho, por lo tanto la necesidad de abrir brechas de acceso según se requiera es constante.

5.1.4 ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

El guía o guías realizan actividades de avistamiento la mayor parte del año, por lo que tienen un contacto continuo con el hábitat y los animales. Lo anterior permite que durante la temporada de caza, estos tengan zonas seguras para el cobro de trofeos.

En lo referente a infraestructura, se cuenta con abrevaderos que son destinados para el uso del ganado vacuno, así como por la fauna silvestre existente (venados y borregos). Por último, es importante mencionar que el rancho colinda con la Sierra de los Seris, donde también se realiza aprovechamiento del borrego por lo que aumenta la presencia de cazadores furtivos.

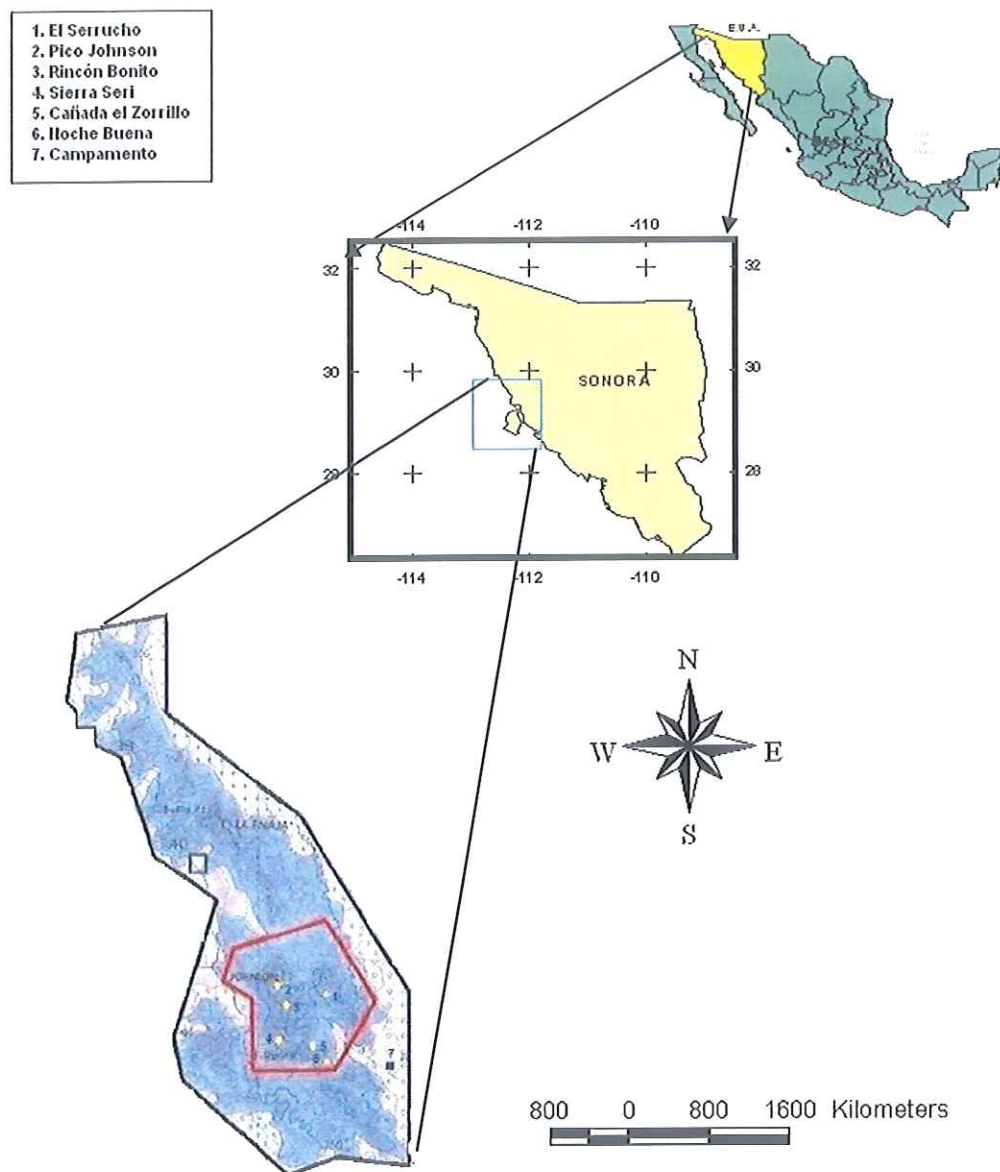


Figura 3. Ubicación de las localidades muestreadas en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento Rancho Noche Buena.

5.2 EJIDO ALFREDO V. BONFIL, BAJA CALIFORNIA SUR

El ejido Alfredo V. Bonfil se localiza en las coordenadas extremas: 27° 25', 27° 55' Lat Norte 112° 20', 112° 55' Long Oeste, presentando el macizo montañoso formado por la Sierra de la Reforma, Sierra del Aguajito, Sierra Tinajas de Murillo, Sierra San Alberto y la formación de la Sierra de San Francisco donde sobresalen el Volcán tres Vírgenes y el Volcán Azufre (Programa de Manejo Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, 2000).

5.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Clima: la Reserva está comprendida en un área que confluyen principalmente dos sistemas climáticos. En la parte norte es templado debido al sistema de alta presión semipermanente del Pacífico Nororiental, que produce lluvias en los meses invernales (INE, 1993). En la porción sur, existe la influencia de la celda de alta presión de las Bermudas Azores. Pero en general, el clima es muy seco debido a la escasa precipitación durante el año.

5.2.2 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Flora: el ejido está dentro del Distrito faunístico del Desierto de El Vizcaíno, en cuya diversidad de ambientes físicos y climáticos ha permitido el desarrollo de una vida silvestre muy rica tanto en forma como en adaptaciones a la región árida, típica de lo que se ha llamado Desierto Sonorense. Se han registrado 463 especies de flora, agrupadas en 256 géneros y 83 familias. La tercera parte de las especies son arbustivas, mientras que las herbáceas (anuales) y las perennes representan casi la mitad de las mismas. Se conocen 37 especies endémicas para el área geográfica en general (Jaramillo, 1992).

Entre los géneros que se encuentran se pueden citar: *Astragalus*, *Phacelia*, *Lotus* y *Cryptantha*, y en menor grado *Atriplex*, *Ephedra*, *Fagonia*, *Errazurizia*, *Sphaeralcea*, *Chaenactis*, *Frankenia*, *Haplopappus*, *Chorizanthe* y *Eschscholzia*.

La flora de la superficie montañosa contiene especies que se encuentran distribuidas en las montañas del sur de California como lo son: *Xiloccocus*, *Rhus*, *Prunus*, *Plantago*, *Penstemon* y *Salvia*, palma de abanico (*Erythea armata*, *Washingtonia filifera*, *W. robusta*) y el dátil (*Yucca*).

Fauna: entre los mamíferos terrestres que se distribuyen en el sitio se citan el berrendo (*Antilocapra americana peninsularis*), venado bura (*Odocoileus hemionus*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), puma (*Puma concolor*), gato montés (*Lynx rufus*), zorra del desierto (*Vulpes velox*), conejo (*Sylvilagus audubonii*), liebre (*Lepus californicus*), tuza (*Thomomys umbrinus*), ardilla de tierra o juancito (*Ammospermophilus leucurus*), y la musaraña (*Notiosorex crawfordi*) (CONABIO, 2002).

De las especies de aves se pueden mencionar el halcón mexicano (*Falco mexicanus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el gallito (*Sterna antillarum*), la garza piquirroja (*Egretta rufescens*), la garza morena (*Ardea herodias*), la aguililla ratonera (*Buteo jamaicensis*) y el tecolote cornudo (*Bubo virginianus*).

5.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA UMA

De 1978 a 1994 el borrego cimarrón se sometió a aprovechamientos cinegéticos en las zonas montañosas de Las Vírgenes ubicada en la Reserva, brindando oportunidades recreativas a cazadores nacionales y extranjeros, pero que no dejaban beneficios económicos y sociales en la región (Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno).

En 1996 se registró el ejido Alfredo V. Bonfil como la primera "Unidad para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable" (UMA) en un área natural protegida del país, la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", y la primera en el Estado para el borrego cimarrón.

El ejido Alfredo V. Bonfil, cuenta con 519,000 ha destinadas para el aprovechamiento de borrego cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*). El manejo que aquí se realiza podría considerarse moderado, ya que esta UMA se localiza en la Reserva de la Biosfera del Vizcaíno, lo que le confiere mayor protección a los animales de actividades furtivas limitándose la actividad antropogénica.

En esta UMA, existe una mejora en la disponibilidad de agua, requerimiento muy importante para este animal en la temporada de sequía. Personal del rancho, realizan actividades de acondicionamiento de aguajes cuando las condiciones climáticas son severas causando una mínima modificación de su hábitat. No existen actividades secundarias como la cría de ganado vacuno que pudieran ocasionar una competencia por los recursos.

Sin embargo, en las inmediaciones del área destinada para el manejo y aprovechamiento del borrego está siendo desarrollado un proyecto geotérmico por parte de la Comisión Federal de Electricidad, ubicado en el Volcán de las Vírgenes. Este proyecto, a pesar de llevarse a cabo de manera independiente, no deja de ser un factor antropogénico que incide sobre la población de borrego cimarrón, ya que continuamente se realiza movimiento vehicular y se generan sonidos que ponen en alerta -estrés- a los animales que se encuentran en las localidades más cercanas a la termoeléctrica como lo es el Filo el Aguajito y el Viejo.

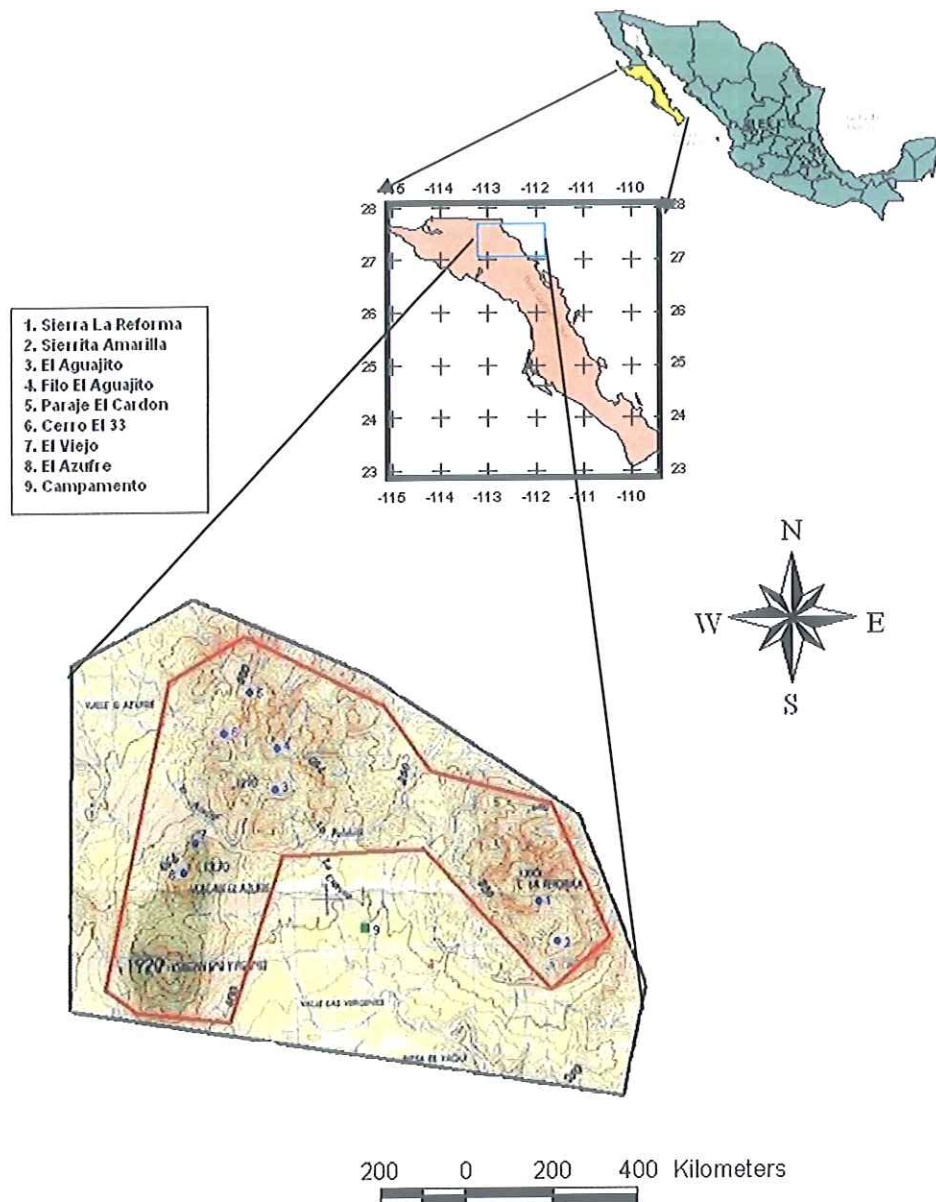


Figura 4. Ubicación de las localidades muestreadas en la Unidad de Manejo y Aprovechamiento ejido Alfredo V. Bonfil.

6. METODOLOGÍA

6.1 FASE DE CAMPO

6.1.1 Obtención de Heces Fecales

La recolecta de las heces se realizó una vez por cada temporada del año, de verano de 2002 a otoño de 2003 en localidades del Rancho Noche Buena, Sonora y ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur (Figura 4, Anexo 1). Dichas localidades fueron seleccionadas para la recolecta de heces en función de la presencia de borrego cimarrón detectada por los rancheros del lugar. Para el caso de la UMA Alfredo V. Bonfil, no fue posible coleccionar durante el verano por cuestiones de logística.

El número de muestras obtenidas en cada localidad, dependió de la disponibilidad de las mismas, sin embargo, el esfuerzo de muestreo fue el mismo para todas las localidades (Cuadro 1 y 2).

Cuadro 1. Localidades, número de muestras y estación del año en que se muestreo en la UMA Rancho Noche Buena.

LOCALIDAD	# DE MUESTRAS	ESTACIÓN/AÑO
Cañada El Zorrillo	18	Otoño/2002
Sierra Noche Buena	9	Otoño/2002
Pico Johnson	56	Primavera/2003
Rincón Bonito	35	Primavera/2003
	14	Invierno/2002
Cerro El Serrucho	12	Primavera/2003
	29	Verano/2002
	62	Otoño/2002
Sierra Seri	42	Primavera/2003
	55	Otoño/2002
Total de muestras	332	

Cuadro 2. Localidades, número de muestras y estación de recolecta, de muestras analizadas de la UMA ejido Alfredo V. Bonfil., Baja California Sur.

LOCALIDAD	# DE MUESTRAS	ESTACIÓN/AÑO
Cañada El Aguajito	18	Primavera/2003
Cerro el 33	7	Primavera/2003
Cerro El Viejo	20	Otoño/2003
	11	Invierno/2002
Total de muestras	56	

Las heces fecales se guardaron en bolsas de plástico almacenándose a una temperatura de 4°C, hasta su posterior procesamiento para la cuantificación de testosterona (T), estradiol (E2) y Cortisol (C).

Durante la recolecta se obtuvo información referente a la posición geográfica, altitud, características del terreno (escarpado, pendiente, pedregosidad, agujajes), temperatura ambiental, cobertura vegetal, disponibilidad de alimento (presencia y ausencia), tamaño y consistencia de las heces, así como el sustrato sobre el cual fueron encontradas (arena, pastos, rocas), fecha; hora del día; y observación directa de los borregos (Anexo 2).

Cada muestra se consideró como grupo individual (Ayala, 2000, 2003) de acuerdo a las características de color, consistencia, tamaño, agrupación, cantidad y distancia existente entre grupos. A partir de esta información, se definieron las variables que influyen en el grado de estrés fisiológico del borrego cimarrón (físicas, biológicas, ambientales y antropogénicas).

6.1.2 Caracterización del Tipo de Manejo

Esta actividad consistió en identificar las acciones de manejo que pudieran incidir en el estrés fisiológico valorado en las heces del borrego cimarrón. En cada sitio de recolecta además de las variables físicas, biológicas y ambientales, se registró lo siguiente: 1) número de caminos, veredas, bebederos y comederos presentes, así como la distancia de los mismos a los sitios de recolecta; 2) si los bebederos son utilizados por otras especies además del borrego; 3) presencia o ausencia de ganado (de ser posible número de animales); 4) número de personas que realizan actividades en la UMA, y 5) en caso de que existiera algún trabajo de investigación en el área de estudio, se considero como variable. Posteriormente se efectuó el análisis estadístico (Anexo 3).

6.2 FASE DE LABORATORIO

6.2.1 Análisis de las Muestras

Se siguió la técnica inmunoenzimática (EIA) fotolorimétrica estandarizada por Ayala (2000), para la extracción y la cuantificación de la concentración de cada hormona (T, E2 y Cortisol) presente en las heces de *Ovis canadensis mexicana* y *Ovis canadensis weemsi*.

6.2.2 Extracción Total de Esteroides en Heces

- 1)** De cada muestra se pesó 1 gr. de heces y se homogenizaron en 5 ml. de agua destilada.
- 2)** A cada homogenizado se le agregó 3 ml. de éter dietílico
- 3)** El homogeneizado se centrifugó a 3000 r.p.m x 1 min. a temperatura ambiente. El sobrenadante -extracto total de esteroides (ETE)- se transfirió a un tubo cónico; evaporándose esta fase orgánica a sequedad. Para valorar el porcentaje de extracción se tomaron al azar alícuotas de homogeneizado a las cuales se les agregó un trazador radiactivo (Salame *et al.*, 2004).

6.2.3 Inmunoensayo (EIA)

Para conocer la concentración de T, E2 y C se utilizaron kits (Diagnostic System Laboratories, Inc., Webster, Texas, USA). Siendo necesario efectuar la curva patrón, mediante la reacción antígeno-anticuerpo. Los resultados de cada EIA se obtuvieron en un espectrofotocolorímetro para microplacas (Stat Fax-303 Plus).

6.3 FASE DE GABINETE

6.3.1 Análisis Estadístico – Modelo Lineal Generalizado (GLIM)-

6.3.1.1 Rancho Noche Buena

Para el proceso estadístico de los datos, se realizó un análisis estadístico con el método del modelo lineal generalizado (GLIM por sus siglas en inglés) (Crawley, 1993). Para esto, se elaboró una matriz de trabajo declarando como variable de respuesta la [C]. Las otras dos hormonas sirvieron para determinar el sexo, es decir, a través de la relación diferencial entre la concentración de testosterona (T) y estradiol (E2), determinar a que sexo (hembra o macho) correspondía cada grupo de heces. De esta forma, cuando el contenido de E2 fue mayor que el de T se consideró que la muestra era de una hembra, y cuando el contenido de T fue mayor que la del E2 se consideró que la muestra era de un macho (Soto *et al.*, 2004; Ayala, 2000).

Como variables explicatorias se utilizó: la localidad, estación del año, sexo y actividad antropogénica. Sólo se definieron estas cuatro variables, ya que en el caso de la variable estación están implícitos dos factores más, el ambiental (temporada de lluvias o secas) y el biológico (época reproductiva). Por su parte, la cacería se lleva a cabo según la estación del año.

El criterio utilizado para declarar la variable actividad antropogénica (alta, media y baja) consistió en la asignación de valores de tipo alto, cuando se detectaba la presencia de más de tres actividades (cría de ganado vacuno,

cacería furtiva, caminos y bebederos artificiales); medio, cuando eran tres las actividades detectadas (cría de ganado, cacería furtiva y cercas); y bajo cuando eran dos (cría de ganado y cacería furtiva).

Respecto al grado de estrés, se asignaron tres categorías (bajo, medio y alto), para lo cual se consideró lo citado en literatura, en donde se menciona que [C] menores a los 10 ng/gr corresponde a un estrés bajo o de tipo natural; un estrés de tipo medio entre 11 y 30 ng/gr, y alto cuando la concentración es mayor a los 30 ng/gr, por lo que algunos autores lo consideran un tipo de estrés crónico (Harlow *et al.*, 1992).

6.3.1.2 Ejido Alfredo V. Bonfil

La matriz que se construyó para analizar los datos de esta UMA, incluyó la [C] y las variables explicatorias de localidad, edad (adulto, joven y cría), estación, cacería, y actividad antropogénica.

A diferencia de las del Rancho Noche Buena, no se pudo valorar el contenido de E2 y T para clasificarlas por sexo, por lo que se recurrió a diferenciarlas por el tamaño de las heces (grandes-1.1 cm³-, medianas-entre 0.8 y 1 cm³- y chicas-0.5 cm³-), a través del cual se clasificaron por grupos de edad (adultos, jóvenes y crías) (Ayala y cols. en preparación).

Posteriormente, se realizó un análisis exploratorio para ambas poblaciones, en donde se calculó la media, la varianza, y la desviación estándar de cada uno de las variables explicatorias. También se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para confirmar si el efecto de cada una de las variables consideradas en el muestreo ejercía un efecto significativo sobre la concentración de cortisol con una $P < 0.05$.

Finalmente, se realizaron pruebas de *t*-Student para establecer diferencias significativas con una $\alpha = 0.05$, utilizando para ello la siguiente formula:

$$T_{\text{calculada}} = [(\text{estimado}_1 - \text{estimado}_2) / \text{error estándar del estimado}_2]$$

7. RESULTADOS

7.1 Contenido de Cortisol en Heces de *Ovis canadensis mexicana* en la UMA Rancho Noche Buena en Sonora, México

Las variables consideradas en el modelo sobre la concentración de cortisol [C] presente en heces de borrego cimarrón, fueron la localidad, el sexo, la estación, la actividad antropogénica y el grado de estrés. Por lo que, el modelo resultante fue: **1 + Grado de Estrés + Actividad Antropogénica + Localidad + Estación + Sexo**. Siendo la distribución de los datos normal, así como la función ligada de tipo identidad.

Las variables que por sí solas no ejercían un efecto significativo en las concentraciones de cortisol, tales como la cacería y temporada (lluvias y secas), se descartaron del modelo. Por ejemplo, en el caso de la cacería esta se lleva a cabo en función de la estación del año, por lo tanto, al asignarle a las [C] la variable estación ésta ya incluye la temporada la caza; siendo lo mismo con respecto a la temporada.

Grado de estrés: se constato que de las 332 muestras analizadas 190 tuvieron una [C] de 10 ± 5 ng/gr siendo el promedio de 7 ng/gr, siendo en este caso el grado de estrés bajo; 122 muestras tuvieron 25 ± 10 (20 y 35) ng/gr con un promedio de 20 ng/gr, correspondiendo a un grado de estrés medio; y 20 muestras tuvieron más de 35 ng/gr siendo el promedio de 51 ng/gr, por lo tanto el grado de estrés fue alto (Cuadro 3; Figuras 5).

Cuadro 3. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por grado de estrés.

GRADO DE ESTRES	Prom.	Desv. Est.	Var.	N
Bajo ([C] < 15ng/gr)	7	2.4	5.7	190
Medio ([C] > 15-35 ng/gr)	20	5.1	26.4	122
Alto ([C] > 35 ng/gr)	51	18.3	335.8	20
			Total	332

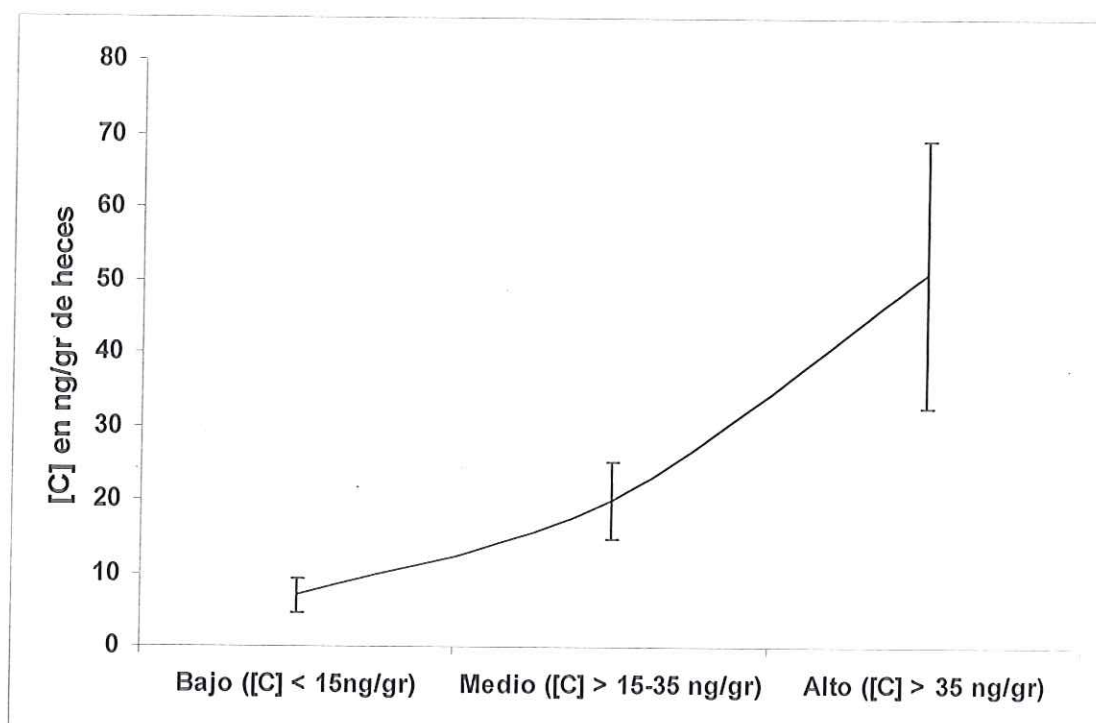


Figura 5. Concentración de cortisol en heces de la subespecie *Ovis canadensis mexicana* con respecto al grado de estrés.

Actividad antropogénica: de las 124 muestras recolectadas en la zona de mayor actividad antropogénica, 62 tuvieron una concentración menor de 15 ng/gr; 47 entre 20 y 30 ng/gr, y 15 más de 30 ng/gr de [C]. Por su parte, las 107 muestras recolectadas en donde la actividad antropogénica fue media, los valores de la [C] así como el rango de variación disminuyeron (Cuadro 4). De estas muestras, 88 tuvieron menos de 15 ng/gr, 14 entre 20 y 30 ng/gr, y 5 muestras más de 30ng/gr. Por último, de las 101 muestras correspondientes al tipo de actividad antropogénica baja, 94 tuvieron un contenido entre 5 y 15 ng/gr y 7 entre 20 y 25 ng/gr (Figura 6).

De los resultados anteriores, la existencia de diferencias significativas entre los tres tipos de actividad antropogénica, permite relacionar el tipo de actividad antropogénica y los contenidos de cortisol, lo cual indica que el estrés es más alto en donde existe un mayor número de actividades antropogénicas (Figura 6).

Cuadro 4. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por actividad antropogénica.

Act. Antr.	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	N<15 ng	N>15-35 ng	N>36 ng
Alta	20.5	16	257	124	62	47	15
Media	12.2	9.4	88.8	107	88	14	5
Baja	8.5	4.9	24.8	101	94	7	--
			Total	332			

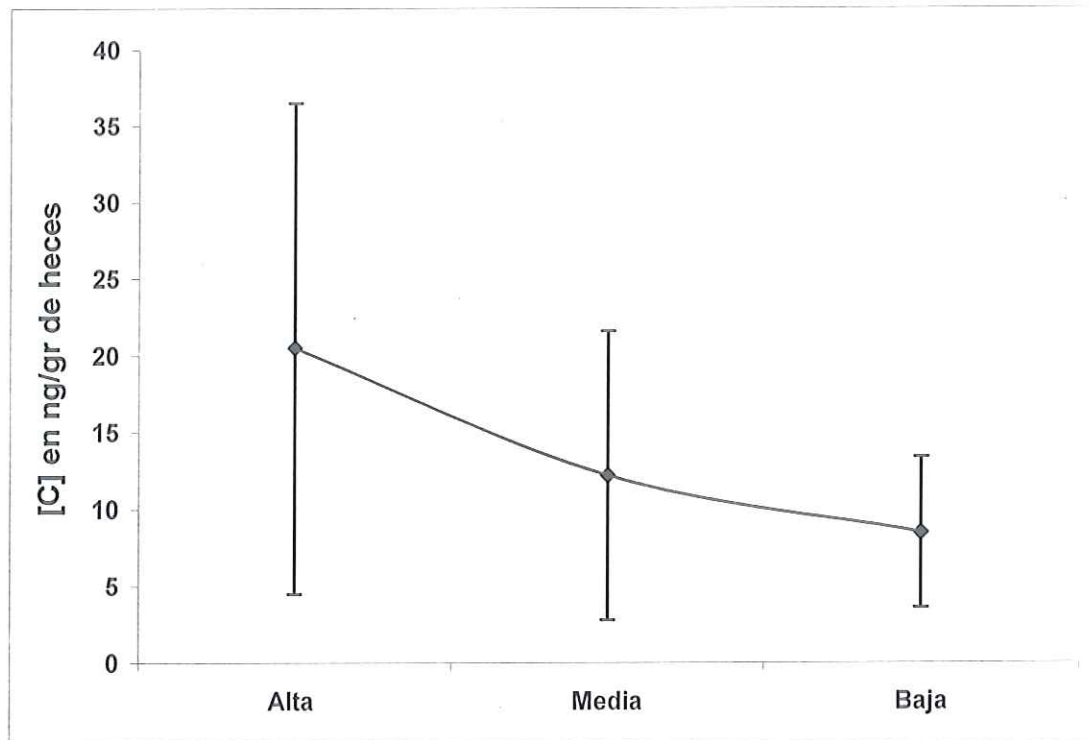


Figura 6. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis mexicana* por grado de actividad antropogénica.

Localidad: en la Cañada El Zorrillo todas las muestras analizadas tuvieron concentraciones menores a los 15 ng/gr; en la Sierra Noche Buena se observó que la mayoría tuvieron una concentración de 35 ng/gr de cortisol; seguidos de tres que tuvieron menos de 15 ng/gr y una con 65 ng/gr. El valor promedio fue de 28 ng/gr (Cuadro 7).

En Pico Johnson el intervalo fue heterogéneo, dado que 39 muestras tuvieron concentraciones menores a los 15 ng/gr; 13 con una [C] mayor a los 30 ng/gr, y tres con más de 35 ng/gr. Sin embargo, el promedio fue de 16 ng/gr (Cuadro 7).

En Rincón Bonito, 30 muestras presentaron concentraciones menores a los 15 ng/gr; 18 muestras con una concentración de 25 ± 5 ng/gr, y una muestra tuvo 50 ng/gr. Siendo el promedio de 16 ng/gr (Cuadro 7).

En el Serrucho, 66 muestras mostraron una [C] menor a los 15 ng/gr; 14 entre 20 y 30 ng/gr y una muestra con más de 35 ng/gr. El promedio fue de 10 ng/gr (Cuadro 7).

Por último, en Sierra Seri 65 muestras contenían menos de 15 ng/gr, 23 con concentraciones de 25 ± 5 ng/gr, y 9 con más de 30 ng/gr. Siendo el promedio de 17 ng/gr (Cuadro 5) (Figura 7).

Cuadro 5. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por localidad.

Localidad	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	N<15 ng	N>15- 35 ng	N>36 ng
Cañada Zorrillo	7.8	3.5	12.4	18	18	--	--
Sierra Noche Buena	28.3	20	400	9	3	5	1
Pico Johnson	15.8	15.6	244.2	55	39	13	3
Rincón Bonito	15.7	8.66	75	49	30	18	1
Cerro El Serrucho	9.6	6.9	48.2	81	66	14	1
Sierra Seri	17.2	14.8	219.8	97	65	23	9
			Total	309			

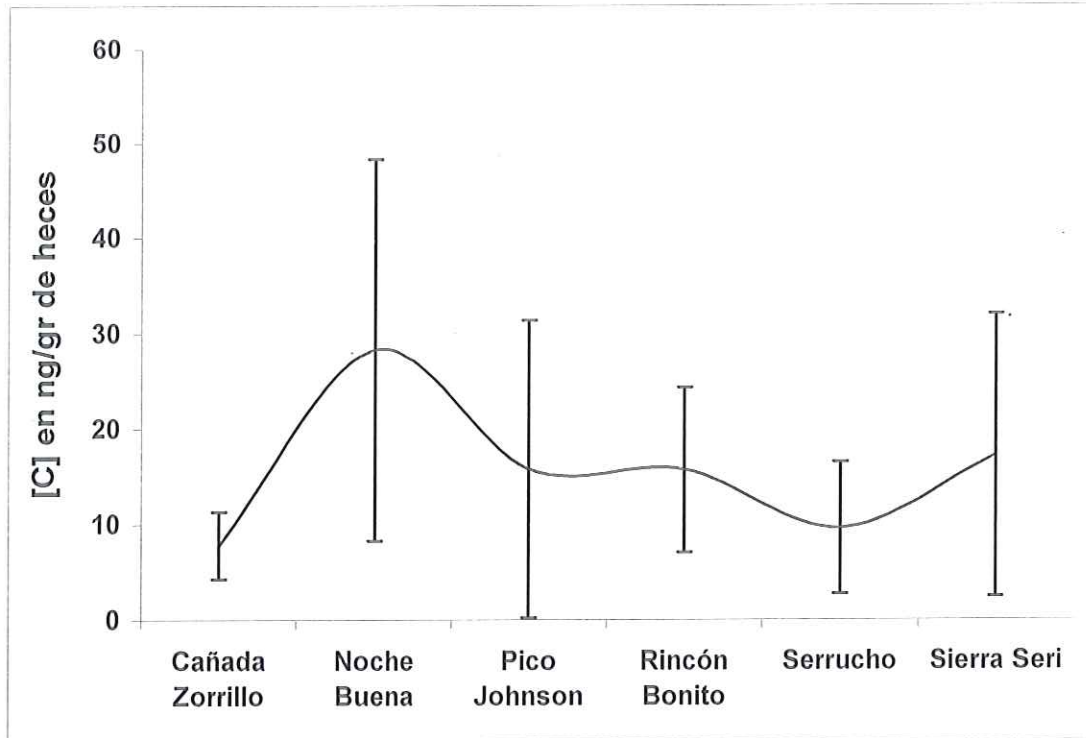


Figura 7. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis mexicana* por localidad.

Estación del año: se recolectaron 144 muestras durante la primavera de las cuales 83 tuvieron menos de 15 ng/gr, 48 entre 20 y 30 ng/gr y 13 con más de 30 ng/gr; siendo el promedio de 19 ng/gr.

En verano, las 30 muestras recolectadas presentaron una [C] menor a los 15 ng/gr con un promedio de 6 ng/gr.

Durante el otoño se colectaron 144 muestras de las cuales en 119 la [C] fue menor a los 15 ng/gr, 18 tuvieron entre 20 y 30 ng/gr y en 7 fue mayor a los 30 ng/gr. Siendo el promedio de la [C] de 12 ng/gr.

Finalmente, durante el invierno se recolectaron 14 muestras; de estas 12 contenían menos de 15 ng/gr y 2 muestras entre 20 y 35 ng/gr, presentando un promedio de 9 ng/gr (Cuadro 6).

Por lo anterior, se puede apreciar que es durante la primavera y el otoño cuando se presenta un mayor estrés en el borrego cimarrón (Figura 8), ya que durante estas dos estaciones es donde se obtuvo la [C] más alta.

Cuadro 6. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por estación.

Estación	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	N<15 ng	N>15- 35 ng	N>36 ng
Primavera	19	15.1	229.1	144	83	48	13
Verano	6	2.8	7.6	30	30	--	--
Otoño	11.7	9	81.5	144	119	18	7
Invierno	8.6	8.1	67	14	12	2	--
Total				332			

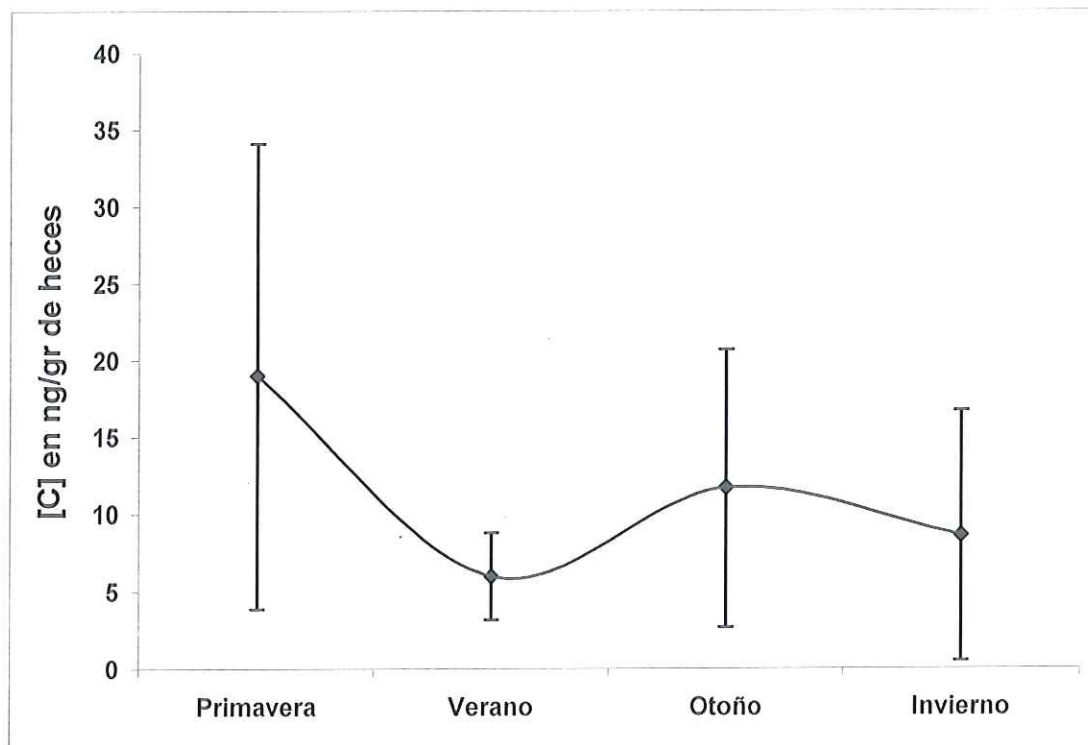


Figura 8. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis mexicana* por estaciones.

Sexos: de las 332 muestras revisadas, 233 corresponden a machos con un valor promedio de 15 ng/gr, 160 muestras presentaron concentraciones menores a los 15 ng/gr, 55 entre 20 y 30 ng/gr y 18 con más de 30 ng/gr. Siendo el valor promedio de 15 ng/gr (Cuadro 7).

Por su parte, 99 muestras correspondieron a hembras de las cuales 83 tuvieron menos de 15 ng/gr, 13 entre 20 y 30 ng/gr, y tres con 35 ng/gr. Con un valor promedio de 11 ng/gr (Cuadro 7; Figura 9).

Cadro 7. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por sexo.

Sexo	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	N<15 ng	N>15- 35 ng	N>36 ng
Machos	15.4	14	195.9	233	160	55	18
Hembras	11.4	8	56.7	99	83	13	3
			Total	332			

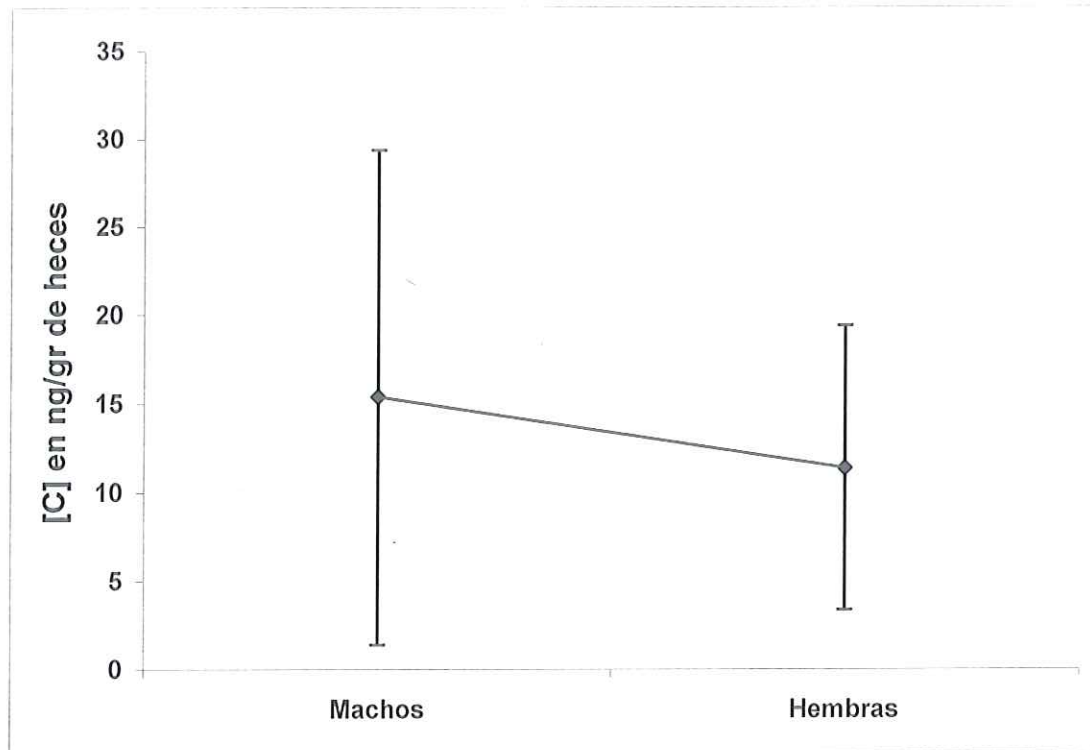


Figura 9. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis mexicana* por sexos.

7.1.1 Modelo Lineal Generalizado (GLIM): Valores de la Devianza Total, Devianza Explicada, Análisis de Varianza (ANOVA) y *t*-Student

Mediante un análisis de varianza (ANOVA) fue posible constatar si existía una relación entre las variables explicatorias (localidad, sexo, estación, actividad antropogénica y grado de estrés) y la [C]. Además de comprobar si existían diferencias significativas ($P < 0.05$) en cada una de ellas y entre ellas. Por otro lado, la interacción entre ellas no explicó la variación en la [C] (Anexo 4).

El grado de estrés fue la variable que mejor explicó las [C] obtenidas con un 46.9%, seguida por la actividad antropogénica (11.6%) y la localidad con 11.2% de explicación, la estación con un 7.9 % y el sexo con un 5.1% (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de la devianza explicada, el porcentaje (%) de explicación de cada variable, cambio en grados de libertad, F calculada, F de tablas y nivel de significancia; considerados en el modelo para la cuantificación de la [C] en heces de *Ovis canadensis mexicana* en la UMA-Rancho Noche Buena, Sonora.

Variables explicatorias	Dev. Expl.	% de Expl.	Cambio en G. L.	F- Calc.	F- Tab.	Diferencias ($P < 0.05$)
Localidad	5819	11.2	5	7.4	2.2	*
Sexo	2656	5.1	1	16.8	3.8	*
Estación	4113	7.9	3	8.7	2.6	*
Act. Antr.	6061	11.6	2	19.3	3	*
Grado Estrés	24423	46.9	2	77.7	3	*
Devianza total= 52080 Devianza residual= 6309.9 G.L. totales= 331						

*=Significativa

Por último, para corroborar si existían diferencias significativas entre los niveles de cada variable explicatoria, se calcularon los valores de *t* mediante una prueba de *t*-Student. Encontrando diferencias significativas ($t_{2g.l.}$, $\alpha=0.05=2.92$) entre los niveles del grado de estrés y la actividad antropogénica (Cuadro 9).

Respecto a las localidades, se presentaron diferencias significativas ($t_{5g.l}$, $\alpha=0.05=2.02$) entre Cañada El Zorrillo y Pico Jonson; Cañada El Zorrillo y Rincón Bonito; Cañada Zorrillo y Serrucho; Cañada Zorrillo y Sierra Seri; Sierra Noche Buena y Rincón Bonito; Sierra Noche buena y Cerro El Serrucho; Sierra Noche Buena y Sierra Seri; Pico Johnson y Rincón Bonito; Pico Johnson y Sierra Seri; y entre Rincón Bonito y Sierra Seri (Cuadro 12).

No se presentaron diferencias significativas entre las localidades Cañada Zorrillo y Sierra Noche Buena; Sierra Noche Buena y Pico Jonson; Pico Johnson y Cerro El Serrucho; Rincón Bonito y Cerro El Serrucho; y entre Cerro El Serrucho y Sierra Seri (Cuadro 10).

En cuanto a los valores de la [C] por estaciones, también se presentaron diferencias significativas ($t_{3g.l}$, $\alpha=0.05=2.35$) entre cada estación del año que se muestreo (Cuadro 11). De igual manera, en machos y hembras, se presentaron diferencias significativas ($t_{1g.l}$, $\alpha=0.05=3.61$) entre sexos (Cuadro 11).

Cuadro 9. Resultados de los análisis de t-Student por actividad antropogénica y grado de estrés.

Variable	Nivel	Est. 1	Est. 2	Errstd2	Tc	Dif.
Actividad Antropogénica	Alta-Media	22.8	15.5	1.4	5.4	*
	Alta-Baja	22.8	4.9	1.4	12.3	*
	Media-Baja	15.5	4.9	1.4	7.3	*
Grado de Estrés	Bueno -Medio	10.2	21.5	0.7	15.2	*
	Bueno - Crónico	10.2	65.1	1.5	35.9	*
	Medio - Crónico	21.5	65.1	1.5	28.6	*
T tablas= 2.92						

*=Significativa

Cuadro 10. Resultados de los análisis de t-Student por localidad.

Variable	Niveles	Est.1	Est. 2	Errstd2	Tc	Dif.
Localidad	Cañada Zorrillo - Noche buena	7.8	28.3	10.4	1.9	NS
	Cañada Zorrillo-Pico Johnson	7.8	36.4	12.1	2.4	*
	Cañada Zorrillo-Rincón Bonito	7.8	44.3	12.1	3.0	*
	Cañada Zorrillo-Serrucho	7.8	46.2	12.1	3.2	*
	Cañada Zorrillo-Sierra Seri	7.8	55.6	11.7	4.1	*
	Noche Buena-Pico Johnson	28.3	36.4	6.9	1.2	NS
	Noche Buena-Rincón Bonito	28.3	44.3	6.9	2.3	*
	Noche Buena-Serrucho	28.3	46.2	7.7	2.3	*
	Noche Buena-Sierra Seri	28.3	55.6	6.7	4.1	*
	Pico Johnson-Rincón Bonito	36.4	44.3	3.2	2.5	*
	Pico Johnson-Serrucho	36.4	46.2	5.7	1.7	NS
	Pico Johnson-Sierra Seri	36.4	55.6	3.3	5.8	*
	Rincón Bonito-Serrucho	44.3	46.2	5.7	0.3	NS
	Rincón Bonito-Sierra Seri	44.3	55.6	3.3	3.4	*
	Serrucho-Sierra Seri	46.2	55.6	5.3	1.8	NS
T tablas= 2.02						

NS= No significativa; *****= Significativa

Cuadro 11. Resultados de los análisis de t-Student por sexo y estación.

Variable	Nivel	Est. 1	Est. 2	Errstd2	Tc	Diferencias
Sexo	Machos-Hembras	7.8	0.275	1.7	4.5	*
T tablas = 3.61						
Estación	Primavera-Verano	16.4	3.7	2.9	4.4	*
	Primavera-Otoño	16.4	4.9	1.9	10.8	*
	Primavera-Invierno	16.4	15.3	3.5	9.0	*
	Verano-Otoño	3.7	4.9	1.9	4.4	*
	Verano-Invierno	3.7	15.3	3.5	5.4	*
	Otoño-Invierno	4.9	15.3	3.5	2.9	*
*=Significativa		T tablas= 2.35				

7.2 Contenido de Cortisol en Heces de *Ovis canadensis weemsi* en la UMA Ejido Alfredo V. Bonfil en Baja California Sur, México

Las variables consideradas en el modelo sobre la concentración de cortisol [C] presente en heces de la subespecie *weemsi* fueron: la localidad, la edad, la estación, la actividad antropogénica y el grado de estrés.

Por lo que, el modelo resultante fue: **1 + Localidad + Grado de Estrés + Estación + Actividad Antropogénica + Edad**. Siendo la distribución de los datos normal, así como la función ligada de tipo identidad.

Localidad: en total se colectaron 54 grupos de excretas, de las cuales 18 correspondieron a la localidad El Aguajito, los valores de la [C] fueron de 1 a 14 ng/gr, siendo el promedio de 9 ng/gr. Para la localidad Cerro El 33, las 7 muestras estuvieron entre 0.3 a 3 ng/gr siendo el promedio de 2 ng/gr, y en la localidad El Viejo las 29 muestras presentaron entre 1 a 20 ng/gr con un promedio de 7 ng/gr (Cuadro 12; Figura 10).

Cuadro 12. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por localidad.

Localidad	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	Valores de la [C] en ng/gr
El Aguajito	9	0.8	0.7	18	1-14
Cerro El 33	2	1.6	2.6	7	0.3-3
Cerro El Viejo	6.5	1	1.2	29	1-20
			Total	54	

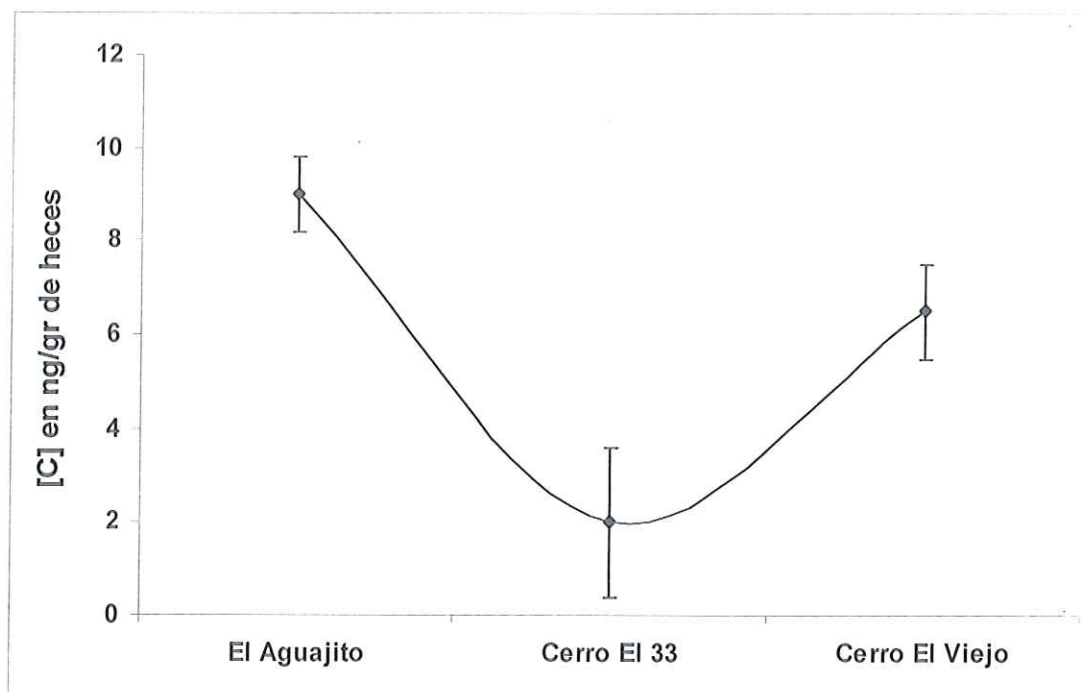


Figura 10. Promedios de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis weemsi* por localidad.

Grado de estrés: de las 54 muestras analizadas, 45 tuvieron una [C] de entre 0.5 y 10 ng/gr, es decir, un grado de estrés bajo con un promedio de 6 ng/gr; 8 muestras tuvieron entre 10.5 y 14 ng/gr siendo el promedio de 12.1 ng/gr, por lo que el grado de estrés fue medio. Una muestra presentó más de 20 ng/gr, considerándose como grado de estrés alto (Cuadro 13; Figura 11).

Cuadro 13. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por grado de estrés.

Grado de Estrés	Prom.	Desv. Est.	Var.	N	Valores de la [C] en ng/gr
Bajo	6	1	1	45	0.5-10
Medio	12.1	1.1	1.3	8	10.5-14
Alto	20.5	2.6	6.9	1	> 20
Total				54	

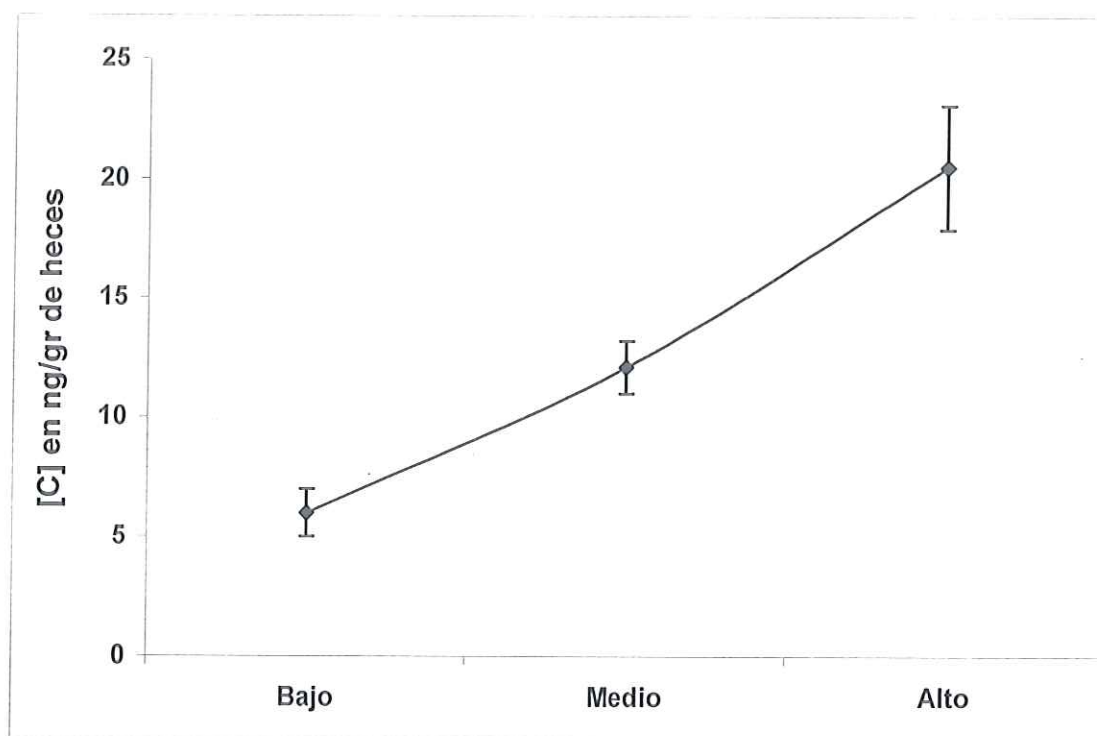


Figura 11. Promedio de la concentración de cortisol presente en heces de *Ovis canadensis weemsi* por grado de estrés.

Estación del año: en la primavera las [C] variaron de 1 a 14 ng/gr, siendo el promedio de 7 ng/gr. Durante el otoño fueron de 5 a 20 ng/gr, con un promedio de 8 ng/gr. En invierno las [C] variaron de 1 a 9 ng/gr en donde el promedio fue de 4 ng/gr. (Cuadro 14; Figura 12).

Cuadro 14. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por estación.

Estación	Promedio	Desv. Est.	Varianza	N	Valores de la [C] en ng/gr
Primavera	7	0.8	0.6	25	1-14
Otoño	8	1.2	1.5	18	5-20
Invierno	4	0	0	11	1-9
Total				54	

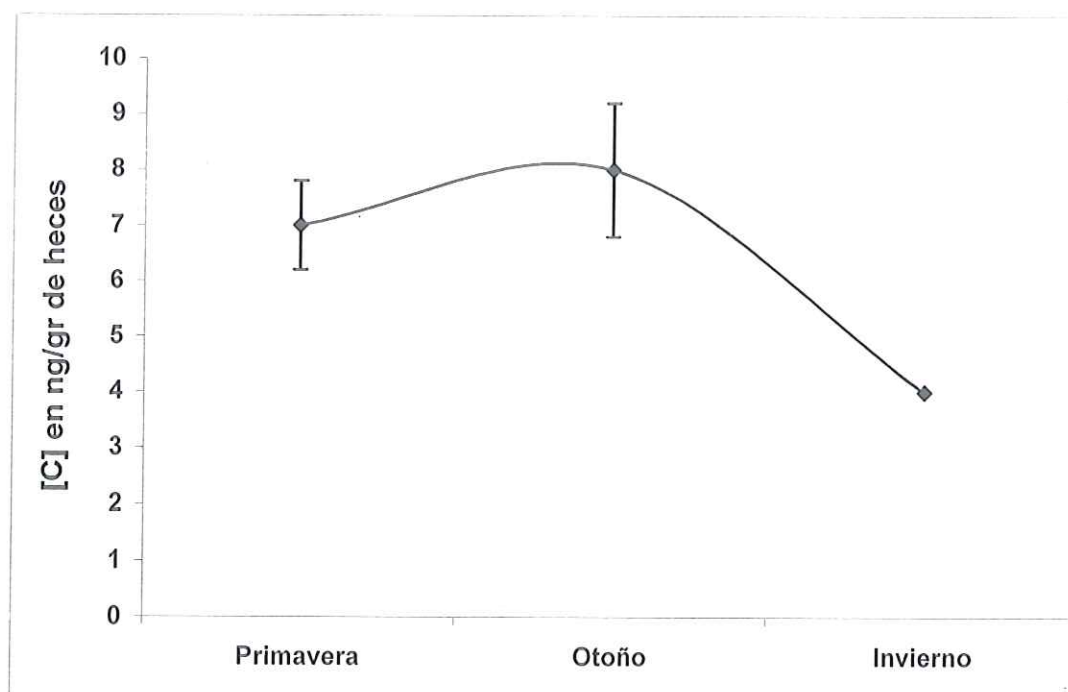


Figura 12. Promedio de la concentración de cortisol en heces de *Ovis canadensis weemsi* por estación.

Actividad antropogénica: de las 13 muestras recolectadas en las zonas con una actividad antropogénica alta la [C] varió de 3 a 21 ng/gr, con un promedio de 10 ng/gr; 19 muestras que se recolectaron en zonas en donde la actividad antropogénica era media las concentraciones de [C] variaron de 1 a 11 ng/gr, siendo el promedio de 6 ng/gr. Por su parte, las 22 muestras recolectadas en zonas con una actividad antropogénica baja la [C] varió de 1 a 12 ng/gr, siendo el promedio de 6 ng/gr (Cuadro 15; Figura 13).

Cuadro 15. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por actividad antropogénica.

Actividad Antropogénica	Prom.	Desv. Est.	Varianza	N	Valores de la [C] en ng/gr
Alta	10	0.9	0.9	13	3-21
Media	6	1.1	1.2	19	1-11
Baja	6	1.1	1.2	22	1-12
			Total	54	

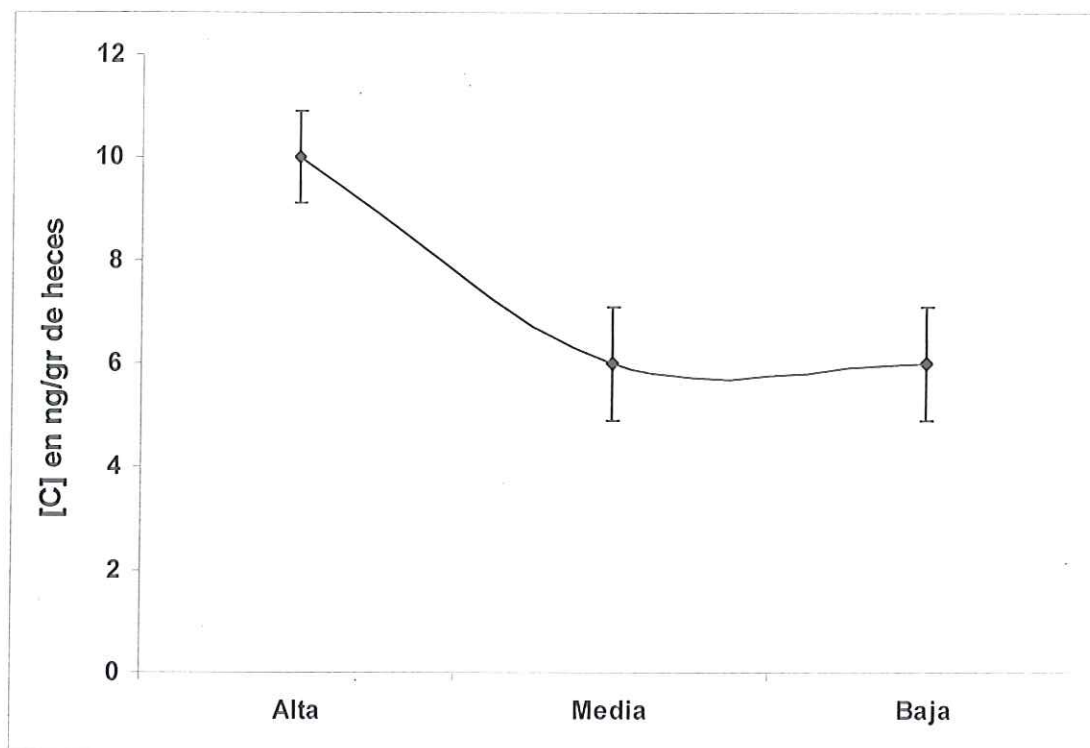


Figura 13. Promedio de la concentración de cortisol en heces de *Ovis canadensis weemsi* por actividad antropogénica.

Edad: las muestras definidas como de individuos adultos variaron de 1 a 14 ng/gr siendo el promedio de 7 ng/gr; en las muestras correspondientes a los jóvenes las [C] variaron de 2 a 20 ng/gr siendo el promedio de 8 ng/gr, y en las muestras definidas como crías las [C] variaron de 8 a 10 ng/gr, siendo el promedio de 9 ng/gr (Cuadro 16; Figura 14).

Cuadro 16. Valores promedio, desviación estándar, varianza y número de muestras con diferentes valores de la [C] por edad.

Edad	Promedio	Desv. Est.	Varianza	N	Valores de la [C] en ng/gr
Adultos	7	0.8	0.8	45	1-14
Jóvenes	8	1.5	2.1	7	2-20
Crias	9	2.6	7	2	8-10
			Total	54	

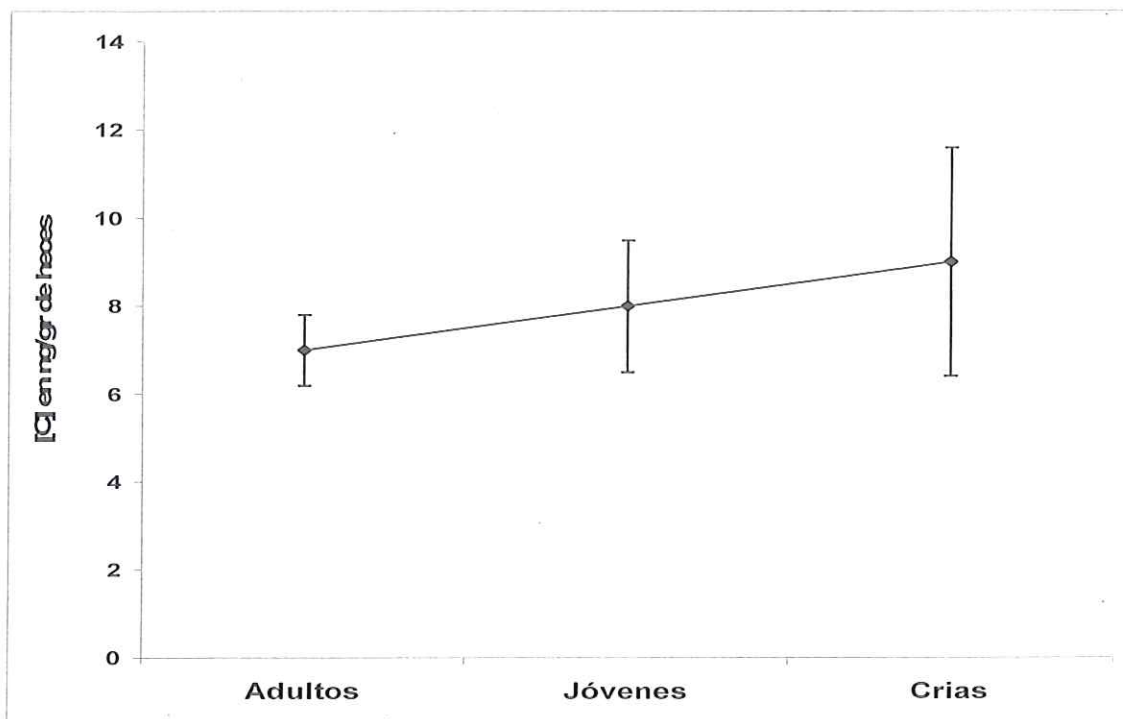


Figura 14. Promedio de la concentración de cortisol en heces de *Ovis canadensis weemsi* por edad.

7.2.1 Modelo Lineal Generalizado (GLIM): Valores de la Devianza Total, Devianza Explicada, Análisis de Varianza (ANOVA) y t'Student

Mediante un análisis de varianza (ANOVA) fue posible constatar si existía relación entre las variables explicatorias (localidad, edad, estación, actividad antropogénica y grado de estrés) y la [C]. Además de verificar si esta relación fue significativa o no ($P < 0.05$).

La localidad fue la variable que en mayor proporción reveló el comportamiento de las [C] con un 28.3%; seguida por grado de estrés con 17.4% y la estación con 15.4% (Cuadro 17). Por otro lado, la interacción entre estas dos variables no explico la variación en la [C] (Anexo 5).

Cuadro 17. Valores de la devianza explicada, porcentaje (%) de explicación de cada variable y las interacciones de primer orden, cambio en grado de libertad, F calculada, F de tablas y nivel de significancia; considerados en el modelo para la cuantificación de la [C] en heces de *Ovis canadensis weemsi* en la UMA-ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur. Las cifras en negritas corresponden a los mayores porcentajes.

Variables explicatorias	Dev. Expl.	% de Expl.	Cambio en G. L.	F-Calc.	F- Tab.	Diferencias ($P < 0.05$)
Localidad	259.7	28.3	2	7.5	3.2	*
Edad	43.47	4.7	2	1.3	2.6	n.s
Estación	141.6	15.4	2	8.2	4	*
Act. Antr.	85.51	9.3	2	2.5	3.2	n.s
Grado de Estrés	160	17.4	2	4.6	3.2	*
Devianza total= 918.76 Devianza residual= 228.49 G.L. totales= 53						

NS= No significativa; *= Significativa

Considerando que las variables localidad, estación y grado de estrés fueron las que se asocian con las diferentes [C] observadas, la prueba de t-Student reveló que se presentan diferencias significativas ($t_{2g.l, \alpha=0.05}=2.92$) entre las tres localidades que fueron muestreadas; contrario a esto, entre estaciones no hubo diferencias significativas.

Por edad, se presentaron diferencias significativas ($t_{2g.l, \alpha=0.05}=2.92$) entre la relación adultos-jóvenes y adultos-crías. Por actividad antropogénica, se presentaron diferencias significativas ($t_{2g.l, \alpha=0.05}=2.92$) entre la interacción actividad alta-media y entre actividad alta-baja. Por último, se presentaron diferencias significativas ($t_{2g.l, \alpha=0.05}=2.92$) entre los tres tipos de grado de estrés (Cuadro 18).

Cuadro 18. Resultados de los análisis de t-Student

Variable	Nivel	Est. 1	Est. 2	Errstd 2	Tc	Diferencias
Localidad	Aguajito-Cerro-33	9.1	2	1.6	4.4	*
	Aguajito-El Viejo	9.1	0.6	1.1	8.9	*
	Cerro-33 - El Viejo	2	0.6	1.1	2.4	NS
Estación	Primavera-Otoño	9	11.7	1.5	1.8	NS
	Primavera-Invierno	9	11.2	2.7	0.8	NS
	Otoño-Invierno	11.7	11.2	2.7	0.2	NS
Edad	Adulto-Joven	8.9	13.6	0.8	5.8	*
	Adulto-Cría	8.9	13.6	1.2	3.8	*
	Joven-Cría	13.6	13.6	0	0	NS
Act. Antr.	Alta-Media	10.9	7.6	0.9	3.5	*
	Alta-Baja	10.9	4.4	1.1	5.8	*
	Media-Baja	7.6	4.4	1.1	2.8	NS
Grado de Estrés	Natural-Medio	7.7	12.3	1.2	3.9	*
	Natural-Crónico	7.7	24.2	2.6	6.2	*
	Medio-Crónico	2.3	24.2	2.6	4.5	*
T tablas= 2.92						

NS= No significativa; *= Significativa

8. DISCUSION

En el presente trabajo se encontró que las actividades de manejo que se practican en las UMAS donde se realizó el estudio, producen estrés fisiológico en las poblaciones de borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana* y *Ovis canadensis weemsi*) que están siendo aprovechadas. Aún con la premisa de que los animales en vida silvestre presentan un estrés natural, el estrés reportado en las muestras de borrego analizadas resultó más alto (Geist, 1984).

Las diferencias encontradas en las dos subespecies, probablemente son el resultado del manejo de cada UMA. Por ejemplo, en el Rancho Noche Buena las actividades antropogénicas tales como la cría de ganado vacuno, una significativa presencia de caminos y veredas de acceso al rancho, se presentan en mayor grado. Además, las fuentes de agua son las mismas tanto para el ganado como para la fauna silvestre, aunado a que los abrevaderos están ubicados a orillas de caminos para facilitar el acceso al ganado. En lo que se refiere a la actividad de cazadores furtivos, ésta se ve favorecida por las múltiples rutas de acceso y por la cercanía de la UMA a ranchos aledaños.

Las concentraciones de cortisol y las diferencias encontradas en cada UMA se asocian al tipo de tenencia de la tierra en cada una. En el caso de la UMA Noche Buena, la Sierra forma parte de un complejo serrano que se compone de varios pequeños propietarios que no ven a la sierra como una sola unidad. Cada uno trabaja de manera aislada, y las actividades de manejo y aprovechamiento las realizan sin coordinarse. Lo cual da como consecuencia que las condiciones de estrés, por actividades humanas, cacería furtiva y generación de ruidos extraños para los cimarrones se multipliquen, provocando que las concentraciones de cortisol aumenten.

De esta forma, el tipo de propiedad así como la escala a la cual se realiza el manejo en esta área, repercuten en el grado de estrés que puede presentar la población de borrego. Con base en esto, y retomando una de las estrategias centrales del Programa de Conservación de la Vida Silvestre, que se refiere a la integración y operación del SUMA, hace ver que no se está favoreciendo a las poblaciones de borrego cimarrón en la UMA Rancho Noche Buena. En primera instancia, por que no existe una integración de todos y cada uno de los propietarios de las tierras donde habita el borrego, y en segunda, por que no se considera como unidad de manejo a cada Sierra o conjunto de éstas.

En el caso del ejido Alfredo V. Bonfil en Baja California Sur, las sierras pertenecen a un sólo dueño, dado que la propiedad es de tipo ejidal, por lo tanto las acciones de manejo se realizan bajo un esquema de común acuerdo, es decir, se tiene la garantía de que una sola vez se alterará a los cimarrones por las acciones de manejo extensivo. Bajo este supuesto, las condiciones estresantes son mínimas lo cual propicia que el grado de estrés que pudieran presentar los borregos en esta UMA disminuya.

Asimismo, en esta UMA es mínimo el acceso al área destinada para el aprovechamiento de borrego cimarrón. Lo que podría traducirse en una baja probabilidad de que los animales sean cazados furtivamente. En cuanto a la disponibilidad de agua, los cimarrones utilizan los aguajes naturales existentes en la UMA. Ya que el manejo en este sitio se basa en el principio de mínima modificación de su hábitat, únicamente se realiza limpieza de aguajes.

Con base en lo anterior, el estrés detectado en la UMA Alfredo V. Bonfil no sólo se explica por las acciones de manejo. También se atribuyen a otras actividades que no son parte de la UMA; en este caso, la presencia de la termoeléctrica la cual se considera una posible fuente de estrés para esta especie, principalmente por el tránsito de vehículos que ocurre durante todo el

día (Creel *et al.* 2001). Al respecto, algunos estudios, han analizado el efecto que provoca la presencia de vehículos, llegando a concluir que el ruido que se genera por el uso de este transporte provoca que especies como el venado y borrego cimarrón exhiban patrones conductuales y fisiológicos (liberación de glucocorticoides) como mecanismo de defensa ante situaciones que amenazan su tranquilidad (Dorrance *et al.* 1975; Freddy *et al.* 1986; MacArthur *et al.* 1982 y Moen *et al.* 1982).

Con respecto a las diferencias obtenidas por muestras, ésta se atribuye a las características individuales que intervienen en la manera de percibir y de responder a un estímulo, ya sean de tipo genético (especie, raza, sexo e individuo) o ambiental. Por lo que, la variabilidad interindividual hace que individuos de una misma especie, edad y sexo puedan diferir en la respuesta a un mismo estímulo (Montané, 2002).

Por lo tanto, se considera importante que el estrés en especies de importancia cinegética sea un aspecto principal a evaluar, tomando en cuenta las particularidades o características de cada subespecie, así como el hábitat donde se encuentran. Ya que al tener problemas con el manejo, no se cumplen ciertos objetivos como: 1) el facilitar a los animales los requerimientos necesarios para su desarrollo, y 2) asegurar el reclutamiento de animales con características de trofeo (talla grande y buena condición física).

Aunado a esto, los principales efectos que provoca un resultado negativo sobre su manejo y aprovechamiento son problemas reproductivos, de crecimiento y metabólicos (Belenguer y Mormede, 1993) los cuales en condiciones críticas merman el tamaño de la población a corto plazo. Ya que para establecer las tasas de aprovechamiento de estas subespecies únicamente se considera lo relacionado con su biología básica (vr. gr. densidad, proporción de sexos, dieta, descripciones generales de su hábitat). Tal criterio desde el

punto de vista de aprovechamiento sustentable es inapropiado para fines de extracción de borrego cimarrón.

Con lo anterior, se ha comprendido cuan importante es generar información completa y periódica de la población de borrego cimarrón, si realmente se quiere hacer un buen manejo y conservación del mismo, teniendo como consecuencia el diseñar las estrategias de manejo acordes con las necesidades de cada subespecie. En otras palabras, si se efectúan estudios de monitoreo de la condición fisiológica de las poblaciones, evitando el contacto directo con los animales, la cacería deportiva tendría mas éxito y sería más atractiva por la calidad del recurso (borregos cimarrones) a ofrecer.

Visualizando lo anteriormente expuesto, los resultados obtenidos a través del presente trabajo aportan información nueva y relevante para las subespecies estudiadas, en especial para la toma de decisiones en su manejo. Ya que a partir de analizar la información y programas generados sobre el borrego cimarrón en México, nos damos cuenta de que a pesar de los esfuerzos generados para su recuperación y la generación de información sobre su biología, estos no han sido suficientes y adecuados. Dado que los programas desarrollados no han brindado los frutos esperados, sólo las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (SUMA) logró concretarse y puesto en práctica (SEMARNAP, 1997). Es a partir del 2000 cuando las autoridades (INE) retoman muchas de las ideas y estrategias ya planteadas en 1997, incorporando nuevos esquemas administrativos en los cuales plantean que el manejo del borrego cimarrón no sólo se reduce a un manejo confinado e intensivo de los ejemplares, si no que es necesario un manejo integral del hábitat, declarando que la problemática que enfrenta la especie se debe en gran medida al limitado conocimiento (calidad y cantidad) acerca de sus poblaciones, entre otras cuestiones.

De esta manera, las concentraciones de cortisol valoradas en el borrego cimarrón se analizan y discuten por subespecie, dado que cada una de ellas presenta características particulares, se tiene lo siguiente:

8.1 Concentración de Cortisol Presente en las Heces de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) y su Relación con los Diferentes Factores Bióticos y Abióticos Presentes en su Hábitat

8.1.1 Por Localidades

Cada localidad así como sus alrededores tienen características particulares, por lo que el borrego cimarrón al utilizarlos para satisfacer sus requerimientos alimenticios, de protección, así como su reproducción puede presentar diferentes grados de estrés. Aún cuando las seis localidades estudiadas presentan características físicas muy similares en cuanto al tipo de vegetación, pendiente, grado de cobertura o la altitud, por mencionar algunos, esta premisa se confirmó tanto en la localidad Pico Jonson como en Sierra Seri, en donde se encontraron las concentraciones más altas de cortisol. Esto debido probablemente a las actividades –antropogénicas– que desarrolla la gente de los ranchos aledaños, quienes también cazan furtivamente al borrego y otros animales.

En la localidad de Rincón Bonito las altas [C] pueden ser el resultado del patrón reproductivo de la población, considerando que durante la primavera los grupos se conforman de hembras con sus crías y otros cimarrones jóvenes que pasan la mayor parte del año con las hembras. Lo anterior se infiere, basándose en las observaciones de campo donde fue posible observar la presencia de una gran cantidad de echaderos y huellas.

Por otro lado, la presencia de ruidos y el transitar de vehículos cerca de los lugares donde se encuentran los cimarrones, aumenta el grado de estrés y por ende las concentraciones de cortisol. Esto se confirmó en el Rancho Noche Buena, en donde algunas muestras contenían entre 35 y 55 ng/gr. Probablemente debido a la ubicación de la UMA, en la cual la gente realiza diversas actividades tales como el mantenimiento de aguajes y la cría de ganado vacuno, así como por el constante transitar de vehículos y de la gente misma, ya que sus actividades cotidianas las hacen muy cerca del rancho.

8.1.2 Por Sexo

Los machos de borrego cimarrón se caracterizan por permanecer la mayor parte del año separados del resto de la población, es decir, de las hembras, crías y jóvenes. Sólo cuando ocurre la temporada reproductiva (celo y apareamiento) se les puede observar junto a las hembras (Geist, 1971). Esta observación coincide con el hecho demostrado en esta tesis al haber constatado durante la época reproductiva diferencias significativas en la [C] entre las heces de machos y hembras, siendo mayor en los machos. Esta evidencia, también fue reportada por Ayala (2003) en donde también se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos.

La mayor [C] en los machos, puede deberse a que son los que más se exponen tanto a los depredadores naturales como al hombre, sobre todo durante la primavera, que es cuando se separan del resto de la población y se dispersan en busca de alimento. Esto concuerda con el hecho de haber encontrado durante esta estación del año concentraciones de cortisol significativamente más altas en los machos con respecto a las otras estaciones del año.

Otra posible explicación de las concentraciones de cortisol detectadas en los machos es la presencia de cazadores furtivos. A lo cual, se tiene que dirigir la atención necesaria, ya que el impacto de la cacería ilegal de machos adultos disminuye la proporción macho:hembra y reduce la disponibilidad de individuos para la caza legal.

Por otro lado, las concentraciones de [C] encontradas en el otoño, coincide con un incremento en la actividad reproductiva, ya que es durante estas estaciones cuando se ha documentado que ocurren tanto el celo y el apareamiento de los borregos, así como los nacimientos; aunado a la temporada de caza -actividad cinegética- la cual se realiza de finales de otoño y durante el invierno. Sumado a esta actividad antropogénica está el previo monitoreo de los grupos de machos con el objetivo de conocer sus áreas preferenciales durante la temporada de caza. Por tanto, son los machos quienes se ven más afectados por las actividades realizadas en los sitios que los rancheros conocen como de mayor uso para la actividad cinegética (Rincón, R. *comunicación personal*).

Aunque la [C] fue significativamente más alta en los machos, en las hembras también se observaron muestras con concentraciones mayores a los 15 ng/gr. De acuerdo con esto y considerando las [C] reportadas por Ayala (2003), se sugiere desarrollar acciones que tienda a reducir el nivel de estrés en las hembras, como por ejemplo zonificación restringida; ya que es en ellas donde recae la trascendental función de aportar los nuevos individuos a la población. Por ejemplo, Macfarlane y col. (2000) reportan que el aumento en la concentración de cortisol retrasa la maduración folicular durante la fase de estró. Por lo tanto, se debe tener particular cuidado en no favorecer este incremento en la [C], de lo contrario se estaría afectando la fase reproductiva, y por ende el éxito de la misma.

8.1.3 Por Estación del Año

La estacionalidad es un factor determinante en la fisiología animal, debido a que se presentan condiciones físicas y ambientales particulares, por lo que los organismos tienen que ajustar sus patrones fisiológicos y conductuales para que su permanencia como parte de la población no se vea afectada. Por lo tanto, las diferencias encontradas en las [C] por estación del año, se atribuyen a los diversos mecanismos fisiológicos que los individuos desarrollan para aclimatarse a las condiciones predominantes. Asimismo, la cacería también provoca el que se incremente el estrés en el borrego cimarrón, por ejemplo, cuando la cacería se inicia a principios de otoño, invierno y en algunos casos cuando se prolonga hasta principios de la primavera.

Otro factor que se relaciona con las elevadas [C] es que durante el otoño e invierno los borregos entran en celo; considerando lo anterior, se puede apreciar que la condición reproductiva de los animales aunado a la cacería tienen un efecto sobre las concentraciones de cortisol encontradas. Respecto a esto, Broom y Johnson (1993) indican que durante situaciones como el cortejo, el apareamiento y la cacería en otras especies silvestres se favorece el aumento en la liberación de glucocorticoides. Esto se relaciona con lo reportado en este trabajo, ya que tanto en machos como en hembras durante el otoño y la primavera se obtuvieron las concentraciones más altas de cortisol.

En el caso específico de las hembras, el haber encontrado elevadas concentraciones de cortisol en las heces recolectadas durante el otoño y la primavera puede deberse a su actividad reproductiva -celo y apareamiento-. Por ejemplo, durante la primavera y el verano en poblaciones de cimarrón en Baja California se encontraron hembras preñadas y/o lactando (Ayala y Martínez, 2001), por lo que durante la época reproductiva en las hembras tiende a aumentar el grado de estrés (Daley *et al.*, 2001; Möstl *et al.*, 1985). Por otro lado, durante la búsqueda de alimento y protección de los corderos, quienes

aunque al nacer ya pueden seguir a la madre en esta etapa son más susceptibles a la depredación, las hembras invierten mucha más energía y cuidado para la sobrevivencia de sus crías (Demarchi *et al.*, 2000).

Referente al estrés por la presencia de depredadores, la depredación no se considera una causa principal en poblaciones silvestres. Sin embargo, a poblaciones que se les restringe sus movimientos por la presencia de cercos, como es el caso de la UMA Rancho Noche Buena, la depredación si puede significar un factor determinante del estrés detectado, mismo que puede llevar a la muerte (Wehausen, 1992). Lo anterior considerando que los cimarrones habitualmente utilizan el hábitat que se caracteriza por disponer de terreno de escape y si faltan estas características en su hábitat son más susceptibles a la predación y por ende a presentar estrés (McQuivey, 1978).

8.1.4 Por Actividad Antropogénica

Cada vez más el hábitat del borrego cimarrón se ve amenazado por la presencia del hombre, quien en su búsqueda de alternativas productivas ha desarrollado actividades como la cacería, la cual conlleva a la realización de actividades antropogénicas, ya sean estas a nivel de hábitat (manejo extensivo) o de especie (manejo intensivo). Mismas que alteran sus mecanismos fisiológicos y por ende, se produce cierto grado de estrés en la especie de interés. En este sentido, Boonstra (2004) indica que la cacería puede causar a corto plazo estrés en los animales, de la misma manera que lo haría un depredador natural. Además de que la cacería a la larga puede llegar a provocar un estrés de tipo crónico, ya que no es fácil que los animales se adapten a estas condiciones de manera natural.

Tal es el caso del puma (*Puma concolor*) quien ha sido continuamente cazado con ayuda de perros durante varias semanas. Ante esto, su estrategia de sobrevivencia da como resultado cambios en la producción de la hormona adrenocorticotrópica (ACTH) en comparación con los animales que no son asechados por depredadores (Harlow *et al.*, 1992), lo cual sugiere que sufren efectos de estrés crónico.

Debido a que las actividades cinegéticas no se realizan con la misma intensidad y organización en toda la UMA Noche Buena, coincidió con el hecho de que en aquellas localidades con menos actividad antropogénica los borregos tuvieron valores bajos de cortisol (Cañada Zorrillo) y en aquellos en donde se realiza un mayor número de actividades antropogénicas las [C] fueron altas, como se constató en Sierra Seri, Pico Johnson y Rincón Bonito. Esto debido, en una primera instancia, a la escasa o nula actividad de mantenimiento del hábitat debido a la cría desorganizada de ganado vacuno y al furtivismo. Por lo que, la desorganización en las acciones de manejo en cada localidad; así como en los sitios destinados para cazar (siendo en algunos de ellos donde se lleva acabo la crianza y esparcimiento de los borregos); y el ruido, son fuertes factores estresantes para las poblaciones de cimarrón en estas zonas.

De acuerdo con esto, la gran actividad antropogénica desarrollada en Pico Johnson y Sierra Seri, se refleja en las altas concentraciones de cortisol e indican que los cimarrones en ambas áreas tienen un alto grado de estrés. Siendo de suma importancia el que se tomen la debidas precauciones en dichas áreas, por ejemplo, reducir el riesgo de tener animales con más probabilidades de ser depredados por cazadores furtivos (DeForge, 1976). Ya que este es un factor que impacta negativamente sobre la estructura de la población por no respetar sexo ni edad de los animales, independientemente de que los dueños de la UMA realicen el aprovechamiento del borrego garantizando una tasa de

explotación menor a la tasa de renovación natural, tal como lo estipula la Dirección General de Vida Silvestre.

Tocante a otra de las actividades de tipo antropogénico, en este caso la ganadería; ésta ha sido por años una fuente importante de ingresos para los propietarios de extensiones de tierra que por lo general son utilizadas para la cría de ganado pero que también es habitada por el borrego cimarrón, surgiendo la cacería deportiva como una alternativa económica. Por ello, no se puede concebir a la cacería como una actividad que desplace a la actividad ganadera, aunque si es importante tener una visión más amplia que permita vislumbrar el panorama que se tendría si las acciones de manejo de una y otra especie se toman a la ligera.

Es por eso importante el que se zonifiquen las áreas destinadas para la ganadería, pues aunque por lo general el cimarrón no compite por alimento con el ganado doméstico, dado que el cimarrón prefiere áreas con terreno escarpado; mismo que el ganado por lo general evita utilizar, en ciertas épocas del año cuando las condiciones climáticas son severas (v. gr. temporadas de secas) es posible que las áreas de forrajeo se traslapen. De esta forma, el cimarrón durante la primavera para aprovechar los primeros brotes de las hierbas es posible que se alimente en los valles y el ganado en caso de no encontrar suficiente alimento donde generalmente lo obtiene, busque cubrir sus requerimientos alimenticios en terreno escarpado.

Además de lo anteriormente mencionado, otra de las posibles fuentes de estrés es la que se origina por la presencia de rancheros donde se encuentra el cimarrón. Ya que llega a suceder que algunas vacas se separen del resto del hato por lo que los rancheros en la búsqueda de éstos lleguen a los sitios que utilizan los cimarrones. Dado que, la presencia de humanos no es parte del hábitat del borrego, en consecuencia los animales al sentirse en peligro se

ponen en alerta, lo cual como respuesta fisiológica produce la secreción de cortisol y por ende se incrementa su estrés.

De esta manera, cuando un animal presenta un estrés mayor al que presentaría en condiciones normales es más susceptible a contraer enfermedades; y si se está hablando de la posibilidad de que interactúen el ganado y el cimarrón, la probabilidad de tener animales enfermos aumenta, dado que es más susceptible a ser contagiado por enfermedades y parásitos que cualquier otra especie cinegética (Jessup, 1985; McCarty y Bailey, 1994).

La literatura menciona que los chivos domésticos son vectores de enfermedades para el cimarrón, contrario a esto aún no se ha probado de manera concluyente la transmisión de enfermedades del ganado hacia el borrego cimarrón. Autores como Jessup (1985); McCarty y Bailey (1994) citan que el ganado presenta enfermedades que se pueden transmitir al cimarrón. Asimismo, Wehausen y col. mencionan que el ganado es un reservorio de enfermedades infecciosas (lengua azul (BT) y hemorragias epizóticas (EHD)). Por esto, es importante tomar precauciones tales como el monitoreo y estudio de enfermedades del ganado antes de ser liberado en áreas destinadas para la ganadería como parte del manejo del cimarrón, evitando así la introducción de agentes infecciosos.

Además de los factores arriba mencionados, el confinamiento de los animales en un área utilizando cercos de malla, es un factor que produce estrés en el borrego cimarrón (Elenowitz, 1983), es por eso que las concentraciones de cortisol detectadas en esta población se atribuyen a las características en las modificaciones realizadas a su hábitat, debido a que la construcción de barreras físicas impone límites a sus movimientos de dispersión modificando los patrones conductuales mismos que se relacionan con otros mecanismos fisiológicos.

8.1.5 Por Grado de Estrés

La respuesta ante el estrés presenta cierta variación entre individuos, por lo que algunos animales toleran condiciones de estrés extremas, mientras que otros durante su fase de adaptación, arriesgan su bienestar traduciéndose en menor capacidad para resistir enfermedades o ser depredados (Boonstra, 2004). Por lo que algunos animales, aunque se encuentren en las mismas condiciones de estrés, pueden presentar bajas concentraciones de cortisol, mientras que en otros son muy altas.

Lo anterior explica porque la mayoría de las muestras analizadas presentaron un grado de estrés bajo (de 5 a 15 ng/gr). El cual podría definirse como de tipo natural, es decir, producto de condiciones "normales" que forman parte de la biología de la especie. Por su parte, las muestras que presentaron concentraciones con grado de estrés medio (de 15 a 35 ng/gr), sugeriría que los cimarrones están fuera del rango de tolerancia y por consiguiente presentan una actitud de alerta.

Por último, las muestras con elevadas concentraciones de cortisol (de 35 a 105 ng/gr) son de individuos que probablemente están bajo presión de factores estresantes de fuerte impacto, tales como la presencia de cazadores furtivos. Cabe resaltar que las poblaciones de cimarrón tienen un rango basal de estrés fisiológico (v. gr. Alimentación, movimientos, celo, apareamiento, preñez, cría y lactancia), por lo que es muy importante considerar que un estrés agregado o producido por acciones antropogénicas, se evite o minimice para beneficio de las poblaciones.

De esta manera, se confirma la importancia de que en el aprovechamiento del borrego cimarrón en las UMAS se asigne una parte de las ganancias para la vigilancia, con el objetivo de evitar o reducir la cacería ilegal, así como el

corregir cualquier otro factor que pudiera estar afectando a la población de interés dentro de la UMA, tal como lo establece el SUMA.

8.2 Concentración de Cortisol Presente en las Heces de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis weemsi*) y su Relación con los Diferentes Factores Bióticos y Abióticos Presentes en su Hábitat

8.2.1 Por Localidades

Las actividades antropogénicas provocan directa o indirectamente estrés en los mamíferos (Boonstra, 2004). Por ejemplo, en el Alce (*Cervus elaphus*) y el lobo (*Canis lupus*), debido al uso de vehículos se incrementa la concentración de glucocorticoesteroides (Creel *et al.*, 2001). En este caso, el cimarrón así como otros mamíferos en vida libre, son poco tolerantes al hombre. Por lo que al detectar modificaciones en su hábitat, así como la destrucción de sus rutas de dispersión por actividades antropogénicas, las evitan viéndose en la necesidad de buscar nuevos sitios que les brinden los requerimientos necesarios (DeForge, 1976).

Creel *et al.*, (2001) reporta que el tránsito de vehículos cerca de los sitios donde se encuentran las especies silvestres provoca un aumento en el contenido de cortisol. Considerando esto, los contenidos de cortisol en las heces de cimarrones del Viejo y el Aguajito se asocian a la ruta que siguen los vehículos para llegar a la termoeléctrica. Es posible que cuando se generan sonidos extraños la conducta de los borregos se modifique a tal grado que los animales se tienen que mover para buscar alternativas de hábitat que le proporcionen protección. Al respecto, algunos autores mencionan que el borrego cimarrón a diferencia del venado, es más leal a su ámbito hogareño y se ve en la necesidad de buscar nuevos territorios si las condiciones ambientales no son favorables (altas temperaturas, escasez de alimento) o cuando ocurre la pérdida de hábitat (Geist, 1971 y DeForge, 1981).

La restricción de los movimientos naturales del borrego cimarrón son cada vez más frecuentes por la presencia del hombre en su hábitat, además de que se rompen rutas de dispersión donde por lo general la fauna silvestre atraviesa por un proceso de adaptación difícil, que pone en riesgo su salud (Elenowits, 1983). Desde esta perspectiva, las actividades que se realizan dentro de la UMA se consideran posibles explicaciones de los contenidos de cortisol y las diferencias en la concentración por localidad de recolecta.

8.2.2 Por Edad

La edad de los individuos en una población de cimarrón que está determinada por una jerarquía social, en donde los jóvenes y crías son más vulnerables a enfrentar factores estresantes, por ejemplo, depredación y disponibilidad de alimento (Purdy y Shaw, 1981). Razón por la cual, los contenidos de cortisol en las heces de individuos jóvenes y crías presentaron de manera significativa las concentraciones más altas. Estos datos, concuerdan con los reportados por Ayala (2003) quien lo atribuye a la dinámica reproductiva, ya que estos valores corresponden a la temporada de celo y apareamiento, así como a la actividad antropogénica.

Por otra parte, los hatos de borregos cimarrones durante la época reproductiva se caracterizan por estar compuestos de hembras jóvenes y adultas con un macho dominante. Los machos jóvenes por lo general son los menos favorecidos con este tipo de reproducción, además de que repercute en su condición fisiológica elevando sus concentraciones de cortisol (Abbott *et al.*, 2003). Sadleir (1969) encontró que los cimarrones jóvenes pueden presentar conductas de homosexualidad para poder integrarse a un hato reproductivo, pero una vez que el macho dominante se descuida intenta montar una hembra. Esta conducta, se considera una estrategia reproductiva, sin embargo, tiene un costo y hablando en términos de estrés, esta podría ser otra explicación de las [C] en los machos jóvenes.

La información que se logró obtener al diferenciar por edades, demuestra como la edad se relaciona con los contenidos de cortisol. De manera indirecta esta característica permite inferir la condición reproductiva, es decir, si se trata de un individuo adulto existe la posibilidad de que se trate de un animal capaz de reproducirse y si es una cría no interesa saber si se trata de una hembra o un macho. Sin embargo, tanto en el caso de jóvenes como adultos, se ven implícitos otras explicaciones de los contenidos de cortisol. Pudiendo tratarse de animales en condición de celo o apareamiento, que sin la previa diferenciación por sexo, no es posible relacionar los contenidos de cortisol claramente con la condición de celo y apareamiento. Es por lo anterior, que cuando se cuantifica el estrés en heces fecales es importante diferenciar el sexo del animal (Turner *et al.*, 2002).

8.2.3 Por Actividad Antropogénica

El manejo extensivo al caracterizarse por un cuidado del hábitat, así como al desarrollarse mediante actividades como el suplemento de agua, alimento, cercado -cuidado-, etc., propicia un manejo positivo hacia la condición fisiológica de la población de interés, por lo que el estrés en esta subespecie fue diferente presentando concentraciones de cortisol máximas de 20 ng/gr.

Una respuesta conductual del cimarrón ante la presencia del hombre en su hábitat, es el constante estado de alerta ante la presencia de fuentes que arriesgan su seguridad. Es por eso, que las concentraciones detectadas en las muestras del Aguajito y El Viejo se atribuyen al tránsito constante de vehículos hacia la termoeléctrica, ya que los efectos sobre la fauna silvestre por la presencia de humanos, por cualquier motivo (safaris, censos aéreos, vehículos para nieve, helicópteros, vehículos, o perros domésticos) causa estrés (MacArthur *et al.*, 1982; Krausman y Hervert, 1983; Stemp, 1983).

Stocwell y col. (1991), así como Bleich y col. (1994) señalan que el efecto de actividades ocasionales es mínimo; sin embargo, si éstas se realizan continuamente reducen la eficiencia de forrajeo lo que da como consecuencia una salud pobre, reduciendo el crecimiento y por ende la reproducción (Geist, 1979). Ante tales condiciones es más probable que los animales eleven sus condiciones de estrés, ya que la literatura menciona que la escasez de alimento eleva el estrés (DeForge, 1976). De acuerdo con esto, se explica el haber encontrado concentraciones mayores a 15 ng/gr en algunas muestras de esta UMA.

Sobre las diferencias en la manera de responder de un individuo ante factores estresantes (presencia del hombre), es posible que algunos borregos se adapten a la presencia de disturbios, pero quienes no logran esto pueden morir. Con esto se pone en riesgo la permanencia de la UMA en lugar de favorecer la conservación de la especie.

8.2.4 Por Grado de Estrés

En el borrego cimarrón del ejido Alfredo V. Bonfil las [C] fueron diferentes a las reportadas para *Ovis canadensis cremnobates* (10.5 ng/gr) de la Sierra San Pedro Mártir en Baja California, en condiciones de vida libre (Ayala, 2003). Siendo probable que las muestras que presentaron una [C] mayor a los 15 ng/gr, pertenezcan a individuos que dadas sus características individuales les impide adaptarse o en su caso contrarrestar factores estresantes (depredadores o tránsito de vehículos). Tal como Montané (2002) lo menciona, la variación entre individuos de una misma especie, edad y sexo hace que la respuesta ante un mismo estímulo sea diferente.

En lugares con climas extremos, la temperatura es el principal factor estresante que provoca estrés en la fauna silvestre (Finch, 1984 y Gebremedhin, 1985). Con la secreción de cortisol ocurre un ajuste fisiológico que permite al animal tolerar el estrés causado por altas temperaturas (Christison y Johnson, 1972). Asimismo, para contrarestar los cambios de temperatura el sistema nervioso cuenta con receptores de temperatura que le permiten regular la temperatura del ambiente externo, lo cual implica un gasto de energía extra (Baker, 1989; Gebremedhin, 1985; Igono *et al.*, 1992; Muller *et al.*, 1994 a, b). Esta capacidad de regular la temperatura, se considera una adaptación evolutiva que permite a los seres vivos mantener su homeostasis. Además de que con la secreción de cortisol se favorece el ajuste fisiológico que le permite al animal tolerar el estrés causado por las altas temperaturas (Christison y Johnson, 1972). Con base en lo anterior, es que se explica el grado de estrés mayor a los 10 ng/gr en la población estudiada.

La literatura menciona que el estrés por calor, entre otras cosas, activa el eje hipotálamo-glándula adrenal, que junto con el aumento de concentración de cortisol son las principales respuestas de un animal a condiciones de estrés. El eje hipotálamo-glándula adrenal estimula el centro de la saciedad dando como resultado la pérdida del apetito, lo que en consecuencia repercute en la productividad del animal (Albright y Alliston, 1972). Además de la pérdida de apetito (Silanikove, 1992), otros mecanismos fisiológicos como el aumento de la respiración (Yousef, 1985), disminución del ritmo cardíaco y la pérdida de agua (Blazquez *et al.*, 1994); también afectan la productividad (Albright y Alliston, 1972; Lu, 1989) de los animales.

Considerando las consecuencias y los efectos que provoca el que los animales presenten cierto grado de estrés, es que se considera necesario el tratar de minimizar, mediante las acciones de manejo de la UMA, otras posibles fuentes de estrés como la actividad antropogénica, la generación de ruidos extraños o la modificación del hábitat. Dado que son inherentes al manejo de una especie, pero que en caso de llevarse a cabo un manejo ordenado dará como consecuencia una condición de estrés que no afectará la supervivencia del borrego cimarrón (Ough y deVos, 1984).

8.2.5 Por Estación

La estación, esta ligada con las condiciones ambientales imperantes, por ejemplo durante el otoño las condiciones de temperatura aumentan, como consecuencia los animales tienen que ajustar su temperatura corporal con la temperatura externa, y de este modo evitar un estrés por deshidratación; por lo tanto, las [C] obtenidas en muestras recolectadas durante esta estación se atribuyen a las condiciones de temperatura.

Ahora bien, considerando la condición reproductiva, las diferencias encontradas en las tres estaciones se atribuyen a la época de celo y apareamiento que inicia en otoño, invierno y parte de la primavera. Asimismo, se ha documentado que en estas estaciones ocurre el nacimiento y crianza de corderos.

Ya que por un lado, para cubrir los requerimientos alimenticios es necesario dedicar atención a la búsqueda de alimento; y por otro lado, la protección de corderos así como la dieta implican un gasto de energía. Por lo tanto, se asocia a estos factores las concentraciones de cortisol encontradas en el presente trabajo durante las estaciones muestreadas.

9. CONCLUSIONES GENERALES

- ❖ La determinación del estrés, utilizando como indicador la concentración de cortisol en heces fecales, es una herramienta metodológica que brinda resultados con potencial para sustentar las acciones de manejo y aprovechamiento del borrego cimarrón en México.
- ❖ Existe un efecto de las acciones de manejo que se realizan en las unidades de manejo y aprovechamiento de vida silvestre sobre las poblaciones de *Ovis canadensis mexicana* y *Ovis canadensis weemsi*, encontrando de manera general que en función de la cantidad de actividades antropogénicas en el área es el estrés que presentan los borregos.
- ❖ Las condiciones de manejo se relacionan con el contenido de cortisol en las heces fecales de las dos subespecies de cimarrón que se encuentran en las unidades de manejo Noche Buena y ejido Alfredo V. Bonfil. El tipo de acciones de manejo, por un lado, y por el otro, la manera de realizarlas determinan la [C] presente
- ❖ De igual manera, las variables bióticas y abióticas se asocian con el contenido de cortisol en heces fecales de las dos poblaciones de borrego estudiadas.
- ❖ Se aporta información biológica relevante a los procesos fisiológicos que pueden estar afectando a las poblaciones de borrego cimarrón en Sonora y Baja California Sur. Sin embargo, es necesario llevar a cabo más estudios sobre el estado reproductivo, de salud, etc; los cuales permitan conocer más a fondo los diferentes procesos a los que están sometidos los borregos en su hábitat natural.

9.1 CONCLUSIONES PARTICULARES

9.1.1 UMA Rancho Noche Buena, Sonora

- ❖ Las acciones de manejo, tales como: la cría de ganado de manera desordenada, así como la escasa vigilancia en el área repercuten en el grado de estrés que presentan los borregos.
- ❖ La presencia de personas ajenas a la UMA, así como la presencia del ganado en toda el área destinada para el manejo del borrego multiplica las fuentes de estrés en los animales.
- ❖ Asimismo, la localidad y la actividad antropogénica resultaron ser las principales variables que propician la [C] en el borrego cimarrón.
- ❖ De esta manera, las localidades con una mayor presencia de actividades antropogénicas, poca vigilancia, así como la presencia de ganado vacuno, como lo es el caso de la Sierra Noche Buena, provocan que aumenten las [C] en los animales.
- ❖ Finalmente, en esta UMA la variable que también se relaciona con el grado de estrés detectado fue la presencia de cazadores furtivos.

9.1.2 UMA Ejido Alfredo V. Bonfil, Baja California Sur

- ❖ Los resultados encontrados en esta UMA muestran que las variables localidad, estación y edad determinan las [C], provocando así el grado de estrés en los borregos.
- ❖ De esta forma, al ser la edad de los animales una de las variables que determina las [C] en los borregos, fue en los jóvenes y las crías de esta población donde se presentó el grado de estrés más alto en comparación con los adultos.
- ❖ Asimismo, las actividades antropogénicas que se desarrollan en la termoeléctrica ubicada en el área de estudio, así como el tránsito de vehículos provocan estrés por ruido en el borrego cimarrón.
- ❖ Por otro lado, la condición reproductiva (celo y apareamiento), es otra de las características individuales que se relaciona con el grado de estrés presente en esta población de borrego cimarrón.

10. RECOMENDACIONES DE MANEJO GENERALES

- ❖ Se recomienda que en el Plan Nacional de Recuperación del Borrego Cimarrón se incorpore un apartado en el que se fundamente de manera obligatoria que en las UMAS se cuente con monitoreos, donde se utilice la técnica empleada en este trabajo, para evaluar las acciones de manejo que se están desarrollando o se pretenden desarrollar.
- ❖ Asimismo, dentro del Plan de Recuperación del Borrego Cimarrón, se estipula que como parte fundamental del Plan de Manejo de la especie se realicen censos poblacionales aéreos; sin embargo, debido al elevado costo de los vuelos y el impacto sobre el comportamiento de los animales, se recomienda realizar alternadamente el monitoreo de la condición de los borregos utilizando la [C]. Con esto, se tendría un seguimiento sistemático de sus poblaciones y se asignarán tasas de aprovechamiento de acuerdo a su estatus poblacional, lo que puede hacer posible el aprovechamiento sustentable, garantizando la viabilidad de las poblaciones y, con ello, la conservación de la especie.
- ❖ Es necesario difundir al sector público y privado sobre la importancia de realizar estudios sobre la condición fisiológica del borrego cimarrón en condiciones de manejo, para cumplir con los objetivos de aprovechamiento sustentable.
- ❖ Con base en los hallazgos sobre el efecto que tienen las temporadas de caza, se recomienda analizar en detalle si las fechas designadas para cazar, así como la ampliación de las mismas benefician tanto al dueño del rancho como a la población de borrego cimarrón, tal como la estrategia de recuperación del borrego cimarrón lo plantea.

- ❖ Es importante que se establezcan acciones específicas de manejo para el aprovechamiento y conservación para cada UMA, con lo cual se evitara extrapolar información sobre la condición de los animales de una zona a otra, con repercusiones desfavorables para el borrego cimarrón (enfermedades, caza de individuos jóvenes o hembras) y el dueño del rancho (pérdida de ganancias).
- ❖ Es de suma importancia, que la cantidad que se designa para reforzar la seguridad y vigilancia de las UMAs por el cobro de ejemplares sea sustancial; con lo cual se asegura la protección de los animales de cazadores furtivos.
- ❖ Así como también, asignar recursos para tener un monitoreo permanente del grado de estrés de la población objeto de manejo, que permita tener una evaluación sistemática del efecto de las acciones de manejo que se llevan a cabo en las UMAs sobre la población de borrego. Esto, con el fin de mantener los niveles de estrés bajos y en consecuencia animales en buenas condiciones, de tal manera que esto se refleje en la reproducción, cantidad de individuos, animales sanos y con buena apariencia.

10.1 RECOMENDACIONES DE MANEJO ESPECIFICAS PARA LA UMA RANCHO NOCHE BUENA, SONORA

- ❖ Obtener datos más específicos sobre las zonas con mayor grado de actividad cinegética y antropogénica, para tener un mayor conocimiento acerca de los efectos que dichas actividades pueden provocar en la población de borrego cimarrón.
- ❖ Debido a que las actividades de manejo (mantenimiento de aguajes, cría de ganado) influyen en la condición de los borregos, se considera importante realizarlas en lugares estrategicos, con el propósito de disminuir el grado de estrés en los animales.
- ❖ El haber detectado que localidades como Pico Johnson y Sierra Serí son las más susceptibles a las actividades furtivas se recomienda reforzar la vigilancia en puntos estratégicos de estas localidades, para disminuir la perturbación a la que están sujetos los borregos.
- ❖ Es importante que al designar los sitios para cazar o cuando se extienden las temporadas de caza se considere la experiencia de los guías a cerca de los sitios de crianza y paridero, ya que en la búsqueda de los machos cazables se puede llegar a estos sitios y afectar los procesos reproductivos y fisiológicos de la población.
- ❖ Es necesario que se establezcan criterios de aprovechamiento específicos en cada localidad, y en todo caso, puntualizar en aquellas localidades donde se encuentran las hembras con los individuos jóvenes.

10.2 RECOMENDACIONES DE MANEJO ESPECIFICAS PARA LA UMA EJIDO ALFREDO V. BONFIL, BAJA CALIFORNIA SUR

- ❖ Se recomienda realizar un monitoreo constante de las localidades aledañas a la termoeléctrica, ya que de esta manera, se puede saber a que grado las actividades que realiza la gente en este lugar afecta la condición fisiológica del borrego cimarrón. A partir de esto, se pretende conocer los posibles puntos críticos y dar alternativas que beneficien el aprovechamiento del borrego en esta UMA.
- ❖ Implementar un monitoreo de rutina que consista en la localización de los sitios de mayor uso por parte de los borregos con características de trofeo, con el fin de designar sitios de caza específicos y así evitar perturbar al resto de la población.
- ❖ Es importante que se cuantifique el contenido de hormonas sexuales (testosterona y estradiol) en las muestras analizadas, para definir si éstas corresponden a machos o hembras, y con esto decidir si dependiendo del sexo del individuo es el grado de estrés que presenta.
- ❖ Organizar el tránsito de vehículos a ciertos horarios para con esto controlar el efecto que se pudiera tener sobre la conducta y fisiología de los borregos.
- ❖ Durante la temporada de caza, es importante que se respeten los sitios donde se tengan antecedentes de la presencia de hembras, para no alterar procesos reproductivos de la población.
- ❖ Por último, es necesario que se continúe con el monitoreo del resto de las localidades y en diferentes épocas del año.

11. LIRERATURA CONSULTADA

- Abbott, D. H., E. B. Keverne., F. B. Bercovitch., C. A. Shively., S. P. Mendoza., W. Saltzman., C. T. Snowdon., T. E. Ziegler., M. Banjevic., T. Garland & R. M. Sapolsky. 2003.** Are subordinates always stressed?. A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Horm. and Beh.* 43: 67-82
- Albright, J. L. & C. W. Alliston. 1972.** Effects of varying the environment upon performance of dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 32:566-577.
- Andrade E., A. Orihuela., J. Solano & C. Galina. 2001.** Some effects of repeated handling and the use of a mask on stress response in zebu cattle during restraint. *App. Anim. Behav. Sc.* 71: 175-181.
- Audesirk, T.,n G. Audesirk & B. E. Byers. 2003.** Biología 2: Anatomía y fisiología animal. Sexta edición. Pearson educación. 231 pp.
- Ayala, C. S. G. 2000.** Desarrollo de una metodología para determinar los niveles de hormonas esteroides (P4, T, E2) en excretas de la población de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California México. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.
- Ayala, C. S. G. & R. Martínez. 2001.** Desarrollo de una metodología para determinar los niveles de hormonas esteroides (P4, T, E2) en excretas de la población de Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *Des. Big. Coun. Trans.* 45:190-207 p.
- Ayala, C. S. G. 2003.** Estrés fisiológico relacionado con la dinámica reproductiva del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*), en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.

- Baker, M. A. 1989.** Effect of dehydration and rehydration on thermoregulatory sweating in goats. *J. Physiol. Lon.* 417: 421-435.
- Blazquez, N. B., S. E. Long., T. M. Mayhew., G. C. Perry., N. J. Prescott & C. M. Wathes. 1994.** Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. *Res. Vet. Sci.* 57:277-284.
- Belenguer, S. G. & P. Mormede. 1993.** Nuevo concepto de estrés en ganadería: Psicobiología y neurobiología de la adaptación. *Inv. Agr. Prod. San. Anim.* 8:88-110.
- Bleich, V. C., R. T. Bowyer., A. M. Pauli., M. C. Nicholson & R. W. Anthes. 1994.** Mountain sheep (*Ovis canadensis*) and helicopter surveys: Ramifications for the conservation of large mammals. *Biol. Conserv.* 70:1-7.
- Boonstra, R. 2004.** Coping with changing northern environments: The role of the stress axis in birds and mammals. *Integr. Comp. Biol.* 44:95-108.
- Broom, D. M. & K. G. Johnson. 1993.** Stress and animal welfare. London. Chapman & Hall. (eds.)
- Bryant, F. C., J. A. Ortega & D. R. Synatzske. 1999.** Deer management in South Texas: A profile. Special publication. Texas A&M University-Kingsville, Caesar Kleberg Wildlife Research Institute. 32 pp.
- Brown, J., S. Wasser., D. Wildt., L. Graham & S. Monfort. 1997.** Faecal steroid analysis for monitoring ovarian and testicular function in diverse wild carnivore, primate and ungulate species. *Int. J. Mam Bio.* 62:27-31.
- Burt, W. H. 1983.** Faunal relationships and geographic distribution of mammals in Sonora, Mexico. Miscelaneous publication of the museum of zoology. University of Michigan. 39 Ann Arbor. Michigan.
- Colodner, C. A. G. 2001.** Evaluación del estado de salud de la población de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*, Elliot, 1903) en la

Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Tesis de Licenciatura en Biología. Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla, México.

CONABIO, 2002. Comisión Nacional para el estudio de la Biodiversidad. Base de datos CITES. www.conabio.org.mx

Crawley, M. J. 1993. Methods in ecology: Glim for ecologist. Department of Biology, Imperial College Silwood Park. Blackwell Science. 379 pp.

Creel, S., J. E. Fox., A. Hardy., J. Sands., B. Garrot & R. O. Peterson. 2001. Snowmobile activity and glucocorticoid stress responses in wolves and elk. *Cons. Biol.* 16: 809-814.

Curry, B. E. 1999. Stress in mammals: the potential influence of fishery-induce stress on dolphins in the eastern tropical Pacific. Ocean. NOAA Technical memorandum NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-260. Southwest fisheries science center, La Jolla, CA. 121 pp.

Czekala, N., S. Gallusser., J. Meier & B. Lasley. 1986. The development and application of an enzyme immunoassay for urinary estrone conjugates. *Zoo Biol.* 5:1-6.

Demarchi, R. A., C. L. Hartwig & D. A. Demarchi. 2000. Status of the Rocky Mountain bighorn Sheep in British Columbia. *Wild. Bull.* No. B-99. 57pp.

DeForge, J. R. 1976. Stress: is it limiting bighorn?. *Des. Big. Coun. Trans.* Sv:30-31.

DeForge, J. R. 1981. Stress: Changing environments and the effects on desert bighorn sheep. *Des. Big. Coun. Trans.* Vol:15-16.

Dobson, H. & R. F. Smith. 2000. What is stress, and how does it affect reproduction?. *Anim. Repr. Sci.* 61:743-752

Dorrance, M. J., P. J. Savage & D. E. Huff. 1975. Effects of snowmobiles on white-tailed deer. *J. Wildl. Manage.* 39:563-569.

Eaton, G. R. 2002. Estrategia de manejo para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903), basada en la evaluación de los elementos estructurales del hábitat, en la Sierra San Pedro Mártir,

Baja California, México. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.

Elenowitz, A. S. 1983. Habitat use and population dynamic of transplanted desert bighorn sheep in the Peloncillo Mountains, New Mexico State Univ., Las Cruces. 185 pp.

Finch, V. A. 1984. Heat as stress factor in herbivores under tropical condicions. *In*: Gilchrist, F. M. C., Mackie, R. I. (Eds.), *Herbivore nutrition in the subtropics and tropics*. The Science Press, Graighall, South Africa. 89-105 pp.

Franco, E. R., D. M. Brouset., M. Romano & R. A. Valdéz. 2003. Análisis de esteroides por medio de radioinmunoanálisis en fauna silvestre: A partir de muestras de sangre, saliva, heces u orina. V Curso Latinoamericano Reproducción asistida en Fauna Silvestre. Africam Safari, Puebla México. 173-178

Freddy, D. J., M. B. Whitcomb & M. C. Fowler. 1986. Responses of mule deer to disturbance by persons afoot and snowmobiles. *Wildl. Soc. Bull.* 14:63-68.

Foley, C. A., S. Papageorge & S. K. Wasser. 2001 Noninvasive stress and reproductive measures of social and ecological pressures in free-ranging african elephants. *Cons. Biol.* 15:1134-1142.

Galindo, M. M. E. 2000. Hábitos alimentarios del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 84 pp.

Gebremedhin, K. G. 1985. Heat exchange between livestock and the environment. *In*: Yosef, M. K. (Ed.) *Stress physiology in livestock*. Vol. 1. CRC Press, Boca Raton, Fl. 15-33 pp.

- Geist, V. 1971.** Mountain sheep: A study in behaviour and evolution. Univ. Chicago Press, Chicago, IL. 383 pp.
- Geist, V. 1984.** Principles of wildlife management. *In: Wildlife behavior and physiology.* Chapter 10. Bailey J. A., John Wiley & Sons. New York. 373 pp.
- Geist, V. 1979.** Life strategies, human evolution, environmental design. Springer-Verlag, New York, NY. 495 pp.
- Goymann, W., E. Möstl & E. Gwinner. 2002.** Noninvasive methods to measure androgen metabolites in excrement of European Stonechats, *Saxicola torquata rubicola*. *Gen. Comp. End.* 129:80-87.
- Guyton, A. C. & J. E. Hall. 2001.** Tratado de fisiología médica. McGraw-Hill. Mexico, D. F. 1280 pp.
- Hargreaves, A. L. & G. D. Hutson. 1990.** The stress response in sheep during routine handling procedures. *App. Anim. Beh. Sci.* 23:83.
- Harlow, H. J., F. G. Lindzey., W. D. V. Sickle & W. A. Gern. 1992.** Stress response of cougars to nonlethal pursuit by hunters. *Can. J. Zool.* 70:136-139.
- Harper, J. M. & S. N. Austad. 2000.** Fecal Glucocorticoids: A Noninvasive Method of Measuring Adrenal Activity in Wild and Captive Rodents. *Phys. Bioch. Zool.* 73:12-22.
- Igono, M. O., G. Bjotvet & H. T. Sandford. 1992.** Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J. Biometeorol.* 36: 77-87.
- Ingram, J. R., J. N. Crockford & L. R. Matthews. 1999.** Ultradian, circadian and seasonal rhythms in cortisol secretion and adrenal responsiveness to ACTH and yarding in unrestrained red deer (*Cervus elaphus*) stags. *Journal End.* 162: 289-300
- Instituto Nacional De Ecología (INE). 1993.** Áreas Naturales Protegidas. Pagina Oficial de la Red Internacional
-

- Jaramillo, M. F. 1992.** Censos de borrego cimarrón en Baja California Sur, México. *Found. Field Res.* 8 pp.
- Jaramillo, F. Y A. Castellanos. 1992.** Algunos aspectos de la población, manejo y conservación del borrego cimarrón en Baja California Sur, México. *Ecologica.* 21:25-30.
- Jessup, D. A. 1985.** Disease of domestic livestock with threaten bighorn sheep populations. *Biol. J. of the Linnean Soc.* 42:3-16.
- Jiménez, S., C. Hernández; J. R. DeForge & R. Valdéz. 1996.** Borrego cimarron de Baja California Sur. *Des. Big. Coun. Trans.* 40:8-12.
- Krausman, P. R., & J. J. Hervert. 1983.** Mountain sheep responses to aerial surveys. *Wildl. Soc. Bull.* 11:372-375.
- Kimball, J. W. 1965.** Biology. Addison-Wesley. Massachussets, U.S.A.
- Lasley, B. & J. Kirkpatrick. 1991.** Monitoring ovarian function in captive and free-ranging wildlife by means of urinary and fecak steroids. *J. Zoo Wild. Med.* 212:23-31.
- López, E. E., R. Paredes., J. DeVos., R. M. Lee., R. E. Schweinsburg., E. Rojero., G. Valencia., A. Villareal., C. Castillo., M. Franco & T. Solis. 2001.** Investigaciones del borrego cimarrón en la reserva de la Biosfera del Pinacate y Gran Desierto del Altar. *Memorias del Congreso de 2001 del consejo de Borrego cimarrón.*
- Lu, C. D. 1989.** Effects of heat stress on goat production. *Small Rumin. Res.* 2:151-162.
- Martínez, M. A. & J. A. Ortega. 1998.** Integration of beef cattle and white tailed deer in northeast Mexico. *Proceedings Beef Production Systems in Northeastern Mexico and Southern Texas.* Cd. Victoria, Tamps., Mexico. 215 pp.
- McArthur, R. A., V. Geist & R. H. Johnson. 1982.** Cardiac and behavioural responses of mountain sheep to human disturbance. *J. Wildl. Manage.* 46:351-358.

- McCarty, G. W. & J. A. Bailey. 1994.** Habitat requirements of desert bighorn sheep. Colo. Div. Of Wild Spec. Rep. No. 69, Denver, 27 pp.
- MacFarlane, M. S., K. M. Breen., H. Sakurai., B. M. Adams & T. E. Adams. 2000.** Effect of duration of infusion of stress-like concentrations of cortisol on follicular development and the preovulatory surge of LH in Sheep. *Anim. Repr. Sci.* 63: 167-175
- McQuivey, R. P. 1978.** The desert bighorn of Nevada. Depto. Of Fish and Game Biol. Bull. 6, Reno. 81 pp.
- Miller, M., N. Hobb & M. Sousa. 1991.** Detecting stress response in rocky mountain bighorn sheep (*Ovis canadensis*): reliability of cortisol concentrations in urine and feces. *Can. J. Zool.* 69:15-24.
- Moen, A. N., S. Whittemore & B. Buxton. 1982.** Effects of disturbance by snowmobiles on heart rate of captive white-tailed deer. *Fish Game J.* 29:176-183.
- Montané, G. J. 2002.** Valoración del estrés de captura, transporte y manejo en el corzo (*Capreolus capreolus*). Efecto de la acepromacina y de la cautividad. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona Departament de Medicina y cirugía animales. Bellaterra. 63 pp.
- Montoya, M. 1998.** Evaluación del hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*, Elliot, 1903) con fines de manejo en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California México. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.
- Morton, D. J., E. Anderson., C. M. Foggin., M. D. Kock & E. P. Tiran. 1995.** Plasma cortisol as an indicator of stress due to capture and translocation in wildlife species. *Vet. Res.* 136:60.
- Morrow, C. J., E. S. Kolver., G. A. Verkerk & L. R. Matthews. 2000.** Urinary corticoosteroids: An indicator of stress in dairy cattle. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 60: 218-221.

- Möstl, E. & R. Palme. 2002.** Hormones as indicators of stress. *Dom. Anim. End.* 23: 67-74.
- Möstl, E., H. S. Choi & E. Bomberg. 1985.** Stimulation of androgen and estrogen concentrations in plasma of cows after administration of a synthetic glucocorticoid (Flumethasone) and the end of gestation. *J. Endocrinol.* 6:105-121
- Muller, C. J., J. A. Botha, W. A. Coetzer & W. W. Smith. 1994a.** effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in south Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. *South Afri. J. Anim. Sci.* 24:49-55.
- Muller, C. J., J. A. Botha., W. A. Coetzer & W. W. Smith. 1994b.** Effect of shade on various parameters of fresian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 2. Physiological responses. *South Afric. J. Anim. Sci.* 24:56-60.
- Munro, C., G. Stabenfeldt., J. Cragun., L. Addieg., J. Overstreet & B. Lasley. 1991.** Relationship of serum estradiol and progesterone concentration to the excretion profiles of their major urinary metabolites as measured by enzyme immunoassays and radioimmunoassays. *Clin. Chem.* 37:838-844.
- NOM-ECOL-059-2004.** Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección en México.
- Ough, W. D. & J. C. DeVos. 1984.** Intermountain travel corridors and their management implications for bighorn sheep. *Des. Big. Coun. Tran.* Sv:32-35.
- Purdy, K. G. & W. W. Shaw. 1981.** An analysis of recreational use patterns in desert bighorn habitat: The pursh ridge wildness case. *Des. Big. Coun. Tran.* 25:1-5.
-

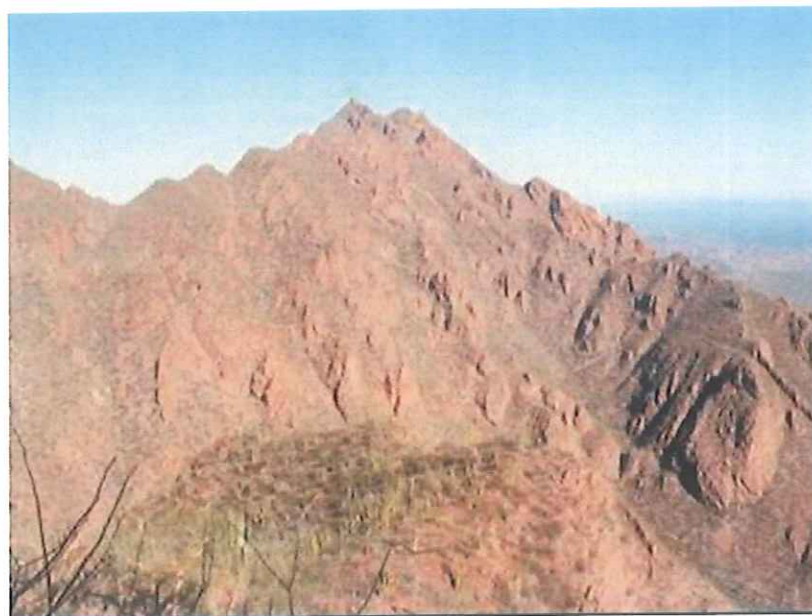
- Peraza, I. 2004.** Hábitos alimentarios de dos poblaciones de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Baja California Sur y Sonora, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México. 128 pp.
- Programa de Manejo Reserva de la Biosfera. 2000.** 1ª. edición. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México. 243 pp.
- Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en México. 2000.** 1ª. edición. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. 106 pp.
- Redbo, I. 1993.** Stereotypies and cortisol secretion in heifers subjected to tethering. *App. Anim. Beh. Sci.* 38:213-225.
- Rincón, R. 2003.** Comunicación personal.
- Sadleir, R. M. F. S. 1969.** The ecology of reproduction in wild and domestic mammals. Methven & Coltd Great Britain. 321 pp.
- Salame-Méndez, A., A. Castro-Campillo., I. Salgado-Ugalde., E. Mendieta-Márquez., J. Herrea-Muñoz & J. Ramírez-Pulido. 2004.** Evaluación estacional de la reproducción de esteroides sexuales en testículos del ratón de orejas oscuras (*Peromyscus melanotis*, Allen & Chapman, 1897) de diferentes clases de edad. *Act. Zool. Mex. (n.s.)* 20:103-114.
- Seeley, R. R., T. D. Stephens & P. Tate. 2002.** Essentials of anatomy and physiology. McGraw-Hill. New York. Fourth edition. 644 Pp.
- SEMARNAT, 2002.** Secretaria de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.
- Shier, D., J. Butler & R. Lewis. 2002.** Anatomy & Physiology Human. McGraw-Hill. New York. Novena edicion. 1094 pp.
- Silanikove, N. 1992.** Effects of water scarcity and hot environment on appetit and digestion In ruminants: a review. *Livest. Prod. Sci.* 30:175-194.
- Silanikove, N. 2000.** Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. A Review. *Livest. Prod. Sci.* 67: 1-18.

- Soto, M. A., A. Salame-Méndez., J. Ramírez-Pulido., L. Yáñez & M. A. Armella. 2004.** Valoración de hormonas esteroides en heces de una pareja de lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en cautiverio. *Act. Zool. Mex.* (n.s.) 20:187-196.
- Stemp, R. E. 1983** Responses of bighorn sheep to environmental factors and harassment. M. Sc. Thesis, Univ. Calgary, AB. 314 pp.
- Stockwell, C. A., G. C. Bateman & J. Berger. 1991.** Conflicts in national parks: a case study of helicopters and bighorn sheep time budgets at the Gran Canyon. *Biol. Conserv.* 56:317-328.
- Schwarzenberger, F. Möstl E., R. Palme & E. Bamberg. 1996.** Faecal steroid analysis for non-invasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals. *Anim Reprod Sci.* 42:516-526.
- Turner, J. W., P. Tolson & N. Hamad. 2002.** Remote assesment of stress in white rinoceros (*Ceratotherium simum*) and black rhinoceros (*Diceros bicornis*) by measurement of adrenal steroids in feces. *J. Zoo Wildl. Medic.* 33: 214-221
- Von Rossen, A. J. 1931.** Report on collection of land birds from Sonora, Mexico. *Transactions of San Diego of Natural History.* 6: 237-309.
- Yousef, M. K. (Ed.). 1985.** Stress physiology in livestock. Basic principles. CRC Press, Boca Raton. FL.

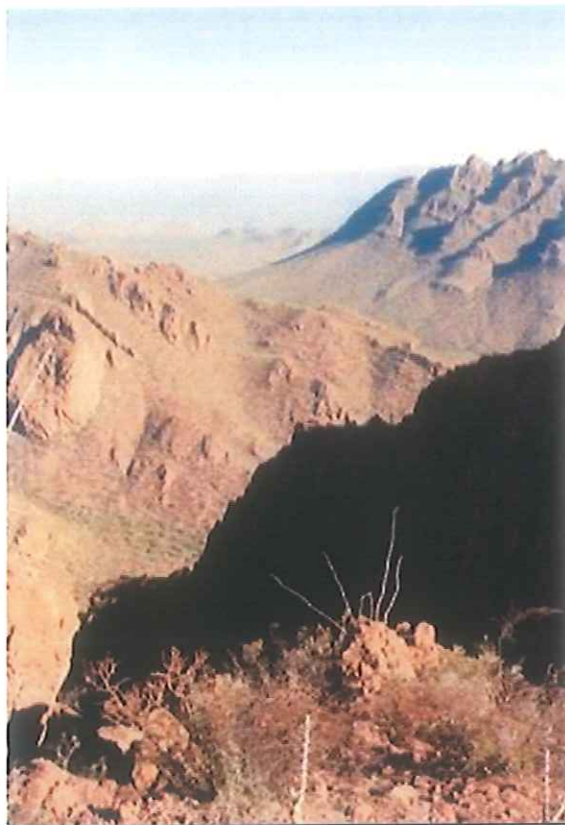
Anexo 1. Fotografías del Área de Estudio en Sonora y Baja California Sur, México.



a) Cerro El Serrucho, Sonora.



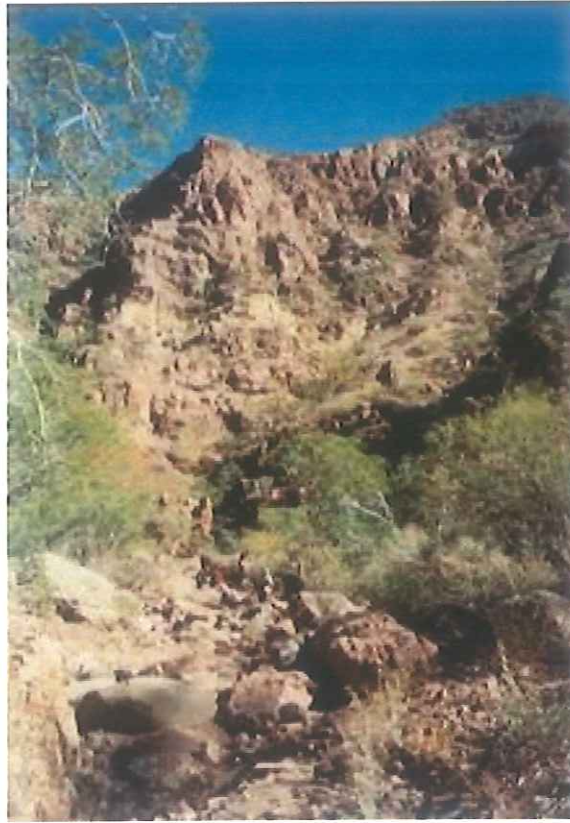
b) Pico Johnson, Sonora.



c) Rumbo a Sierra Seri, Sonora.



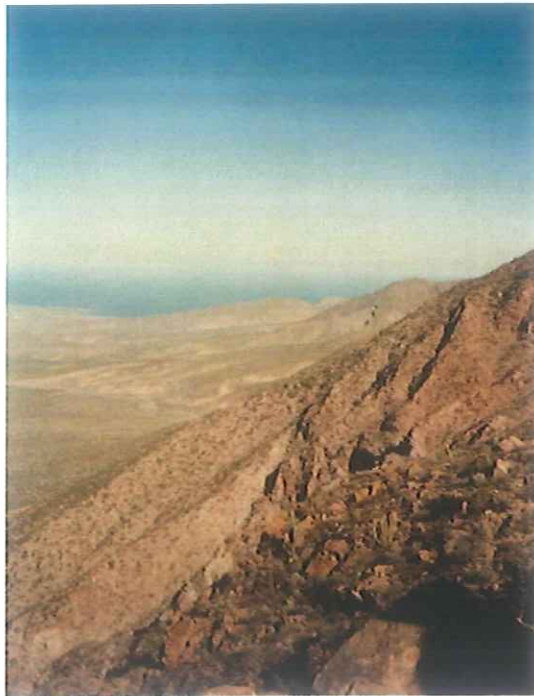
d) Sierra Seri, Sonora.



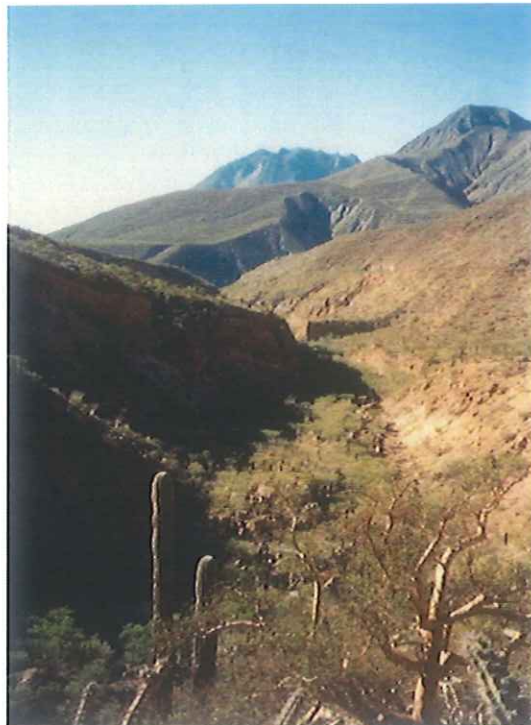
e) Filo el Aguajito, Baja California Sur.



f) Paraje el Cardón, Baja California, Sur.



g) El Viejo, Baja California Sur.



h) El Aguajito, Baja California Sur.

Lugar _____

Localidad _____

Fecha _____

Hora _____

Anexo 3. Procesamiento de los datos en el programa GLIM 3.77

[o] GLIM 3.77 update 0 (copyright) 1985 Royal Statistical Society, London.

[i] ? \$units 332\$ Acceso del número de datos que se van analizar

[i] ? \$data a b c d e f y\$ Declaración de las variables independientes (explicatorias) y dependiente (de respuesta)

[i] ? \$yvar y\$ Declaración de la variable de respuesta

[i] ? \$factor a 6 b 2 c 4 d 3 e 2 f 3\$ Declaración de las variables independientes y sus diferentes niveles

[i] ? \$dinput 6\$ Canal de entrada

[i] File name? a:todos2.prn Ubicación del archivo en la memoria

[i] ? \$fit\$ Ajuste general del modelo

[o] deviance = 52080.

[o] d.f. = 331

[o]

[i] ? \$fit +a\$ Ajuste del modelo agregando cada variable independiente

[o] deviance = 46261. (change = -5819.)

[o] d.f. = 326 (change = -5)

[o]

[i] ? \$d e\$ Desplegado de estimados

	estimate	s.e.	parameter
--	----------	------	-----------

[o] 1	7.778	2.808	1
-------	-------	-------	---

[o] 2	20.56	4.863	A(2)
-------	-------	-------	------

[o] 3	8.040	3.235	A(3)
-------	-------	-------	------

[o] 4	7.937	3.283	A(4)
-------	-------	-------	------

[o] 5	1.886	3.041	A(5)
-------	-------	-------	------

[o] 6	9.439	3.057	A(6)
-------	-------	-------	------

[o] scale parameter taken as 141.9

[i] ? \$fit +b\$

[o] deviance = 43605. (change = -2656.)

[o] d.f. = 325 (change = -1)

[o]

[i] ? \$d e\$

	estimate	s.e.	parameter
--	----------	------	-----------

[o] 1	7.778	2.730	1
-------	-------	-------	---

[o] 2	20.56	4.729	A(2)
-------	-------	-------	------

[o] 3	8.040	3.145	A(3)
-------	-------	-------	------

[o] 4	8.855	3.199	A(4)
-------	-------	-------	------

[o] 5	3.906	2.992	A(5)
-------	-------	-------	------

[o] 6	14.47	3.180	A(6)
-------	-------	-------	------

[o] 7	-7.503	1.687	B(2)
-------	--------	-------	------

[o] scale parameter taken as 134.2

[o]

[i] ? \$fit +c\$

Determinación del estrés fisiológico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) relacionado con el manejo extensivo en Sonora y Baja California Sur, México

```
[o] deviance = 39493. (change = -4113.)
[o]      d.f. =   322 (change =   -3 )
[o]
[i] ? $d e$
[o]      estimate      s.e.      parameter
[o]      1      16.35      3.264      1
[o]      2      20.56      4.521      A(2)
[o]      3      -0.5323     3.590      A(3)
[o]      4       3.085      3.800      A(4)
[o]      5       3.698      2.978      A(5)
[o]      6       9.781      3.239      A(6)
[o]      7      -6.050      1.663      B(2)
[o]      8      -12.64      2.895      C(2)
[o]      9      -8.573      1.960      C(3)
[o]     10      -10.43      3.504      C(4)
[o]      scale parameter taken as 122.6
[i] ? $fit +d$
[o] deviance = 33431. (change = -6061.)
[o]      d.f. =   320 (change =   -2 )
[o]
[i] ? $d e$
[o]      estimate      s.e.      parameter
[o]      1      22.82      3.138      1
[o]      2      19.57      4.175      A(2)
[o]      3      -1.046      3.315      A(3)
[o]      4      -0.2252     3.535      A(4)
[o]      5       2.958      2.752      A(5)
[o]      6       8.079      2.998      A(6)
[o]      7      -4.971      1.541      B(2)
[o]      8      -11.02      2.681      C(2)
[o]      9      -9.277      1.812      C(3)
[o]     10      -4.344      3.373      C(4)
[o]     11      -7.289      1.362      D(2)
[o]     12      -10.54      1.448      D(3)
[o]      scale parameter taken as 104.5
[i] ? $fit +e$
[o] deviance = 33431. (change =  0.)
[o]      d.f. =   320 (change =  0 )
[o]
[i] ? $d e$
[o]      estimate      s.e.      parameter
[o]      1      22.82      3.138      1
[o]      2      19.57      4.175      A(2)
[o]      3      -1.046      3.315      A(3)
[o]      4      -0.2252     3.535      A(4)
[o]      5       2.958      2.752      A(5)
[o]      6       8.079      2.998      A(6)
[o]      7      -4.971      1.541      B(2)
[o]      8      -11.02      2.681      C(2)
[o]      9      -9.277      1.812      C(3)
[o]     10      -4.344      3.373      C(4)
[o]     11      -7.289      1.362      D(2)
[o]     12      -10.54      1.448      D(3)
[o]     13       0.000      aliased     E(2)
```

Determinación del estrés fisiológico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) relacionado con el manejo extensivo en Sonora y Baja California Sur, México

```
[o]      scale parameter taken as 104.5
[i] ? $fit +f$
[o] deviance = 33431. (change = 0.)
[o]      d.f. = 320 (change = 0 )
[o]
[i] ? $d e$
[o]      estimate      s.e.      parameter
[o]      1      22.82      3.138      1
[o]      2      19.57      4.175      A(2)
[o]      3      -1.046      3.315      A(3)
[o]      4      -0.2252      3.535      A(4)
[o]      5      2.958      2.752      A(5)
[o]      6      8.079      2.998      A(6)
[o]      7      -4.971      1.541      B(2)
[o]      8      -11.02      2.681      C(2)
[o]      9      -9.277      1.812      C(3)
[o]     10      -4.344      3.373      C(4)
[o]     11      -7.289      1.362      D(2)
[o]     12      -10.54      1.448      D(3)
[o]     13      0.000      aliased      E(2)
[o]     14      0.000      aliased      F(2)
[o]     15      0.000      aliased      F(3)
[o]      scale parameter taken as 104.5
[i] ? $fit +a.b$ Ajuste con la interacción de variables
[o] deviance = 33193. (change = -238.6)
[o]      d.f. = 318 (change = -2 )
[o]
[i] ? $d e$
[o]      estimate      s.e.      parameter
[o]      1      19.86      3.698      1
[o]      2      19.57      4.173      A(2)
[o]      3      1.898      3.845      A(3)
[o]      4      2.664      4.049      A(4)
[o]      5      2.627      2.766      A(5)
[o]      6      12.10      4.024      A(6)
[o]      7      -9.077      3.158      B(2)
[o]      8      -8.427      3.184      C(2)
[o]      9      -6.351      2.652      C(3)
[o]     10      -4.255      3.384      C(4)
[o]     11      -7.156      1.365      D(2)
[o]     12      -10.60      1.448      D(3)
[o]     13      0.000      aliased      E(2)
[o]     14      0.000      aliased      F(2)
[o]     15      0.000      aliased      F(3)
[o]     16      0.000      aliased      A(2).B(2)
[o]     17      0.000      aliased      A(3).B(2)
[o]     18      4.277      5.469      A(4).B(2)
[o]     19      6.994      4.629      A(5).B(2)
[o]     20      0.000      aliased      A(6).B(2)
[o]      scale parameter taken as 104.4
[i] ? $fit +a.c$
[o] deviance = 33096. (change = -96.93)
[o]      d.f. = 317 (change = -1 )
[o]
```



```

[o]      scale parameter taken as 104.4
[i] ? $fit +a.d$
[o] deviance = 30887. (change = -2209.)
[o]      d.f. = 307 (change = -10 )
[o]      scale parameter taken as 100.6
[o]
[i] ? $fit +a.e$
[o] deviance = 30887. (change = 0.)
[o]      d.f. = 307 (change = 0 )
[o]      scale parameter taken as 100.6
[i] ? $fit +a.f$
[o] deviance = 30887. (change = 0.)
[o]      d.f. = 307 (change = 0 )
[o]      scale parameter taken as 100.6
[i] ? $fit +b.c$
[o] deviance = 30878. (change = -9.219)
[o]      d.f. = 305 (change = -2 )
[o]      scale parameter taken as 101.2
[o]
[i] ? $fit +b.d$
[o] deviance = 30502. (change = -375.4)
[o]      d.f. = 303 (change = -2 )
[o]      scale parameter taken as 100.7
[i] ? $fit +b.e$
[o] deviance = 30502. (change = 0.)
[o]      d.f. = 303 (change = 0 )
[o]      scale parameter taken as 100.7
[i] ? $fit +b.f$
[o] deviance = 30502. (change = 0.)
[o]      d.f. = 303 (change = 0 )
[o]      scale parameter taken as 100.7
[o]
[i] ? $fit +c.d$
[o] deviance = 28895. (change = -1608.)
[o]      d.f. = 297 (change = -6 )
[o]      scale parameter taken as 97.29
[o]
[i] ? $fit +c.e$
[o] deviance = 28895. (change = 0.)
[o]      d.f. = 297 (change = 0 )
[o]      scale parameter taken as 97.29
[i] ? $fit +c.f$
[o] deviance = 28895. (change = 0.)
[o]      d.f. = 297 (change = 0 )
[o]      83      0.000      aliased      C(4).F(3)
[o]      scale parameter taken as 97.29
[i] ? $fit +d.e$
[o] deviance = 28895. (change = 0.)
[o]      d.f. = 297 (change = 0 )
[i] ? $fit +d.f$
[o] deviance = 28895. (change = 0.)
[o]      d.f. = 297 (change = 0 )
[o]
[o]

```

Determinación del estrés fisiológico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) relacionado con el manejo extensivo en Sonora y Baja California Sur, México

```
[i] ? $fit +e.f$
[o] deviance = 28895. (change = 0.)
[o] d.f. = 297 (change = 0 )
[o]
[i] ? $tab the y mean$
[o] 14.19
[i] ? $tab the y var$
[o] 157.3
[i] ? $tab the y des$
[o] 12.54
[i] ? $tab the y mean for a$
[o] 1 2 3 4 5 6
[o] [] 7.778 28.333 15.818 15.714 9.663 17.216
[i] ? $tab the y mean for b$
[o] 1 2
[o] [] 15.36 11.41
[i] ? $tab the y mean for c$
[o] 1 2 3 4
[o] [] 18.924 6.000 11.701 8.571
[i] ? $tab the y mean for d$
[o] 1 2 3
[o] [] 20.484 12.243 8.515
[i] ? $tab the y mean for e$
[o] 1 2
[o] [] 10.72 18.01
[i] ? $tab the y mean for f$
[o] 1 2 3
[o] [] 6.00 11.70 18.01
[i] ? $tab the y var for a$
[o] 1 2 3 4 5 6
[o] [] 12.42 400.00 244.23 75.00 48.19 219.78
[i] ? $tab the y var for b$
[o] 1 2
[o] [] 195.88 56.65
[i] ? $tab the y var for c$
[o] 1 2 3 4
[o] [] 229.078 7.586 81.526 67.033
[i] ? $tab the y var for d$
[o] 1 2 3
[o] [] 257.08 88.79 24.77
[i] ? $tab the y var for e$
[o] 1 2
[o] [] 73.3 222.9
[i] ? $tab the y var for f$
[o] 1 2 3
[o] [] 7.59 81.53 222.91
[i] ? $stop$
```

Anexo 4. Porcentaje (%) de Explicación de las Variables Consideradas y su Significancia en *Ovis canadensis mexicana*.

VARIABLES	CAMBIO DEVIANZA	PORC. (%) EXPLIC.	CAMBIO EN G. L.	F- CALC.	F- TAB.	DIFERENCIAS (P<0.05)
Localidad	5819	11.2	5	7.4	2.2	*
Sexo	2656	5.1	1	16.9	3.8	*
Estación	4113	7.9	3	8.7	2.6	*
Act. Antr.	6061	11.6	2	19.3	3	*
Grado de estres	24423	46.9	2	77.7	3	*
Loc - Sexo	52.4	0.1	2	0.2	3	N.S
Loc - Est.	19.0	0.03	1	0.1	3.9	N.S
Loc - Act. Antr.	337.9	0.6	10	0.2	1.8	N.S
Loc - Grado Estrés	944.9	1.8	8	0.8	1.9	N.S
Sexo - Est.	0.1	0.00019	2	0.0003	3	N.S
Sexo - Act. Antr.	92.7	0.2	2	0.3	3	N.S
Sexo - Grado Estres	692.5	1.3	2	2.2	3	N.S
Est. - Act. Antr.	157.5	0.3	6	0.2	2.1	N.S
Est. - Grado Estrés	148.7	0.3	4	0.2	2.4	N.S
Act. Antr. - Grado Estrés	252.7	0.5	3	0.5	2.6	N.S
Devianza total = 52080 Devianza residual = 6309.9 G.L. totales = 331						

Anexo 5. Porcentaje (%) de Explicación de las Variables Consideradas y su Significancia en *Ovis canadensis weemsi*

VARIABLES	CAMBIO DEVIANZA	PORC. (%) EXP.	CAMBIO EN G. L.	F- CALC.	F- TAB.	DIFERENCIAS (P<0.05)
Localidad	259.7	28.3	2	7.5	3.2	*
Edad	43.5	4.7	2	1.3	2.6	N.S
Estación	141.6	15.4	2	8.2	4	*
Actividad Antropogenica	85.5	9.3	2	2.5	3.2	N.S
Grado de estrés	160	17.4	2	4.6	3.2	*
Loc-Edad	1.3	0.13	2	0.03	3.2	N.S
Loc - Estación	0.01	--	--	--	--	N.S
Loc - Act. Antr.	21.2	2.3	4	0.3	2.7	N.S
Loc - Gdo. Estrés	6.9	0.7	1	0.4	4.2	N.S
Edad-Est	0.8	0.1	1	0.04	4.2	N.S
Edad-Act. Antr.	10.3	1.1	3	0.2	2.9	N.S
Edad -Gdo. Estrés	0.01	--	--	--	--	N.S
Est. -Act. Antr.	7.7	0.8	1	0.4	4.2	N.S
Est. -Gdo. Estrés	0.01	--	--	--	--	N.S
Act. Antr. - Gdo. Estrés	5.9	0.6	2	0.2	3.3	N.S
Devianza total = 918.76 Devianza residual = 228.49 G.L. totales = 53						

