

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias



**Análisis espacio-temporal de la proporción de sexos y uso del hábitat del borrego cimarrón
(*Ovis canadensis*) para elaborar recomendaciones de manejo en la sierra San Felipe, Baja
California, México.**

Tesis

Que para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias en manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

Presenta

Jonathan Gabriel Escobar Flores

Ensenada, Baja California

Septiembre 2008

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ciencias

**Análisis espacio-temporal de la proporción de sexos y uso del hábitat del borrego cimarrón
(*Ovis canadensis*) para elaborar recomendaciones de manejo en la sierra San Felipe, Baja
California, México.**

Tesis

**Que para obtener el Grado de
Maestro en Ciencias en manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas**

Presenta

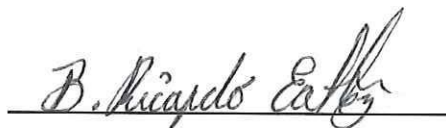
Jonathan Gabriel Escobar Flores

Aprobada por:



Dr. Roberto Martínez Gallardo

Dr. Arturo Salame Méndez



M. en C. Ricardo Eaton González

Ensenada, Baja California, México

Septiembre, 2008

DEDICATORIA

Esté trabajo se lo dedico a mi familia. A mi Mama Lía Gabriela por todo su cariño y amor, y por siempre tener su apoyo gracias Madre todo tu esfuerzo, noches de desvela y paciencia y creer siempre en mi.

A mis hermanos, Nayeli, Cristopher, Moisés y Marco Antonio, espero y estoy los inspire a salir adelante en todo lo que se propongan.

A mi tía, Celia en paz descansa, que con sus consejos y sabidurías me impulso a salir a delante.

Abuela Celina y Pache.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo de tesis era un sueño que hizo realidad, gracias al apoyo de mi familia, principalmente de mi Madre que siempre estuvo en todo momento apoyándome.

Sin duda el apoyo del Doctor Salame fue parte fundamental para mi desarrollo como profesionista, además de que es como un Padre, ya que con sus consejos y apoyo incondicional, provoco un cambio en mi persona, con deseos de superarse y de ser mejor persona en todos los sentidos, gracias doctor por que de la cosas mas bellas que me han pasado es haberlo conocido y trabajar con usted.

Gracias Doctor Roberto Martínez Gallardo, por su paciencia y confianza, y ser un amigo que me aconsejo enseñó y corrigió cuando cometía errores. Doctor el verlo para mi es una inspiración, gracias por brindarme su casa, y por su apoyo incondicional.

Al maestro Ricardo Eaton, por todas sus enseñanzas y ser un amigo sincero que me apoyo en todo momento.

A todos mis maestros de la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas.

A mis compañeros de generación, (Carolina, Julieta, Paula, Dinora, Beto y Poncho).

Un agradecimiento especial a mi compañero, amigo Aldo Guevara, por los momentos que vivos juntos, por tus enseñanzas y paciencia, me han hecho crecer como persona, gracias Aldin, mi maestro de campo.

A Israel Hernández, Romeo y Cesar, por brindarme su casa cuando llegue a Ensenada.

Gracias a la Doctora Alondra, por sus enseñanzas y confianza, y las facilidades de trabajar en su laboratorio.

Al doctor José Ramírez Pulido, Noe, Juanito y Luís, por las charlas que teníamos en el laboratorio.

A mis compañeros y amigos de la UAM, Chucho, Moy, Fer y Mireya gracias por creer en mi.

A Blanquita y Rodolfo, por todos los momentos buenos y malos que pasamos juntos durante nuestra estancia en Chile, gracias por darme fuerzas de seguir viviendo.

Adriana por brindarme su apoyo en las buenas y las malas.

RESUMEN

La proporción de sexos es utilizada como un indicador de la productividad poblacional, sin embargo, en poblaciones de borrego cimarrón de la Sierra San Felipe no se tiene conocimiento de este parámetro. El objetivo de este trabajo es establecer recomendaciones de manejo con base en la determinación de la proporción de sexos mediante la técnica estandarizada para sexar borrego cimarrón en heces fecales a partir de la relación diferencial de hormonas esteroides sexuales así como relacionar la variación espacio-temporal utilizando un modelo lineal generalizado y un sistema de información geográfica. Como resultados se obtuvo la proporción de sexos en dos localidades de estudio en 4 estaciones del año. Los resultados de la proporción de sexos para el Cañón el moreno, nos permitió inferir la presencia de grupos familiares en prácticamente todo el año, además de que se registró un avistamiento de un grupo familiar en invierno 2007. Por otro lado en cañada San Felipe, presento muy pocas evidencias de individuos jóvenes, y la proporción de sexos favoreció a los machos. Los resultados obtenidos con el sistema de información geográfica y el modelo lineal generalizado, permitió inferir la proporción de sexos macho:hembra espacio-temporal, resultando que se mantiene 1:1 prácticamente todo el año, ya que no se encontraron diferencias. Se concluye que hay presencia de grupos familiares en el Cañón el moreno, lo cual indica que es un sitio productivo y donde posiblemente nacen individuos, por lo tanto se recomienda como un sitio de conservación donde el principal objetivo es mantener la población presente en el sitio. En cañada San Felipe la proporción de sexos favoreció a los machos, y la estructura de edad es básicamente individuos subadultos (animales de 7 a 11 meses de edad), tal vez responda a que es un sitio abierto y se recomienda darle mayor seguimiento a esta población. Además de que es un lugar que probablemente se ha usado por los borregos para cruzar de una Sierra a otra.

Palabras clave: San Felipe, borrego cimarrón, proporción de sexos, sistemas de información geográfica.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
2.1 La proporción de sexos y su relación espacio-temporal.....	3
2.2 La proporción de sexos en el manejo de la vida silvestre.....	6
2.3 Uso del hábitat por el borrego cimarrón.....	10
III. HIPOTESIS.....	14
IV. OBJETIVOS.....	14
4.1 Objetivo general.....	14
4.2 Objetivos específicos.....	14
V. DESCRIPCIÓN DEL AREA.....	15
5.1 Cañón el Moreno.....	16
5.2 Cañada San Felipe.....	16
5.3 Descripción física.....	17
5.4 Descripción biológica.....	18
5.5 Descripción Socioeconómica.....	18
VI. METODOLOGIA.....	20
6.1 Gabinete.....	20
6.2 Campo.....	24
6.3 Laboratorio.....	24
6.3.1 Determinación del sexo.....	25
6.3.2 Determinación clases de edad.....	26
6.4 Análisis estadístico.....	27

VII. RESULTADOS.....	30
7.1 Proporción de sexos.....	30
7.2 Estructura de Edad.....	33
7.3 Análisis espacio-temporal.....	35
7.4 Modelo Poblacional.....	36
7.5 Modelo uso de hábitat.....	37
VIII. DISCUSIÓN.....	38
8.1 Cañón el Moreno.....	40
8.2 Cañada San Felipe.....	43
8.2 Aplicación del análisis espacio-temporal.....	45
IX. CONCLUSIONES.....	46
X. RECOMENDACIONES.....	47
X. LITERATURA CITADA.....	53
ANEXOS.....	59
1.- Resultados de la determinación hormonal.....	60
2.- Perfiles hormonales.....	64
3.- Tablas de resultados de la Proporción de sexos y Edad.....	72
4.- Resultados del modelo poblacional.....	73
5.- Resultados modelo uso del hábitat.....	74
6.- Anexo fotográfico.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de ubicación de la Sierra San Felipe.....	15
Figura 2.- Área de estudio Cañón el Moreno.....	16
Figura 3.- Área de estudio Cañada San Felipe.....	16
Figura 4.- Delimitación del área de interés.....	21
Figura 5.- Determinación del sexo.....	26
Figura 6.- Proporción de sexos.....	31
Figura 7.- Estructura de edad.....	34
Figura 8. Clasificación de pendientes.....	37
Figura 9. Clasificación de orientaciones.....	38
Figura 10. Zonificación.....	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación altura.....	22
Cuadro 2. Clasificación pendiente.....	22
Cuadro 3. Clasificación orientación.....	23
Cuadro 4. Matrices para generar los modelos	23
Cuadro 5. Variables del modelo poblacional.....	27
Cuadro 6. Variables del modelo uso de hábitat.....	28
Cuadro 7.	35
Cuadro 8.....	37

INTRODUCCIÓN

Las primeras preguntas que vienen a la mente cuando se realiza manejo de poblaciones de fauna silvestre son ¿Cuántos animales hay? ¿Qué sexo son? De tal forma estas preguntas se relacionan con el conocimiento de la dinámica poblacional que se refiere a la variación del tamaño poblacional, proporción de sexos, y estructura de edad. La proporción de sexos es una de las propiedades emergentes más importantes dentro de una población por lo que diversos estudios utilizan esta propiedad como un indicador de la productividad poblacional. Sin embargo, dicha propiedad es dinámica y cambia a través del tiempo y el espacio, lo cual está relacionado con la madurez sexual y la conducta de los individuos.

Los manejadores de vida silvestre hacen énfasis en cuantificar la proporción de sexos por estación del año, por ejemplo, otoño y primavera, donde el objetivo principal es determinar cuanto de la población pueden cazar, y cual fue el efecto de la caza (Bailey 1984). Sin embargo, pocas veces se relaciona como utilizan el hábitat los machos y las hembras por lo que tienden a subestimar la proporción de sexos.

El borrego cimarrón es un buen ejemplo de una especie que presenta una variación espacio-temporal de la proporción de sexos. Los cimarrones tiene una actividad reproductiva poligínica es decir, un macho dominante puede aparearse con diferentes hembras, lo cual es determinado por sistema de jerarquía social, formando grupos, por ejemplo, de hembras, jóvenes y corderos (grupo familiar) que se mantienen juntos en el mismo sitio prácticamente todo el año; mientras tanto los machos adultos se van a otros sitios y solo se reúnen con las hembras en la época de cortejo (Hansen, 1980, Geist, 1971, Krausman, 2000).

Sin embargo, en las poblaciones de cimarrón de Baja California el desconocimiento de diversos eventos de su biología propició que en el año de 1990 por acuerdo presidencial se

instaurara una tasa de aprovechamiento 0, la cual después de 18 años sigue vigente. Sin embargo, durante este lapso se ha obtenido información relevante sobre el conocimiento del cimarrón en Baja California y Sonora (Montoya 1998, Salmón 1999, Galindo 2000, Ayala 2000, Colodner 2001, Eaton 2002, Ayala 2003, Peraza 2004, Pérez 2004, Gonzáles 2006, Martínez et al; 2008) pero aún no consideradas por las autoridades gubernamentales para fomentar la reestructuración de lineamientos y así coadyuvar a su manejo y conservación.

Por lo antes mencionado, el desarrollo del presente trabajo, tiene como objetivo integrar información referente al uso del hábitat y la relación de sexos existente en poblaciones del borrego cimarrón en la Sierra San Felipe; información importante que permitirá establecer las primeras recomendaciones de manejo en esta zona y además acrecentará el conocimiento de la especie en Baja California.

LA PROPORCIÓN DE SEXOS Y SU RELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

El estudio de la dinámica poblacional permite entender los cambios en tamaño de una población lo cual depende de la proporción de sexos, estructura de edad, historia de vida (madurez sexual, longevidad, número de descendencia, etc.) y condiciones ambientales presentes en un sitio. Sin embargo respecto a la proporción de sexos que se refiere al número de machos y hembras presentes en una población, cambia a través del tiempo y el espacio, causado por diversos factores; i) factores intrínsecos, como por ejemplo el comportamiento de una población a la segregación y congregación en diferentes épocas del año (Main and E.Coblentz. 1990), ii) factores extrínsecos, como las condiciones ambientales ejemplo: épocas de lluvias y secas (Gordon et al., 2004). De tal forma que estos factores mencionados anteriormente interactúan entre sí, causando que la distribución de una población sea dinámica, estableciéndose por periodos largos o cortos, en lugares donde realizan sus actividades diarias como: descanso, alimento, reproducción, a este proceso se conoce como -ámbito hogareño-, el cual puede variar en cuanto a tamaño, ya que según Bailey (1984) esta en función de las condiciones del hábitat presentes en un sitio, por ejemplo puede ser amplio si las condiciones del hábitat son pobres (poca cobertura vegetal, sequías prolongadas, fragmentación causada por actividades humanas) y pequeño si las condiciones ambientales ofrecen lo necesario para la población (disponibilidad de agua, alimento, sitios de descanso y reproducción, etc).

El borrego cimarrón es un buen ejemplo para explicar los cambios estacionales en su distribución, ya que machos y hembras tienden a tener diferentes ámbitos hogareños, citando algunos ejemplos; pre-ruta, ruta, invierno, primavera y verano (Geist, 1971). El establecimiento del ámbito hogareño responde a las necesidades de cada sexo, ya que

regularmente el área donde se distribuyen los machos adultos es mayor que el de las hembras, (Geist 1971, Krausman 2000), debido a que los machos tienden a explorar nuevos sitios en busca de una mejor calidad de forraje que favorezca su apariencia física (v.gr. desarrollo de la cornamenta y musculatura), mientras que los grupos de hembras-jóvenes son regularmente más pequeños y además buscan minimizar el riesgo a la depredación tanto de ellas como de sus crías, por lo tanto su prioridad es buscar sitios con pendientes pronunciadas y presencia de terreno de escape que les ofrezca refugio y seguridad (Krausman et al., 1999).

La distribución espacio-temporal del borrego cimarrón ha sido documentada en las Montañas Rocallosas de Columbia Británica, Canadá., un ejemplo de esto son las investigaciones realizadas por Shannon y col. (1975), ellos reportan que los borregos utilizan de manera diferencial la Sierra donde se distribuyen, por ejemplo durante la época de cortejo (Noviembre y Diciembre), los grupos tanto de machos como de hembras tienden a usar terrenos menos accidentados, además son las épocas del año donde se observan los grupos más numerosos, mientras que los grupos de hembras-cordero-añero-juveniles, regularmente son observados durante y después de la primavera en cañones con sitios de escape.

Sin embargo muy pocas veces se considera al momento de estudiar una población en vida silvestre de borrego cimarrón, información básica: como el comportamiento y la distribución espacio temporal, de tal forma que al momento de estimar la proporción de sexos se subestima este parámetro. Lo anterior se debe básicamente a que los monitoreos de observaciones directas (censos aéreos y terrestres) parten del supuesto que el área monitoreada tiene las mismas condiciones, y por lo tanto machos y hembras responden de la misma manera, lo cual evidentemente es un error ya que dentro de una misma Sierra las características de terreno y vegetación pueden ser distintas. Sin

embargo en México se sigue partiendo de dicho supuesto para la realización de monitoreo aéreo de poblaciones de borrego cimarrón.

Por otro lado trabajos realizados en la San Pedro Mártir, Baja California (Montoya 1998, Ayala 2000, Eaton 2002), que utilizan evidencias indirectas como heces fecales, han permitido documentar la distribución espacio-temporal de la proporción de sexos, como por ejemplo; en otoño-invierno la proporción de machos fue mayor que la de hembras (156:118), mientras que en la primavera; época donde ocurren los nacimientos, la proporción de sexos favoreció a las hembras (155:176), y respecto a la altitud por arriba de los 1,500 se encuentran grupos familiares, ya que a esta altitud hay mayor cantidad de alimento al encontrar dos tipos de comunidades vegetales (Pino y matorral Xerofilo) y en altitudes menores a los 1,500 metros la proporción de sexos fue mayor en los machos. (Ayala 2000; Eaton 2002).

Respecto a las poblaciones de borrego cimarrón en la Sierra San Felipe, la proporción de sexos solo sea documentado por monitoreos aéreos, sin embargo los resultados son inconsistentes ya que el muestreo se realizó en una estación del año, y con diferentes horas de vuelo (De Forge *et al*, 1993, Lee *et al*, 1996, UABC Martínez-Gallardo *et al.*, 1997, Alaniz, 2004), y por lo tanto se desconoce como se distribuye la especie en esta Sierra.

2.2 LA PROPORCIÓN DE SEXOS EN EL MANEJO DE LA VIDA SILVESTRE

La proporción de sexos es un parámetro poblacional comúnmente utilizado por los manejadores de vida silvestre, ecólogos, etc, como un indicador de la productividad poblacional, donde los principales métodos para su obtención son observaciones directas y clasificación de una muestra poblacional. El objetivo principal es determinar cuanto de la población se puede aprovechar (extraer), y cual fue el efecto de dicho aprovechamiento en la población (Bailey 1984). Sin embargo la proporción de sexos pocas veces se considera en las decisiones de aprovechamiento, ya que en la mayoría de las veces variables como: densidad y tasa de crecimiento, parecen ser más relevantes.

Previó a la estimación de la proporción de sexos de cualquier población es básico conocer su sistema de reproducción por ejemplo; i) especies que son monógamas requieren tener un balance en la proporción de sexos para maximizar la reproducción como se constata en aves donde proporciones de 50:50 (machos:hembra) garantizan el 100 % de la reproducción., ii) especies con un sistema polígamico, como muchos ungulados, establecen un sistema social donde la edad y la condición corporal es determinante, como por ejemplo el Wuapití (*Cervus elaphus*) una proporción de 25: 100 (machos:hembra) es considerada saludable (Skalsk et al., 2005).

Sin embargo pocos trabajos consideran lo mencionando anteriormente, y también los tomadores de decisión en muchas ocasiones desconocen acerca de esté parámetro. A continuación se presentan algunos trabajos que analizaron la dinámica poblacional para tomar una decisión:

En Venezuela el aprovechamiento del Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), -el roedor más grande del mundo-, considera tres aspectos principales: ecológico, cultural y económico. De tal forma que en los últimos 20 años, los estudios se han enfocado en el aspecto ecológico, ya que se conocía muy poco acerca de la dinámica poblacional de esta especie. El resultado de las investigaciones es que mediante la determinación de la proporción de sexos y estructura de edad, identificaron que áreas heterogéneas (disponibilidad de alimento alta, sitios de resguardo, presencia de cuerpos de agua, etc) se encuentran una proporción de 1:3 macho-hembra, lo cual tiene una relación también con el sistema reproductivo del Capivara, que establece un sistema social donde el macho dominante se aparea con las hembras que se encuentren en su grupo, por lo tanto estas áreas son importantes para la reproducción, mientras que los lugares abiertos y continuos como las sabanas inundables tropicales, la proporción de machos es ligeramente mayor que la de hembras. Esta información es parte fundamental del plan de manejo para realizar una zonificación y establecer las recomendaciones de aprovechamiento, por citar alguna: evitan hacer aprovechamiento en épocas secas (febrero-marzo), ya que hay una alta mortalidad de capibaras y la reproducción es mínima (Herrera, 1999), información que las autoridades consideran al momento de asignar permisos de caza.

En las zonas semiáridas de África del sur, habita el Impala (*Aerycerus melampus*), antílope de tamaño mediano que se caracteriza por tener una estructura social, el principal grupo que se forma es el de hembras con unos cuantos machos, algo característico de esta especie es un claro dimorfismo sexual, donde los machos tienen cuernos grandes que los hacen atractivos para la caza. De tal forma que en los años 70's, solo se cazaban machos adultos, y con el paso del tiempo la población comenzó a

disminuir ya que la fecundidad de las hembras empezó a reducirse al no ver machos adultos, de tal forma que las autoridades comenzaron a establecer periodos de no “aprovechamiento”, hasta que en posteriores monitoreos se comprobara que había presencia de machos adultos que favoreciera la fecundidad de las hembras.

Otra especie en donde se ha considerado la proporción de sexos para realizar recomendaciones de manejo, es el borrego cimarrón. En Nevada Estados Unidos, Turner (1970), monitorearon los abrevaderos para determinar la proporción de sexos, donde concluyen que la proporción de sexos cambió respecto al año, ya que a finales del verano cuando las temperaturas son altas se observaron mayor número de machos, mientras que durante la primavera las hembras fueron más abundantes lo cual se puede deber a que esta época la demanda de lactancia es alta, con estos resultados recomendaron no dar permisos de caza en primavera, como también establecieron periodos de monitoreo y vigilancia.

Wilson (1968) estudio una población de borrego cimarrón que no es cazada en Utah y la proporción de sexos fue casi de 1:1, en todo el año, es decir un macho por una hembra, incluyendo los añeros de ambos sexos. Mientras que por otro lado Tuner y Hansen (1980), reportan que en una población de borrego que fue cazada durante 10 años en el parque nacional de vida silvestre de Nevada, la proporción de sexos al inicio del periodo de cacería era de 100:100(machos: hembras), y después de los 10 años de cacería fue de 23:100, sin embargo sus resultados no son muy convincentes ya que en su estudio no incluye otras variables que pueden estar interviniendo en la mortalidad de los borregos, además estos resultados contrastan con los de McQuivey (1978), donde comparo la proporción de sexos de una población cazada y otra sin cazarse, y no

encontró diferencias significativas entre una población y otra. (sin caza 57:100, con caza 60:100), lo cual permitió que las autoridades siguieran dando permisos de aprovechamiento.

En México la estructura de edad y proporción de sexos del borrego cimarrón no es considerada para autorizar permisos de aprovechamiento, aunque en los años 90's, comenzaron a realizarse monitoreos aéreos donde se registran el número de machos, hembras, añero y corderos presentes en una población, sin embargo al momento de tomar decisiones, como por ejemplo: asignar permisos de caza, solo consideran los machos contados de clase III(individuos de 6 a 8 años) y IV (individuos de 8 años en adelante), y por lo tanto no consideran realmente cual es el comportamiento poblacional.

2.3 ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DEL HÁBITAT DEL BORREGO CIMARRÓN

Los componentes del hábitat de Borrego cimarrón deben tener los elementos esenciales que favorezcan la reproducción, alimentación y sobrevivencia. Hansen (1980) y Cunningham (1989) mencionan que los elementos principales del hábitat para el borrego cimarrón son los siguientes: la topografía, visibilidad, disponibilidad del agua, cantidad y calidad de alimento y terreno de escape.

La topografía es uno de los elementos principales del hábitat del borrego cimarrón, ya que está bien documentado la preferencia de sitios con rocas expuestas, pendientes pronunciadas, orientación de la pendiente, altitud. A continuación se presentan antecedentes de estudios que se basan en el estudio de variables topográficas para determinar el uso del hábitat:

ALTURA

Ebert (1973) y Krausman et al (2000), concluyen que el factor que influye en los movimientos altitudinales de los borregos, es la alimentación, ya que los borregos buscan sitios donde hay nuevos brotes y la calidad del forraje es mayor, esto sucede regularmente en la primavera y el verano.

La distribución de los borregos por una cierta altitud, según Simmons (1969), esta en función de la presencia de cuerpos de agua y sobre todo en el verano, cuando las temperaturas son muy altas. Sandoval (1979), reporta que en las montañas de San Andrés (Nuevo México), el rango altitudinal de 1525 a 1676msn, la probabilidad de observar hembras con corderos fue de 0.42, y en el mismo rango la observación de machos fue de 0.1, pero en altitudes superiores a los 1800 msnm la probabilidad de observar machos fue de 0.63 y solo 0.18 para hembras con corderos.

Hansen (1980), concluye que el comportamiento evasivo a la depredación, depende de ver el peligro a cierta distancia, por lo cual la visibilidad es uno de los elementos importantes del hábitat para el borrego cimarrón. Rubin (2000), menciona que los borregos del desierto regularmente se encuentran en elevaciones bajas (menos de 1400m), donde la vegetación es de matorral y permite una buena visibilidad.

Montoya (1998), reporta para la Sierra San Pedro Mártir, la variable altitud como determinante para la presencia y distribución espacial de grupos de borrego cimarrón, las zonas mayores de 920 m.s.n.m. se pueden encontrar grupos mixtos (familiares), y por debajo de esta altitud grupos de machos adultos.

López y col.(1999), encontraron que el uso del hábitat del borrego cimarrón en la sierra Pico Johnson (Estado de Sonora) son lugares mayores a 300 metros de altitud, teniendo una mayor frecuencia de uso entre los 300 y 600 m, y pendientes mayores al 60 %, como también mayor preferencia por el uso de la topoforma ladera de cañón.

Andrew y col. (1999), encuentran que la variable altitud no fue un factor clave para la presencia de borrego cimarrón en las montañas Chocolate del desierto de Sonora, y recomienda medir otras variables como la orientación, pendiente y rugosidad.

PENDIENTE

Esta variable frecuentemente es relacionada con el comportamiento del borrego cimarrón para elegir sitios de descanso (echaderos), y sitios de crianza de corderos, esté ultimo relacionado con sitios de escape (pendiente y pedregocidad). (Mccarty y Bailey 1994). Sandoval (1979) reporta que en poblaciones de borrego en Utah, los grupos de hembra con corderos, usan pendientes de 21 a 41 %, mientras que grupos de machos prefieren una pendiente más ligera del 5 al 20%.

Gionfriddo y Kruasman (1986), mencionan que durante el invierno los borregos van a preferir las áreas con pendientes mayores a 80 %, aunque para alimentarse utilizan pendientes de 36 y 80%, mientras que en el verano selecciona pendientes de 59 a 79%.

Andrew et al (1999), concluyen que los borregos de la sierra del Chocolate (California), evitan usar pendientes menores al 20 %, aunque en estaciones calurosas como el verano, registro algunos borregos en pendientes menores al 20 %, y esto por que los cuerpos de agua están en altitudes bajas.

Eaton (2002) menciona que la rugosidad (pedregocidad, orientación, pendiente y combinación de ambas) está íntimamente relacionada a terrenos favorables para la distribución del borrego cimarrón. Además concluye que los grupos de borrego cimarrón, (Hembras con corderos, machos adultos, grupos de preruta y posruta), van estar íntimamente relacionado con la estación del año y los requerimientos del hábitat.

ORIENTACIÓN

El uso de este elemento del hábitat por los borregos esta relacionado con el comportamiento de termorregulación y calidad de forraje presente en un sitio.

Risenhoover y Bailey (1985), reportan que el borrego de montaña en climas templados y fríos, los borregos prefieren orientaciones de la pendiente sur, donde en la primavera y verano hay poca nieve, además hay buena calidad de vegetación y buena visibilidad. Sin embargo en ambientes áridos, la orientación no parece influenciar la distribución de los borregos según (McCarty y Bailey 1994, Wakeling y Miller (1989).

Krausman (1986), concluye que los borregos tienen preferencia por orientaciones norte, noroeste y oeste. Holl y Bleich (1983), reportan que poblaciones de borrego en las Montañas de San Gabriel; un ecosistema árido, seleccionaron orientaciones sur en la estación de verano, lo cual puede ser por que la radiación solar es menor. Sin embargo, Andrew et al, (1999), reportan que en las montañas Chocolate (E.U.A), machos y hembras de borrego cimarrón usaron menos las orientación sur en estaciones calurosas (primavera y verano), y en épocas frías el uso de la orientación sur aumentó.

Merritt (1974) y Andrew (1994) mencionan como elemento estructural importante la pendiente, y orientación, ya que están relacionados con: sitios de refugio, parto, crianza, y descanso (echaderos), ya que los borregos eligen ciertas orientaciones en las estaciones de verano donde buscan la sombra bajo rocas, pies de ladera que son más ventilados y húmedos.

Los elementos del hábitat que el borrego va estar utilizando, evidentemente van a cambiar por el grupo de borregos presentes en un área determinada, la estación del año, y los eventos reproductivos (cortejo, parición, etc.) (Holl 1992).

Finalmente el objetivo de este trabajo es integrar aspectos del conocimiento como: reproducción, ecología, hábitat, sistemas de información geográfica, con la finalidad de elaborar recomendaciones de manejo, resaltando que esta información no existe para la Sierra San Felipe.

III. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H₀): La proporción de sexos no varia en la Sierra San Felipe.

Hipótesis alternativa (H_a): La proporción de sexos es dinámica, por lo tanto tendrá una variación espacio-temporal.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar recomendaciones de manejo para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en la Sierra San Felipe, con base en un análisis espacio-temporal de la proporción de sexos y uso del hábitat.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la proporción de sexos del borrego cimarrón en dos localidades de estudio de la Sierra San Felipe.
- Analizar la distribución espacio-temporal de la especie con base en el sexo y los grupos de edad, durante 4 estaciones del año.
- Elaborar recomendaciones de manejo.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La sierra San Felipe se ubica en la península de Baja California, al Oeste se encuentra la Sierra San Pedro Mártir y al este se encuentra el mar de Cortés. Se tomaron dos sitios de estudio, cañón el Moreno y San Felipe, con base en los últimos monitoreos aéreos y terrestres (De Forge *et al*, 1993, Lee *et al*, 1996, UABC Martínez *et al*.1997, Alaniz 2004).

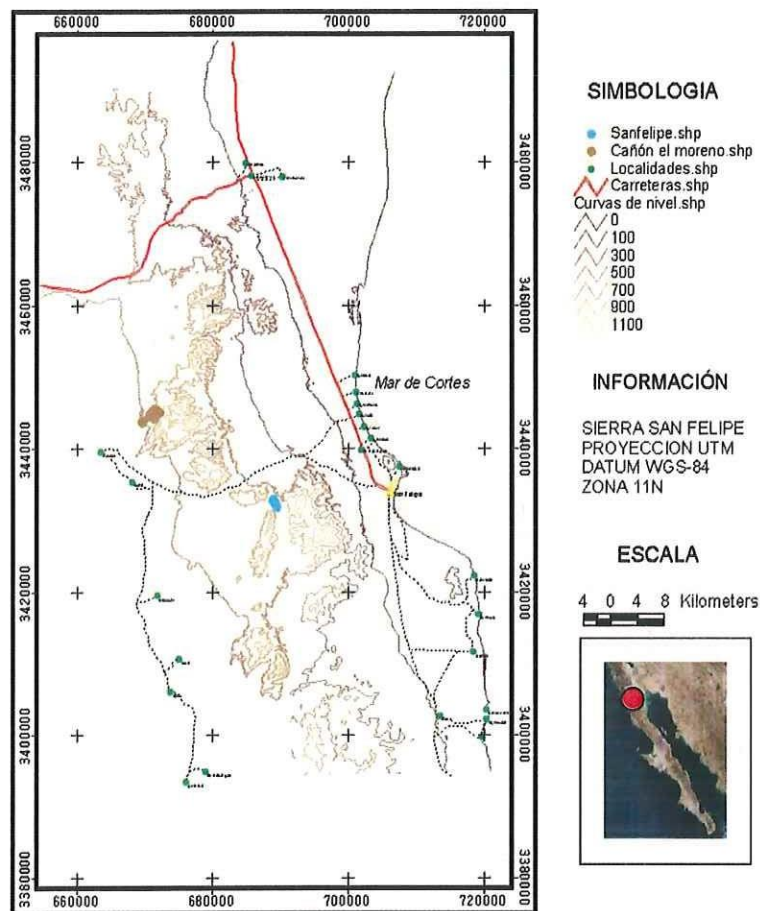


Figura 1. Mapa de ubicación de la Sierra San Felipe, Baja California, México.

5.1 CAÑÓN EL MORENO

El Cañón el Moreno se localiza en la parte centro de la sierra San Felipe, es un sitio con difícil acceso, lo cual lo hace con buen estado de conservación (Martínez-Gallardo 2007). La altura máxima que se alcanza en esta sierra es de 1210 msnm, presenta rocas expuestas y suelo arenoso, además de que en la parte centro del cañón hay un arroyo temporal. El tipo de vegetación es de matorral desértico.

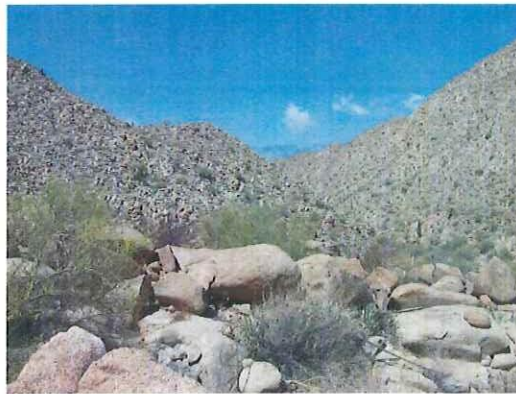


Figura 2. Área de estudio Cañón el Moreno.

5.2 CAÑADA SAN FELIPE

Se localiza en la región sur de la sierra San Felipe, a 20 Km., al este está la población de San Felipe. Es un sitio abierto, con fácil acceso, altamente fragmentado, causado por muchos caminos donde pasan carreras de motos y autos (Fig. 3).



Figura 3. Cañada San Felipe

5.3 Descripción física.

La Sierra San Felipe esta compuesta básicamente por rocas metamórficas del mesozoico (Delgadillo 1998). Sin embargo en la parte norte de la Sierra son del Cenozoico terciario y son básicamente rocas ígneas extrusivas, la presencia de estas rocas y minerales permite que haya una explotación minera, donde los principales minerales que se explotan son oro y plata, y principalmente en el norte de la Sierra San Felipe y las Pintas, aunque la explotación de Oro por las empresas mineras se mantuvo inactivas en el 2006. (Servicio geológico Nacional).

Los tipos de suelos presentes en esta sierra son regosoles, que se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de las sierras, muchas veces acompañados de litosoles y de roca o tepetate que aflora. Su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación. Por otro lado también se presentan los litosoles, los cuales son de una profundidad menor a los 10 cm. Se localizan en laderas, barrancas, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo (Casanellas 1999). Respecto a las toporformas presentes se describen las siguientes; valles, mesas y montes. De manera general los suelos son arenoso-granítico.

5.4 Descripción biológica.

La sierra San Felipe, básicamente está compuesta por comunidades arbustivas de matorral xerófilo, y en elevaciones bajas que van de los 400 a 600 msnm, las especies que dominan son; *Hilaria rigida* y *Larrea tridentata*, y de manera general las especies presentes son; *Ambrosia dumosa*, *Ditaxis lanciolata*, *Fouquieria splendens*, *Yuca shidigera*, *Pachycereus pringlei*, *Larrea tridentata*, *Encelia farinosa*, entre otras. También es importante mencionar las especies que están presentes en los cauces de los arroyos temporales que son: *Cercidium microphyllum*, *Psoralea arguta*, *Hymenoclea salsola*, *Atriplex hymenelytra*. Se considera una de las zonas más pobres en cuanto a flora (Delgadillo 1998).

La fauna presente en la Sierra San Felipe es: Borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*); venado bura (*Odocoileus hemionus*); puma (*Puma concolor*); gato montés (*Lynx rufus*); coyote (*Canis latrans*); liebre (*Lepus californicus*); ratas canguro y ratones (*Dipodomys sp.*, *Peromyscus sp.*); ardillas (*Spermophilus sp.*). Respecto a las aves se encuentran las siguientes: Zopilote (*Cathartes aura*); halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*); águila real (*Aquila chrysaetos*); Búho (*Bubo virginianus*); cuervo (*Corvus corax*).

5.5 Descripción socioeconómica.

La Sierra San Felipe pertenece al Ejido Plan Nacional Agrario, el cual está situado en el municipio de Mexicali y tiene una superficie de 1489.763 km², y cuenta con 534 habitantes y dos escuelas primarias. Las vías de acceso son las carreteras Mexicali-San Felipe y San Felipe-Puertecitos.

. La minería es una de las actividades básicas sobre todo en la región norte de la Sierra San Felipe, donde los principales minerales que se explotan son; oro, plata y plomo, y las principales minas son; La Fortuna, Moctezuma, La Escondida, que en los últimos años fue explotadas por la empresa minera San Felipe, S.A. de C.V (Servicio geológico Nacional). Otra actividad económica importante son las carreras deportivas de motos y carros, como la Carrera Tecate Score San Felipe 250, la Mc. Millin 500, la Baja 1000, la Ensenada-Mexicali-San Felipe Race Ready 275 de CODE, la Ensenada San Felipe 250 Race Ready de RECORD, en las cuales en los últimos años se ha incrementado el número de participantes, hasta llegar a un promedio de 500 competidores con equipos de 18 países. En la región del puerto de San Felipe el turismo y la pesca deportiva son de las actividades económicas más importantes, cuenta con 22 hoteles de los cuales destacan El Hotel Marina Resort & Spa, La Havana Club, El Playa Club San Felipe, El Cortez.

Cuenta con 45 Campos Turísticos que se ubican desde 25 kilómetros al norte de San Felipe, iniciándose en el Cerro del Moreno y terminando a 70 kilómetros al Sur en Puertecitos. Los ubicados al Norte y dentro de la Bahía cuentan con servicios completos, capaces de recibir unidades de Casas Móviles (Motor Homes y Campers), pero la gran mayoría solo cuentan con los servicios básicos de enramadas, aguas dulces y sanitarios sólo para tiendas de campaña (visitasanfelipebc.com). También cuentan con un campo de Golf con vista al mar llamado “Las Caras de México”, ubicado en el desarrollo turístico “Ventana del Mar”, propiedad de la empresa Ranchos Época de Oro.

VI. METODOLOGIA

6.1 Gabinete.

Se realizó una revisión bibliográfica referente aspectos: biológicos, ecológicos y estudios de evaluación del hábitat del borrego cimarrón. Con base en lo anterior se procedió a utilizar modelos de elevación digital del terreno (MDET), con la finalidad de obtener información referente al uso del hábitat por el borrego cimarrón.

Posteriormente se delimito el área de interés utilizando los MDET de cartas del INEGI 1:50 000, las claves de las cartas utilizadas fueron las siguientes:

- H11B46 y H11B47

Los criterios para delimitar el área, fueron: información de los últimos monitoreos aéreos realizados por Lee y col. (1996) y Martínez-Gallardo y col. (1997), Alaniz y col. (2004).

Los MDET fueron analizados en un sistema de información geográfica mediante el programa IDRISI versión KILMANJARO, previa transformación de las coordenadas lat-long a coordenadas UTM zona 11n, y posteriormente con el módulo *concat*, se concatenaron las dos cartas para obtener el mapa del área de interés que a continuación se presenta:

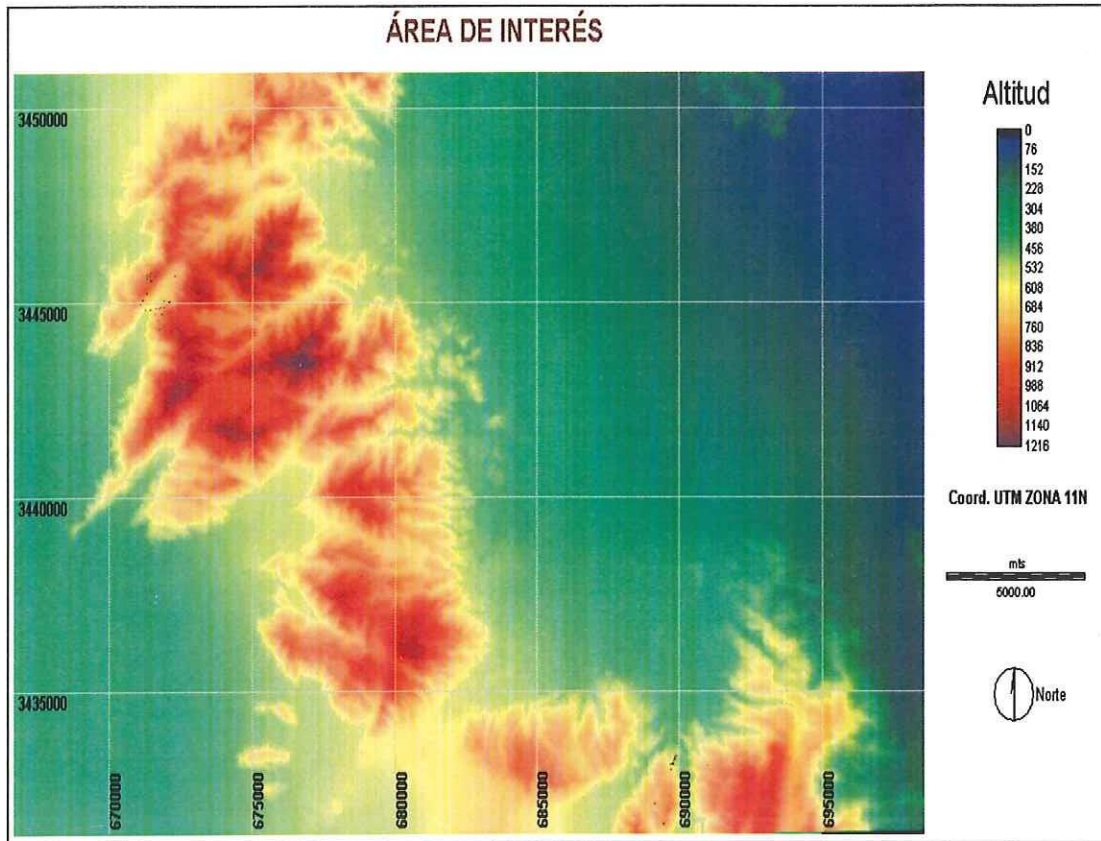


Figura 4. Delimitación del área de interés

Las coordenadas (UTM) que delimitan el área de interés son las siguientes:

$$X \text{ min} = 666687$$

$$X \text{ máx} = 698594$$

$$Y \text{ min} = 3431312$$

$$Y \text{ max} = 345093$$

Con la delimitación del área de interés se obtuvo la altura mínima y máxima, la cual oscila entre los 500 msnm y 1210 msnm. Posteriormente la imagen obtenida fue reclasificada en dos niveles con el módulo *reclass*, y la imagen resultante fue llamada *reclass.altura*. A continuación se presentan los niveles de altitud establecidos:

Nivel	Rango
1	405 a 810msnm
2	811 a 1210msm

Cuadro 1. Clasificación de altura.

A partir de la imagen “delimitación del área de interés” se obtuvieron los mapas de pendiente y orientación.

PENDIENTE

Para la obtención de las pendientes se utilizó el módulo *slope* del programa Idrisi Kilmanjaro. Las pendientes que son de 100 % equivalen a una pendiente de 45° (INEGI 1993, Modulo de Help de Idrisi Kilmanjaro, Ronald Eastman, 2003); una vez obtenida la imagen de pendientes esta fue reclasificada (*reclass*) en los siguientes niveles:

NIVEL	INTERVALO
1	0-25 %
2	26-50 %
3	51-70 %
4	71-100 %
5	> 100 %

Cuadro 2. Clasificaciones pendientes.

ORIENTACIÓN

Para la obtención de la imagen de orientaciones, se utilizó la imagen área de interés la cual fue procesada con el módulo *Aspect*. De la misma manera que las pendientes, las orientaciones fueron reclasificadas (*modulo reclass*) en los siguientes niveles:

NIVEL	INTERVALO
1	0°- 90° Norte y Noreste
2	91°- 180° Este y Sureste
3	181°- 270° Sur Suroeste
4	271°- 360° Oeste Noroeste

Cuadro 3. Clasificación orientación.

USO DE HABITAT

Para determinar el uso de hábitat espacio-temporal por el borrego cimarrón, se analizaron los datos obtenidos de las colectas de campo (primavera 2006, invierno 2007, primavera 2007, otoño 2007), que fueron procesadas en Excel. A cada evidencia se le agregó sus parámetros poblacionales (sexo y clase de edad); posteriormente fueron exportados en formato espacio delimitado por comas para su incorporación en el programa de información geográfica Idrisi Kilmanjaro. Cada estación del año fue convertida en un vector mediante el módulo de *export-general conversión tools*, posteriormente los vectores generados fueron convertidos a formato raster con el módulo *rastervector*, con la finalidad de hacer un cruce de información (*crosstab*) entre los vectores y las imágenes que fueron reclasificadas (Altitud, Pendiente, Orientación). Los resultados obtenidos del *crosstab* fueron exportados a una hoja de Excel y se diseñó el siguiente cuadro:

Coord X	Coord Y	Localidad	Estación	Sexo	Edad	Altura	Pendiente	Orientación	Frecuencia

Cuadro 4. Datos a partir de los cuales se conformaron las matrices para generar los modelos para su análisis con el GLIM

6.2 Campo

Se realizaron 4 salidas en las siguientes estaciones del año: primavera 2006 e invierno, primavera y otoño del 2007. Los recorridos fueron hechos a pie, de la parte más baja de la sierra (500 msnm) a la parte más alta (1200 msnm). Para la colecta de heces fecales, primero se identificaron los “senderos” por donde pasan los borregos con el fin de tener una mayor probabilidad de colectar muestras. Solo se colectaron heces con color café-oscuro lo cual indico que son recientes y se colocaron en bolsas de papel para su transporte al laboratorio.

Cada muestra fue georeferida, obteniendo sus coordenadas con el datum WGS-84 y el sistema de coordenadas fue UTM zona 11n, para posteriormente incorporar los datos al cuadro 4. También durante los recorridos se registraron: huellas, senderos, sitios de resguardo, esqueletos y echaderos, ramoneo de plantas.

6.3 Laboratorio

Las muestras colectadas en campo fueron almacenadas en refrigeración a 8° centígrados. Previó a la extracción de hormonas esteroides (progesterona, testosterona y estradiol), se pesaron de dos a tres heces fecales y se colocaron en tubos cónicos de plástico. La extracción total de esteroides (ETE), consistió en lo siguiente:

- 1.- Las muestras pesadas fueron trituradas por medio de un mortero de porcelana, y se volvió a colocar al tubo cónico.
- 2.- A cada tubo se le agrego de 6 ml de agua destilada y después 6 ml de éter dietílico.
- 3.- Se centrífugo por 5 minutos (1000 r.p.m).

4.- Por medio de una pipeta Pasteur se retiró el sobrenadante (fase orgánica) y se vertió en un tubo cónico nuevo el cual fue colocando en un baño María a una temperatura de 30° centígrados, para evaporar la fase orgánica.

5.- Este procedimiento se hizo por duplicado, repitiendo el paso 2,3 y 4 a cada tubo.

6.- Una vez evaporada la fase orgánica se agrego de 2 a 3 ml de éter a cada tubo y se vertió cuidadosamente a un tubo eppendorf y se dejo en reposo hasta la completa evaporación y posteriormente fue resuspendido en 600 microlitos de alcohol etílico al 90%, y almacenados a una temperatura de 8° centígrados.

6.3.1 Determinación del Sexo

Para la determinación del sexo se utilizaron una alícuota (25 y 50 microlitos) de cada muestra almacenada en los tubos eppendorf, y se determino la concentración hormonal de estradiol (E2), progesterona (P4) y testosterona (T) por medio de un análisis inmunoenzimático (EIA), Ayala-Cano (2000). Con los resultados de las concentraciones se procedió a establecer el sexo del individuo a partir de la relación diferencial entre hormonas esteroideas sexuales (progesterona, testosterona y estradiol) encontradas en las muestras analizadas (Fig 5), la premisa antes mencionada se basa en la hipótesis hormonal de la diferenciación sexual es decir, en los machos hay mayor producción de andrógenos, por ejemplo testosterona, que de estrógenos, por ejemplo, estradiol, mientras que en las hembras es lo contrario (Salame-Méndez y Villalpando-Fierro 1998).

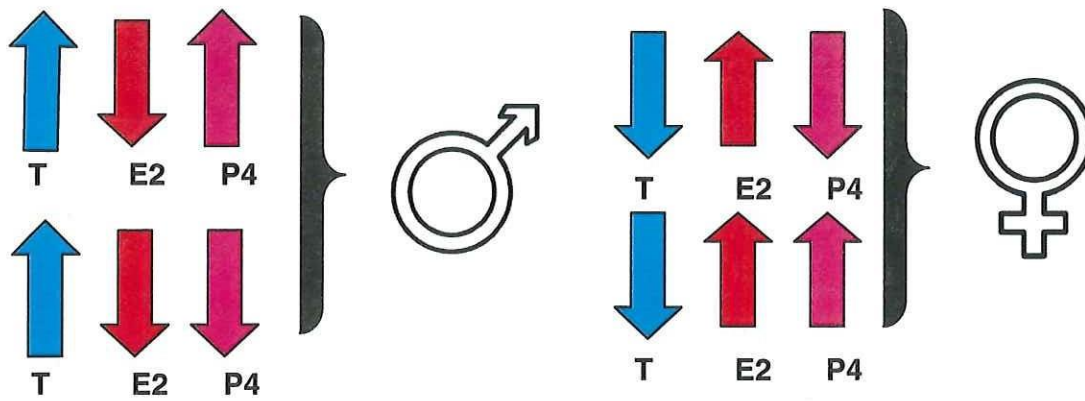


Figura 5. Sexado de muestras de heces fecales a partir de la relación diferencial de hormonas esteroides sexuales (progesterona -P4-, testosterona -T- y estradiol -E2-). La orientación de las flechas indica mayor o menor contenido de hormona.

6.3.2 Determinación de las clases de edad

Para determinar las clases de edad, se utilizó la metodología planteada por Martínez-Gallardo y col.(2008). La cual consistió en tomar 10 heces fecales de cada evidencia y hacerle las siguientes medidas: radio y altura, para posteriormente aplicar la fórmula del volumen de un cilindro:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Posteriormente se obtuvo el promedio y la desviación estándar de las 10 heces, y el valor obtenido de la media fue utilizado para determinar la clase de edad, las cuales son las siguientes: clase I representa individuos jóvenes con un volumen de excreta menor a 0.7621cm³; clase II que representa individuos subadultos con un volumen entre 0.7621cm³ y 1.0617cm³, y clase III que representa individuos adultos con volumen mayor a 1.0617cm³.

6.4 Análisis estadístico

A partir del cuadro 4 se formularon dos matrices, que con la ayuda de la función *autofiltro* de Excel, de las que se obtuvieron los escenarios y la frecuencia de cada uno, la primera matriz se llamo modelo poblacional, y fue exportada en formato de texto al programa GLIM (Modelaje Interactivo Lineal Generalizado-versión 3.77). Las variables explicatorias consideradas fueron: fecha de colecta; localidad; sexo, y edad y la variable respuesta fue el número de organismos. A continuación se presenta un cuadro de las variables explicatorias con sus respectivos niveles:

FACTOR	NIVELES
EDAD	1.- Jóvenes 2.- Subadultos 3.- Adultos
SEXO	1.- Macho 2.- Hembra 3.- Indefinido
COLECTA	1.- Primavera 2006 2.- Invierno 2007 3.- Primavera 2007 4.- Otoño 2007
Localidad	1.- Cañón el moreno 2.- Cañada San Felipe

Cuadro 5. Variables del modelo poblacional.

La segunda matriz se llamo “modelo uso de hábitat”, a la cual se le incorporó los resultados de la tabulación cruzada de los vectores rasterizados de cada estación y los mapas reclasificados de variables ambientales, obteniéndose los siguientes factores con sus respectivos niveles:

FACTOR	NIVELES
SEXO	1.- Macho 2.- Hembra 3.- Indeterminado
LOCALIDAD	1.- Cañón el moreno 2.- San Felipe
ORIENTACION	1.- 0°- 90° Norte y Noreste 2.- 91°- 180° Este y Sureste 3.- 181°- 270° Sur Suroeste 4.- 271°- 360° Oeste Noroeste
PENDIENTE	1.- 0-25 % 2.- 26-50 % 3.- 51-70 % 4.- 71-100% 5.- > 100 %
ALTURA	1.- 500-850msm 2.- 850 En adelante

Cuadro 6. Variables del modelo uso de hábitat

Los dos modelos lineales generalizados fueron analizados considerando una distribución de Poisson (en la cual se analizan números enteros que tienen varianzas iguales a sus medias; aunando a una función logarítmica asegurando que los valores ajustados sean positivos). Se realizaron interacciones de primero y segundo orden, y se determinó la significancia entre los factores por medio de una prueba Chi-cuadrada. Posteriormente se eligieron los factores e interacciones que presentaban mayor porcentaje de explicación. Los dos modelos se volvieron analizar con las variables elegidas en un GLIM, y se aplicaron pruebas de chi-cuadrada y pruebas de t-Student, para determinar si había diferencias significativas, el valor de t se estimó de la siguiente manera:

$$t = \frac{(\text{Estimado 1} - \text{Estimado 2})}{\text{Error estándar 2}}$$

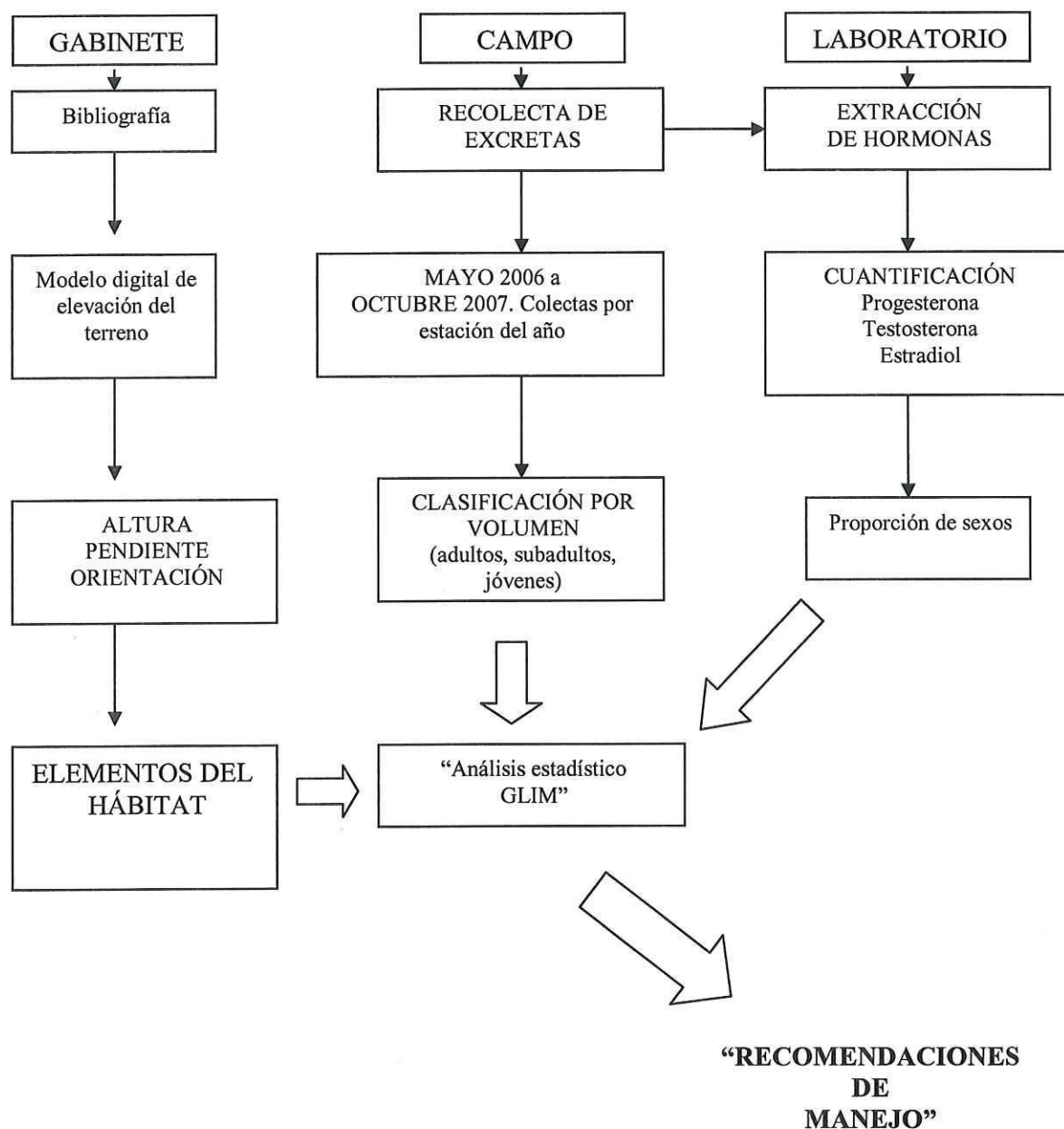


Figura 6. Esquema metodológico general

RESULTADOS

De los cuatro monitoreos realizados en Cañón el Moreno y Cañada San Felipe durante las primaveras del 2006 y 2007, y otoño e invierno 2007 se colectaron 290 muestras de heces fecales -aquellas con aspecto grisáceo fueron clasificadas como viejas y solo se georeferenciaron-; dos cráneos y una parte de la columna vertebral de dos hembras, y tres fundas de cornamentas de machos jóvenes y una de macho adulto. Tanto el esqueleto como las fundas se depositaron en la Colección de Vertebrados de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California.

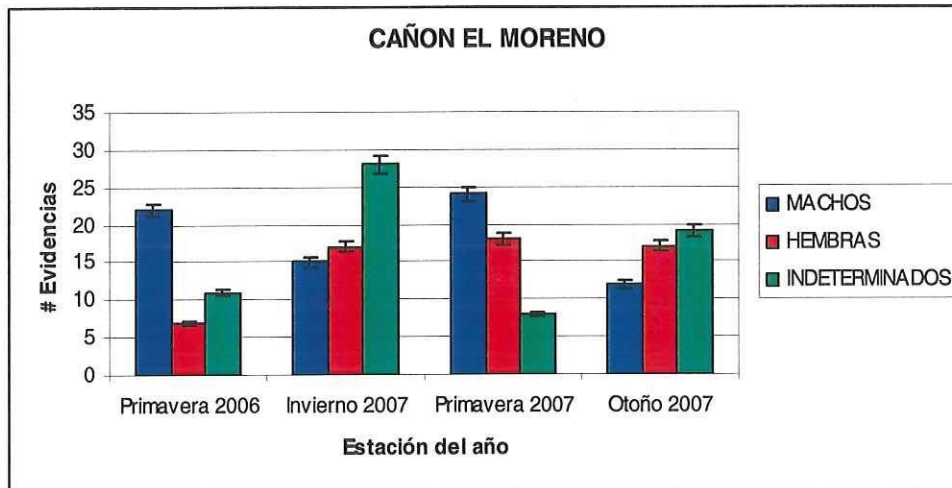
Durante la estación invierno del 2007 en la localidad Cañón el Moreno, se avistaron tres cimarrones: un macho joven, una hembra joven y un añero (hembra); lo cual permitió constatar la existencia de grupos familiares, así como también se avisto una hembra durante la primavera del 2007. Por su parte, en el Cañón el Moreno se localizaron ocho refugios y seis echaderos mientras que en Cañada San Felipe se constataron cuatro refugios y tres echaderos.

7.1 PROPORCIÓN DE SEXOS

A partir de la valoración y relación diferencial de progesterona, testosterona y estradiol en las 196 muestras de heces del Cañón el Moreno y 72 de Cañada San Felipe se obtuvo el número de muestras correspondientes a machos y hembras por estación del año. Aquellos individuos cuya relación de hormonas esteroides no permitió constatar plenamente el sexo se les denominó indeterminado, correspondiendo a individuos jóvenes de aproximadamente de 1 a 7 meses de edad (Figura 6 A-B).

Para la localidad Cañón el Moreno se constató que en cada una de las estaciones fue constante la presencia de individuos indeterminados, siendo mayor el número de evidencias en Otoño ($n = 19$) e Invierno ($n = 28$) (Fig. 6A). En lo que concierne a la Cañada San Felipe es de llamar la atención que en todas las estaciones del año la proporción de sexos fue favorable a los machos, destacando la Primavera del 2007 (16 machos y 7 hembras), mientras que las evidencias de indeterminados fueron escasas tanto que en la Primavera 2007 no hubo registro de algún individuo (Fig. 6B).

A



B

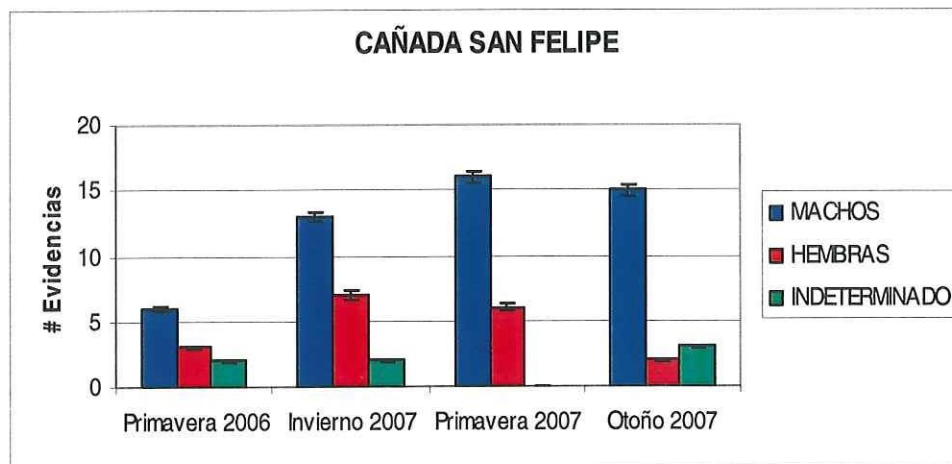


Figura 6. Número de machos y hembras en Cañón el Moreno (A) y San Felipe (B) constatado a partir de la relación diferencial de progesterona, testosterona y estradiol en

heces fecales. La clase indeterminados, que son individuos en donde no se pudo determinar su sexo, corresponden a cimarrones jóvenes de 1 a 7 meses de edad.

Los resultados mostrados en la gráfica A de la Figura 6, que corresponde al Cañón el Moreno, indican que las estaciones del año Primavera 2006 y Primavera 2007, la proporción de sexos favoreció a los machos (2006 = 22 machos: 7 hembras; 2007 = 24 machos: 18 hembras), lo cual coincidió con las épocas del año en donde se registró el menor número de evidencias de individuos indeterminados (2006 $n = 11$; 2007 $n = 8$).

Destacando que la estación del año que más evidencias de hembras e indeterminados aportó fue el Invierno ($n = 17$ hembras; $n = 28$ indeterminados). Por otro lado, el 33.33% de las evidencias encontradas correspondieron ha individuos indeterminados, mientras que al promediar las evidencias de indeterminados y hembras de todas las estaciones del año, se constató una relación aproximada de 1 evidencia de hembra por 1 de indeterminado (47.2% hembras: 52.8% indeterminados).

Respecto a la Cañada San Felipe fue evidente la presencia de machos durante todo las estaciones de colecta consideradas (primavera 2006; 6 machos: 3 hembras: 2 indeterminados, invierno 2007; 13 machos: 7 hembras: 2 indeterminados, primavera 2007; 16 machos: 6 hembras, otoño 2007, 15 machos: 2 hembras: 3 indeterminados); siendo el Otoño en donde se constató una conspicua diferencia, en donde la relación de sexos fue 7:1 es decir, por cada 7 evidencias de machos registradas se obtuvo 1 de hembra. Además de constatarse que durante las estaciones del año estudiadas las evidencias indeterminados fueron muy escasas ($n = 7$), lo que representó el 10 % de total de las evidencias analizadas.

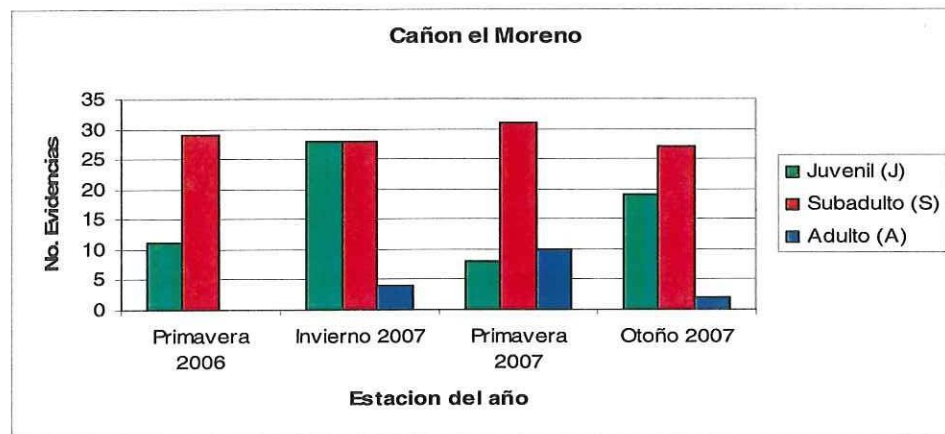
7.2 ESTRUCTURA DE EDAD

La estructura de edad determinada para el Cañón el Moreno tuvo una variación estacional. Resaltado la presencia de jóvenes en todas las estaciones ($n = 66$), siendo mayor esta durante el invierno ($n = 28$); categoría de edad que representó el 33.33% del total de las evidencias registradas para la localidad. En el invierno 2007 se encontró la misma cantidad de evidencias de individuos jóvenes y subadultos ($n = 28$) resultados que contrastan con las pocas evidencias de adultos ($n=4$).

La clase de edad más representada en esta localidad fueron los subadultos ($n = 115$) con un 58.37% del total de las muestras; destacando que las estaciones mas abundantes de esta clase de edad fueron: las dos primaveras, 2006 ($n = 29$) como del 2007 ($n = 31$). Por su parte, la clase de adultos fue la que presentó menor número de evidencias (8.2 %), tanto que en la primera 2006 no se registro algún individuo de esta edad (Fig. 7A).

En la Cañada San Felipe la clase de edad más representada fue la de subadultos (primavera 2006 $n = 8$, invierno 2007 $n = 18$, primavera 2007 $n = 22$, otoño 2007 $n = 16$), tanto que durante la primavera 2007 no se registro ninguna evidencia de jóvenes y adultos. De tal manera que la clase edad que estuvo menos representada fueron los adultos ($n = 4$) que represento el 5.4 % del total y jóvenes ($n = 7$) con solo el 9 % del total (Fig. 7B).

A



B

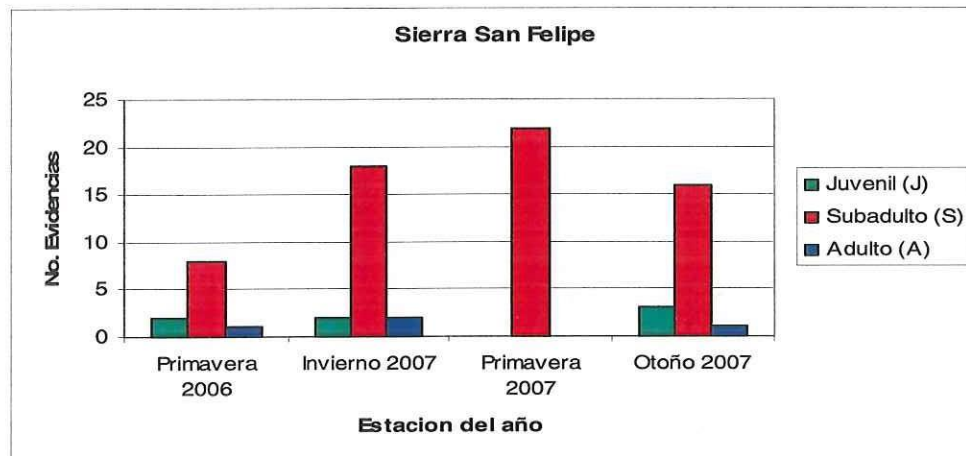


Figura 7. Estructura de edad de la población de borrego cimarrón en Cañón el Moreno (A) y Cañada San Felipe (B).

7.3 ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL

Un total de 268 evidencias conformaron el universo de datos considerados en este análisis. El primer paso para el análisis estadístico fue generar una matriz en el programa Excel y por medio de la función autofiltro se generaron 177 posibles casos. (Tabla 1).

En primera instancia se determinó cuánto explicaba cada factor de la variación total (Fecha de colecta, localidad, sexo, edad, pendiente, orientación y altura), para lo cual se utilizaron pruebas de Chi-cuadrada, a continuación se presentan los resultados:

Devianza Total = 89.24

Grados de libertad Totales = 176

Factor	Cambio en devianza	Cambio en G.L.	Chi² calculada	Chi² tablas (0.05)	Diferencias
Fecha de colecta	63.1	4	15.775	9.48	*
Pendiente	6.396	3	2.132	7.81	NS
Orientación	2.71	3	0.90	7.81	NS
Localidad	10.071	1	6.75	3.84	*
Altura	3.55	1	3.77	3.84	NS
Edad	6.06	2	3.03	5.99	NS
Sexo	9.983	2	4.9915	5.99	NS
	38.77			Devianza Residual	50.47
				G.L. Residuales	160

Cuadro 8. Los factores Fecha de colecta y localidad fueron los únicos que presentaron diferencias significativas. $P \leq 0.05$. NS = No hay diferencias significativas. G.L = Grados de libertad. * Diferencias significativas.

Este modelo solo explicaba 50.47 de la variación de los datos, quedando 38.77 de la variación sin explicar y por lo tanto se procedió a realizar interacciones de primero y segundo orden entre los factores, con el fin de explicar dicha variación y así formular los modelos que explican la distribución espacio temporal de los grupos de edad y sexo.

Modelo poblacional.

Una vez exportados los datos de la matriz elaborada en Excel y guardados en formato de texto, se analizaron con un GLIM; en donde se realizaron interacciones de primero y segundo orden eligiéndose las variables e interacciones que tenían mayor porcentaje de explicación. Posteriormente, se realizaron pruebas de Chi-cuadrada para determinar si había diferencias significativas entre los niveles de un factor. En la sección de Anexos se muestra las tablas generadas en las cuales están los resultados tanto de las diferencias significativas como no significativas.

El modelo generado agrupó el 82.13% de la variación de los datos, constatándose que los factores localidad, y la relación sexo-edad fueron significativamente diferentes.

Por su parte, al analizar la relación entre localidad-sexo y localidad-edad se constataron diferencias significativas entre los individuos indeterminados (S3) del Cañón el Moreno (L1) contra los indeterminados (S3) de la Cañada San Felipe (L2), así como también los jóvenes del Cañón el Moreno (L1) contra los jóvenes de la Cañada San Felipe (L2), resultados del modelo con un $P \leq 0.05$

Por otro lado al analizar la relación localidad-Fecha de colecta-sexo, se encontraron diferencias significativas entre los machos de todas las estaciones del año en la localidad Cañón el Moreno (cuadro 9). También se constataron diferencias entre los indeterminados del invierno 2007 ($n=28$) e indeterminados de la primavera 2007 ($n=8$), mientras que la relación localidad-fecha de colecta-edad, solo mostró diferencias significativas en la localidad Cañón el Moreno entre los adultos de la primavera y Otoño 2007 ($t= 2.44$, $g.l=23$, $P \leq 0.05$).

Factor	Nivel	Estimado 1	Estimado2	Errstd2	Tcalculada	Diferencia
Localidad.						
Fecha de colecta.						
Sexo	L1.F1.S1 vs L1.F2.S1	2.037	-0.3629	0.4862	4.93	*
	L1.F1.S1 vs L1.F3.S1	2.037	-0.09097	0.4707	4.52	*
	L1. F1.S1 vs L1.F4.S1	2.037	-0.9383	0.5339	5.57	*

Cuadro 9. Resultados de la t-Student con diferencias significativas, con 23 grados de libertad y una $P \leq 0.05$. L1 (Localidad Cañón el Moreno), F (Fecha de colecta), S1 (machos).

7.5 Modelo uso de hábitat.

A partir del modelo de elevación digital del terreno (MDET) llamado “área de interés”, se obtuvieron los mapas reclasificados de altura, pendiente y orientación, así como también los vectores rasterizados de cada estación de colecta, a continuación se presentan:

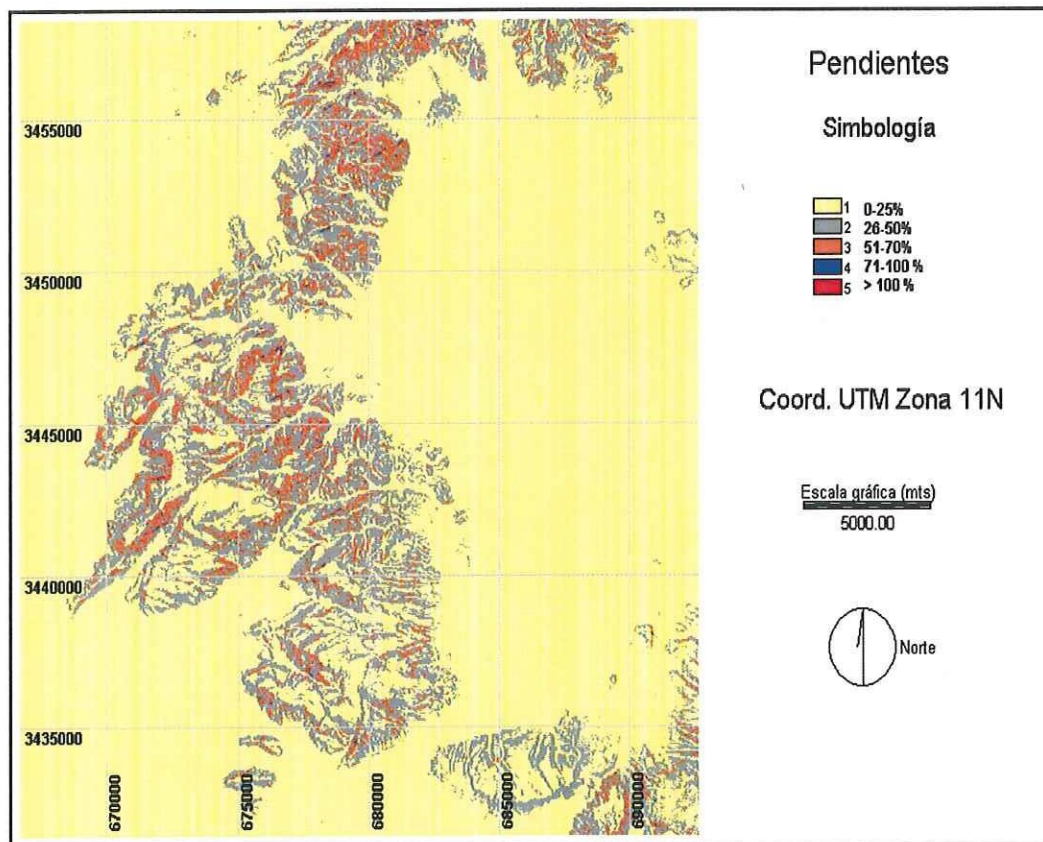


Figura 8. Mapa de clasificaciones de pendientes

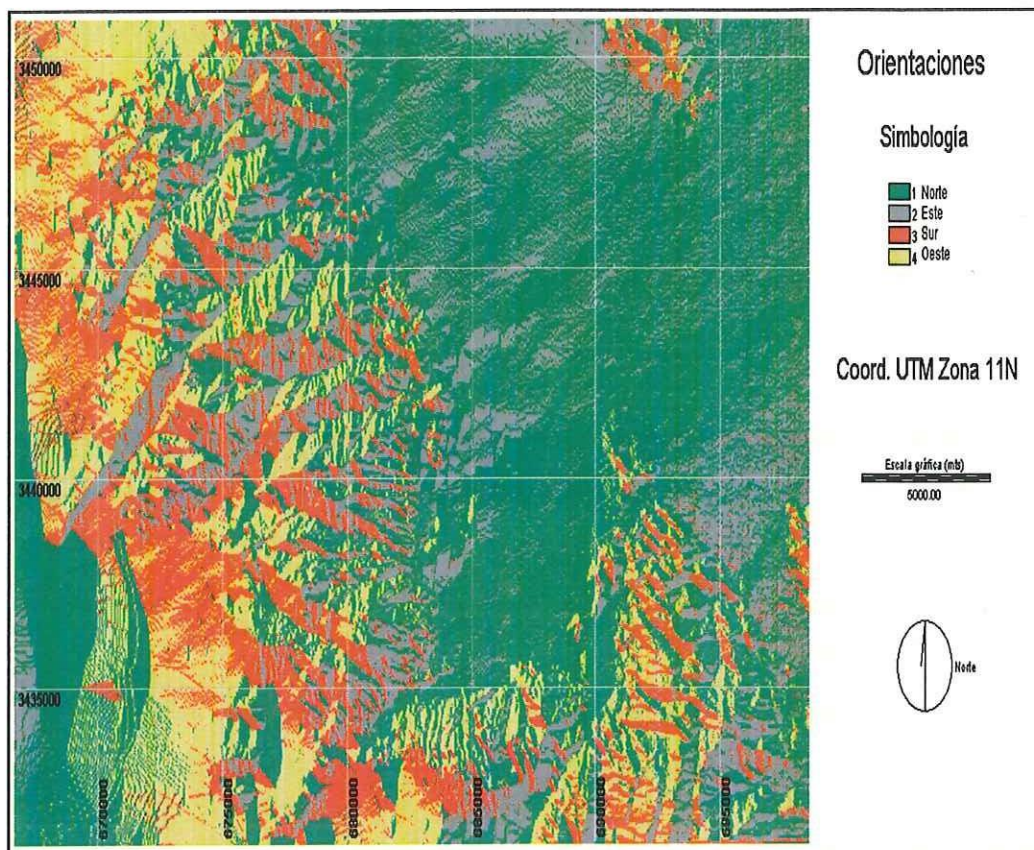


Figura 9. Mapa de clasificación de las orientaciones.

Para determinar el uso del hábitat por el borrego cimarrón, se utilizó la matriz llamada “**ambiente.prn**” la cual se analizó con un GLIM. Se aplicaron interacciones de primer y segundo orden, y de la misma manera que el modelo anterior se eligieron las interacciones que presentaban mayor devianza y mayor porcentaje de explicación (en la sección de anexos se muestran las tablas con las interacciones que presentaron mayor devianza). Se aplicaron pruebas de Chi-cuadrada a cada una de estas interacciones. Sin embargo, solo se encontraron diferencias significativas en algunos niveles del factor localidad-pendiente-sexo como; las evidencias de machos (S1) del Cañón el Moreno (L1) fueron más frecuentes en la pendiente P3 (Pendientes 51-70 %), que las de machos de la Cañada San Felipe (L1) ($t = 2.27$, $g.l = 10$, $P \leq 0.05$).

También se determinó que las evidencias de hembras (S2) en Cañón el Moreno (L1) fueron más frecuentes en la pendiente P2 (Pendientes de 26-50 %), que las evidencias de hembras de la Cañada San Felipe ($t = 1.85$, $g.l = 10$, $P \leq 0.05$) por último las evidencias de indeterminados (S3) del Cañón el Moreno fueron más frecuentes en las pendientes P2 ($t = 2.38$, $g.l = 10$, $P \leq 0.05$) y P4 (pendientes de 71-100 %), que los indeterminados de la Cañada San Felipe ($t = 1.82$, $g.l = 10$, $P \leq 0.05$).

VIII. DISCUSION

8.1 CAÑÓN EL MORENO

La dinámica poblacional es el resultado de las actividades que desempeñan todos los individuos de una población para permanecer en su hábitat. Existen dos parámetros poblacionales, que permiten estimar las épocas de nacimientos, crianza y cortejo, estos son la proporción de sexos y estructura de edades los cuales varían de manera espacial y temporal.

Para el caso del Cañón el Moreno, en el cual la proporción de sexos durante el estudio estuvo mejor representada por hembras e individuos indeterminados, además haber detectado a cinco hembras gestantes, sugiere que la población de borrego cimarrón en este sitio se reproduce todo el año, presentándose de uno a dos picos de nacimientos, uno que corresponde a la estación de otoño y otro en invierno. Es muy probable que estos eventos reproductivos tengan una relación con las épocas del año, pues para la zona de estudio justo en las estaciones de otoño e invierno es cuando se tienen las mejores condiciones del hábitat ya que como resultado de las lluvias de verano y otoño hay un incremento en la cantidad y calidad de alimento disponible para los animales, así como de agua que es un recurso poco abundante en el área de estudio, permitiendo con ello que los requerimientos alimenticios de los animales sean satisfechos de tal manera que se logre una gestación y lactancia exitosa, además de permitir el crecimiento y sobrevivencia de los corderos.

La relación de la proporción de sexos con la estructura de edad, sugiere que este lugar es usado por grupos familiares compuestos en su mayoría por machos y hembras subadultos, y jóvenes. Mientras tanto los machos al parecer entran y salen de la población, siendo mayor su presencia durante la primavera, esto tiene relación con el comportamiento de los machos de la búsqueda de una mejor calidad de forraje que favorezca su apariencia física y también, para iniciar el cortejo y reproducción en lugares donde las hembras están presentes.

Por otro lado, al encontrar pocas evidencias de adultos y relacionarlo con los esqueletos y fundas colectadas, nos lleva a suponer lo siguiente; i) Los animales están muriendo antes de llegar a una edad adulta, ocasionado por un estrés ambiental (sequías, poca disponibilidad de alimento, ausencia de cuerpos de agua) que los hace más vulnerables a enfermedades. ii) Debido a las condiciones ambientales ya mencionadas, es posible que los animales se mantengan en un tamaño mediano es decir de subadulto, de esta manera las necesidades alimenticias son menores y así los borregos pueden persistir en el tiempo y espacio.

La altura y la orientación no presentaron diferencias significativas entre machos, hembras y los grupos de edad, esto se puede deber a lo siguiente; i) En la Sierra San Felipe solo hay un tipo de vegetación, que es el matorral microfilo, y prácticamente las especies vegetales que componen este tipo de vegetación están distribuidas en forma homogénea por toda la Sierra. ii) Al no presentar un gradiente altitudinal es probable que la cantidad y calidad de alimento sea la misma en cualquier parte de la Sierra. Resultados semejantes a lo reportado por Andrew y col. (1999), para poblaciones de borrego cimarrón en la Sierra Chocolate que tiene condiciones similares a la Sierra San Felipe.

Al analizar el modelo de pendiente, se determinó que la Sierra San Felipe se compone en mayor parte por pendientes 26-50 % (P2) y 51-70 % (P3). En el cañón el moreno los machos usaron más la pendiente P3, lo cual se relaciona con las áreas donde estos individuos tienen un campo visual de todo el cañón, lo cual les permite ver el peligro a grandes distancias, o bien son lugares para transitar de una Sierra a otra. Por otro lado al encontrar hembras y jóvenes, en las pendientes P2 y P4 (71-100 %), indica que probablemente en esas condiciones, hay sitios de resguardo, como se constató al registrar cuatro refugios (Anexo 7), y que también estos sitios sean utilizados como escape, característico de lugares donde las hembras suelen estar con sus crías.

Cabe mencionar que se registraron evidencias de hembras con corderos en la zona donde está un arroyo temporal, lo cual indica que estos individuos buscan agua en estaciones cuando esta disponible, como el Invierno.

8.2 CAÑADA SAN FELIPE

La Cañada San Felipe se caracteriza por ser un sitio de fácil acceso, abierto, con pocos cañones y tener a su alrededor la Sierra Santa Rosa y San Fermín, de tal forma que este tipo de lugares son poco usados por el borrego cimarrón para eventos como la reproducción, crianza y lactación. Esto se confirma con la proporción de sexos que prácticamente todo el año estuvo representada por machos, que posiblemente utilizan esta sierra como de tránsito a otras.

Sin embargo el registro de evidencias de pocas hembras e indeterminados, fue descendiendo a través del año 2007, indica que es posiblemente estos individuos de la población estén dejando de usar esta parte de la sierra, principalmente por que se ahuyentan con el ruido de las carreras que pasan justamente en los posibles sitios de tránsito, provocando también que la población de borrego cimarrón en esta parte de la Sierra no es residente.

Sin embargo La estructura de edad es básicamente individuos subadultos, lo cual me lleva a suponer que: debido a la alta fragmentación por caminos que favorece el acceso a este lugar, los machos adultos son presa fácil para el furtivismo.

Finalmente la Cañada San Felipe es un lugar muy importante para el intercambio de individuos de las poblaciones aledañas, sin embargo las actividades antropogénicas (desarrollo urbano, minería, carreras, etc), están ocasionando que los borregos dejen de usar este sitio y por lo tanto haya un aislamiento población impidiendo el intercambio genético entre las poblaciones.

La proporción de sexos de la población de borrego cimarrón en el Cañón el Moreno y la Cañada San Felipe permiten constatar lo reportado por Geist y Petocz (1977): “Ambos sexos pueden ocupar un rango continuo, pero ellos se concentran en aéreas distintas, los machos prefieren los sitios abiertos y las hembras lugares encañonados”. Por lo tanto, en el Cañón el Moreno se favorece la reproducción de borrego cimarrón, mientras que la Cañada San Felipe es un sitio de tránsito.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL

Una de las principales acciones a realizar para conocer y estimar el número de organismos presentes en una población, en este caso de borrego cimarrón, es el monitoreo de observaciones directas (aéreo y terrestre), los cuales hasta hoy siguen con el supuesto de que el área monitoreada tiene las mismas condiciones y por lo tanto machos y hembras responden de la misma manera, sin embargo con los resultados de esta investigación se comprobó que una Sierra homogénea como San Felipe, la proporción de sexos y estructura de edad, varió espacio-temporal y por lo tanto el número de animales presentes en una región de la Sierra no se puede extrapolar para toda el área.

Con este tipo de metodologías no se puede determinar una tasa de aprovechamiento en función de observaciones directas, pero si permite establecer cómo los grupos de borrego están utilizando el hábitat para reproducirse, permitiendo identificar probables áreas de nacimientos, y crianza. De tal manera que este conocimiento permita establecer cuáles son las épocas y lugares donde se van a monitorear los grupos familiares así como organismos adultos, lo cual permitirá un mejor manejo de la población para su conservación y aprovechamiento.

Por otro lado las carreras fuera de camino es una actividad que se desarrolla con frecuencia a los alrededores de esta sierra, sin embargo en los estudios de impacto ambiental no se considera los sitios de reproducción y de ruta de los borregos, por lo cual esta información es muy importante que la conozcan para el establecimiento de las rutas de carrera.

IX CONCLUSIONES

- ⇒ El análisis de evidencias indirectas, como las heces fecales permitió hacer un análisis espacio-temporal de la proporción de sexos y uso del hábitat, de tal forma que los objetivos planteados en este trabajo se cumplieron satisfactoriamente
- ⇒ Los cañones son sitios preferidos por grupos familiares, por lo que es importante encontrar más sitios como este en la Sierra San Felipe.
- ⇒ Los sitios con características a la Cañada San Felipe, son importantes para el intercambio de individuos de una población a otra.
- ⇒ Es el primer trabajo que existe para la Sierra San Felipe, que relaciona la proporción de sexos, estructura de edad y uso del hábitat. Por otro lado esta metodología se puede aplicar a cualquier sierra, además de que ayudaría a una planificación más adecuada al monitoreo y manejo de esta especie.

X. RECOMENDACIONES

Problemática. La falta de conocimiento del hábitat y de las poblaciones de borrego cimarrón, han ocasionado que en la actualidad se desconozca las poblaciones de borrego y además que no se realicen acciones de manejo para un futuro aprovechamiento.

Objetivo. Mantener las poblaciones de borrego presentes en el Cañón el Moreno y Cañada San Felipe.

Recomendaciones cortó plazo:

- *Investigación.* Evaluar la salud poblacional. Se recomienda evaluar los niveles de estrés presente en la población y su relación con variables físicas (periodos largos de sequías, altitud) biológicas (época reproductiva, conducta) y antropogénicas (ganadería, agricultura, desarrollo urbano, caminos), utilizando para su análisis la determinación de cortisol en heces fecales.
- *Evaluación del hábitat.* Evaluación del índice de rugosidad y cobertura vegetal. También se recomienda determinar el efecto de las carreras fuera de camino.
- *Control de acceso y vigilancia.* En las visitas al campo, notamos que no hay un control de las personas que entran, así que se recomienda una caseta de registro, a la entrada a la Sierra San Felipe.
- *Educación ambiental* para la población de San Felipe y Turistas, la cual cuenta con tres líneas de acción: 1.- Difusión del tríptico elaborado por el grupo de Manejo y Conservación de la vida silvestre, en el cual hay información histórico-cultural, así como de la biología de la especie y la importancia del borrego cimarrón. 2.- Realizar pláticas, y una obra de teatro llama "La familia

cimarrón”, dirigida a niños de primaria. 3.- Colocación de Postres informativos en hoteles, comercios, escuelas y casas.

- *Zonificación*. 1.- **Áreas de conservación.** Lugares con características similares al Cañón el Moreno, con presencia de cuerpos de agua permanentes o temporales, sin actividades antropogénicas.
- 2.- **Áreas de rehabilitación.** Son aquellos sitios que presentan alguna evidencia de actividades humanas como, caminos, carreras, extracción de material, y por lo tanto las recomendaciones están enfocadas en mitigar las perturbaciones que se encuentren. A continuación se presentan las recomendaciones:

CONSERVACIÓN

Unidad A1. Descripción.

Se ubica en el Cañón el Moreno, presenta evidencias de grupos familiares todo el año, así como también de nacimientos. Tiene 4 arroyos temporales, no hay caminos para llegar ha esta Sierra. La altura oscila entre los 500-1100 m.s.n.m.

Recomendaciones:

1. Evaluar la cobertura vegetal. Establecer temporadas de vigilancia principalmente en las épocas donde ocurren los picos de nacimientos (otoño-invierno).
2. Evaluar los niveles de estrés, mediante la determinación de los niveles de cortisol presentes en heces fecales, estudio que puede ser realizado por el laboratorio de manejo de vida silvestre de la Universidad Autónoma de Baja California, campus Ensenada
3. Dos periodos de monitoreo (épocas secas y lluvias) terrestre. Los cuales consistirán en registro de reclutamiento, muertes, estructura de edad y proporción de sexos.

4. Evitar las carreras y construcción de caminos en esta Unidad.
5. Se permite el Safari Fotográfico con las siguientes consideraciones; Se prohíbe hacer fogatas y acampar dentro del Cañón. Los grupos de personas no deben exceder de 5 de acuerdo a un estudio realizado en áreas de borrego cimarrón del Parque Nacional de San Bernardino. Establecer senderos principales y no cambiarlos.
6. No está permitido la extracción de minerales

Unidad A2. Descripción

No hay caminos para llegar a este sitio, además está muy cerca del Cañón el Moreno. Durante los avistamientos en Invierno 2007 se observaron a los borregos dirigirse a esta localidad. Hay tres arroyos temporales.

Recomendaciones

1. Es probable encontrar evidencias de borrego cimarrón por lo cual los monitoreos se recomiendan en épocas secas (Junio-Agosto), y lluvias (Septiembre-Enero).
2. Evitar la construcción de caminos en esta Unidad.

AREAS DE REHABILITACIÓN

Unidad R1. Descripción

Lugar de fácil acceso, pasan tres caminos cerca de esta sierra, el camino por donde pasan las carreras se encuentra a 2 Km. Cuenta con 4 arroyos temporales.

Recomendaciones

1. Monitorear el área en épocas secas (Junio-Agosto) y de lluvias (Septiembre-Enero), con el objetivo de coleccionar evidencias de borrego cimarrón.

2. Una vez teniendo las evidencias de heces fecales de borrego cimarrón evaluar los niveles de estrés contenidas en estas, para evaluar el efecto de las actividades humanas.
3. Evitar el uso de estos caminos, ya que no son rutas de carreras de acuerdo al ordenamiento ecológico del Estado de Baja California, además de que este lugar puede ser importante para el borrego cimarrón que es posible que utilicen este lugar como tránsito a las Sierras Aledañas.

Unidad R2. Descripción

Lugar muy fragmentado por caminos de motos y cuatrimotos, presenta 3 arroyos temporales. Es un lugar con más de 4 cañones.

Recomendaciones:

1. Los caminos por cuatrimotos en este lugar deberán de ser cerrados o bien regular el uso en épocas donde se encuentren menos evidencias de borrego cimarrón.
2. Monitorear el área en épocas secas (Junio-Agosto) y de lluvias (Septiembre-Enero), con el objetivo de coleccionar evidencias de borrego cimarrón.

Unidad R3. Descripción

Presenta 3 caminos, uno de ellos es el principal. Durante las visitas al campo, observamos la extracción de material rocoso.

1. Este es un sitio estratégico para colocar una de las estaciones de vigilancia, ya que es muy transitado.

Unidad R4. Descripción

Ubicado en la Cañada San Felipe. Se determinó que la proporción de sexos es favorable a los machos en todo el año, es un lugar de fácil acceso ya que hay 3 caminos por los cuales se pueden llegar. Se identificaron dos Cañones. Estos caminos son usados frecuentemente por motonetas y motos.

Recomendaciones:

1. Esté es un sitio estratégico para colocar una de las estaciones de vigilancia, ya que es muy transitado.
2. Seguir monitoreando el área, en épocas secas (Junio-Agosto) y de lluvias (Septiembre-Enero).
3. Evaluar la cobertura vegetal

Unidad R5. Descripción

Sitio de tránsito entre la Sierra Santa Rosa y San Fermín. Presenta 4 arroyos temporales y 4 cañones.

Recomendaciones:

1. Monitoreo en Junio-Agosto) y de lluvias (Septiembre-Enero).
2. Localización de cuerpos de agua temporales principalmente durante el Otoño.
3. Evaluar la cobertura vegetal
4. Regular los caminos para motocicletas en esta área.

A continuación se presenta el mapa de ubicación de las áreas propuestas a conservación y rehabilitación.

Zonificación Sierra San Felipe

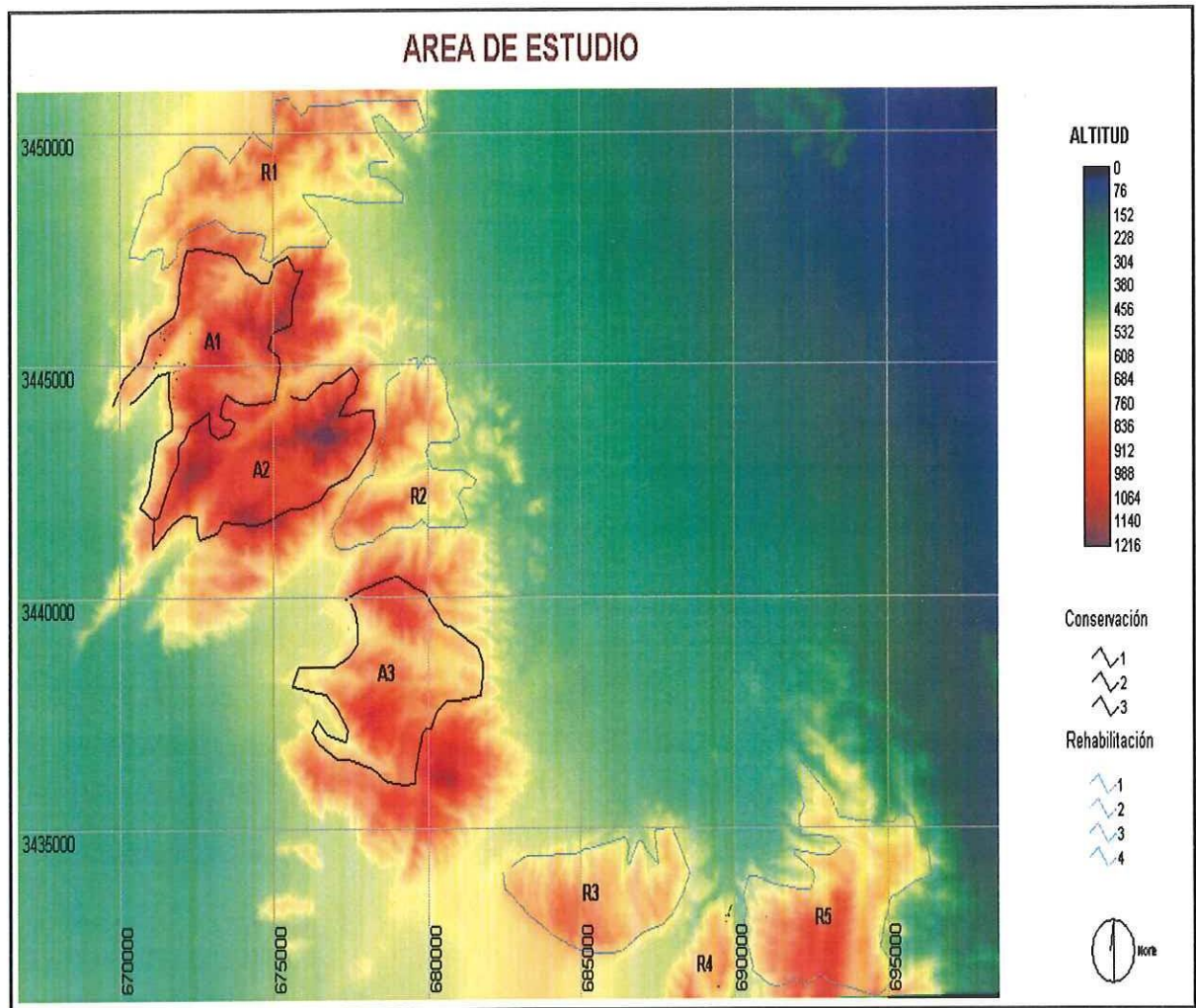


Figura 10. Zonificación.

X. LITERATURA CITADA

- 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, Universidad Autónoma de Baja California.
- 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 en manejo de ecosistemas de zonas áridas, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.
- Andrew, N.G 1994. Demography and habitat use of desert-dwelling mountain sheep in the East Chocolate Mountains. Imperial County. California. MS Thesis. University of Rhode Island, Kingston. Rhode Island.
- De Forge, J., S. Osterman, D. Towell, P. Cyrog and E. M. Barrett. 1993. Helicopter survey of peninsular bighorn sheep in northern Baja California. *Desert Bighorn Council Transactions* 37:24-28.
- Del Barco, M. 1988. Historia natural de la Baja California. UABC
- Bailey, J. A. 1992. Managing bighorn habitat from a landscape perspective. Bienn. Symp. North. Wild Sheep and Goat Counc. 8:49-57
- Binkley, S.A. 1995. Endocrinology. HarperCollins College Publishers, New York.
- Bleich, V. C. 1998. Importance of observer experience in classifying mountain sheep. *Wildlife Society Bulletin*. In press.

- Borjesson, L. Walter M. Boyce, Gardner, A, DeForge, J., and Lasley, B. 1996. Pregnancy detection in bighorn sheep (*Ovis Canadensis*) using a fecal-based Enzyme Immunoassay. *Journal of Wildlife Diseases*. 32(1), 1996, pp. 67-74
- Buechner, H.K. 1960. The bighorn sheep in the United States, its past, present, and future. Wildlife Monograph 4.
- 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.
- Cunningham, S.C. 1989. Evaluation of Bighorn sheep habitat. Pages 135-160 in R.M. Lee, editor. The desert bighorn sheep in Arizona. Arizona Game and Fish Dep., Phoenix.
- Gordon, J. I. Hester, J.A. Bianchet, F.M. 2004. The management of wild large herbivores to meet economic, conservation and environmental objectives. *Journal of Applied Ecology* 41, 1021-1031.
- 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 en manejo de ecosistemas de zonas áridas, facultad de ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
- Ebert, D.W. & C.L. Douglas. 1994. *Potential Impacts of the Black Canyon Bridge on Bighorn Sheep: A Reevaluation using a GIS Habitat Evaluation Model*. Cooperative National Parks Resources Studies Unit. Univ. of Nev. Las Vegas. 31 pp.
- Galindo, 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.

- Geist, V. 1971. Mountain sheep: a study in behavior and evolution. University of Chicago Press, Chicago. 383pp.
- Hansen, C.G. 1980. Population dynamics. In the desert bighorn; its life history, ecology, and management. G. Monson and L. Summer, eds. Univ. of Az. Press, Tucson. P 217-235pp.
- Herrera, E.A. 1998. Reproductive strategies of female capybaras: dry season gestations. Symposium of the Zoological Society of London 71: 281-296
- Holl, S. A. and V.C. Bleich. 1983. San Gabriel Mountain sheep: biological and management considerations. U.S. For. Serv. San Bernardino Natl. For., Admin. Rep.
- Leslie, D.M., and C.L. Douglas. 1979. Desert bighorn of the River Mountains, Nevada. Wildl. Monogr. No.66
- Lopez, S.E. Lee, R. M. De vos, J.C. Schweinsbur, R.E. Salazar, G.L. 1999. Relación uso disponibilidad de componentes topográficos y un modelo de calidad de hábitat para el borrego cimarrón, Sonora, México. Acta Zool. Mex. (n.s) 76: 17-34

SCHWEINSBUR

- Krausman, P. y D. Shackleton. 2000. Ecology and Management of large Mammals in North America. Demaris, S. y P. Krausman, eds. Prentice-Hall, Inc.

- McQuivey, R.P. 1978. The desert bighorn sheep of Nevada. Nevada Dep. Wildl., Biol. Bull. No. 6.
- Main, M.B., and B. E.Coblentz. 1990. Sexual segregation among ungulates: a critique. Wildl. Soc. Bull. 18:204-210
- Martínez, R. 2004. Monitoreo de poblaciones de Borrego cimarrón en Baja California. Reporte técnico.
- Merritt, M.F. 1974. Measurement of utilization of bighorn sheep habitat in the Santa Rosa Mountains. Desert Bighorn Council Transactions 18:4-17.
- Montoya, M. 1998. Evaluación del hábitat del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis* cremonobates Elliot, 1903), con fines de manejo en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de ciencias. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Ensenada, México.
- Peraza, P. 2004. Hábitos alimentarios de dos poblaciones de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Baja California Sur y Sonora, México. Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de ciencias. Tesis de Maestría. Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas. Ensenada, México.
- Perez, G. 2004. Determinación del estrés fisiológico en borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) relacionado con el manejo extensivo en Sonora y Baja California Sur, México
- Risenhoover, K.L. and J. A. Bailey . 1985. Foraging ecology of mountain sheep: implications for habitat management. J. Wild. Manage. 49:797-804.
- Robinson, William L. Bolen Eric G. Wildlife Ecology and Management. Segunda edición. New York: Macmillan, 1989.

- Salame-Méndez, A. y I. Villalpando-Fierro. 1998. La diferenciación sexual en vertebrados: hipótesis y teorías. *Acta Zool. Mex.* (n.s) 73:89-110.
- Salmón, P. E. A. 1999. Variación Morfométrica de Cráneos de Borrego Cimarrón *Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903 y *Ovis canadensis weemsi*, Goldman, 1937. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California, México.
- Shannon, N.H.R., R. J. Hudson, V.C. Brink, and W.D. Kitts. 1975 Determinants of spatial distribution of Rocky Mountain bighorn sheep. *J. Wildl. Manage.* 39:387-401.
- Skalski, John R. Kristen Ryding, E. Millspaugh, Joshua J. Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age and Count Data. San Diego: Elsevier, 2005
- Sun, L., R. Shine, Z. Debi, and T. Zhengren. 2001. Biotic and abiotic influences on activity patterns in insular pit-vipers (*Gloudius shedaoensis*)
- Thompson, R. W., and J.C. Turner 1982. Temporal geographic variation in the lambing season of bighorn sheep. *Can. J. Zool.* 60:1781-1793.
- Turner, J.C. 1970. Water consumption of desert bighorn sheep. *Desert Counc. Trans.* 14: 189-197.
- Wakeling, B.F., and W. H. Miller. 1989. Bedsite characteristics of deserts bighorn sheep in the Superstition Mountains, Arizona. *Desert Bighorn Counc. Trans.* 33:6-8.
- Wilson, L. O. 1968. Distribution and ecology of desert bighorn sheep in southeastern Utah. *Utah Dep. Nat. Resour. And Div Fish and Game*, Publ.No. 68-5.

ANEXOS

ANEXO 1. Resultados de la determinación hormonal

Cañón el Moreno

-Machos-

Primavera 2006	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	17.78	2.37	118.82
	Desviación Estándar	20.95	1.56	168.42
	Coeficiente de variación	± 41.89	± 3.11	± 336.83

Invierno 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	11.56	1.38	155.75
	Desviación Estándar	4	0.58	115.79
	Coeficiente de variación	± 8	± 1.16	± 231.59

Primavera 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	5.35	0.28	250.11
	Desviación Estándar	1.94	0.17	121.06
	Coeficiente de variación	± 3.87	± 0.34	± 242.12

Otoño 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	5.10	0.15	37.10
	Desviación Estándar	3.66	0.10	23.92
	Coeficiente de variación	± 7.33	± 0.21	± 47.85

Cañón el Moreno

-Hembras-

Invierno 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	11.56	1.38	155.75
	Desviación Estándar	4	0.58	115.79
	Coeficiente de variación	± 8	± 1.16	± 231.59

Primavera 2006	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	17.78	2.37	118.82
	Desviación Estándar	20.95	1.56	168.42
	Coeficiente de variación	± 41.89	± 3.11	± 336.83

Primavera 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	5.35	0.28	250.11
	Desviación Estándar	1.94	0.17	121.06
	Coeficiente de variación	± 3.87	± 0.34	± 242.12

Otoño 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	5.10	0.15	37.10
	Desviación Estándar	3.66	0.10	23.92
	Coeficiente de variación	± 7.33	± 0.21	± 47.85

Cañada San Felipe.

Machos

Primavera 2006	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	32.05	0.35	78.73
	Desviación Estándar	10.55	0.28	58.95
	Coeficiente de variación	± 21.11	± 0.57	± 117.91

Invierno 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	12.75	0.46	87.96
	Desviación Estándar	8.81	0.37	105.14
	Coeficiente de variación	± 17.63	± 0.74	± 120.27

Primavera 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	15.80	0.06	429.98
	Desviación Estándar	8.37	0.04	175.63
	Coeficiente de variación	± 16.74	± 0.09	± 351.25

Otoño 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	2.40	0.004	17.46
	Desviación Estándar	1.25	0.008	11.55
	Coeficiente de variación	± 2.50	± 0.017	± 23.11

Cañada San Felipe

Hembras

Primavera 2006	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	24.11	0.41	120.77
	Desviación Estándar	12.12	0.05	63.21
	Coeficiente de variación	± 24.25	± 0.10	± 126.41

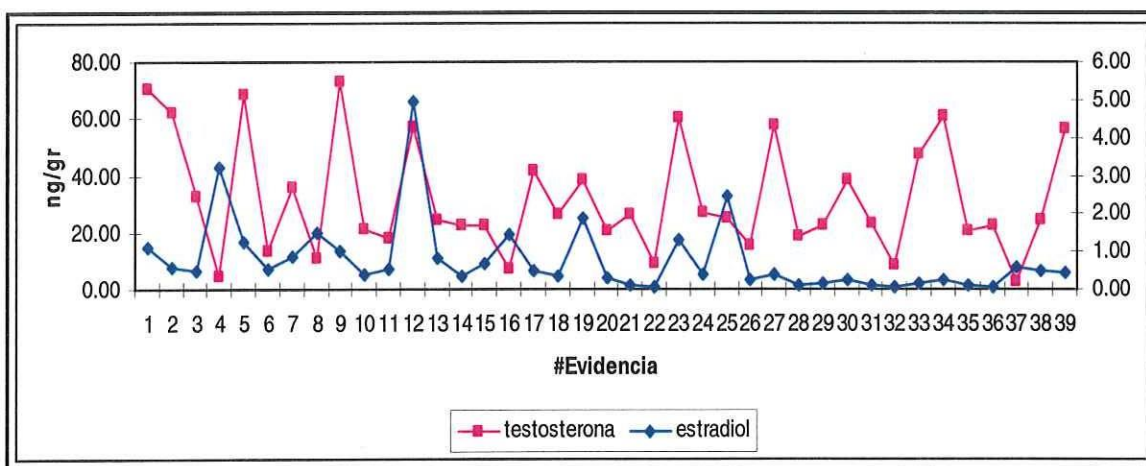
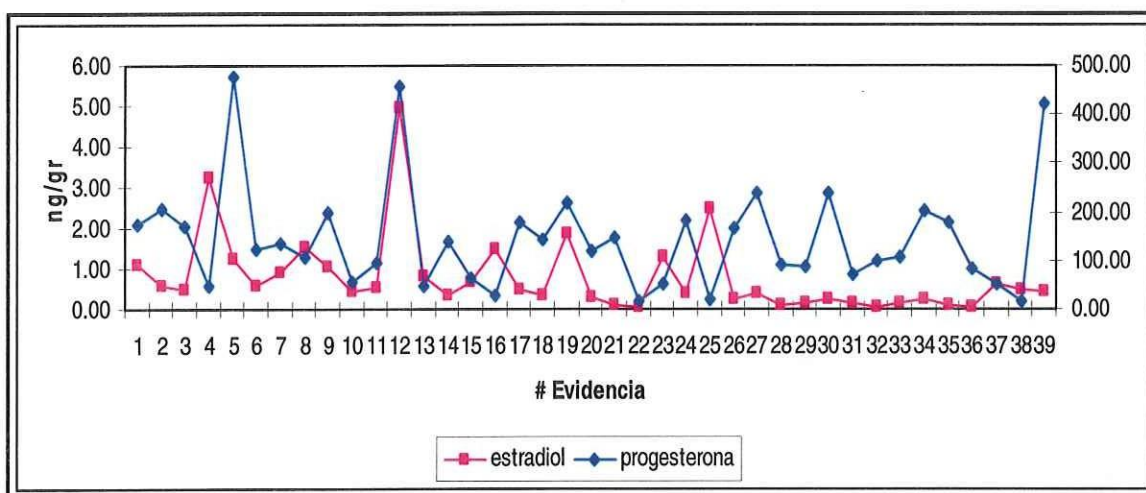
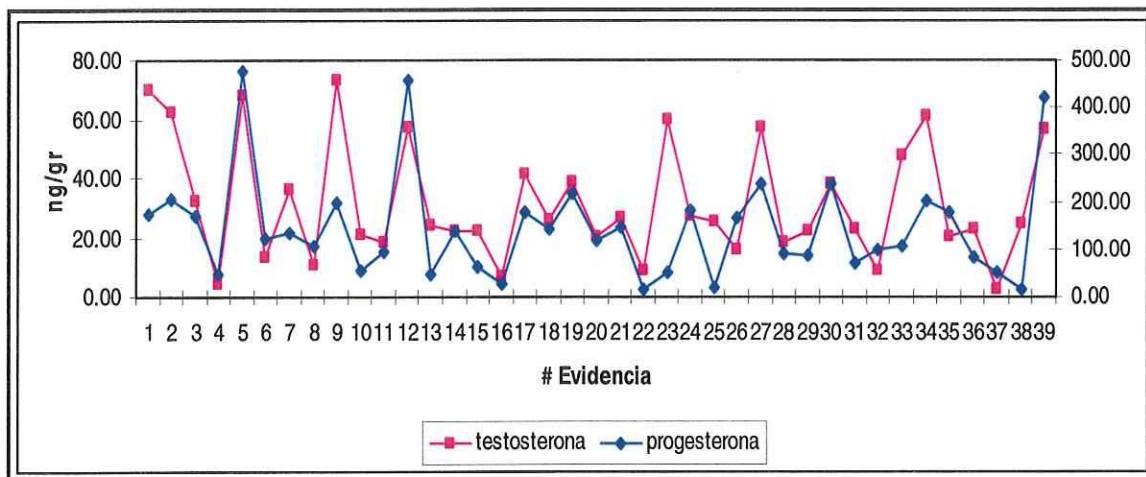
Invierno 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	11.79	0.57	100.17
	Desviación Estándar	7.53	0.60	149.89
	Coeficiente de variación	± 15.05	± 1.21	± 299.79

Primavera 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	12.05	0.34	401
	Desviación Estándar	4.70	0.15	258.31
	Coeficiente de variación	± 9.40	± 0.29	± 516

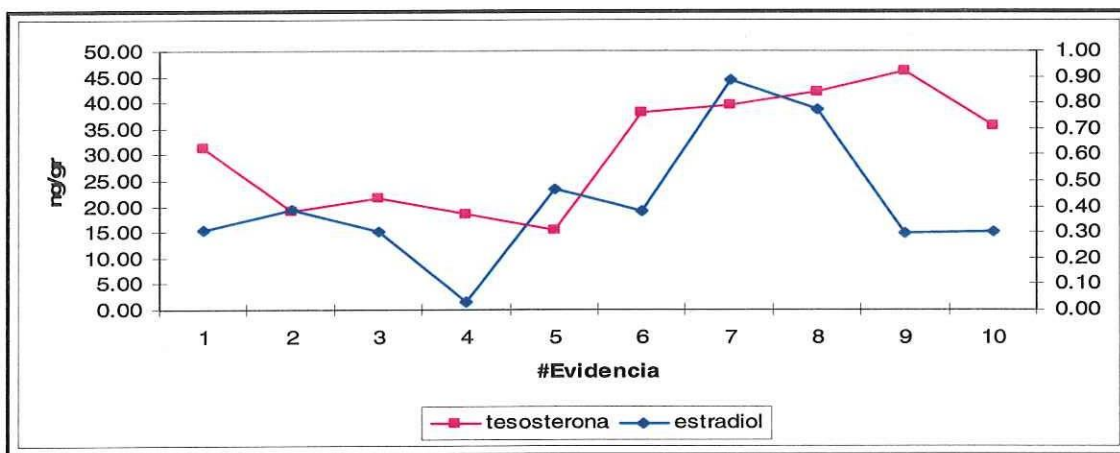
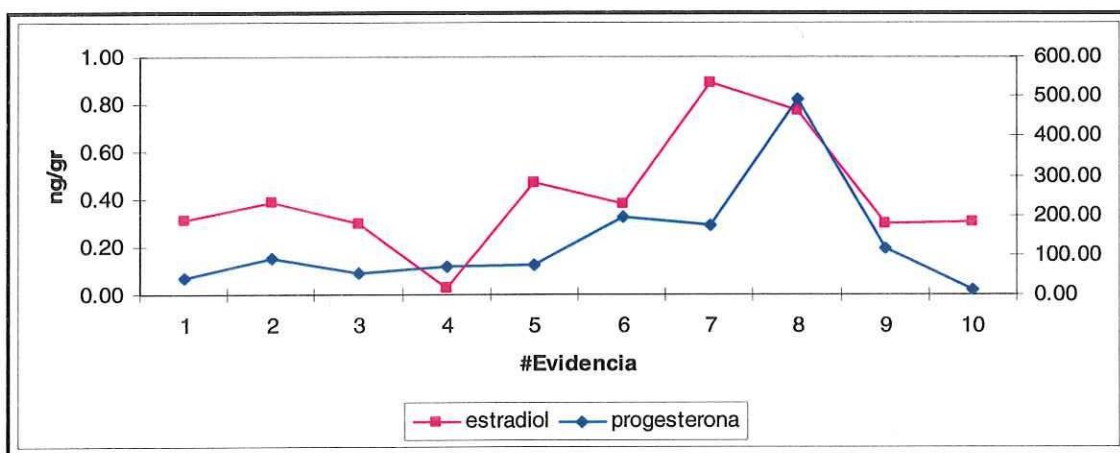
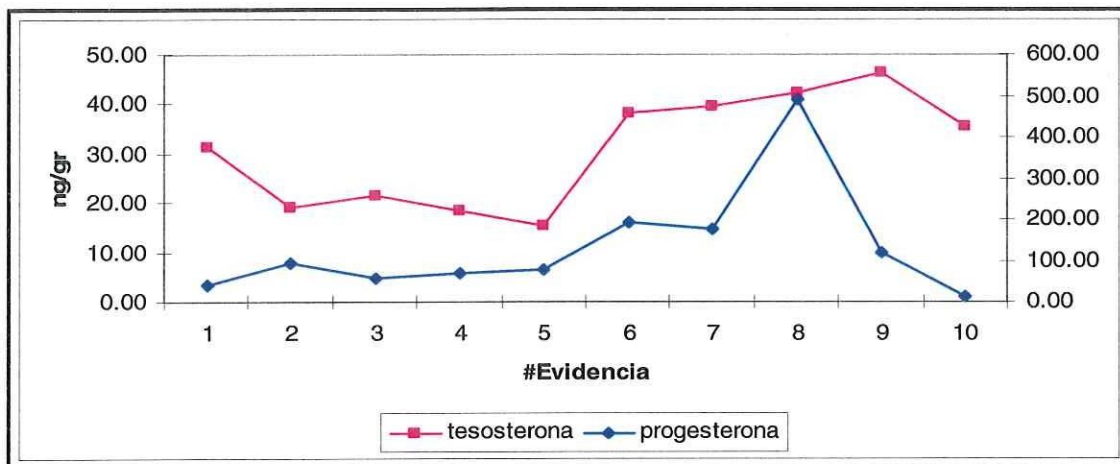
Otoño 2007	Análisis	testosterona ng/gr	estradiol ng/gr	progesterona ng/gr
	$\bar{X}$	1.75	0.019	11.98
	Desviación Estándar	0.38	0.004	7.34
	Coeficiente de variación	± 0.77	± 0.008	± 14.68

ANEXO 2. Perfil hormonal

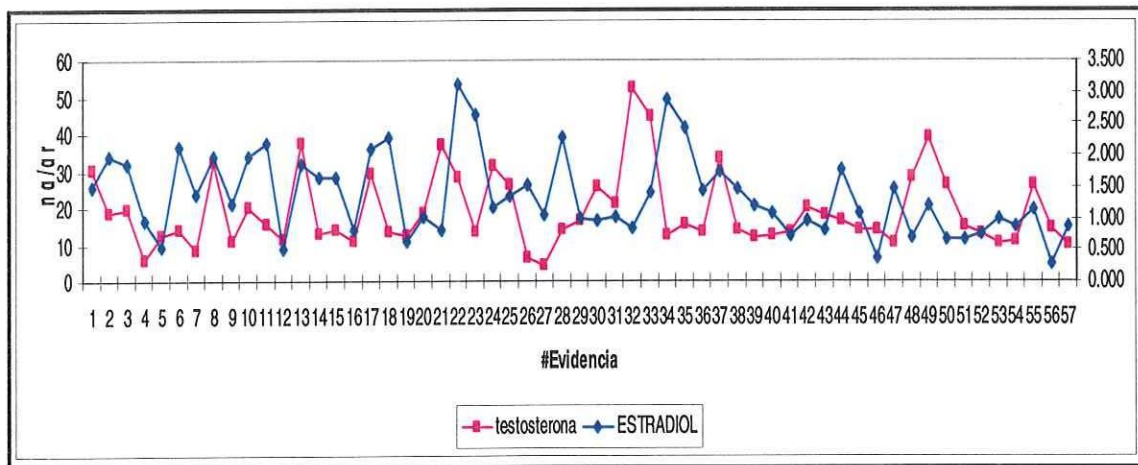
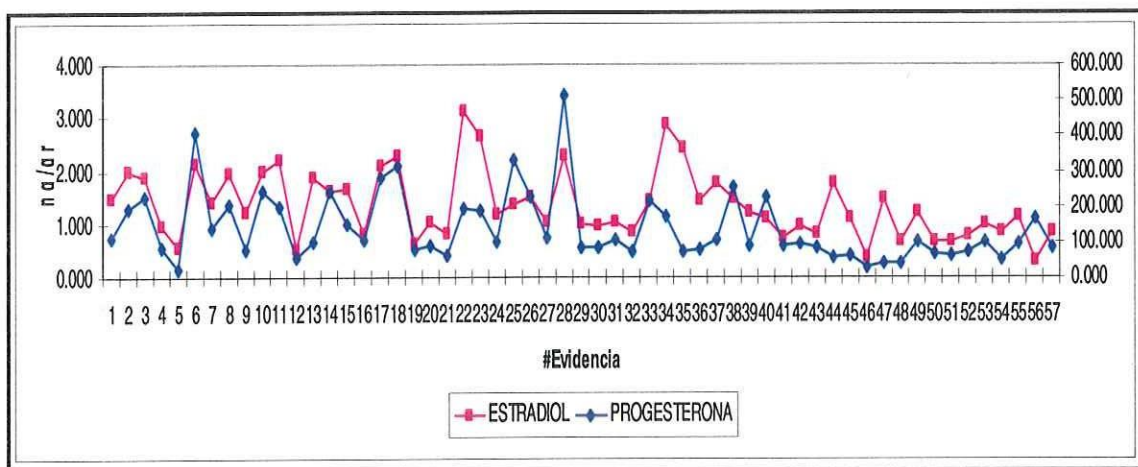
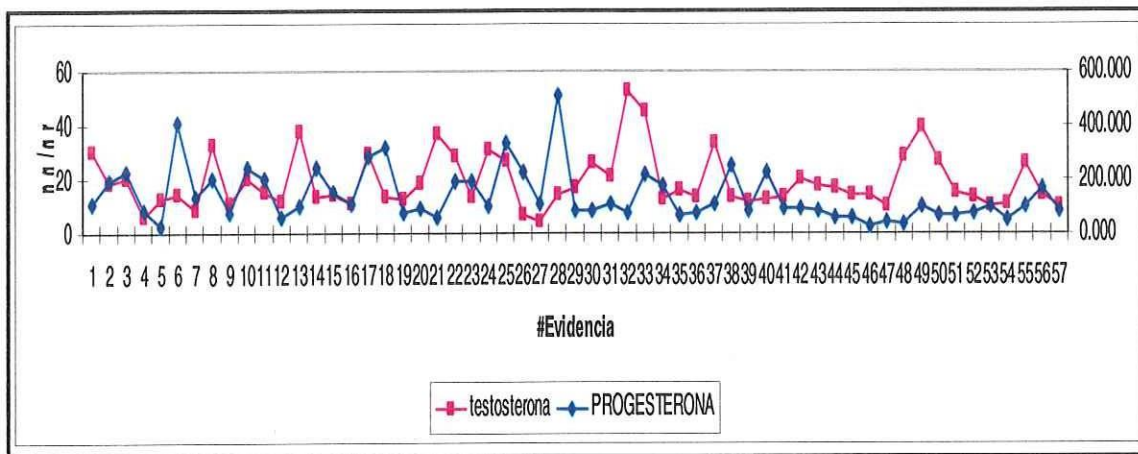
CAÑÓN EL MORENO-PRIMAVERA 2006



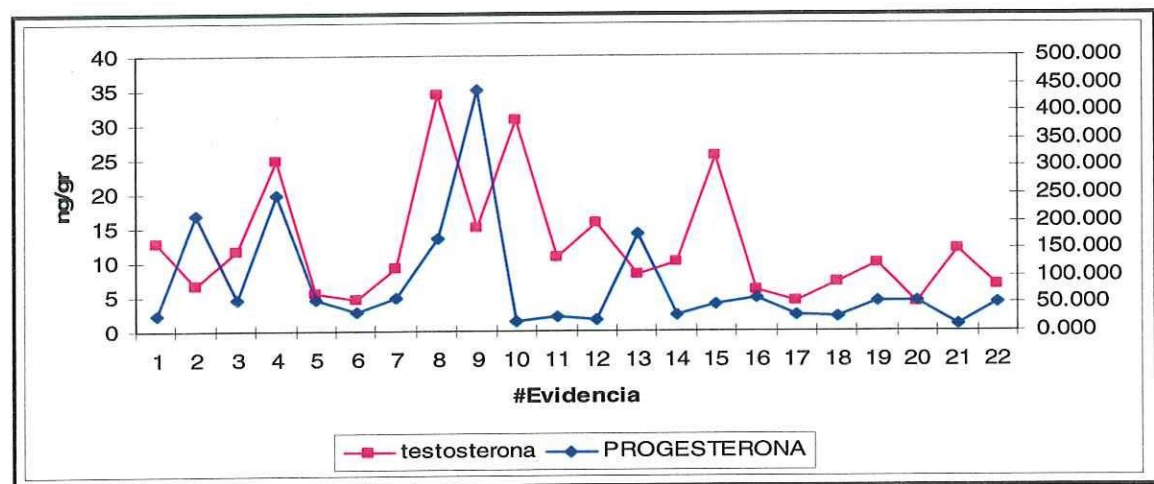
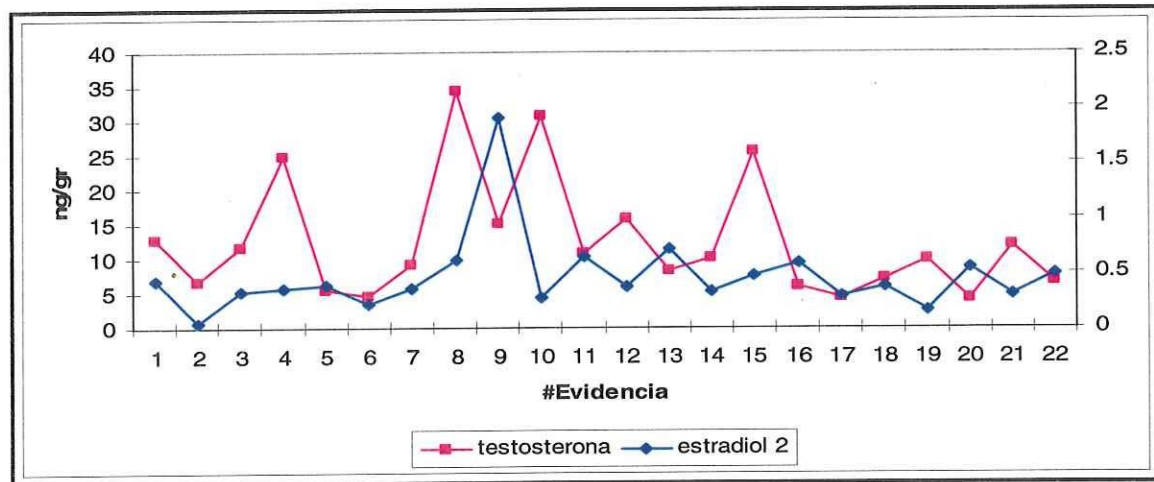
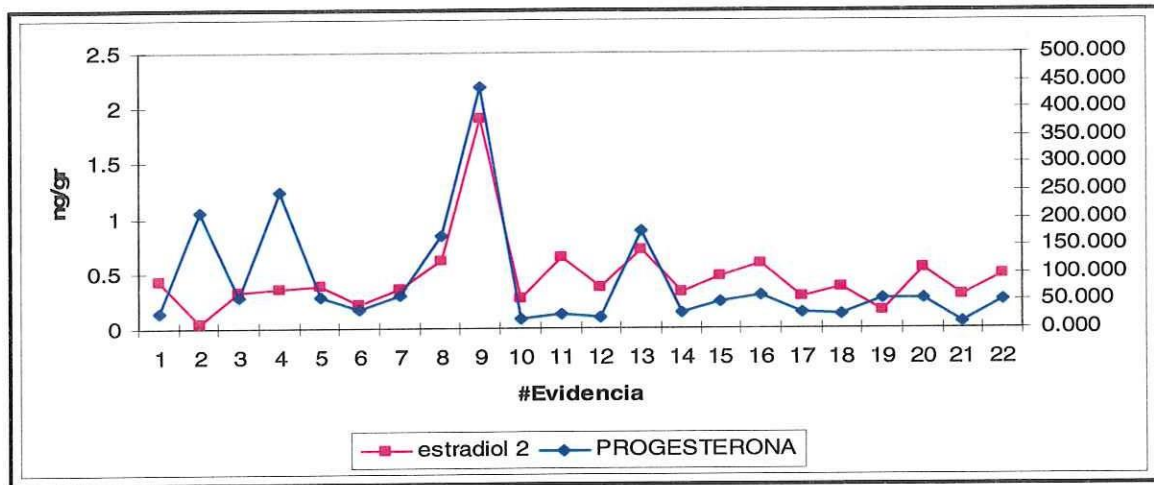
CAÑADA SAN FELIPE-Primavera2006



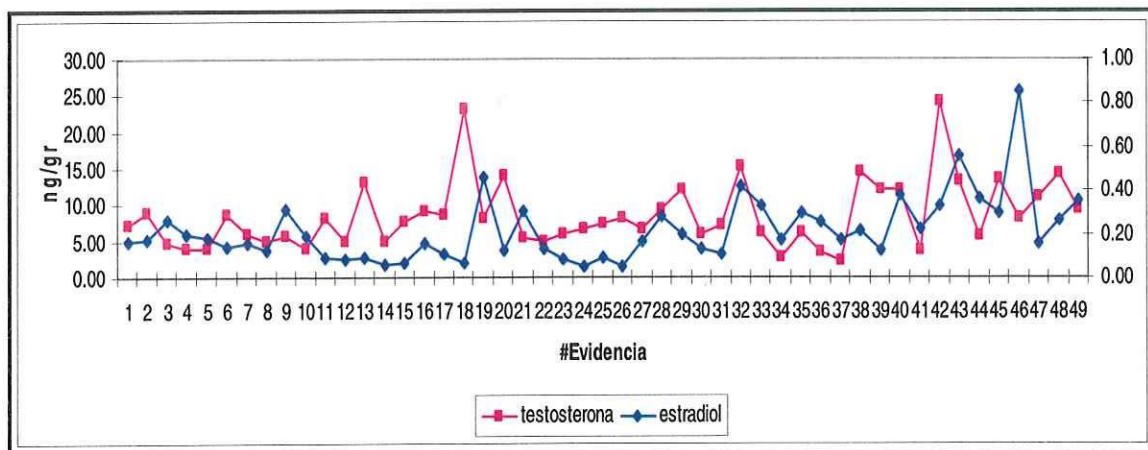
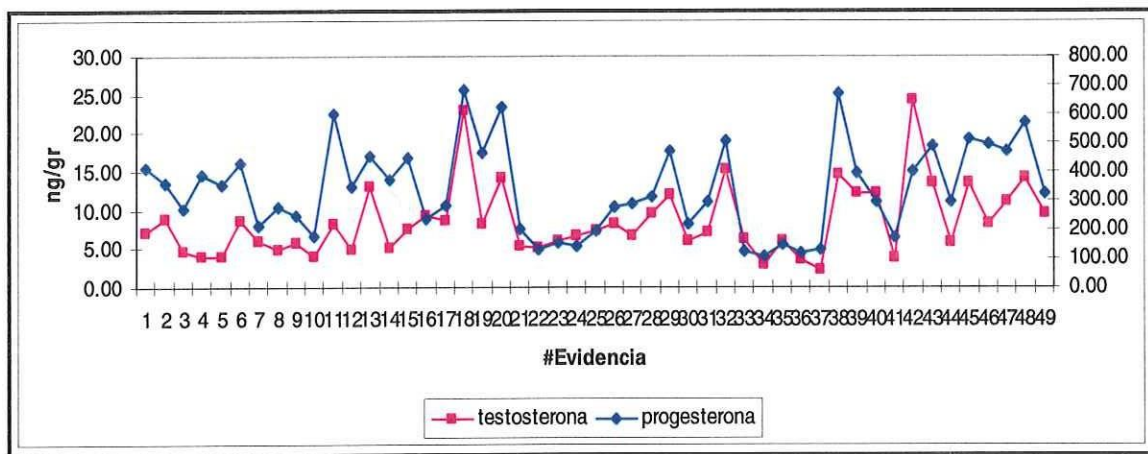
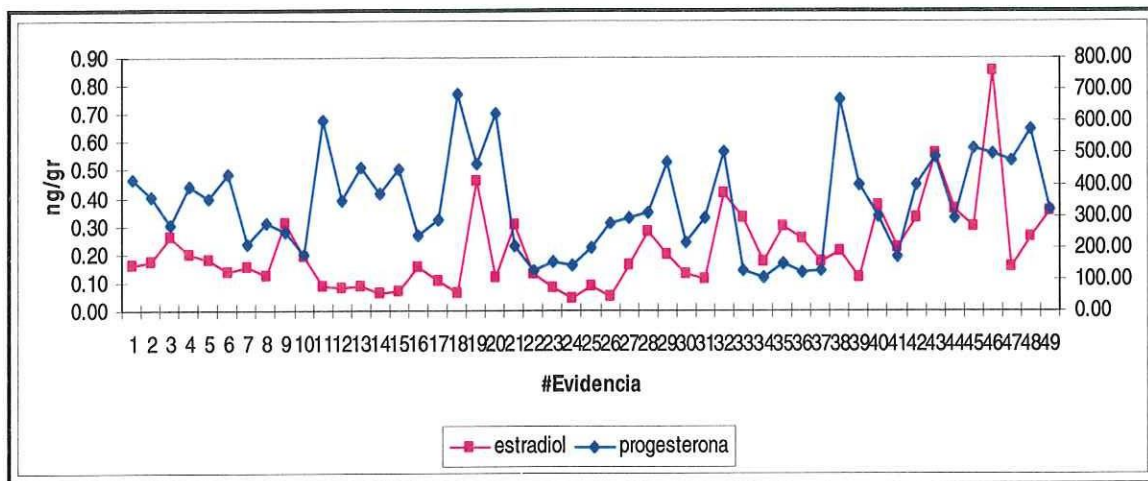
CAÑÓN EL MORENO-INVIERNO 2007



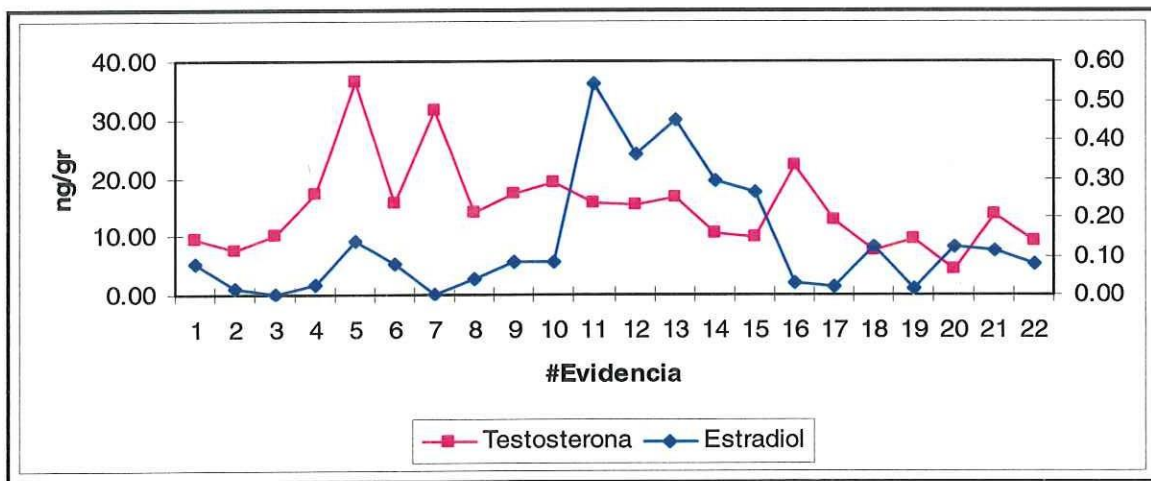
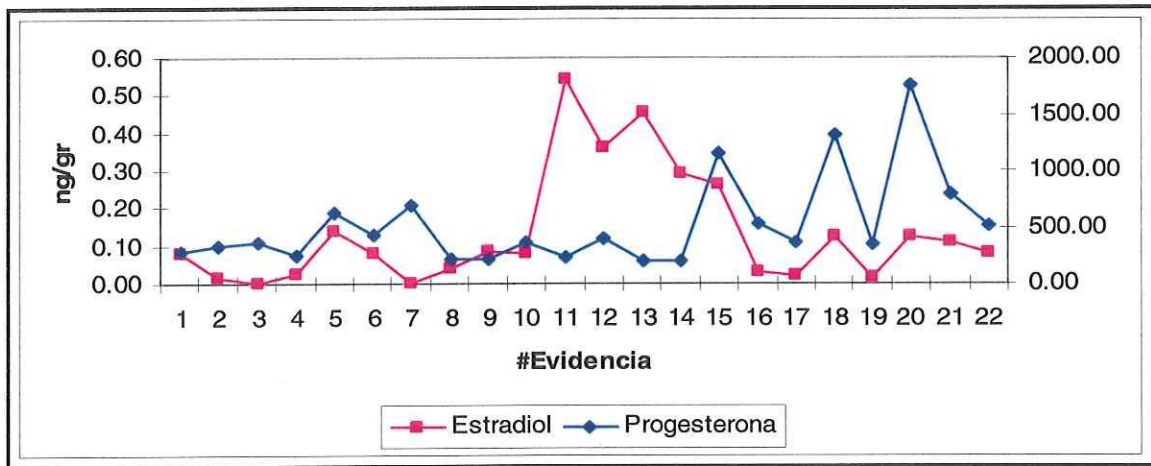
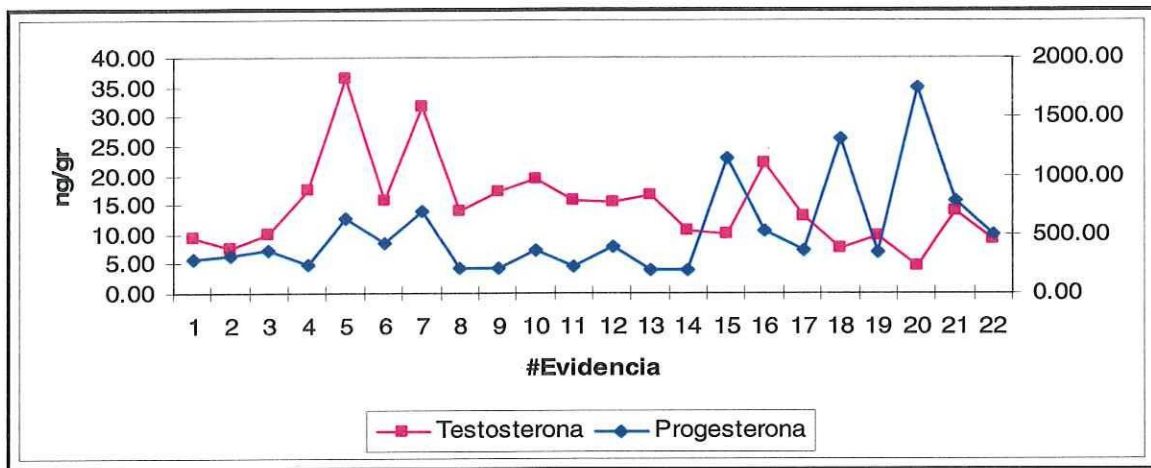
CAÑADA SAN FELIPE INVIERNO 2007



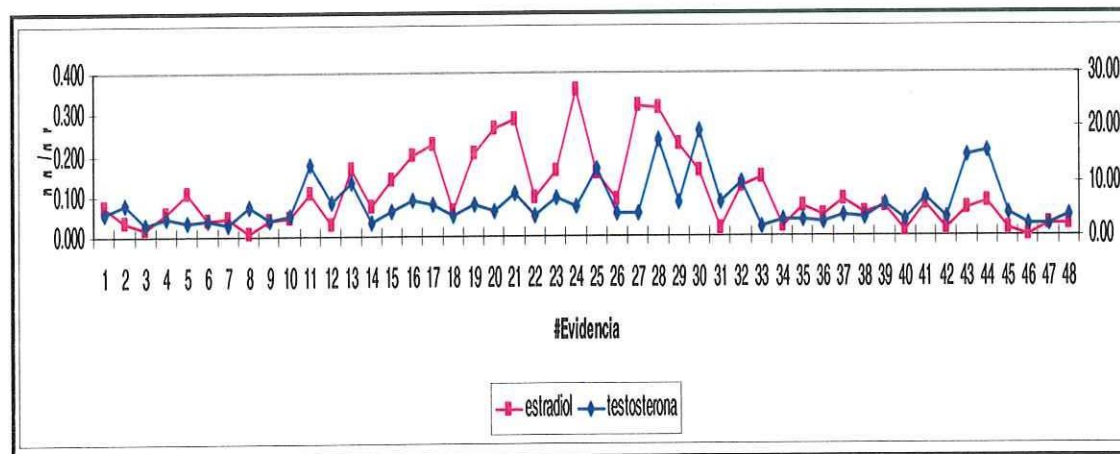
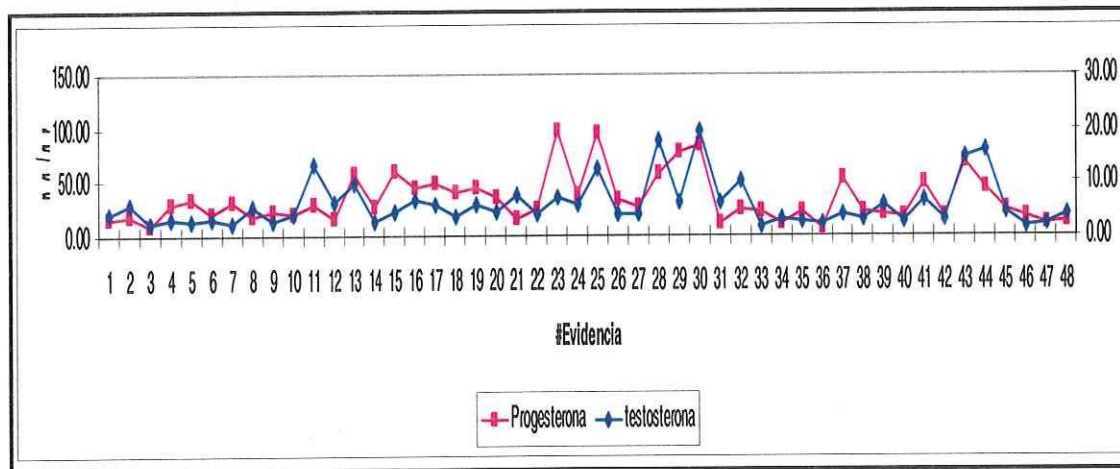
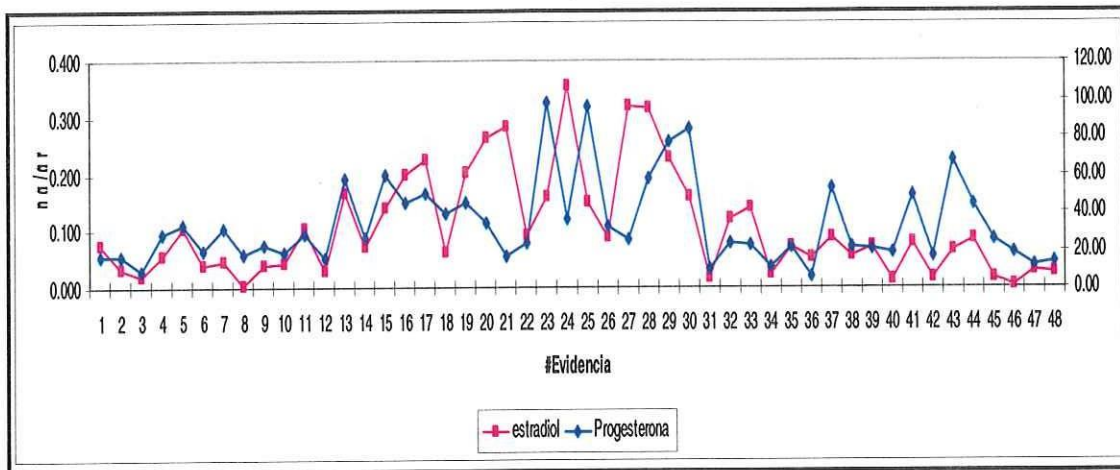
CAÑÓN EL MORENO PRIMAVERA-2007



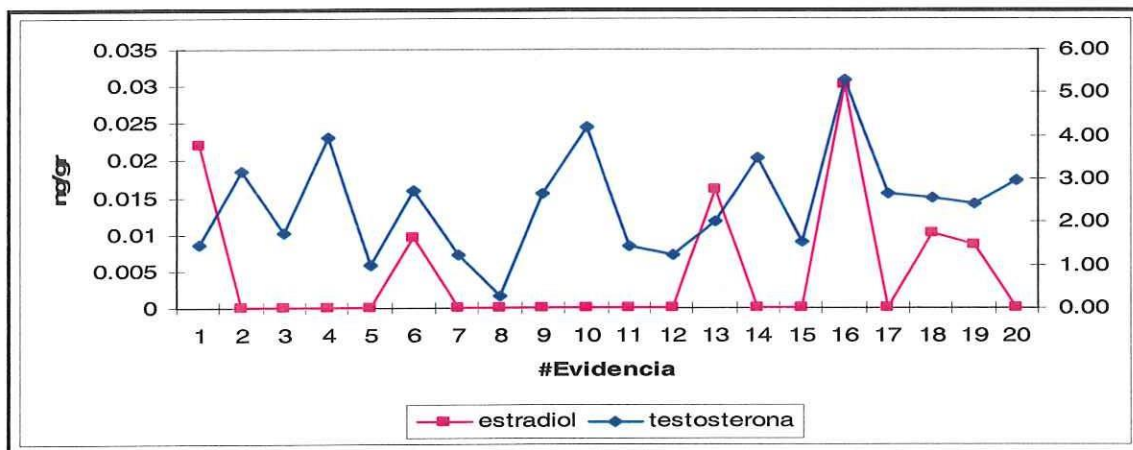
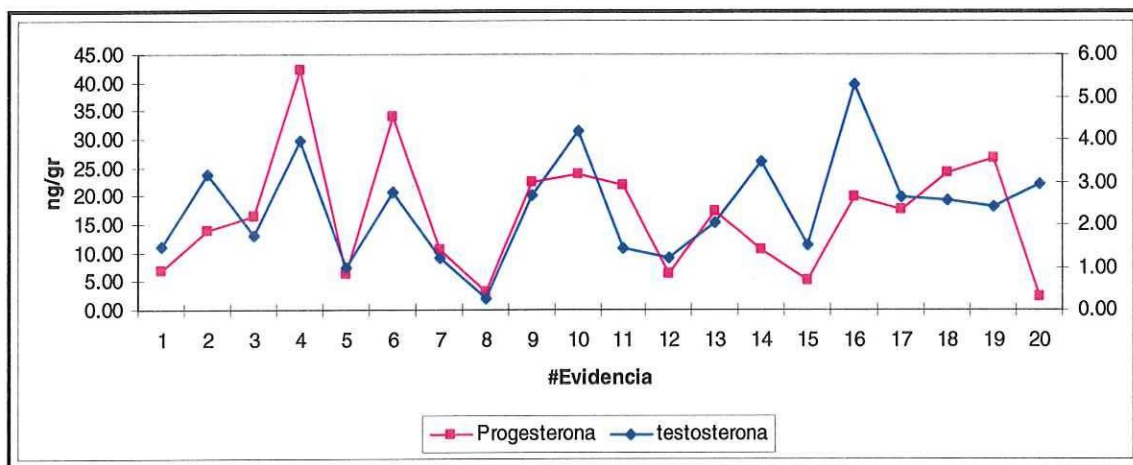
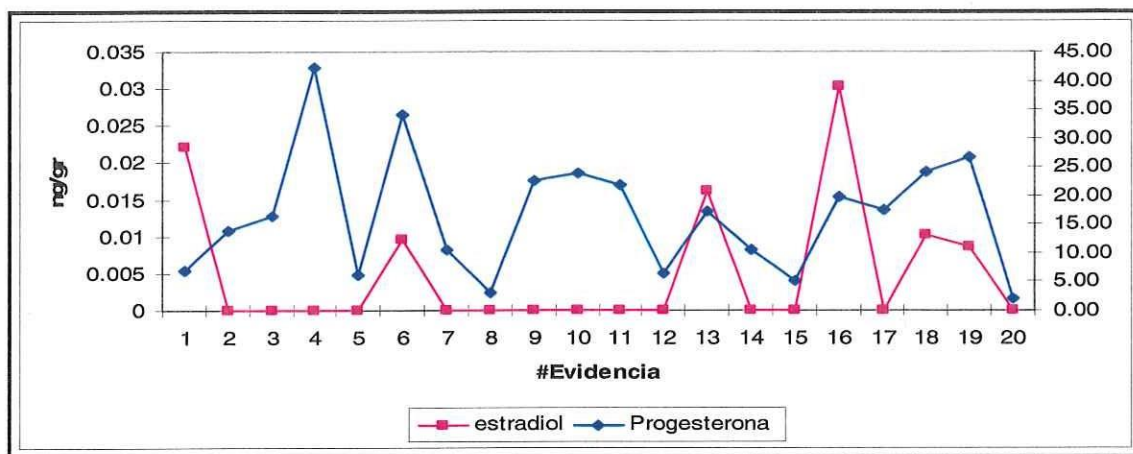
CAÑADA SAN FELIPE PRIMAVERA 2007



CAÑÓN EL MORENO OTOÑO 2007



CAÑADA SAN FELIPE OTOÑO 2007



ANEXO 3.

La proporción de sexos obtenida para cada una de las localidades fue la siguiente:

CAÑON EL MORENO

Estación del año	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS
Primavera 2006	22	7	11
Invierno 2007	15	17	28
Primavera 2007	24	18	8
Otoño 2007	12	17	19

CAÑADA SAN FELIPE

Estación del año	MACHOS	HEMBRAS	INDETERMINADOS
Primavera 2006	6	3	2
Invierno 2007	13	7	2
Primavera 2007	16	6	0
Otoño 2007	15	2	3

CAÑON EL MORENO

Estación del año	Machos	hembras	Jóvenes
Primavera 2006	22 S	7 S	11
Invierno 2007	14 S Y 1 A	14 S Y 3 A	28
Primavera 2007	20 S Y 3 A	11 S Y 7 A	8
Otoño 2007	12 S	15 S Y 2 A	19

Tabla 1. Resultados de la estructura de edad de borrego cimarrón Cañón el Moreno.

CAÑADA SAN FELIPE

Estación del año	Machos	Hembras	Indeterminado
Primavera 2006	5 S Y 1 A	3 S	2
Invierno 2007	12 S Y 1 A	6 S Y 1 A	2
Primavera 2007	16 S	6 S	0
Otoño 2007	14 S Y 1 A	2 S	3

Tabla 2. Resultados de la estructura de edad de borrego cimarrón en la localidad San Felipe.

ANEXO 4.

RESULTADOS MODELO POBLACIONAL

Resultados del modelo, con un alfa de 0.05.

Devianza total = 475.42

Grados de libertad Totales = 71

FACTOR	Cambio de devianza	G.L.	Chi² calculada	Chi² tablas	D.S
LOCALIDAD	60.87	1	60.87	3.84	*****
LOCALIDAD. SEXO	32.53	4	8.13	9.48	ND
LOCALIDAD. EDAD	29.90	4	7.47	9.48	ND
SEXO- EDAD	266.7	4	66.67	9.48	*****
TOTAL	390	13			

Diferencias significativas (*)

No hay diferencias significativas (ND)

Grados de libertad (G.L.)

El modelo explica el 82.13 % de la variación de los datos lo cual indica que el modelo es bueno, a continuación se presenta:

M: 1+ L + L. S + L. D + SEXO. EDAD

Resultados prueba de t-student (alfa de 0.05).

FACTOR	NIVEL	G.L.	T calculada	T de Tablas	Diferencia
Localidad.sexo	Localidad 1 sexo1 vs Localidad 2 sexo 2	4	-1.6593	2.1318	ND
	Localidad 1 sexo 2 vs Localidad 2 sexo 2	4	-1.41349	2.1318	ND
	Localidad 1 sexo 3 vs localidad 2 sexo 3	4	4.240892	2.1318	*****
Localidad/edad	Localidad 1 edad 1 vs Localidad 2 edad 1	3	3.833	2.1318	*****
	Localidad 1 edad 2 vs Localidad 2 edad 2	3	1.41	2.1318	N.D
	Localidad 1 edad.3 vs Localiad 2 edad.3	3	-2.755	2.1318	N.D

ND = No hay diferencias significativas

ANEXO 5.

RESULTADOS MODELO USO DEL HÁBITAT

Resultados del modelo, con un alfa de 0.05

Devianza total = 148.99

Grados de libertad totales: 119

FACTOR	Cambio de devianza	G. L.	Chi² calculada	Chi² tablas	Diferencias
PENDIENTE. SEXO	24.91	11	2.26272727	19.67	ND
LOCALIDAD.PENDIENTE. SEXO	27.35	10	2.72	18.30	ND
LOCALIDAD. ORIENTACIÓN.SEXO	4.86	9	0.53933333	16.91	ND
LOCALIDAD.ORIENTACIÓN.PENDIENTE SEXO	32.25	46	0.70021739	61.65	ND
TOTAL	89.37	76			

El modelo tuvo una explicación total del 60% por lo cual es aceptable, el modelo resultante es el siguiente:

$$M: P.S + P.L.S + O.L.S + P.O.L.S$$

P.S = Pendiente. Sexo

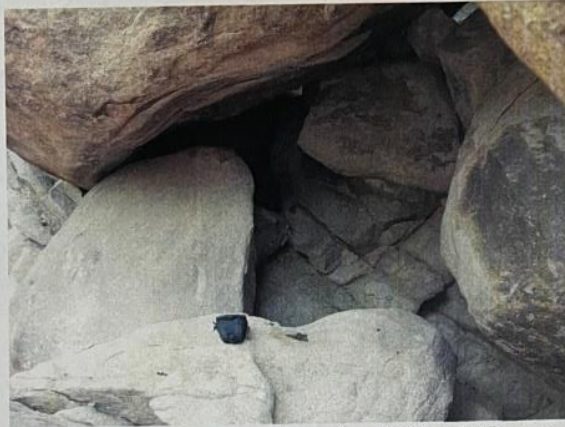
P.L.S = Pendiente. Localidad. Sexo

O.L.S = Orientación. Localidad. Sexo

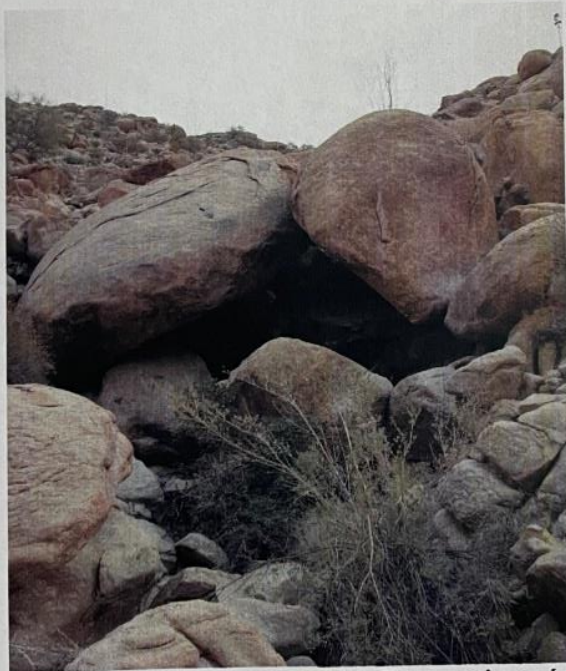
P. O.L.S = Pendiente. Orientación. Localidad. Sexo

FACTOR	NIVEL	G.L.	T calculada	T de Tablas	Diferencia
Localidad. Pendiente. Sexo	L 1 P 1 s 1 vs L 2 P 1 s 1	10	0.722919632	1.8125	ND
	L 1 P 2 s 1 vs L 2 P 2 s 1	10	0.547009689	1.8125	ND
	L 1 P 3 s 1 vs L 2 P 3 s 1	10	2.278178244	1.8125	*
	L 1 P 4 s 1 vs L 2 P 4 s 1	10	0.937636761	1.8125	ND
	L 1 P 1 s 2 vs L 2 P 1 s 2	10	-0.66559387	1.8125	ND
	L 1 P 2 s 2 vs L 2 P 2 s 2	10	1.850704716	1.8125	*
	L 1 P 3 s 2 vs L 2 P 3 s 2	10	-0.590495975	1.8125	ND
	L 1 P 4 s 2 vs L 2 P 4 s 2	10	0	1.8125	ND
	L 1 P 1 s 3 vs L 2 P 1 s 3	10	0.93	1.8125	ND
	L 1 P 2 s 3 vs L 2 P 2 s 3	10	2.382948	1.8125	*
	L 1 P 3 s 3 vs L 2 P 3 s 3	10	0	1.8125	ND
	L 1 P 4 s 3 vs L 2 P 4 s 3	10	1.826849733	1.8125	*

ANEXO 6.



Resguardo de borrego cimarrón, Cañón el Moreno

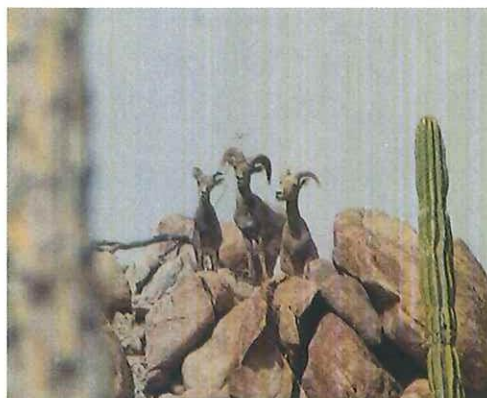


Cañón el Moreno resguardo de Borrego cimarrón.

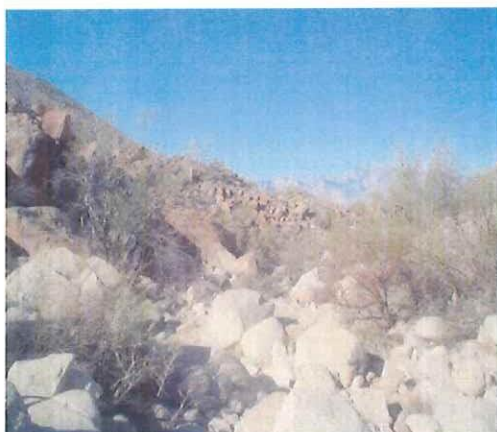
“IMAGENES DEL CAÑON EL MORENO”



Primavera 2006



Grupo familiar, invierno 2007



Primavera 2007



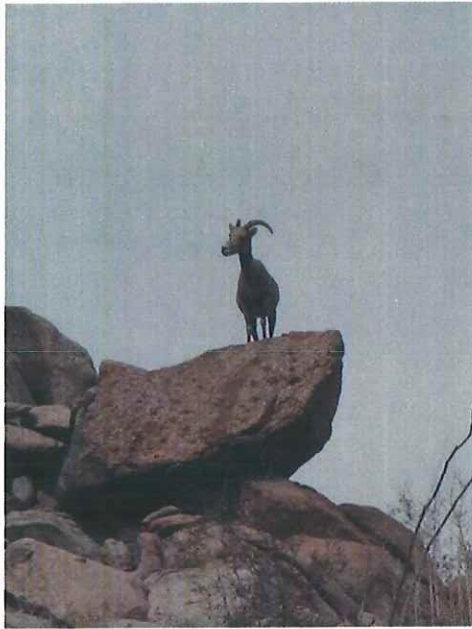
Funda de borrego cimarrón



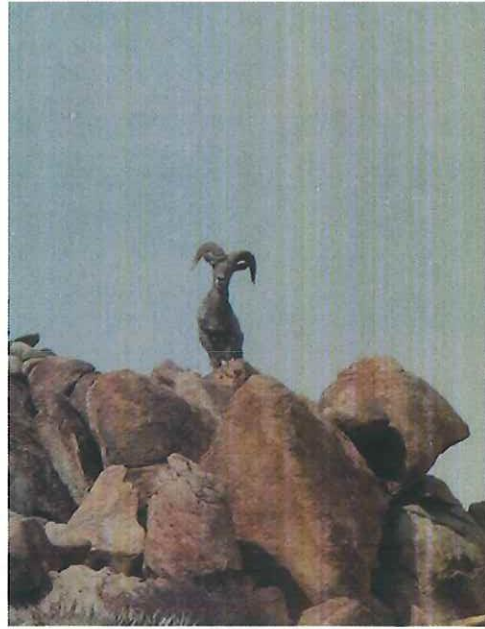
Esqueleto de hembra



Heces fecales



Hembra, invierno 2007



Macho Joven



Grupo familiar

“IMÁGENES SAN FELIPE”



Primavera 2006



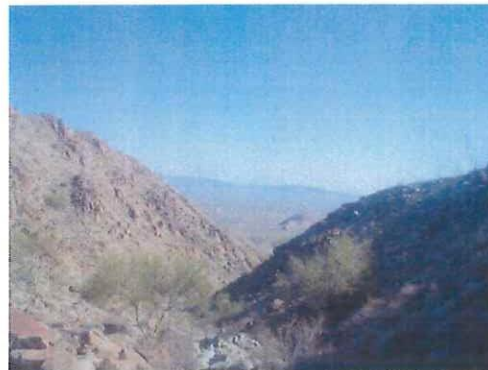
Invierno 2007



Cañada San Felipe



Entrada a la Cañada San Felipe



Cañada San Felipe