



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

FOTO-IDENTIFICACIÓN DEL BERRENDO
PENINSULAR *ANTILOCAPRA AMERICANA*
PENINSULARIS CON BASE EN LOS PATRONES DE
COLORACIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

MARINA UBALDINI GÓMEZ



DIRECTOR DE TESIS:
DR. VÍCTOR SÁNCHEZ-CORDERO DÁVILA

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos	
1. Datos del alumno	<p>Ubalдини Gómez Marina 5606 21 32 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 096770795</p>
2. Datos del Tutor	<p>Dr. V́ctor Sánchez-Cordero Dávila</p>
3. Datos del Sinodal 1	<p>Dr. Carlos González-Rebeles Islas</p>
4. Datos del Sinodal 2	<p>Dra. Patricia Iloldi Rangel</p>
5. Datos del Sinodal 3	<p>M. en C. Alejandro Martínez Mena</p>
6. Datos del Sinodal 4	<p>M. en C. Marcelo Aranda Sánchez</p>
7. Datos del trabajo escrito	<p>Foto-identificación del Berrendo Peninsular <i>Antilocapra americana peninsularis</i> con base en los patrones de coloración. 65 p 2007</p>

**A los maravillosos seres que me dieron la vida
la Negri y el Colo**

A los animales más admirables que he tenido el privilegio de conocer
los berrendos

Agradecimientos

Llegó el momento del punto final, el momento de agradecer.

Quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional.

Agradezco inmensamente y desde lo más profundo de mi corazón a Isabel Pérez Montfort, Víctor Sánchez Sotomayor y Ramón Castellanos Giralda que contribuyeron, apoyaron y participaron de diferentes maneras en el trabajo de esta tesis. Los tres facilitaron además la inimaginable posibilidad de vivir en el Desierto del Vizcaíno la cuál cambió mi vida.

A los berrenderos Facho, Jaime, Vicente, Ruperto, Ramón, León y Marcelino que me enseñaron la inmensidad del desierto. Especialmente agradezco a Facho que sin su poder de observación y dedicación este trabajo no hubiera sido posible, gracias a él los berrendos pudieron ser reconocidos individualmente.

A la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno.

A Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. y a Distribuidores Ford México por su apoyo económico.

A Isabel por ser mi mentora, consejera, amiga, compañera de trabajo, compinche, un verdadero ángel que me cayó del cielo y a Amigos del Vizcaíno A.C. por darnos la posibilidad de seguir contribuyendo a la conciencia ambiental en la Península de Baja California.

A los asesores de esta tesis Víctor Sánchez-Cordero, Carlos González-Rebeles, Patricia Illoldi, Alejandro Martínez y Marcelo Aranda.

A Carlos González-Rebeles por haberme apoyado desde los inicios del trabajo, por confiar en mi e insistir en terminar el proyecto.

A Hugo Montaldo por su valiosa ayuda en los análisis estadísticos de esta tesis.

A todos los amigos y amigas que desde lejos o de cerca están presentes y son parte esencial en el camino de mi vida.

A Paula, Luciano y Tatán por ser los mejores hermanos que uno puede tener...por que son mis ejemplos.

A las mujeres de mi vida, a todas. Madre, hermana, amigas, compañeras, consejeras, brujas, sabias, hermosas, creativas, guerreras, soñadoras, amorosas...porque son mi fuente de inspiración, porque juntas creamos vida.

A Sivael por asistir a la cita que nos tenía el destino en Guerrero Negro para seguir transitando juntos el camino, gracias por tu amor incondicional, tu apoyo infinito, gracias por estar.

Contenido	
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. HIPÓTESIS	4
III. OBJETIVOS	4
1.1. Objetivo general	4
1.2. Objetivos particulares	4
IV. ANTECEDENTES	5
1. Características del Berrendo (<i>Antilocapra americana</i> Ord 1818)	5
1.1. Características subespecíficas (<i>Antilocapra americana peninsularis</i> , Nelson 1912)	6
1.2. Adaptaciones del Berrendo Peninsular al desierto	7
1.3. Situación histórica y actual del Berrendo Peninsular	8
2. Técnicas y métodos de identificación en mamíferos	11
3. Foto-identificación como método de identificación	12
4. Aplicación del método de foto-identificación en diferentes especies de mamíferos	13
5. Utilización de la foto-identificación para el reconocimiento de Berrendos	14
V. METODOLOGÍA	16
1. Descripción del área de trabajo	16
2. Características del equipo fotográfico	17
3. Toma de fotografías	17
3.1 Periodos favorables para la toma de fotografías	17
3.2 Métodos para la captura de fotos	18
4. Edición de las fotografías en computadora	20
5. Proceso de reconocimiento de cada individuo	21
5.1 Identificación individual preliminar	21
5.2 Foto-identificación individual	21
5.3 Métodos complementarios de identificación	22
6. Clasificación y caracterización de las manchas de cuello y cara	22
7. Programa File Maker Pro 7 utilizado para la foto-identificación	24
8. Experimentos para validar en campo el programa diseñado	25
9. Cálculos estadísticos	25
10. Realización de un Manual de Procedimientos	26
11. Elaboración de una guía de campo	26

VI. RESULTADOS	27
1. Experimentos y validación del método en campo	28
2. Cálculos estadísticos descriptivos	33
VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
VIII. ANEXOS	46
Anexo 1. El Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular	46
Anexo 2. Manual de procedimientos para la foto-identificación del berrendo peninsular	48
Anexo 3. Guía de Campo para la foto-identificación del Berrendo Peninsular	54
Anexo 4. Número de identificación, sexo y todas las bandas de los berrendos foto-identificados	58
Anexo 5. Hoja de base de datos File Maker Pro	60
IX. BIBLIOGRAFÍA	61

RESUMEN

El Berrendo Peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*), es una subespecie endémica de México que habita en el desierto de El Vizcaíno en la Península de Baja California. Dicha subespecie que ha formado parte del ecosistema desértico por miles de años, actualmente se encuentra en grave peligro de extinción. Por esta razón, el Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular (PRBP) inició en 1998 grandes esfuerzos de recuperación y conservación de la subespecie. Desde el inicio del proyecto existió la necesidad de identificar a cada berrendo individualmente para controlar la reproducción de los animales en cautiverio. Esta tesis responde a esa necesidad proponiendo un método no invasivo de identificación.

La foto-identificación es una técnica que puede ser utilizada para la identificación de individuos y se basa principalmente en la toma de fotografías de marcas naturales de los animales a estudiar. En este trabajo se diseñó un método de foto-identificación basado en los patrones naturales de coloración para facilitar el proceso de reconocimiento de los berrendos en cautiverio de la Estación Berrendo. Se tomaron fotografías de frente y perfil de cada uno de los individuos estudiados y se realizó una caracterización de las nueve bandas mismas están presentes en todos los individuos. A su vez estas bandas muestran variaciones para cada animal. El método desarrollado en este trabajo fue diseñado en el programa de computadora File Maker Pro en el cuál se introdujeron todos los datos de los animales incluyendo las bandas de cada uno, con el fin último de identificar a los animales en el campo. Además se realizó un Manual de Procedimientos y una Guía de Campo los cuáles pueden ayudar a reproducir y utilizar éste método de trabajo en la Estación Berrendo así como en otros proyectos de conservación de esta especie en México y en Estados Unidos.

INTRODUCCIÓN

En los estudios poblacionales que se realizan sobre animales silvestres es necesario marcar a cada individuo con el fin de obtener la información requerida de la población en cuestión (Nietfeld 1994). Asimismo, en los trabajos realizados con animales en cautiverio, es necesario identificarlos para un óptimo manejo del hato.

Existen diversas técnicas de marcaje para la identificación de animales, las cuales deben ser aplicadas de acuerdo a la especie que se va a estudiar. Las técnicas pueden ser artificiales como criomarcaje, cauterización, aretes, collares, cortes de orejas, microchips, radio-collares entre otros, así como métodos naturales los cuáles se basan en el reconocimiento de características únicas del individuo, como patrones de coloración, cicatrices, cuernos y otros (Nietfeld 1994).

La identificación de organismos a partir de marcas naturales se utiliza en una gran diversidad de especies para efectuar trabajos de investigación con las poblaciones (Pennycuik 1978); tal es el caso de los patrones en la piel de muchas especies de ungulados y felinos (tigre *Panthera tigris*, gepardo *Acinonyx jubatus spp*, leopardo *Panthera pardus spp*), el patrón de las rayas de las cebras *Equus grevyi* (Petersen 1972), las manchas de las jirafas *Giraffa camelopardalis* (Foster 1966), las manchas negras variables en el pecho de los pingüinos de Magallanes, *Spheniscus magellanicus* (Nietfeld 1994) y las marcas o cicatrices en las aletas de cetáceos (Heckel 1992). En este último caso, la identificación individual de ballenas y delfines ha sido la base de los estudios detallados y a largo plazo sobre la estructura social de dichos cetáceos. Estos estudios han sido realizados por medio de fotografías de las marcas naturales de los individuos, lo que se denomina foto-identificación (fotoID) (Mamn y Connor 2000, Heckel 1992). En algunos casos, es necesario emplear un sistema de marcaje artificial como complemento para el sistema de identificación natural (Nietfeld 1994).

El Berrendo Peninsular es una subespecie¹ de la especie *Antilocapra americana*, actualmente habita en el desierto de El Vizcaíno y se encuentra en peligro de extinción. El Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular iniciado en 1998 (PRBP, Anexo 1) que se lleva a cabo en la Estación Berrendo dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, Baja California Sur, tiene como objetivo principal conservar y recuperar la población del berrendo peninsular y así tratar de garantizar la conservación de dicha subespecie, *Antilocapra americana peninsularis* (PRBP 1997) removiéndola de la categoría actual que la sitúa en peligro de extinción de acuerdo a las listas rojas nacionales e internacionales (NOM-059-ECOL-2001, UICN, SEMARNAT 2002, UICN 2002).

Desde el inicio del Programa de Recuperación, una de las finalidades primordiales es realizar cruces controladas que mantengan un hato reproductivo genéticamente sano (PRBP, 1997). El manejo principal que se lleva a cabo con la población cautiva es la separación de machos y hembras adultos en

¹ Existen controversias sobre la subespecificidad del berrendo peninsular, en ésta tesis se considerará al berrendo peninsular como una subespecie por su aislamiento geográfico y sus adaptaciones al desierto.

diferentes corrales, con el objeto de programar la reproducción, buscando así la mayor variabilidad genética posible. Los movimientos de los animales se efectúan cambiándoles de lugar los comederos y bebederos, conduciendo a los animales sin ser tocados, con el fin de evitar los posibles riesgos que conlleva la manipulación directa. Por lo tanto los animales son observados con binoculares desde escondites o torres de observación.

Para realizar cualquier movimiento de animales en el interior de los corrales es necesario identificarlos individualmente. Conforme ha ido aumentando la población este objetivo se dificulta cada vez. Por este motivo resulta indispensable y urgente implementar un método que permita reconocer a cada individuo dentro de los corrales y que esto facilite el manejo en la Estación Berrendo (PRBP 1997).

Los berrendos poseen marcas naturales únicas de cada individuo que facilitan su reconocimiento. El color del berrendo es una combinación de café-rojizo con manchas blancas en el cuerpo y la cara y marcas negras en la cabeza, y únicamente los machos presentan un parche negro debajo de las orejas (Yoakum y O'Gara 2000). La nuca presenta una crin negra y la región abdominal, la grupa, dos bandas transversales en el cuello y las franjas de los maxilares², son blancas (Hall1981). Cada individuo presenta patrones de coloración diferentes. Basándonos en estudios realizados con el berrendo americano (*A.a. americana*), sabemos que las franjas del cuello y maxilares, se pueden diferenciar lo suficiente entre individuos y que por lo tanto posibilitan la identificación de cada uno de ellos (Kitchen 1974, Byers 1997).

En el caso del berrendo peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*) en cautiverio y los berrendos liberados en la Choya³, la foto-identificación como método para el reconocimiento de cada individuo, es una de las alternativas más viables y se complementa con otros métodos de identificación. En colaboración y coordinación con el PRBP en este trabajo se intenta elaborar un método de fotoidentificación individual que permita reconocer a los animales en el campo y con ayuda del archivo fotográfico de cada individuo se pueda desarrollar un programa de computadora para ingresar de manera fácil a toda la información que se tenga de cada individuo.

² Los berrendos tienen dos franjas blancas en los maxilares (maxila y mandíbula) que pueden ir desde el labio superior o inferior hasta la oreja.

³ La Choya es un área de 23 mil hectáreas dentro de los terrenos de Exportadora de Sal S.A de C.V. bordeada en su mayoría por agua, en la cuál se pretende preliberar berrendos anualmente.

HIPÓTESIS

H₀: Los patrones de coloración de cuello y maxilares son idénticos en todos los individuos, por lo que no se pueden diferenciar por sus patrones de coloración.

H₁: Los patrones de coloración de cuello y maxilares son únicos en cada individuo. Los individuos se pueden identificar por los patrones de coloración de los maxilares y cuello.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un método de foto-identificación que permita reconocer a cada individuo por medio de sus marcas naturales, en el criadero de la Estación Berrendo del PRBP y a los animales liberados en la Choya.

Objetivos particulares

Elaborar un registro fotográfico digital de los individuos en cautiverio de la Estación Berrendo.

Caracterizar los patrones geométricos y de coloración de cuello y maxilares en individuos de berrendo peninsular.

Diseñar un sistema de foto-identificación digital basado en un programa de computadora, que permita identificar y agrupar a los organismos de acuerdo a patrones generales de coloración.

Validar la metodología de identificación de individuos en campo y estadísticamente.

Elaborar una guía de campo para facilitar la identificación de individuos en condiciones naturales.

Elaborar un Manual de Procedimientos para el uso del programa digital diseñado para la foto-identificación y para el manejo de la guía de campo.

ANTECEDENTES

Características del Berrendo (*Antilocapra americana* Ord 1818)

Teotlalmazatl "Venado de la Tierra de los Dioses"

"un animal de características extrañamente entremezcladas, porque tiene pies de jirafa, mamelitas de cabra, piel de ciervo, cuernos de buey y ciervo combinados, ojos de gacela, estructura de antílope y velocidad de viento."

Seton (naturalista)

El berrendo (*Antilocapra americana*, Ord 1818) se clasifica dentro de la Clase Mammalia en el Orden Artiodactyla, Suborden Ruminantia, Infraorden Pecora, Familia Antilocapridae y Género *Antilocapra* para el cual solo existe una especie viviente *Antilocapra americana* (O'Gara 1978, Hall 1981) y 5 subespecies reconocidas; *americana*, *oregona*, *mexicana*, *sonorensis* y *peninsularis* (Nelson 1912, Yoakum y O'Gara 2000, Guerrit 1955, Van Wormer 1969). Berrendo significa "manchado de dos colores por naturaleza o por arte". El nombre en español corresponde al color de su cuerpo el cuál, en la parte superior es de café-rojizo a café claro o tostado (Nowak y Paradiso 1983) y la parte inferior del cuerpo, la grupa y dos bandas (transversales) del cuello son blancas (Hall 1981). También son blancos los maxilares, los labios y la base de los cuernos. La cara de los machos generalmente es más oscura que la de las hembras. Una característica claramente distintiva del color entre machos y hembras es un parche en forma triangular que únicamente presentan los machos debajo de las orejas (Cancino y Castillo 2000). En la nuca lucen una crin negra o rojiza (Hall 1981). Los pelos blancos de la grupa son los más largos del cuerpo y se erizan en señal de alarma, formando un radiante corazón que se logra ver a gran distancia. Al nacer, las crías son de color café-grisáceo, por lo que las partes blancas no se distinguen del todo (Cancino 1994) y aproximadamente a los tres meses de edad adquieren el mismo color que los adultos (Byers 1998).

Los berrendos mudan el pelaje en la primavera, cambiando su pálido color de invierno por un resplandeciente pelo de verano. Como el pelo se cae de manera irregular, durante la muda tienen un aspecto desaliñado, pero en el verano su pelo ha sido reemplazado completamente y adquiere nuevamente su aspecto brillante y grueso (Turbak 1995).

La característica física única de los berrendos, que los ubica como una familia aparte, son sus cuernos (Yoakum y O'Gara 2000). Los machos siempre tienen cuernos bifurcados y las hembras sólo ocasionalmente. En éstas los cuernos no muestran la punta delantera que presentan los machos. La característica del cuerno bifurcado es distintiva de la familia Antilocapridae. Ambos sexos presentan un núcleo óseo cubierto por una vaina o funda queratinosa formada por pelo compactado la cual mudan todos los años después de la época de celo (Nowak y Paradiso 1983, Cancino y Castillo 2000). El berrendo es el único ungulado en el mundo que anualmente muda la funda del cuerno y es este

proceso biológico el que contribuye a su clasificación como una familia separada.

En promedio los machos tienen un peso de 56kg y las hembras de 50kg (Kitchen y O'Gara 1982). Las patas delanteras son más largas que las traseras y carecen de los dedos laterales a la pezuña (Yoakum y O'Gara 2000). Con sus grandes ojos (55mm de diámetro) y orejas largas y puntiagudas los berrendos detectan movimiento a varios kilómetros de distancia (Nowak y Paradiso 1983).

El berrendo es el animal terrestre más rápido de América y el ungulado más pequeño (Yoakum 1988) y es el segundo animal más rápido del mundo después del guepardo. La máxima velocidad registrada, alcanzada por un berrendo es 100km/h. El berrendo es capaz de consumir tres veces más oxígeno que un mamífero de su talla. Poseen una gran eficiencia muscular debido a que pueden abastecer oxígeno a los músculos a niveles inusualmente altos (Lindstedt *et al.* 1991).

Los berrendos están muy bien adaptados a ambientes abiertos y áridos. Tienen los pulmones y el corazón de gran tamaño, su sangre es muy rica en hemoglobina y las células de los tejidos musculares son ricas en mitocondrias. Tienen características fisiológicas y adaptaciones al medio muy particulares, son capaces de provocar un enfriamiento selectivo del cerebro durante estrés térmico. Estas características son complementadas con piernas largas y músculos proximales fuertes, además de tener un peso ligero en los pies lo que les permite adquirir velocidades muy altas y mantener la duración de la carrera, consiguiendo una resistencia inigualable. Las adaptaciones fisiológicas para ayudar al animal a sobrevivir en ambientes áridos son la conservación de agua en el intercambio respiratorio y una disminución importante en la producción de orina (Yoakum y O'Gara 2000).

Presentan una estructura social jerárquica tanto machos como hembras. Se encuentran activos durante el día y la noche intercalando periodos de descanso y alimentación (Cancino y Castillo 2000).

Características subespecíficas (*Antilocapra americana peninsularis*, Nelson 1912)

El berrendo peninsular es una de las subespecies de Antilocápridos menos estudiada debido a la escasa cantidad de individuos que existen en los desiertos de Baja California. Esta subespecie tiene los cuernos más cortos y proporcionalmente son más gruesos en la base que las subespecies americana o mexicana. Además están cubiertos de numerosos botones y protuberancias (Nelson 1912, Einarsen 1948). Exhibe un color contrastante entre el café oscuro de la cara y las manchas claras que la rodean. Tiene las orejas más oscuras en las puntas y bordes que el resto de las subespecies (Nelson 1912).

En la subespecie americana el área rojiza de la cola se extiende hacia la parte superior, dividiendo parcialmente el área blanca de las ancas, pero comúnmente desaparece al llegar al área café del lomo. En el peninsular, ésta banda café se extiende desde la cola hasta la parte café del lomo, dividiendo definitivamente el área blanca de las ancas o la grupa (figura 1) (Nelson 1912).



Figura 1. Grupa del berrendo

El berrendo peninsular habita los desiertos más áridos de Baja California. Su ciclo reproductivo está desfasado en 5 meses con respecto a las subespecies oregona, americana y mexicana. La época de apareamiento se presenta desde mayo hasta finales de julio y los nacimientos entre enero y abril, mientras que los nacimientos de las tres subespecies mencionadas son en verano (Hailey 1979, Larsen 1965, O'Gara 1978, Einarsen 1948, Jaramillo 1989). El berrendo de la península no habita sitios más altos que los 250 msnm, mientras que las otras subespecies pueden vivir hasta a 3353 msnm (Nowak y Paradiso 1983). Al igual que el berrendo sonorense que habita en el Desierto de Altar en Sonora, pueden pasar extensos periodos de tiempo sin beber agua (en el desierto de Vizcaíno se presentan registros de varios años seguidos sin precipitaciones), obteniéndola principalmente a través de las plantas y por el rocío de la mañana (Cancino y Castillo 2000). Su dieta consiste en 44% arbustos, 22% herbáceas, 4% gramíneas y 30% estructuras florales no identificadas (Cancino 1994).

Adaptaciones del Berrendo Peninsular al desierto

El berrendo peninsular tiene adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten soportar condiciones de sequías, escasez de alimento y agua. Su corazón y pulmones de gran tamaño le permiten cubrir grandes distancias diariamente para obtener alimento, agua y huir de sus depredadores. El hígado y riñones también de gran talla con respecto a su cuerpo le permiten mayor capacidad de digestión y filtración de plantas, muchas de las cuales son tóxicas (Sundstrom 1973, Jaramillo 1989). También presentan la piel cubierta de pelos muy gruesos y huecos que mueven a voluntad mediante un paquete muscular subcutáneo, manteniendo el pelaje a diferentes ángulos. Este sistema funciona como una capa aislante que amortigua los efectos del clima extremo, tanto frío como calor (Nowak y Paradiso 1983). El aire frío no penetra cuando los pelos están aplanados contra el cuerpo y cuando el tiempo es caluroso, el pelaje permanece erecto permitiendo la circulación del aire y refrescando la piel (Sanchez 2003).

Situación histórica y actual del Berrendo Peninsular

El berrendo se distribuía históricamente en gran parte de Norteamérica, desde el sur de Canadá, oeste de E.U., hasta el centro de México (Yoakum 1980) en el valle de Tehuacán (Puebla) y se estima que la población de berrendo era de más de 70 millones de ejemplares que pastaban en esta inmensa región (Clavijero 1789, Lumholtz 1902, Leopold 1959, Sánchez 2004). De las cinco subespecies conocidas, 4 se distribuían en México (figura 2).

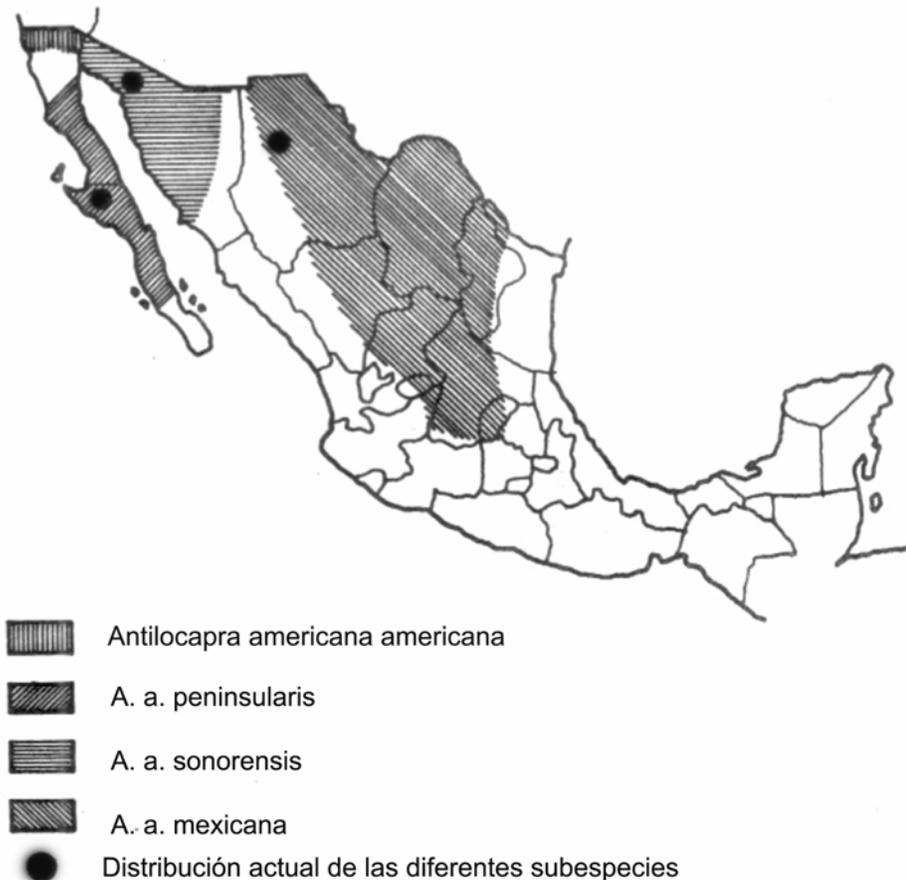


Figura 2. Distribución histórica y actual del berrendo en México (Jaramillo 1989).

Antes del siglo XIX el berrendo había sido cazado tradicionalmente por grupos indígenas, como los papagos, pimas, apaches y cochimies para comer, curtir sus pieles para vestido, y para usar las partes del animal como artefactos y en ceremonias espirituales (González-Romero 1993). Esto tenía un bajo efecto en las poblaciones. Relatos antiguos cuentan que en la Península de Baja California, los berrendos fueron muy abundantes (Clavijero 1789, Aschman 1959). Pero el arribo de los conquistadores tuvo efectos devastadores para los berrendos, lo que causó una reducción de las poblaciones hasta quedar, a fines del siglo XIX, menos del 1% de los números originales (Yoakum y O’Gara 2000). El 1º de octubre de 1922, por iniciativa del presidente Álvaro Obregón, el

gobierno Federal decretó la prohibición de cacería del berrendo en México. Aún así la población siguió decreciendo y la subespecie se consideró en peligro de extinción a partir de 1972 (Ortega y Arriaga 1991). Respecto a la abundancia de esta especie en nuestro país, se considera que Chihuahua es el estado en donde el berrendo presenta mayores poblaciones. En el año de 1925, Nelson calculó una población de 700 individuos para este estado, misma cantidad que decreció con el paso de los años a una cifra de 300. El mismo autor reportó 525 berrendos para el estado de Sonora y una población de aproximadamente 500 para ambos estados de la Península de Baja California.

La subespecie *Antilocapra americana peninsularis* es endémica de la península de Baja California. Históricamente se distribuía desde San Quintín y San Felipe, B.C. hasta Bahía Magdalena en B.C.S.; sin embargo, su rango de distribución se redujo drásticamente durante el siglo pasado, como consecuencia de la cacería excesiva e ilegal a la que fue sometido (Jaramillo 1989). El área histórica de distribución era de 21,000 km² hasta finales del siglo XIX. Actualmente sólo se encuentra en 5,000 km² dentro de la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno” (ReBiVi), en una franja del desierto al oeste y suroeste de la Laguna Ojo de Liebre (PRBP 1998) (figura 3).

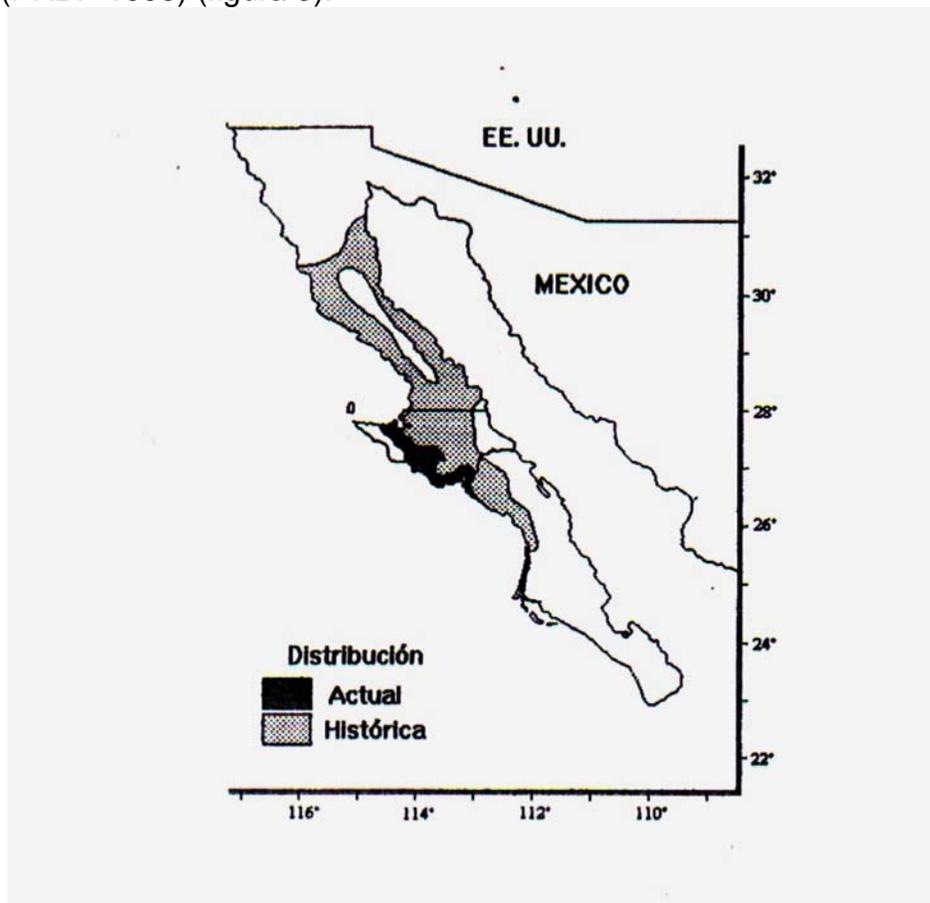


Figura 3. Distribución actual e histórica del berrendo peninsular (Jaramillo 1989)

Desde la década de los cincuentas se incrementaron las actividades humanas en el área del Desierto de Vizcaíno, las cuales modificaron y disminuyeron el

habitat del berrendo. Centros de población, inundación de salitrales de la porción oriental de la Laguna Ojo de Liebre, construcción de canales y brechas por parte de la empresa Exportadora de Sal para incrementar la producción de sal. A finales de los setentas se establecieron diversos centros de población ejidal y se abrieron tierras de cultivo e introducción de ganado vacuno en la porción oriental del Desierto de Vizcaíno. Entre 1973 y 1979 se hicieron trabajos de exploración de Petróleos Mexicanos y se abrieron más de 1500 kilómetros de brechas las cuales atraviesan el área de distribución histórica y actual del berrendo en el Desierto de Vizcaíno. Durante la década de los setentas se construyó la carretera Transpeninsular, un tramo de la cual atraviesa el llamado "llano del Berrendo". En 1980 y 1984 se construyeron los caminos que van de Vizcaíno a Bahía Tortugas y Bahía Asunción, los cuales cruzan parte de la principal zona de concentración del berrendo (Jaramillo 1989). En 2000 se pavimentó el tramo de la carretera que va de Vizcaíno a la desviación hacia Asunción. Todas estas modificaciones al hábitat han generado el aislamiento y reducción de la población e incluso de las manadas de berrendo, situación que puede estar provocando una reproducción entre parientes cercanos, con la consecuente manifestación de caracteres recesivos y por lo tanto malformaciones congénitas; esto probablemente sea una causa de mortalidad de berrendos, principalmente de las crías (Jaramillo 1989). En recorridos recientes realizados por el PRBP se han visto berrendos con cuernos muy chuecos o con la mandíbula inferior más pequeña que la superior, entre otros defectos (Agüero 2004). Actualmente el berrendo peninsular se incluye en la categoría de subespecie en peligro de extinción (NOM-059) y se calcula una población de 100 a 150 individuos silvestres (PRBP).

El ganado doméstico representa una fuerte competencia para el berrendo, sobre todo en la época de secas en que ambas especies se concentran en los cauces de los arroyos por ser las únicas áreas de vegetación verde. Además puede constituir una fuente de enfermedades para las que el berrendo no sea resistente y con mayor razón si se considera el aislamiento geográfico y genético a los que esta sujeto esta subespecie (Jaramillo 1989). Aunado a las actividades humanas, existe la reducción de la población por razones de origen natural, en la que se incluyen sus principales depredadores, el coyote y el águila Real (Ortega y Arriaga 1991).

Existen solo 5 subespecies de ungulados en México (berrendo *Antilocapra americana* spp., borrego cimarrón *Ovis canadensis*, venado bura *Odocoileus hemionus*, venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y jabalí *Sus scrofa* spp.) los cuáles se encuentran amenazados o en peligro de extinción. Estas especies originarias del continente Americano han sido y siguen siendo sustituidas por ganado introducido que prácticamente ha eliminado a los consumidores primarios originales de los frágiles desiertos mexicanos y de esa manera ha interferido en la función ecológica natural que dichas especies desarrollaban (Sánchez 2004).

Por último podemos decir que cuando los ecosistemas tienen una combinación correcta entre los factores del hábitat, entonces tienen el potencial de producir el número óptimo de individuos. En el caso del berrendo peninsular hace varias

décadas que se perdió este equilibrio en el hábitat y ahora la recuperación de las poblaciones está en manos de los seres humanos quienes fuimos los responsables de este desequilibrio.

Técnicas y métodos de identificación en mamíferos

En el manejo y estudio de la vida silvestre, la identificación individual de los individuos de una especie es una herramienta que sirve para obtener información detallada sobre dinámicas poblacionales, rangos de desplazamiento y migraciones, organización social, comportamiento reproductivo, conductas jerárquicas, parentales y otros (Petersen 1972, Heackel 1992, Nietfeld *et al.* 1994). En el caso de los mamíferos existen diversos métodos que pueden ser utilizados ya sea para identificar animales de especies distintas, por ejemplo a partir del estudio y comparación de sus pelos (Baca 2002, Rodríguez 2002) o para reconocer a los individuos de una misma especie con ayuda de múltiples técnicas de marcaje. Las técnicas pueden variar ampliamente en relación a las especies estudiadas, así como la naturaleza y el objetivo del estudio.

En el caso de los métodos de marcaje para reconocer individuos de una misma especie, éstos pueden ser artificiales o naturales. Existen marcajes artificiales de varios tipos: criomarcaje, cauterización, aretes, collares, cortes en las orejas, microchips, radiocollares y otros. En estos métodos es necesario manipular a los animales para colocarles la marca. El marcaje de animales grandes es lenta y laboriosa para los manejadores, se considera un método invasivo, generalmente les provoca estrés y algunas veces resulta fatal para los animales (Foster 1966, Clemente *et al.* 1995). Las marcas artificiales en los individuos usualmente no son permanentes y generalmente son muy caras para aplicarlas a un número alto de animales de una población (Petersen 1972, Fairbanks 1993, Nietfeld *et al.* 1994). Por otro lado, el método por marcaje natural se basa en el reconocimiento de características únicas que permiten identificar a los animales de una misma especie de manera individual, como pueden ser patrones de coloración, cicatrices, ectoparásitos, deformaciones, forma de los cuernos (Heackel 1992, Nietfeld *et al.* 1994). La identificación natural, en muchas situaciones, es mejor emplearla en conjunto o como suplemento de un sistema de marcaje artificial.

En el estudio de animales silvestres en ocasiones es necesario marcar a los animales. Para definir cuál es la mejor técnica a utilizar, se necesitan hacer algunas consideraciones, tales como: 1) el periodo de tiempo que la marca debe permanecer; 2) la distancia a la cual los animales marcados pueden ser identificados; 3) la necesidad de identificarlos individualmente; 4) que tan rápido deben ser marcados; 5) el tiempo disponible para la identificación de los animales marcados; 6) el efecto de la marca en la sobrevivencia o el comportamiento del animal (Barclay y Bell 1988).

Según Ferner (1979), Marion y Shamis (1977) se deben seguir los siguientes criterios estandarizados para elegir y aplicar la técnica de marcaje:

- 1) debe implicar un mínimo de dolor o estrés
- 2) no producir efectos adversos en la sobrevivencia y el comportamiento
- 3) la marca debe tener características duraderas

- 4) debe ser fácilmente reconocible
- 5) debe ser fácilmente aplicable
- 6) debe ser fácil de obtener
- 7) debe ser relativamente barato

Cuando la especie bajo estudio se encuentra considerada dentro de las categorías de peligro de extinción, amenazada o rara; resulta importante tener cuidado en la toma de cualquier decisión con relación a su manejo (Nietfeld *et al.* 1994). En el caso del berrendo peninsular, subespecie considerada en peligro crítico de extinción tanto a nivel nacional (SEMARNAT 2000) como internacional (UICN 2002), el manejo de los individuos en cautiverio requiere cuidado especial. Por esta razón la fotoidentificación es uno de los métodos que puede resultar más apropiado para reconocer individualmente a especies bajo un programa especial de conservación como es el caso de los berrendos peninsulares de la población cautiva del PRBP y los animales liberados en La Choya.

Foto-identificación como método de identificación

Las fotografías de animales han sido utilizadas como método de identificación individual en el estudio de muchas especies. Desde los años 70's se reportan las primeras investigaciones en las que se implementó la foto-identificación en especies de delfines fotografiando las marcas naturales de sus aletas dorsales (Irvine y Wells 1972, Wursig 1977). Este método ha sido muy eficaz en investigaciones a largo plazo, permitiendo los estudios de biología de poblaciones, estructura social, longevidad y tamaño poblacional en diferentes especies de cetáceos (Wursig 1977, Heckel 1992). Además, dependiendo de la especie, se han utilizado otras marcas naturales; se fotografían patrones de coloración particulares, muescas, manchas, cicatrices o callosidades. Todo este tipo de marcas y patrones de coloración han resultado útiles para la identificación de individuos en estudios enfocados a proveer información sobre abundancia, distribución, crecimiento, migración, reproducción tamaño y composición del grupo (Wursig 1977, Hammond 1986, Defran 1990, Heckel 1992, Schramm 1993).

Existen muchas otras especies en las cuales se utiliza la foto-identificación. De hecho la mayoría de los mamíferos con marcas complejas, como cebras, jirafas, gepardos y leopardos pueden ser reconocidos por sus marcas a través de fotografías. Los tigres (*Panthera tigris*) pueden ser reconocidos por el patrón de sus rayas. Como lo demuestra un estudio que se realizó en cuatro localidades diferentes de la India en las cuáles se colocaron cámaras fijas con un sensor infrarrojo que se activaba con el movimiento y de esa manera se logró obtener muestras de captura-recaptura fotográfica. La fotografía e identificación de diferentes individuos permitió determinar la abundancia relativa y absoluta de dichos animales silvestres (Froeyland 1998, Karanth y Nichols 1998, Sharma 2005).

La técnica de colocar cámaras fijas también llamada fototrampeo, tiene muchas ventajas en relación con otros métodos que se utilizan. Se pueden muestrear extensiones considerables con la mínima perturbación humana, los animales no

tienen que ser capturados y se necesita poco personal para hacerlo. Este método resulta muy eficaz en la detección de especies terrestres crípticas que son muy difíciles de capturar pero que usan rutas establecidas o sitios específicos de alimentación o madrigueras (Botello 2004, Carthew 1991, Froeyland 1998, Karanth y Nichols 1998, Savidge 1988, Wemer *et al.* 1996).

La técnica de identificación a través de fotografías ha sido aplicada en diferentes partes del mundo y en diversas áreas proporcionando información práctica para la realización de estudios científicamente probados (Heckel 1992, Mamn y Connor 2000). La foto-identificación incluso ha sido empleada en el reconocimiento de seres humanos, por un método desarrollado para identificar el rostro de personas capturadas en cámaras de foto o video.

Aplicación del método de foto-identificación en diferentes especies de mamíferos

En el caso de los cetáceos, este método se ha desarrollado ampliamente. Mamn y Connor (2000) afirman que la foto-identificación aplicada a otras especies puede sustentarse con base en dichos estudios. Las fotografías deben ser tomadas empleando un lente telefoto el cuál permite un mayor acercamiento a las marcas naturales de los animales. Una vez tomadas las fotos, se lleva a cabo una selección de imágenes útiles para la identificación. Posteriormente se elabora un catálogo de los individuos registrados, realizando la categorización de los tipos diferentes de marcas (Wursing 1977). Anteriormente las fotografías utilizadas para este fin habían sido tomadas en formato de diapositiva, lo cual hacía el trabajo más lento y el costo del revelado y almacenamiento era elevado (Wursing 1977). Actualmente este método ha sido sustituido por fotografías digitales y el trabajo del material se lleva a cabo en computadora. La edición permite elegir la parte de la fotografía que es útil para identificar a los individuos, además la digitalización brinda la posibilidad de archivar miles de fotografías y clasificarlas según las necesidades del caso (O'Gara y Yoakum 2004). Además de la aplicación en cetáceos existen muchos otros ejemplos para el uso de la foto-identificación. Se han tomado fotografías de la parte frontal y lateral de los rinocerontes negros (*Diceros bicornis*), ya que estos animales pueden ser reconocidos individualmente por los patrones de las arrugas que rodean la nariz. Otras características utilizadas para identificar a los rinocerontes de manera individual son la forma y tamaño de los cuernos, zonas de pelo, marcas o muescas en las orejas y callos (Mukinya 1973, Goddard 1966). En el caso de las jirafas *Giraffa camelopardalis*, se toman fotografías de su perfil izquierdo, utilizando los patrones de manchas del cuello para su reconocimiento individual. Estas manchas permanecen durante toda su vida aunque pueden oscurecerse en los animales adultos (Foster 1966). Otro ejemplo en la implementación de técnicas de fotoidentificación se ha llevado a cabo con cebras *Equus grevyi* en el Parque Nacional de Nairobi en Kenya, en donde se desarrolló un sistema de clasificación basado en los patrones de rayas para la identificación individual. Con este método se pudo desarrollar un estudio detallado de la dinámica de poblaciones y movimientos de las manadas (Petersen 1972). En el desierto del Serengeti los leopardos o cheetas (*Acinonyx jubatus*) han sido fotografiados

desde hace 25 años. Actualmente con el avance de la tecnología digital se ha podido desarrollar un sistema digital para identificar similitudes a través de una computadora, lo que permite comprobar que dos fotografías corresponden al mismo individuo (Kelly 2001).

Como se puede apreciar, esta técnica podría ser utilizada para reconocer a los individuos de una población, en especies que tienen patrones de pelo complejo y variable (Kelly 2001). La permanencia de las marcas en el animal es de capital importancia ya que esto afecta directamente la posibilidad de su identificación. Algunas marcas están presentes en los individuos recién nacidos y las pierden en la edad adulta, otras marcas se conservan durante toda la vida del animal y otras pueden ser heridas, raspones, quemaduras experimentadas durante la vida que forman parte de las marcas permanentes del animal. Es importante tomar en cuenta que los estudios de fotoidentificación son económicos y al ser una técnica no invasiva evitan perturbar al animal en cuestión (Kelly 2001, Mamn y Connor 2000).

Utilización de la foto-identificación para el reconocimiento de berrendos

En el caso del berrendo, se han empleado diversas técnicas para el reconocimiento individual de los animales. Algunas de estas técnicas son utilizadas en poblaciones pequeñas de animales, como la colocación de aretes de colores en las orejas y radiocollares (Byers 1997, Clemente *et al.* 1995, Fairbanks 1993, Maher 1997). Estas técnicas artificiales implican la manipulación de los animales, lo cual les causa mucho estrés y pueden provocar decesos de individuos (Fairbanks 1993). En el caso del berrendo peninsular se han presentado dificultades en el cuidado, manejo e identificación de los animales en cautiverio las cuáles se resuelven con extrema precaución ya que se trata de una especie en peligro crítico de extinción (Sanchez *et al.* 2005). Algunos investigadores como Kitchen (1974), Autenrieth y Fichter (1975), Bromley (1991), O'Gara y Yoakum (1992) y Byers (1994) han recomendado el reconocimiento individual de berrendos (*Antilocapra americana americana*) a través de sus marcas naturales. La técnica consiste en tomar fotografías de las bandas de cara y cuello e inclusive se ha llegado a implementar la descripción de los patrones de coloración blanco y café de la cola (Maher 1997). En 1974 David Kitchen, trabajando con berrendos en la Reserva "Bison Range" en el estado de Montana observó que las marcas en la cabeza, cuello y cuerpo eran lo suficientemente diferentes en cada animal para permitir la identificación individual. Kitchen tomaba fotos y las llevaba consigo al campo en un álbum en el cuál anotaba las características particulares de los animales; con esta técnica pudo reconocer a 100 individuos (Turbak 1995). Lee, Yoakum y O'Gara (1998) consideran que la forma de los cuernos, el color, el ancho de las bandas del cuello, las manchas blancas a los lados de la cara y la configuración de áreas negras de la cara, entre otras características, sirven también para la identificación individual. Estos autores sostienen que el reconocimiento de cada individuo se hace posible cuando el observador es dedicado y se familiariza con la población en cuestión (Lee *et al.* 1998).

Desde 1988 hasta 1994 Byers pudo identificar a todos los berrendos del "National Bison Range" mediante la toma de fotografías y la observación de sus características físicas, así como los patrones de coloración de su cuello y cara. Byers (1997) observó que el carácter más útil y estable para su reconocimiento es el de las bandas en el cuello, el cual aparece como un complejo patrón de color blanco y café. Así mismo, recalcó que los berrendos poseen otros rasgos distintivos como son marcas o manchas en otras partes del cuerpo. La forma de los cuernos pueden ser una característica útil para reconocer a los machos pero ésta característica no es estable ya que los mudan cada año (Byers 1997). Cuando un animal no está mudando de pelo, las bandas del cuello se ven suficientemente claras para permitir la observación de los patrones (Byers *et al.* 1994). En el caso de las crías, éstas adquieren el color permanente a las 12 semanas de nacidas aproximadamente, por lo tanto se pueden tomar fotografías de las bandas a esta edad y reconocer a los individuos en años subsecuentes (Byers 1997, Turbak 1995).

Es importante aclarar que los ejemplos anteriores son tomados de trabajos llevados a cabo en Estados Unidos con berrendo americano (*Antilocapra americana americana* y *A.a. oregona*) pero las poblaciones de la subespecie peninsular han sido poco estudiadas debido a que quedan muy pocos individuos en el hábitat natural. En lo que a foto-identificación respecta no hay ningún trabajo previo con dicha subespecie. El objetivo principal de este trabajo ha sido demostrar que es posible reconocer por sus marcas a los berrendos peninsulares y desarrollar una metodología para este fin.

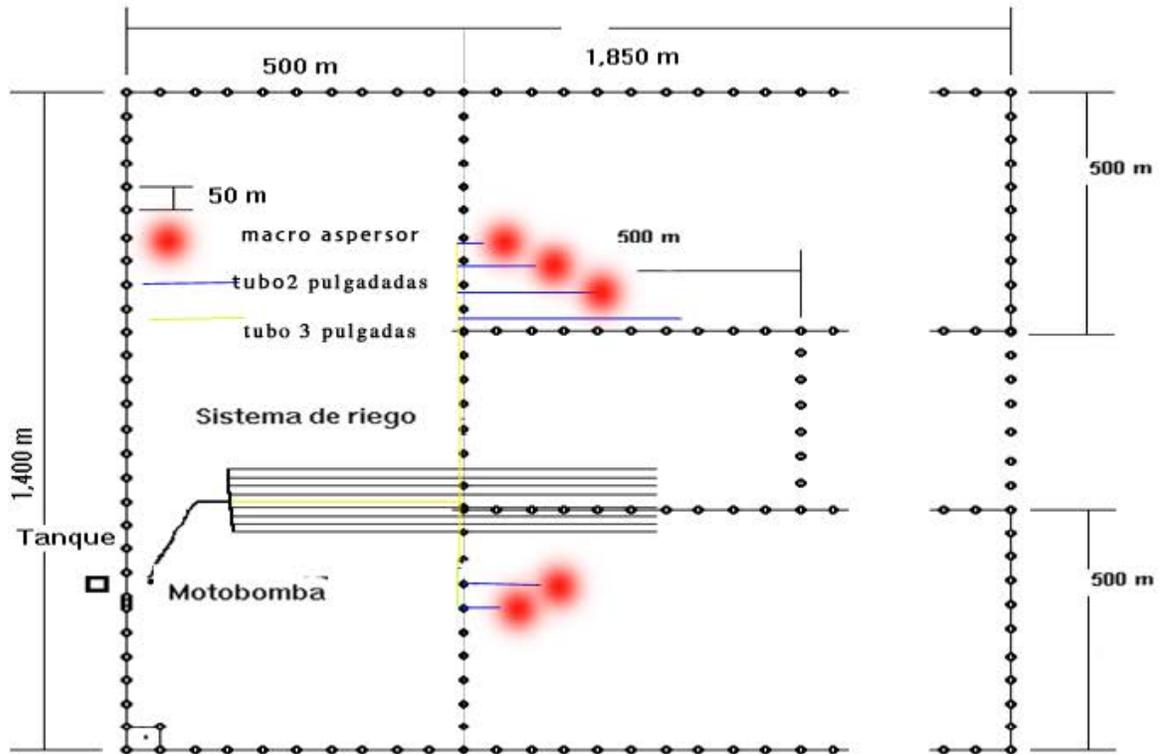


Figura 5. Diagrama del corral ubicado en la Estación Berrendo (Castellanos 2003)

Características del equipo fotográfico

Se decidió utilizar equipo digital para facilitar el acopio de un archivo fotográfico, así como la clasificación y edición de las fotos en una computadora portátil. Para tal efecto se utilizó una cámara digital reflex (Cannon EOS5D), un zoom (Cannon EF 75-300mm) con "Estabilizador de Imagen" lo cual permitió tomar fotos a distancia suficiente de los animales para no perturbarlos, con la ventaja de poder sostener la cámara con la mano y utilizar bajas velocidades de obturación sin que la foto se moviera y sin la necesidad de un trípode. Las fotografías fueron tomadas con autofocus, en modo automático y con la prioridad de velocidad el cual brinda mayor rapidez de operación y perfecto control sobre la exposición. O'Gara y Yoakum (2004) mencionan que tanto la toma de fotografías digitales como la de video son excelentes recursos para aproximarse a las poblaciones de berrendos.

Toma de fotografías

Periodos favorables para la toma de fotografías

Desde el inicio del proyecto (2003) se tomaron fotografías de manera continua en función de las condiciones climáticas y los tiempos del ciclo de vida del berrendo peninsular. Las fotografías fueron tomadas principalmente entre enero y mayo de 2003 y 2004, aunque hubo otros periodos favorables a lo largo del año (octubre y noviembre 2003 y junio y julio de 2004).

En cuanto a las condiciones climáticas, resulta más propicio tomar fotografías cuando la velocidad del viento es menor a 20km/hr. En los años 2003 y 2004 hubo precipitaciones esporádicas en la zona del Desierto de Vizcaíno lo cual dificultó la toma de fotografías debido a que los animales se dispersan en los corrales por la abundancia de alimento. Las fotografías pueden ser tomadas tanto en días soleados (en la mañana y en la tarde, evitando las horas cercanas al medio día) como en días nublados (Hill 1993). Los berrendos tienen picos de máxima actividad temprano por la mañana y por la tarde unas horas antes del ocaso (Kitchen 1975, Nowak y Paradiso 1983, Jaramillo 1989), situación que coincide con la calidad de la luz. Es importante mencionar que la ropa usada al seguir a los berrendos y para entrar en el escondite era de color café o verde, colores similares a los que tiene el desierto, ya que otros colores son muy llamativos y los berrendos los detectan a gran distancia. También es importante no tener ningún olor en el cuerpo (perfume, jabón) que atraiga la atención de los animales (O'Gara, Yoakum 2004).

Las fotografías de hembras adultas y juveniles fueron tomadas preferentemente antes de la época de pariciones, la cuál comprende un periodo de enero a abril (Jaramillo 1989) y después de la misma, con la finalidad de no perturbar a las hembras preñadas o con crías recién nacidas. En el caso de los machos, se les tomaron fotografías antes y durante la época de celo (abril a julio) ya que tienen el pelo corto y brillante (Turbak 1995). Fue importante tomar en cuenta la muda de pelaje en ambos sexos, puesto que la época en que pelechan no se distinguen claramente las bandas del cuello.

Métodos para la toma de fotografías

Se emplearon dos métodos para la toma de fotografías con la intención de capturar a los animales de cuerpo completo o acercamientos de la cara, cuello y pecho. El primer método consistió en seguir a los berrendos dentro de los corrales procurando no ser detectada por ellos. El procedimiento se realizó como se describe a continuación:

1. Entrar al corral procurando no ser visto, para lo cual es necesario entrar por la zona contraria a donde se encuentran los berrendos.
2. Localizar a la manada con la ayuda de binoculares 15X50.
3. Acercarse a los animales a la menor distancia posible, agachado o escondiéndose detrás de los arbustos. Se procura no hacer movimientos bruscos ni emitir ningún sonido, ya que los berrendos detectan movimiento y sonidos a gran distancia. Al percibir la presencia humana, los berrendos se ponen nerviosos y alertas a cualquier movimiento, por lo tanto hay que permanecer completamente inmóvil para no asustarlos (Nowak y Paradiso 1983).

Generalmente los berrendos se acercan solos al sitio donde detectaron movimiento ya que se ven atraídos por el ser extraño, es por eso que se dice que son muy "curiosos" (O'Gara y Yoakum 2004) o "bobos" (datos proporcionados por la gente de la región). En la mayoría de los casos el ruido ocasionado por el funcionamiento del obturador de la cámara los asustaba y salían corriendo.

Una vez cerca de los animales se les tomaron todas las fotografías posibles de los diferentes movimientos y posturas.

El segundo método consistió en efectuar la toma de fotografías desde un escondite de madera (de 1m² x 1.5m de altura) con una pequeña ventana de observación (de 15cm x 50cm de ancho) situada a 1.2m de altura y con una puerta por la parte de atrás (figura 6). El escondite se colocó a una distancia entre 10 y 15 m de los comederos y situado por el lado sur, dado que el viento predominante es del noroeste, así los animales no podían olfatear al observador. La comida fue distribuida entre los comederos y el suelo, con la idea de tener a los animales con mejores ángulos para la funcionalidad de las fotografías. Se procuraba entrar al resguardo acompañado del berrendero que les lleva la comida a los animales. La instalación del escondite siempre se realizó unos días antes de empezar a tomar las fotografías para que se acostumbraran a la presencia de un nuevo objeto.



Figura 6. Escondites o refugios utilizados para la toma de fotografías

En el caso de los berrendos que tienen alguna característica particular distintiva, se tomaron fotografías de dicha característica, tales como raspones o marcas por golpes, manchas blancas en las patas, remolinos de pelo (figura 7). Las fotografías se tomaron con la menor resolución digital (entre 700 Kilo Bytes y 1.8 Mega Bytes) ya que las características a fotografiar no necesitaban una mejor resolución para ser identificadas. Las horas recomendadas para la toma de fotografías son por la mañana desde las 8:00 a.m. hasta las 11:00 a.m. y por la tarde desde las 4:00 p.m hasta las 6:00 p.m., horarios en los que la luz permite captar mejor el color y el detalle de lo que se desea tomar (Hill, 1993). Se tomaron todas las fotografías posibles que permitieran ver las bandas del cuello y maxilares en individuos solitarios, en grupos y madres con sus crías.



Figura 7. Otras marcas naturales en los berrendos. En la fotografía se observan las manchas blancas en las patas que algunos berrendos presentan por ejemplo en este caso se trata de un berrendo llamado Once que es fácilmente reconocible a distancia.

El segundo método resultó ser el más eficaz para la toma de fotografías. O´Gara y Yoakum (2004) reportan que los escondites son la mejor forma para acercarse a estos animales y realizar estudios, también comentan que el observador debe entrar al escondite sin ser visto por los berrendos. Es importante mencionar que al igual que en el primer caso, se debe usar ropa de colores opacos, café o verde. Asimismo se deben evitar los perfumes o jabones ya que el olfato y la vista de los berrendos es muy aguda (O´Gara y Yoakum 2004).

Edición de las fotografías en computadora

Una vez tomadas las fotografías en formato digital a la más baja resolución, fueron transferidas a una computadora portátil Apple, M.R. primero a un programa de almacenamiento fotográfico (iphoto, Apple, M.R.) en donde se editaron eliminando el paisaje excedente, dejando a los animales centrados en la fotografía (con la finalidad de reducir el tamaño de archivo de la fotografía digital). Las fotografías fueron almacenadas en archivos diferentes según el corral en el cual se estaba trabajando (por ejemplo, Madres con crías corral 2). Posteriormente, las fotografías fueron transferidas a un programa de edición de fotografías Photoshop 7, Apple, M.R. en el cual se ajustó el contraste y brillo. Además, se cortaron las fotografías dejando únicamente la cabeza y el cuello de frente y los perfiles de los animales. Se buscaron todas las fotografías de un mismo individuo y se agruparon en archivos separados. Se realizó una “**hoja de foto-identificación**” para cada animal como primer esbozo de foto-identificación (figura 8). Cada una de estas hojas contenía fotografías de frente y perfiles, nombre, número de studbook o libro padre¹ (por ejemplo, T52-HT02, T52-número de studbook, H- hembra M-macho, T-capturada en trampa C-capturado en campo N-nacido en corral y 02-año en que fue capturada o el año de nacimiento) características particulares y corral en el que se encuentra.

¹ Registro de cada animal cautivo elaborado por el PRBP en coordinación con el Zoológico de Los Angeles.



NOMBRE: OLGA
CORRAL: #2
CLAVE ID: T52-HT02
SEÑAS PARTICULARES: CUELLO ESBELTO
Y ALARGADO

Figura 8. Ejemplo de hoja de foto-identificación

Después fue necesario realizar una estandarización de las fotografías, utilizando únicamente fotografías de frente y perfil izquierdo para la hoja principal del programa File Maker Pro de Apple (marca reg.) el cuál explico más adelante. Las otras fotografías en diferentes ángulos se guardaron en el archivo de cada animal.

Proceso de reconocimiento de cada individuo

a. Identificación individual preliminar:

La primera identificación de los animales adultos en las fotografías se realizó con la ayuda del berrendero Eufrazio Arce ("Facho"). Facho reconoce a los animales de las generaciones de 1998 a 2001, un total de 38 animales. Gracias a sus conocimientos sobre la manada cautiva se pudo realizar la identificación individual preliminar.

b. Foto-identificación individual:

Una vez realizada la identificación preliminar de hembras y machos adultos, se identificó a la siguiente generación a través de fotografías de hembras con sus crías. Después del segundo mes de nacidas las crías obtienen su color permanente, por lo cual las bandas pueden ser observadas claramente. Por otro

lado, las crías siguen a sus madres por varios meses y el destete ocurre a partir del cuarto mes (Byers 1997). Esto permitió que se pudiera relacionar fácilmente a las madres con sus crías en las fotografías. Con ayuda del libro padre se relacionó la foto de cada cría con su clave de identificación y su nombre.

En el caso de partos gemelares se pudo identificar fotográficamente a ambas crías si estas eran de diferente sexo, en el caso de gemelos del mismo sexo no se puede saber cual es cual a menos de que se deslice el lector AVID² por la nuca para saber el número de chip. Los cuernos de los machos facilitan la identificación pero al no ser una característica permanente, ya que cada año los mudan y crecen más grandes o cambian de forma, es recomendable que el reconocimiento de los machos no dependa únicamente de ésta característica (Byers 1997).

c. Métodos complementarios de identificación:

La fotoidentificación es reforzada con otros métodos de identificación. Uno de ellos es la colocación de un microchip subcutáneo (AVID) a los neonatos de 48 horas de nacidos. Este chip puede ser detectado deslizando un lector AVID sobre la nuca, para lo cual es necesario atrapar al animal.

Otro método utilizado desde 2004 consiste en marcar con cortes de un centímetro y medio en las orejas a las crías recién nacidas, esto se realiza siguiendo un código de numeración ascendente.

Clasificación y caracterización de las manchas de cuello y cara

Para realizar el proceso de clasificación y caracterización se observaron los patrones (de forma y color) que presentan variaciones en las bandas de cuello y maxilares. La idea fue registrar mediante dibujos la diferenciación de los patrones de coloración. Las hojas de foto-identificación tipo fueron usadas para este fin, ya que las variaciones de cada banda fueron obtenidas de estas fotos. Se dibujó a lápiz un esquema de cada banda (a la que llamaremos variable) y todas sus variaciones (a las que llamaremos categorías) observadas (figuras 9 y 10). Posteriormente esos dibujos fueron escaneados y dibujados uno por uno en el programa Adobe Illustrator.

² El lector AVID (American Veterinary Identification Devices, marca reg.) es un detector de microchip AVID subcutáneo que se les coloca a los animales en la nuca

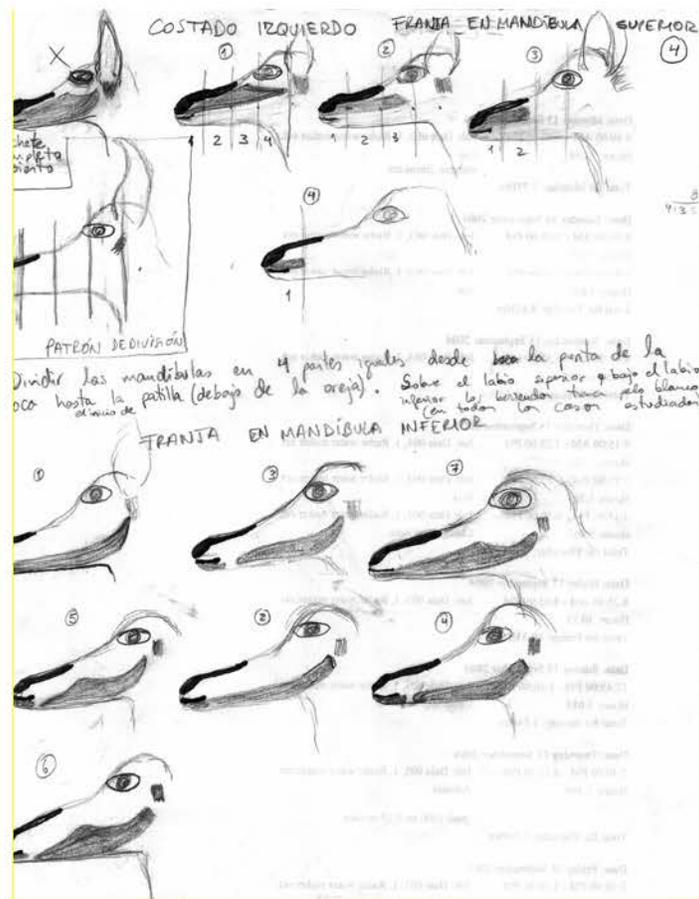


Figura 9. Ejemplos de los dibujos a lápiz realizados. Basados en las fotografías de las hojas de identificación tipo. Mandíbula y Maxila.

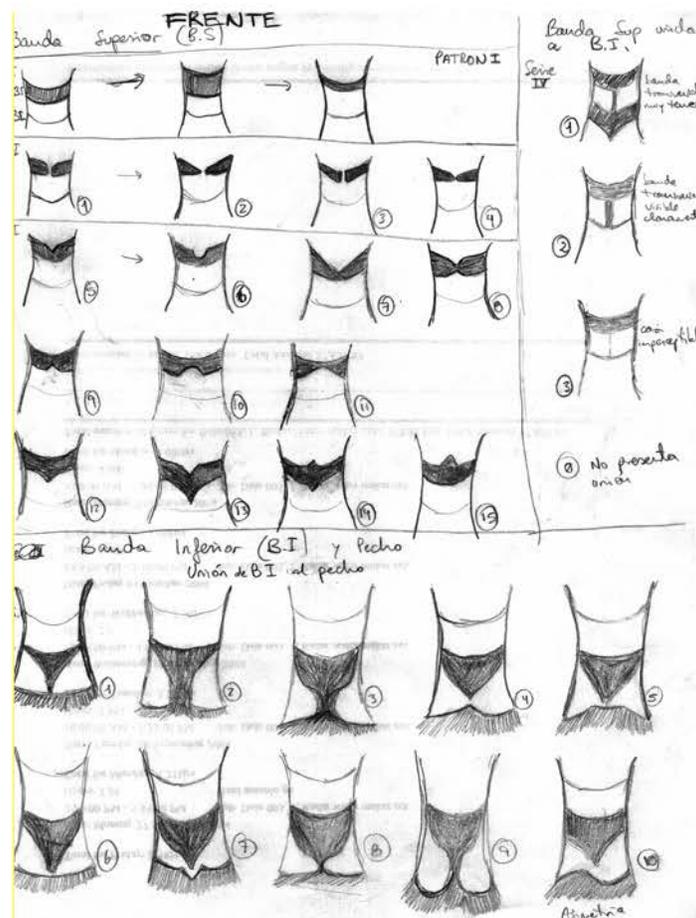


Figura 10. Banda superior y unión de Banda inferior al Pecho

Se determinó un nombre a cada tipo de variable del cuello, pecho, mandíbula y maxila para fines prácticos, es decir, para facilitar la observación de las mismas. A continuación las variables se separaron de acuerdo al tipo de banda que se trataba (por ejemplo, banda superior, banda inferior), y se agruparon las categorías encontradas para cada variable. Una vez separados los diferentes tipos de bandas se dio inicio al diseño y elaboración de un sistema de identificación asistido por el programa de computadora para almacenamiento de base de datos File Maker Pro 7.

Programa File Maker Pro 7 utilizado para la foto-identificación

La foto-identificación de poblaciones animales ha sido perfeccionada gracias a la aplicación de programas de computadora que agilizan el proceso de identificación. Actualmente el programa File Maker Pro ha sido de gran utilidad, sobre todo en estudios de cetáceos (Franklin *et.al.* 2006, Allen 2007). Siguiendo esta aplicación, se utilizó el programa File Maker Pro como ayuda para la foto-identificación del berrendo peninsular.

Para el presente estudio, en primer lugar se desarrolló una hoja principal de base de datos en el programa File Maker Pro 7, dentro de la cuál se elaboró una tabla que contiene los campos necesarios para incluir la información de cada animal. Se introdujeron los siguientes datos en cada campo: fotos (frente y perfil izquierdo), configuración de bandas, fecha de nacimiento, sexo, padres, tipo de

captura (en el campo, la trampa o nacido dentro del corral), número en el studbook, número de chip, características particulares (Anexo 5). Cada animal tiene su archivo y se puede acceder a éste a través de la base de datos. Por otro lado se desarrolló otra hoja de base de datos exclusivamente para las bandas, en la cuál se incluyeron todas las variables y sus categorías. Se puede tener acceso a esta base de datos a través de la hoja principal.

Se realizaron dos dibujos de berrendos uno de frente y otro de perfil en Adobe Illustrator con todas sus bandas para incluir en la hoja principal (figura 11, presentada en resultados). Al tener las dos bases de datos se pudieron correlacionar las bandas con los campos correspondientes en la hoja principal para permitir una búsqueda rápida y precisa de los animales. Este programa puede ser utilizado y modificado en computadoras con sistema operativo MacOS y puede ser introducido en computadoras PC's y acceder al programa, con la limitante de que no se puede modificar.

Experimentos para validar en campo el programa diseñado

Se desarrollaron tres experimentos ciegos "blind experiments" con diferentes observadores en la Estación Berrendo. En el primer experimento se le pidió a diferentes personas que con binoculares observaran berrendos a 150 y 200 metros de distancia. Se les solicitó además que anotaran en una hoja que se les dio para tal efecto que era lo más llamativo del animal y la característica con la cuál podrían distinguirlo individualmente. Posteriormente se les pidió que observaran las franjas blancas del cuello y cara y anotaran qué bandas observaban y cuál alcanzaban a ver mejor.

En el segundo experimento se le pidió a cada persona que observara a un animal lo más cerca posible, enumerara las diferentes bandas o variables y según su apreciación dijera cuál es la más fácilmente visible o más llamativa y cuál es la que menos distingue.

En el tercer experimento se le proporcionó al observador una guía para identificación en campo con los esquemas de todas las variables y sus categorías. La persona tenía que observar un berrendo y anotar en la hoja la categoría que considerara correcta para cada variable. En el caso en que el observador no encontrara en el papel impreso la figura que estaba viendo en el animal, se le propuso hacer un dibujo de la misma a un lado.

Cálculos estadísticos

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos (en diferentes programas de estadística que se detallan a continuación) para determinar: Las relaciones genéticas de la población (en base a los datos del libro padre); la distancia que existe entre cada variable registrada; si las variables son independientes unas de otras; la distribución de cada variable y su poder de discriminación.

Para corroborar con el studbook las relaciones genéticas del grupo se aplicó un análisis de parentesco (pedigree viewer, SAS system entre la población fundadora y las dos generaciones siguientes. Este análisis permite conocer el grado de consanguinidad de la población, es decir, el porcentaje de genes que comparten.

Se aplicó un análisis de agrupación (cluster análisis) para calcular la distancia que existe entre cada variable (entre las 9 bandas registradas) y calcular qué tan próximos son los individuos entre sí, es decir si los individuos se encuentran en un solo grupo con sus categorías propias o si forman grupos con otros individuos.

Se desarrolló un análisis simple de frecuencias para conocer la distribución de cada variable y sus categorías en toda la población. Posteriormente se aplicaron cuadros de contingencia con el programa Jmp (jump) para calcular la independencia de cada variable. Para obtener el poder de discriminación de cada variable se calculó la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación de ambos datos.

Realización de un Manual de Procedimientos

Se elaboró un Manual de Procedimientos en el cuál se especificaron las instrucciones para implementar el método de foto-identificación en berrendos, la utilización del programa de computadora empleado y la Guía. Además el Manual presenta recomendaciones para facilitar el proceso de foto-identificación, así como sugerencias para trabajos futuros de foto-identificación con berrendos de esta u otras subespecies (Anexo 2).

Elaboración de una guía de campo

Se desarrolló una guía para la observación de los animales en el campo a partir de los esquemas de cada una de las diferentes siluetas, agrupadas en conjuntos según el tipo de variables y su categoría (Anexo 3).

En esta guía el observador podrá anotar los tipos de banda que muestra el animal en cuestión y corroborarlos más tarde en el programa de computadora para saber exactamente de qué animal se trata.

RESULTADOS

Durante los periodos de estudio comprendidos entre los años 2003 y 2004, se tomaron un total aproximado de 4100 fotografías, con las cuáles se realizaron archivos fotográficos de 86 animales de la Estación Berrendo. De estos 86 animales, 69 fueron incluidos en el programa File Maker Pro 7 (tabla 1).

Las fotografías tomadas con la primer técnica salieron movidas o no se distinguían las bandas, debido a que fueron tomadas desde el suelo y a gran distancia de los animales. La mayoría de éstas fueron desechadas ya que no son útiles para la foto-identificación.

Tabla 1. Categorización de las diferentes etapas que del estudio.

Etapas de trabajo	Tiempo
Toma de fotografías	175 horas
Edición de fotografías	255 horas
Identificación de los animales	90 horas
Identificación de variables y categorías, realización de dibujos a mano y en computadora	60 horas
Diseño de página principal del programa File Maker Pro e introducción de datos	30 horas

Se identificaron un total de 48 hembras y 38 machos. Del total de animales foto-identificados, 10 hembras y 7 machos nacieron dentro de los corrales en 2002, año en el cuál los recenales no fueron identificados bajo ningún otro método (chip o corte de oreja). Los 17 animales nacidos en 2002 no fueron incluidos en el programa File Maker Pro 7; sin embargo, sí se realizó una hoja de foto-identificación para cada uno (que incluye fotos de frente y perfiles, sexo, año y el corral en el cuál se encontraban en ese momento. En la población estudiada se encontraron 9 variables o bandas distintas cada una con diferente número de categorías las cuáles se enlistan a continuación (tabla 2; Figura 11).

Tabla 2. Tipos de bandas (variables) y número de categorías observadas para cada variable en cada uno de los berrendos (*A. a. peninsularis*) estudiados en la Estación Berrendo.

BANDAS O VARIABLES DE FRENTE	# DE CATEGORÍAS OBSERVADAS
Banda Superior (BS)	14
Banda Superior unida a la Banda Inferior (BS/BI)	3
Banda Inferior (parte de arriba) (BI)	5
Banda Inferior unida al Pecho (BI/P)	14
BANDAS O VARIABLES DEL COSTADO IZQUIERDO	# DE CATEGORÍAS OBSERVADAS
Banda Maxila (superior) (BMS)	4
Banda Mandíbula (inferior) (BMI)	7
Banda Superior Costado Izquierdo (BSCI)	4
Banda Inferior Costado Izquierdo (BICI)	3
Pecho Costado Izquierdo (PCI)	3

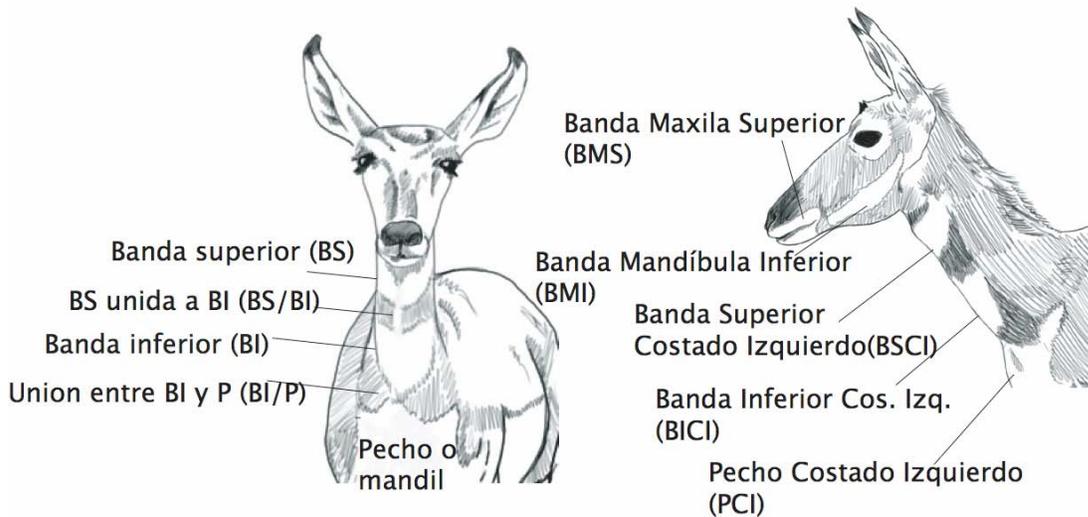


Figura 11. Esquema de berrendo y bandas de frente y perfil izquierdo.

Experimentos y validación del método en campo

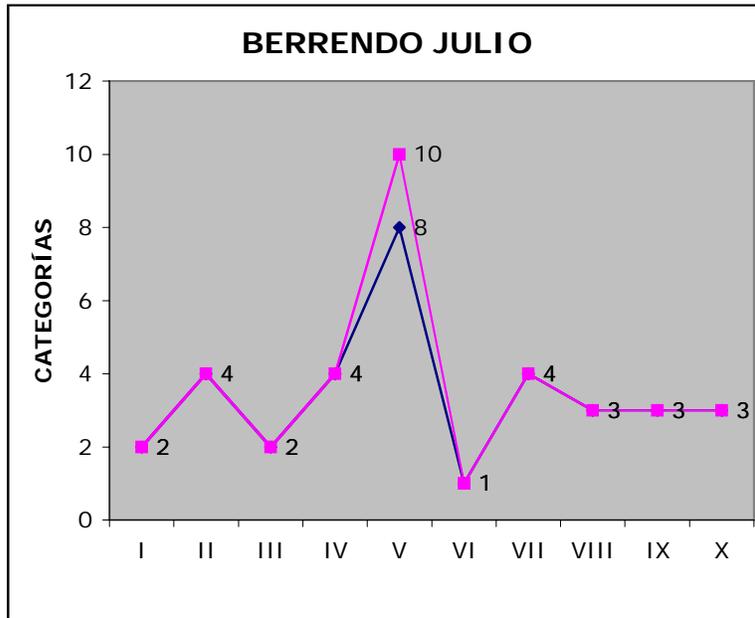
Los experimentos realizados en campo fueron aplicados a 7 personas de las cuáles 6 no trabajaban en la Estación Berrendo y se dividieron en tres partes. En la primera (número 1) el observador manifestó la característica del animal que le parecía más fácil para su identificación individual a una distancia de 100 a 200 metros (con binoculares). En la segunda parte (número 2) el observador puso su atención en las bandas de cuello y cara y la tarea consistió en reconocer cuál es la más vistosa o llamativa según su criterio. En la tercera parte (número 3) se utilizó la guía de campo aquí propuesta; y el experimento consistió en observar a un solo animal intentando reconocer la categoría que presentaba en cada banda dicho individuo. En los resultados que se muestran a continuación, el número 4 representa las categorías que se le designaron previamente a cada animal en el programa de File Maker (Anexo 5) (los números romanos representan la banda o variable y los números cardinales representan las categorías).

A continuación se enlistan los diferentes observadores, sus respuestas y la gráfica que compara lo observado en campo (gráfica color azul) con los datos introducidos en el programa File Maker Pro (gráfica color rosa).

Observador #1

1. Las bandas del cuello y los cuernos
2. La banda inferior de frente, la banda superior de costado y los cachetes
3. I-2, II-4, III-2, IV-4, V-8, VI-1, VII-4, VIII-3, IX-3, X-3
4. I-2, II-4, III-2, IV-4, V-10, VI-1, VII-4, VIII-3, IX-3, X-3 (berrendo Julio)

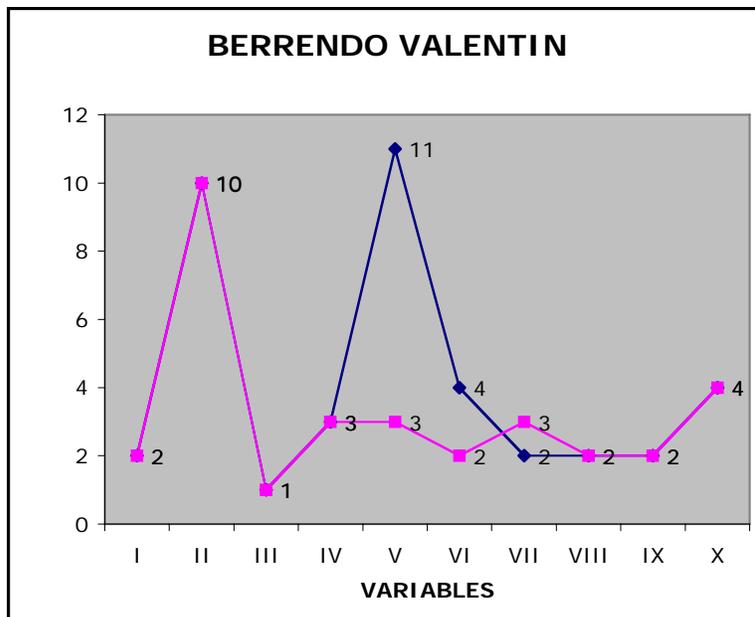
Figura 12. Observador #1. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #2

1. Franjas del cuello y cuernos
2. Banda superior, pecho blanco que tiene como picos hacia los laterales
3. I-2, II-10, III-1, IV-3, V-11, VI-4, VII-2, VIII-2, IX-2, X-4
4. I-2, II-10, III-1, IV-3, V-3, VI-2, VII-3, VIII-2, IX-2, X-4 (berrendo Valentin)

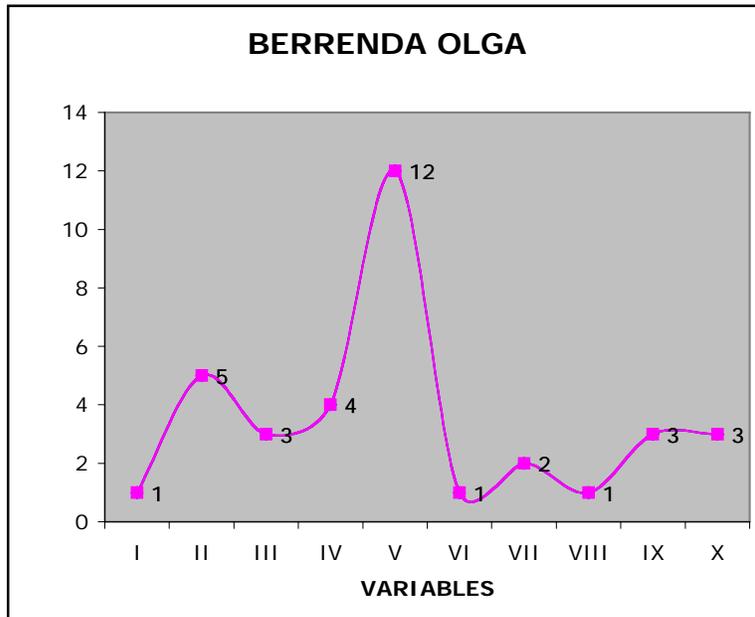
Figura 13. Observador #2. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #3

1. Cuello, cuernos y color de la cara
2. Cachetes
3. I-1, II-5, III-3, IV-4, V-12, VI-1, VII-2, VIII-1, IX-3, X-3
4. I-1, II-5, III-3, IV-4, V-12, VI-1, VII-2, VIII-1, IX-3, X-3 (berrenda Olga)

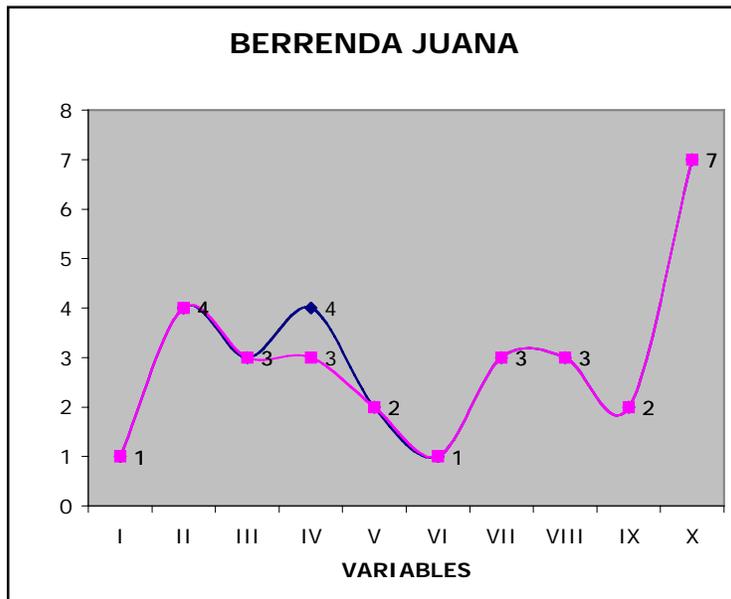
Figura 14. Observador #3. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #4

1. Bandas del cuello
2. Pecho
3. I-1, II-4, III-3, IV-4, V-2, VI-1, VII-3, VIII-3, IX-2, X-7
4. I-1, II-4, III-3, IV-3, V-2, VI-1, VII-3, VIII-3, IX-2, X-7 (berrenda Juana)

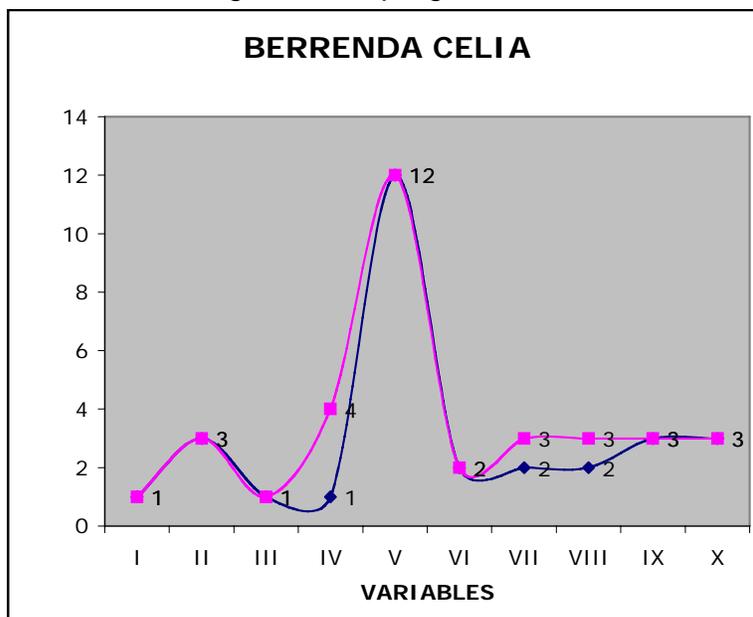
Figura 15. Observador #4. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #5

1. La cara
2. Banda inferior y pecho
3. I-1, II-3, III-1, IV-1, V-12, VI-2, VII-2, VIII-2, IX-3, X-3
4. I-1, II-3, III-1, IV-4, V-12, VI-2, VII-3, VIII-3, IX-3, X-3 (berrenda Celia)

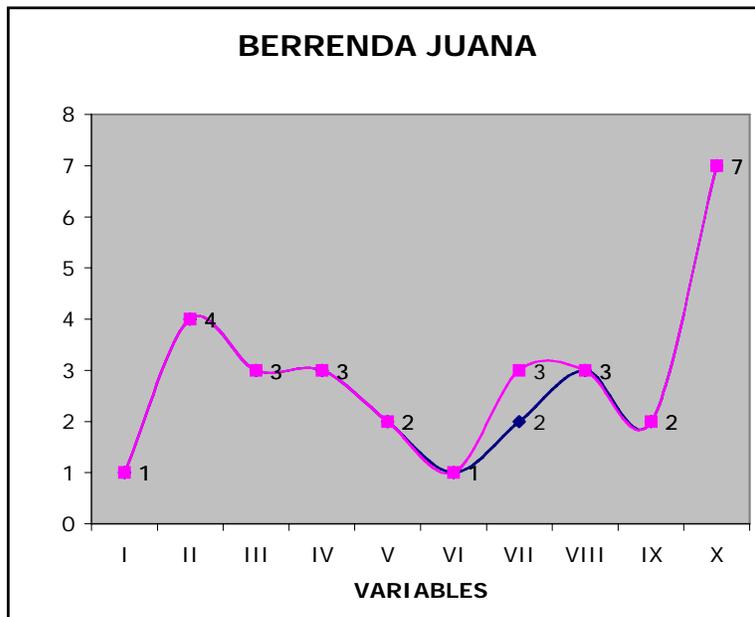
Figura 16. Observador #5. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #6

1. Cara y cuello
2. banda inferior y las bandas vistas de costado
3. I-1, II-4, III-3, IV-3, V-2, VI-1, VII-2, VIII-3, IX-2, X-7
4. I-1, II-4, III-3, IV-3, V-2, VI-1, VII-3, VIII-3, IX-2, X-7 (berrenda Juana†)

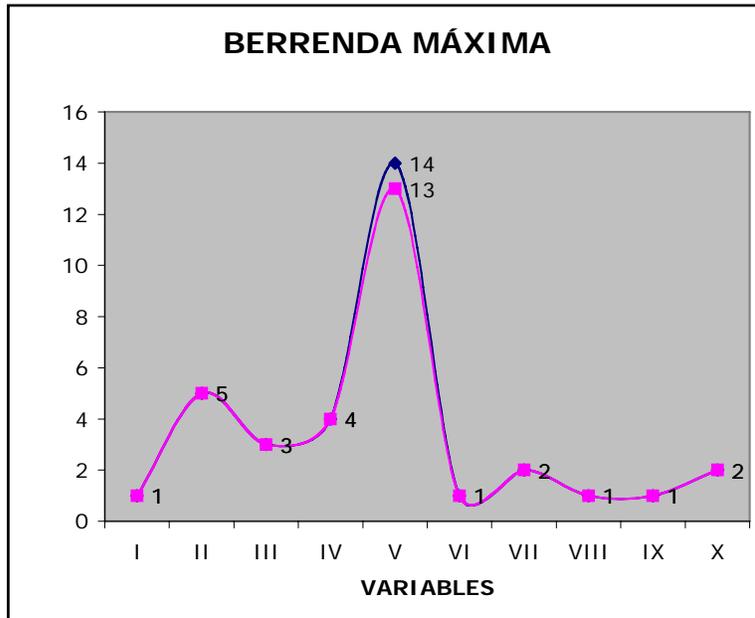
Figura 17. Observador #6. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Observador #7

1. Cuello
2. Banda Superior
3. I-1, II-5, III-2, IV-4, V-14, VI-1, VII-2, VIII-1, IX-1, X-2
4. I-1, II-5, III-2, IV-4, V-13, VI-1, VII-2, VIII-1, IX-1, X-2 (berrenda Máxima)

Figura 18. Observador #7. Comparación entre lo observado y la foto-identificación original en el programa File Maker.



Cálculos estadísticos descriptivos

El análisis de parentesco (pedigree viewer, SAS system) realizado en la población no presentó consanguinidad entre los individuos estudiados, tal y como lo muestra el libro padre. Este análisis se llevó a cabo para corroborar si los individuos estudiados presentaban algún grado de endogamia. En la tabla 3 se muestra el parentesco entre todos los individuos donde se puede observar que el valor más alto de coeficiente de covarianza es 1 en el cuál se relacionó un individuo consigo mismo, el valor que le sigue (0.500) es el resultado de una relación de parentesco de padre e hijo. El valor de 0.250 representa el parentesco entre hermanos y los valores menores a este número indican mayor lejanía en el parentesco. No se encontraron valores más altos en el coeficiente de covarianza por lo tanto no existe grado de consanguinidad.

Tabla 3. Relación de parentesco entre los berrendos foto-identificados

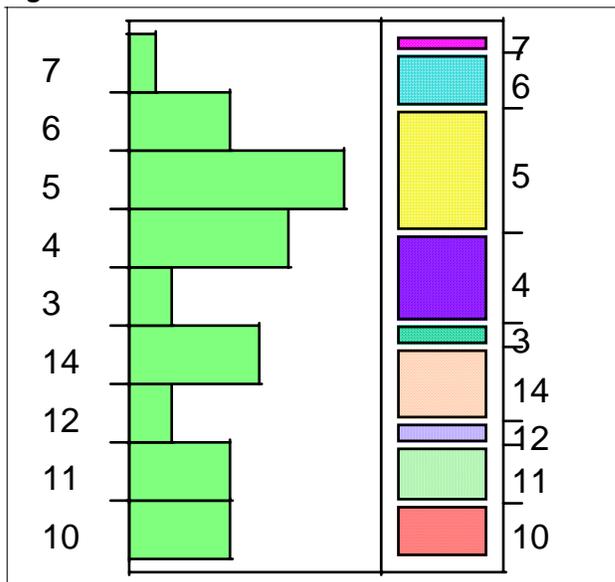
Parentesco	Valores obtenidos
Individuo relacionado consigo mismo	1.000
Relación con padre o madre	0.500
Relación de hermanos	0.250
Relación de primos o sin relación de parentesco	> 0.125

Por otro lado se llevó a cabo un análisis simple de frecuencias (aplicando el programa jump) para conocer como se distribuyen las 9 variables con sus diferentes categorías encontradas en un total de 66 individuos. En algunos casos hay menos individuos analizados debido a que no se pudo determinar cuál era exactamente la categoría en la fotografía.

Se realizó una hoja en excel en la que se incluyen las bandas y categorías de cada animal (Anexo 4) y comparándolas entre sí se encontró que no existen dos individuos de la población estudiada que muestren una combinación igual de categorías.

A continuación se presentan 9 figuras (de la figura 12 a la figura 20) que corresponden a las 9 variables encontradas, en las cuáles, se muestra la distribución de cada categoría, es decir, la frecuencia con la que se presenta dicha categoría en la población estudiada. Después de cada cuadro hay una tabla (de la tabla 4 a la 12) de frecuencias indicando: el número asignado a cada categoría (los números de las categorías se muestran en la Guía de Campo en el Anexo 3); la cantidad de individuos que presentan dicha categoría y la probabilidad con la cuál esa categoría se presentó en la población. Los valores totales indican: el total de categorías que se presentaron en la población y el total de individuos estudiados.

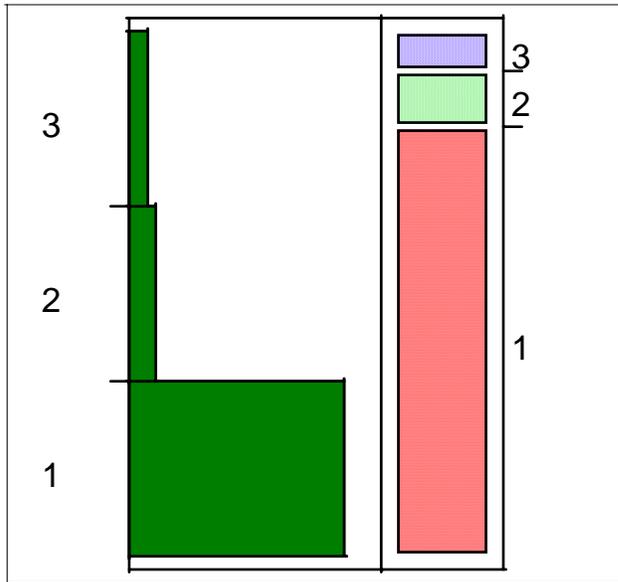
Figura 19. II BANDA SUPERIOR



Categorías	Individuos que presentan	que la Probabilidad
10	7	0.10938
11	7	0.10938
12	3	0.04688
14	9	0.14063
3	3	0.04688
4	11	0.17188
5	15	0.23438
6	7	0.10938
7	2	0.03125
Total	64	1.00000

Tabla 4. Frecuencias BS

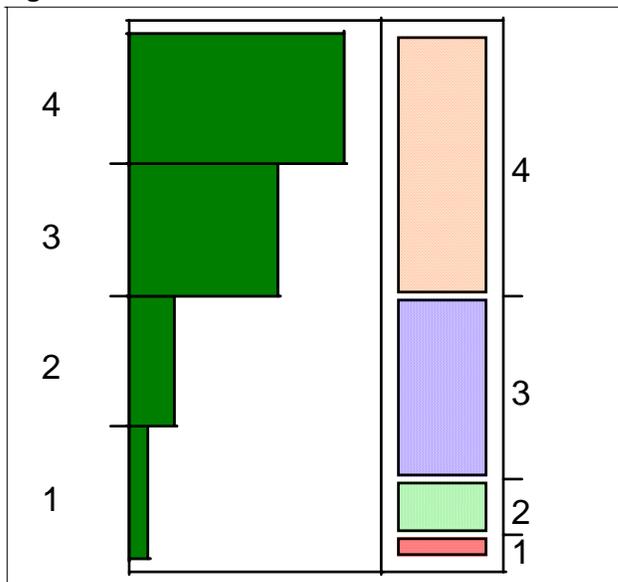
Figura 20. III UNION ENTRE BANDA SUPERIOR E INFERIOR



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	54	0.81818
2	7	0.10606
3	5	0.07576
Total	3	66
		1.00000

Tabla 5. Frecuencias BS/BI

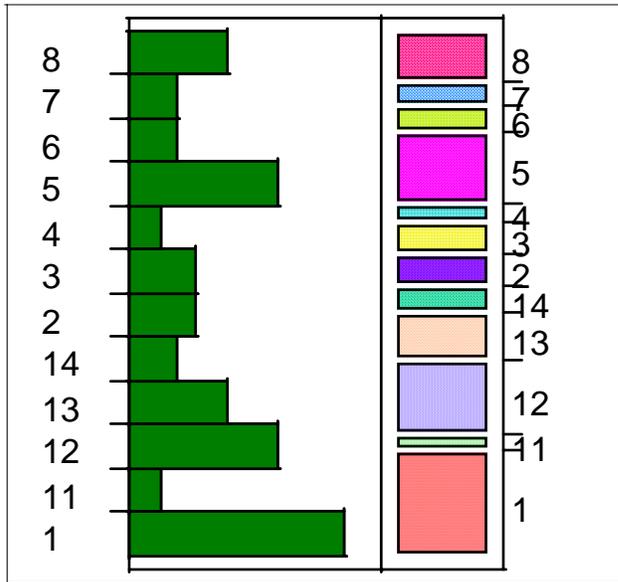
Figura 21. IV BANDA INFERIOR PARTE ARRIBA



Categorías	Individuos que la presentan	que	la Probabilidad
1	3		0.04688
2	7		0.10938
3	22		0.34375
4	32		0.50000
Total	4	64	1.00000

Tabla 6. Frecuencias BI

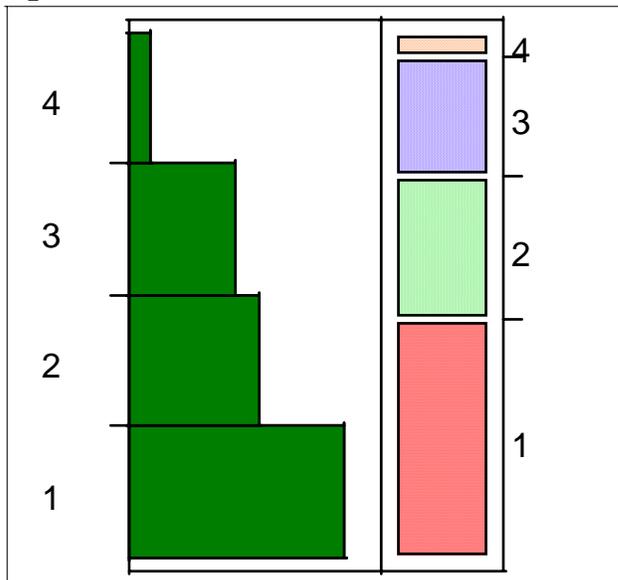
Figura 22. V BANDA INFERIOR UNIDA AL PECHO



Categorías	Individuos presentan	que	la Probabilidad
1	13		0.20313
11	2		0.03125
12	9		0.14063
13	6		0.09375
14	3		0.04688
2	4		0.06250
3	4		0.06250
4	2		0.03125
5	9		0.14063
6	3		0.04688
7	3		0.04688
8	6		0.09375
Total	64		1.00000

Tabla 7. Frecuencias B/P

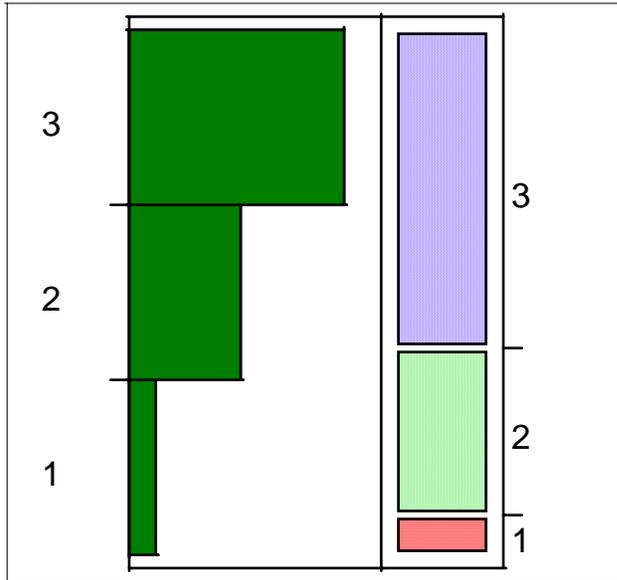
Figura 23. VI BANDA SUPERIOR COSTADO IZQUIERDO



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	30	0.45455
2	18	0.27273
3	15	0.22727
4	3	0.04545
Total	66	1.00000

Tabla 8. Frecuencias BSCI

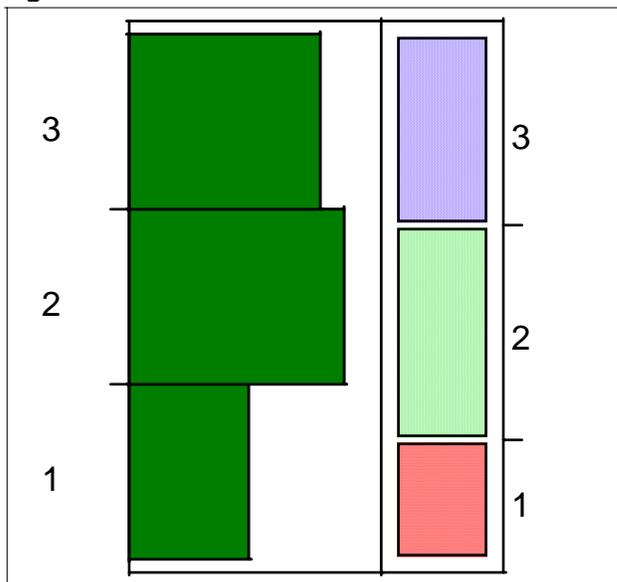
Figura 24. VII BANDA INFERIOR COSTADO IZQUIERDO



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	5	0.07576
2	21	0.31818
3	40	0.60606
Total	66	1.00000

Tabla 9. Frecuencias BICI

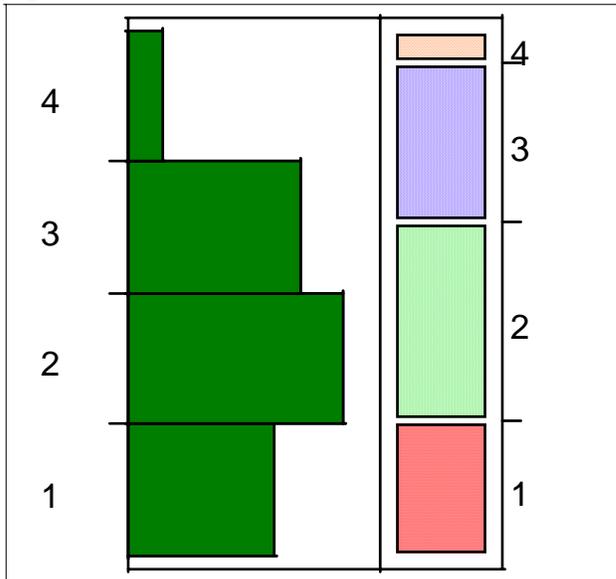
Figura 25. VIII PECHO COSTADO IZQUIERDO



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	15	0.22727
2	27	0.40909
3	24	0.36364
Total	66	1.00000

Tabla 10. Frecuencias PCI

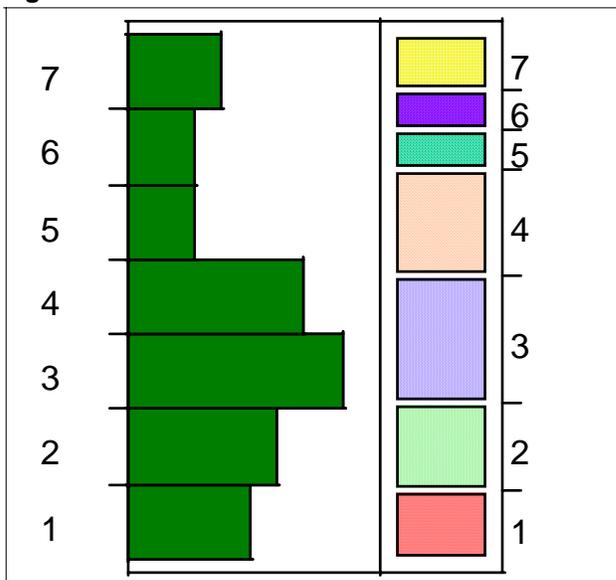
Figura 26. IX BANDA MAXILA SUPERIOR



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	17	0.25758
2	25	0.37879
3	20	0.30303
4	4	0.06061
Total	66	1.00000

Tabla 11. Frecuencias BMS

Figura 27. X BANDA MANDÍBULA INFERIOR



Categorías	Individuos que la presentan	Probabilidad
1	9	0.13636
2	11	0.16667
3	16	0.24242
4	13	0.19697
5	5	0.07576
6	5	0.07576
7	7	0.10606
Total	7	66
		1.00000

Tabla 12. Frecuencias BMI

Con un análisis de contingencia (en el mismo programa jump) se calculó la distancia que existe entre las variables para saber si éstas son o no independientes. Se comparó cada variable con todas las otras para toda la población estudiada. La independencia de las variables es determinada por valores cercanos a 1 e indican mayor probabilidad de combinaciones; éste fue el caso en la mayoría de las comparaciones realizadas. Sólo se observaron dos casos de variables dependientes que presentaron valores inferiores al ser comparadas: IV-VIII (Banda inferior parte de arriba con banda del pecho costado) con un valor de 0.0016 y VI-VIII (Banda superior costado con banda del pecho costado) con un valor de 0.0246.

A continuación se realizaron análisis de discriminación para determinar la "importancia o necesidad" de cada variable, es decir, cuál variable brinda mayor información para permitir la fotoidentificación (tabla 13).

Se jerarquizaron las bandas o variables según el número de categorías que se observaron en la población estudiada. Se calcularon los valores de la media, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV) para comparar la media y DE de todas las variables. Por último con estos datos se obtuvo el Límite de Confianza Superior (LCS) de la Media para saber el poder de discriminación de cada variable.

BANDA	CATEGORÍAS	MEDIA	DE	CV	LCS
V	12	5.27272727	3.42008329	64.8636486	12.1128938
II	9	7.11111111	4.19655944	59.0141171	15.50423
X	7	9.14285714	4.45078912	48.680506	18.0444354
VIII	3	21.3333333	5.6862407	26.6542533	32.7058147
IX	4	16	8.98146239	56.1341399	33.9629248
VI	4	16	11.5470054	72.1687836	39.0940108
IV	4	16	13.4412301	84.0076881	42.8824602
VII	3	21.3333333	16.5025251	77.3555862	54.3383835
III	3	21.3333333	26.5769324	124.57937	74.487198

Tabla 13. Variables con mayor o menor grado de discriminación.

Como se puede observar en la tabla 13 a mayor número de categorías el valor de la media y la desviación estándar resulta menor. El LCS de la media presenta valores bajos para las variables con mayor número de categorías. Por lo tanto se pudo conocer que las variables menos discriminatorias son la III, VII, IV, IV, IX, VIII. Esto quiere decir que las variables más discriminatorias (más importantes o necesarias) para poder identificar a un individuo son la variable V (Banda Inferior unida al Pecho), la variable II (Banda Superior, de frente) y la variable X (Mandíbula).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo, que consistió en el desarrollo de un método de foto-identificación para reconocer por medio de sus marcas naturales a los individuos de la Estación Berrendo, surge como una necesidad del proyecto de recuperación y conservación del Berrendo Peninsular iniciado desde 1997 (Anexo 1). La importancia de identificar a los animales de la Estación Berrendo se volvió inminente cuando la población cautiva aumentó en número. Una de las prioridades de este proyecto es controlar la reproducción impidiendo la endogamia, por lo tanto es indispensable reconocerlos individualmente. Por este motivo se inició la recopilación de un archivo fotográfico con el fin último de verificar si efectivamente existe una diferencia significativa entre las bandas de cada animal que pueda servir para identificar a cada individuo. Posteriormente fue necesario crear un método que permitiera encontrar al animal en cuestión dentro del archivo general. El método propuesto en esta tesis es el inicio de un estudio de foto-identificación con Berrendo Peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*) y puede servir como base para foto-identificar otras subespecies del género.

De la metodología utilizada

Un primer acercamiento para desarrollar el método de identificación consistió en hacer una clave dicotómica elaborando preguntas relacionadas con las formas y tipos de bandas. Ese proceso no dio los resultados esperados ya que no se podía llegar a los animales individualmente sino en grupos, por lo tanto se probaron métodos diferentes hasta llegar a realizar una base de datos que contiene todos los animales identificados y las categorías para cada banda.

Para la toma de las fotografías la forma más útil y eficiente fue desde un escondite; para los animales en cautiverio esta técnica resulta factible ya que todos los animales se juntan en un mismo punto del corral. Sin embargo, para hacer foto-identificación de animales silvestres Yoakum y O'Gara 2004 recomiendan usar vehículos que permitan al observador acercarse a los animales. Además probablemente se deberán colocar escondites en lugares claves por los cuáles los berrendos transiten continuamente quizás colocando bebederos o comederos para atraerlos o usar otras técnicas como el foto trampeo.

Es muy importante tomar en cuenta los horarios a los que se toman las fotografías y las épocas del año. Esta recomendación es en general para cualquier trabajo de foto-identificación que se realice. Considero indispensable estandarizar los horarios de toma de fotografías para tener una misma calidad de luz y determinar cuáles son las fechas óptimas. En el presente trabajo se intentó seguir un patrón estándar con respecto a los horarios y las épocas del año, pero no se logró en todas las ocasiones, por lo tanto hay fotos con distorsiones de la luz y fotos de berrendos que no han terminado de pelear. Es importante recalcar que para fines de foto-identificación, las fotos de los animales y la observación de los mismos debe realizarse únicamente cuando el berrendo se encuentra erguido o en posición de alerta. En el caso de las bandas de los maxilares se observó que no se modifican con el movimiento por lo tanto

son las únicas dos bandas que pueden ser observadas en cualquiera que sea la posición del animal. Asimismo, se verificó que a partir de los dos meses de edad, los berrendos tienen las bandas definidas y estas permanecen igual en la edad adulta. En la figura 28 se puede observar como se matuvo el mismo patrón de bandas en un berrendo que fue fotografiado a los 4 meses y 11 meses después.



Figura 28. Fotografías del berrendo Jerónimo nacido en 2003, de 4 meses (izq.) y juvenil de un año y tres meses (derecha).

Experimentos en campo

Los experimentos en campo fueron realizados con la ayuda de la Guía de Campo que se propone en este trabajo, con el objeto de validar la funcionalidad del método, los observadores fueron siete, seis personas que visitaron el campamento, que les interesó participar en la observación y que no trabajan con los berrendos ni tienen familiaridad con la subespecie y una persona que sí trabaja y tiene contacto habitual con los animales. Con estos experimentos se demostró que la Guía de Campo es de gran utilidad para la observación de las bandas de los berrendos.

De los siete observadores seis afirmaron que las características para reconocer a un individuo a una distancia de 100 a 200 metros son las bandas del cuello. Tres opinaron que los cuernos son también una característica fácilmente visible que muestra variaciones importantes entre los machos. Dos comentaron que el color y rasgos de la cara podían ser una característica para reconocerlos. Este resultado sugiere que incluso a distancia se puede distinguir la diferencia que existe entre las bandas de cada individuo.

Las respuestas a la segunda pregunta fueron muy variadas. Tres coincidieron en que las bandas más llamativas son la Banda Inferior y el pecho. Dos mencionaron los cachetes y otros tres la Banda Superior, uno dijo que las bandas superior e inferior vistas de costado y otro hizo énfasis en el pecho visto de costado. En este caso podemos comentar que cada observador tiene un criterio muy distinto para reconocer la banda que le parece más llamativa. En las respuestas a la pregunta número 2 estuvieron incluidas las nueve bandas propuestas en esta tesis y ningún observador hizo mención de alguna otra parte del cuerpo, como la grupa o la parte inferior del animal las cuáles también presentan cambios en la coloración. De acuerdo a los resultados, no hubo una banda en particular que llamara la atención a todos los observadores por igual. Sin embargo, se encontró una correlación entre los resultados de los

experimentos en campo y los resultados estadísticos. En las observaciones en campo, tres personas mencionaron la Banda Inferior y el pecho como una característica muy llamativa lo cuál coincide con los cálculos estadísticos que indican que la banda con mayor grado de discriminación es la Banda Inferior unida al Pecho (la número V), es decir, es la banda que brinda mayor información para la identificación ya que tiene 14 categorías diferentes. A partir de estos resultados podemos deducir que cuando el método sea utilizado, dicha banda debe ser observada con detenimiento ya que proporciona información valiosa para el reconocimiento de individuos.

En campo se hace evidente que los observadores alcanzan a ver la variación de las bandas entre individuos o algunos simplemente mencionaron que las bandas de cuello son las características más vistosas. Se observó también que para el caso de los machos, los cuernos facilitan la identificación, pero al no ser una característica permanente, ya que los mudan cada año y crecen más grandes al siguiente o pueden cambiar de forma, se recomienda que el reconocimiento de los machos no dependa únicamente de esta característica (Byers 1997).

El último ejercicio realizado con los observadores en el cuál se probó el método de foto-identificación asistido por computadora dio resultados diversos; se pudo comprobar que una persona logró identificar exactamente al animal en cuestión mientras que las otras 6 observaron algunas categorías diferentes a las identificadas previamente en el programa File Maker Pro. Las bandas que fueron observadas con categorías distintas se muestran en las gráficas de los resultados. Como se muestra en los resultados estadísticos, es posible identificar a un berrendo con este método aunque no se logren observar las 9 bandas. El hecho de haber elegido 9 bandas para desarrollar éste método proporciona mayores posibilidades de identificar al individuo correcto.

Cálculos estadísticos

En el análisis de parentesco (pedigree viewer, SAS system) aplicado con base en los datos de los individuos foto-identificados se observó que no existe consanguinidad lo cuál corrobora los datos que se tenían previamente en el libro padre o studbook. Este dato es muy importante ya que uno de los objetivos prioritarios del PRBP es mantener a la población genéticamente sana.

Los datos del análisis de contingencia indican que las variables son casi en su totalidad independientes entre sí, es decir, la presencia de una categoría en particular no induce la presencia de otra. La independencia de las variables, por lo tanto significa que existe una capacidad alta de combinaciones en las variables y sus categorías, lo que refuerza la utilidad del método propuesto en este trabajo, ya que demuestra que no hay animales idénticos entre sí. En el caso de las variables que resultaron ser dependientes; variables IV-VIII (BI con PCI) y VI-VIII (BSCI con PCI), se puede observar que son variables poco discriminatorias es decir que presentan pocas categorías (figuras 21, 23 y 25), esta puede ser una razón por la cuál se manifiestan de manera conjunta

Se observaron tres variables con mayor grado de discriminación. La variable V (Banda Inferior unida al Pecho), la variable II (Banda Superior, de frente) y la variable X (Mandíbula) resultaron ser las más discriminatorias, esto significa que

el observador debe poner atención en estas tres variables principalmente y antes que las otras. Estadísticamente se encontró que si el observador registra estas tres variables podrá identificar en el programa File Maker al animal en cuestión. Y por supuesto, si logra observar las 6 restantes tendrá muchos más datos para identificar a un individuo. Estadísticamente no se encontró ninguna combinación de bandas que se repita en dos animales, inclusive si usáramos únicamente de referencia las tres bandas que se encontraron como las más discriminatorias.

En orden de prioridad se sugiere que las bandas sean observadas de la siguiente manera

- V. Banda Inferior unida al Pecho (BIP)
- II. Banda Superior (BS)
- X. Banda Mandíbula (Inferior) (BMI)
- VIII. Pecho Costado Izquierdo (PCI)
- IX. Banda Maxila (Superior) (BMS)
- VI. Banda Superior Costado Izquierdo (BSCI)
- IV. Banda Inferior (BI)
- VII. Banda Inferior Costado Izquierdo (BICI)
- III. Banda Superior unida a Banda Inferior (BS/BI)

Además de los resultados estadísticos que proveen datos concretos sobre las bandas más discriminatorias, mi recomendación es hacer una observación minuciosa de las bandas de la cara, es decir la Maxila y Mandíbula ya que son las bandas más fáciles de observar aún cuando el animal esté en movimiento.

Se propone realizar una foto-identificación continua de las nuevas generaciones para garantizar la utilidad del método. Independientemente del método asistido por computadora aquí propuesto, en la práctica se ha comprobado que las fotografías por si solas sirven para reconocer a los animales.

Actualmente la foto-identificación ya ha sido utilizada por el personal del PRBP. Se realizaron hojas de foto-identificación de cada uno de los 17 animales nacidos en 2002, los cuáles no fueron introducidos en el programa File Maker Pro debido a que se desconocía su identidad (no estaban identificados ni por corte de oreja ni por chip). Estas hojas de foto-identificación permitieron a los berrenderos reconocer a las 10 hembras junto con sus crías y separarlas. Posteriormente en colaboración con un equipo de especialistas de Los Angeles Zoo, Animal Kingdom de Disney y The Living Desert se procedió a atraparlas e identificarlas con chip y corte de oreja para reubicarlas a la Choya. Este método es de gran utilidad para los técnicos que trabajan en la Estación Berrendo permitiendo la identificación de los individuos, sobre todo para realizar movimiento y manejo de los mismos en épocas de reproducción. Así mismo puede ser utilizado para hacer estudios de investigación con los animales cautivos, en los que se requiera conocer la identidad de los individuos.

El Manual de procedimientos propuesto en este trabajo quedará como una base para la foto-identificación a partir de la cual se podrán llevar a cabo este tipo de proyectos con otras poblaciones de berrendo.

Independientemente del PRBP, este método puede ser utilizado en cualquier otro proyecto con berrendos en el cuál se realice la foto-identificación con los primeros individuos y desde el primer año de pariciones. Sin embargo, cabe señalar que este método fue diseñado para berrendos en cautiverio. El programa aquí utilizado puede ser modificado conforme nazcan nuevos animales y en caso de encontrar alguna modificación significativa (una nueva categoría) para las bandas propuestas, éstas podrán ser adicionadas a la base de datos.

La foto-identificación es un método útil y eficaz para el reconocimiento de individuos, pero es importante recalcar que al ser usado con algún otro método de identificación artificial se complementa y por lo tanto la posibilidad de reconocer al individuo correcto es mucho más certera. En el caso de la Estación Berrendo se utilizan tres métodos diferentes de identificación. El corte de orejas, la colocación de un chip en la nuca y la foto-identificación. Para reconocer a los animales en el primer caso se necesitan binoculares y que los cortes indicando la numeración se hayan realizado en el lugar correcto. El segundo método requiere que el aparato lector de chip sea deslizado por la nuca del animal, situación que sólo se puede dar en tres casos: cuando se atrapa al animal, cuando el animal muere o si se tiene colocado un arco lector. El tercer método que se desarrolló en esta tesis requiere observación y familiaridad con los animales y sus bandas, la mayoría de las veces se necesitan binoculares y si es posible una cámara digital la cuál puede ser de gran ayuda para reconocer al animal con mayor detalle, ya que se le pueden tomar fotos en las diferentes posturas y posteriormente bajarlas en una computadora y hacer acercamientos de las bandas para una identificación más certera en el programa File Maker Pro.

Conforme a los objetivos particulares de este trabajo de tesis podemos concluir que se logró desarrollar un archivo fotográfico de 86 animales reconociendo la identidad de cada uno, identificando y caracterizando nueve bandas con sus respectivas variaciones en cada animal.

A partir del desarrollo de este trabajo se pueden sugerir algunas recomendaciones para trabajos futuros de foto-identificación. En el Anexo 2 se enlistan en el Manual de Procedimientos los pasos a seguir para realizar el proceso con algunas dificultades ya resueltas.

En el diseño del método propuesto en esta tesis se utilizaron las fotos de los animales, es decir, todos los esquemas de las bandas observadas fueron basadas en las fotografías. Es importante prestar atención a este dato ya que las condiciones varían cuando el animal es observado en campo. La principal recomendación es esperar a que el animal esté erguido para poder observar sus bandas, lo que sucede muy a menudo pero sólo en instantes ya que generalmente los berrendos se encuentran en constante movimiento o alimentándose.

Para la utilización de este método de foto-identificación y para una mayor eficacia es muy importante tomar en cuenta que debe ser aplicado por personas dedicadas a la observación detallada de los animales, este método no sirve para alguien que no está familiarizado con los animales ni sus bandas.

Un método posible para sistematizar el trabajo de foto-identificación es colocar un arco lector de Microchip AVID en alguna zona de pastoreo de berrendos o cerca de comederos y bebederos que se coloquen especialmente para este fin. El chip es detectado en el momento en que los animales pasan por debajo del arco y a su vez una cámara digital sensible al movimiento toma varias fotos de ese berrendo, entonces se puede relacionar la foto con el número de chip y de esa manera generar un archivo fotográfico de los animales. El sistema de foto-trampeo o el arco lector serían de gran utilidad en los corrales de la Estación Berrendo y en el proyecto de preliberación de la Choya.

El desarrollo de esta tesis trajo consigo muchas preguntas que podrían ser contestadas en proyectos futuros.

Una de ellas es identificar si la herencia fenotípica de los patrones de coloración proviene del padre, de la madre o es una combinación al azar.

A simple vista pude observar que los patrones de las bandas son heredados por las siguientes generaciones, esto posiblemente implicaría que en una población controlada como la de la Estación Berrendo, exista una similitud entre bandas cada vez mayor dentro de un mismo grupo familiar (en la Estación existen tres grupos familiares en corrales separados), ya que todos los individuos de una misma generación comparten el mismo padre.

Una posible investigación futura es calcular el estrés de la población de berrendos en cautiverio midiendo las asimetrías fenotípicas de las bandas. Estudios realizados indican que cuando existen asimetrías en algún patrón determinado estas pueden indicar niveles de inestabilidad en el desarrollo de la población ya sea por falta de alimento, por reducción de espacio, por endogamia, por condiciones desfavorables del medio, entre otras (Kark *et al.* 2004, Lens *et al.* 2002).

Otro trabajo posible es realizar una foto-identificación de animales silvestres y compararlas con las bandas que presentan los animales en cautiverio. En este caso sería necesario colocar comederos o bebederos en algún lugar del desierto para atraer a los berrendos silvestres pero esto puede poner en riesgo a los animales frente a la cacería furtiva y depredadores naturales, por lo tanto un procedimiento de este tipo deberá hacerse con todas las precauciones necesarias de protección y cuidado de los individuos.

Por último, podemos concluir que la foto-identificación es un método muy útil para identificar individuos a través de sus marcas naturales. En el caso de los berrendos se comprobó que es posible reconocer a los individuos por sus marcas naturales y también se confirmó que para reconocer a los individuos se requiere un contacto habitual con los animales, este método sirve para personas que se dediquen a observar a los animales detenidamente en caso contrario es difícil que funcione.

La propuesta de esta tesis es el inicio de un trabajo de foto-identificación con berrendo peninsular en México y su uso se puede extender a trabajos de conservación con las tres subespecies de berrendo que existen en el país, *A.a.peninsularis*, *A.a.sonorensis* y *A.a. mexicana*, así como con las subespecies *A.a.americana* y *A.a.oregona* en Estados Unidos.

Anexo 1. Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular

Se conocen diversos antecedentes de crianza en cautiverio con berrendos en diferentes poblaciones de Norteamérica (Nichol 1942, Sánchez y Alcerreca 1979, 1981 y 1982 y Ramírez 1985) los cuáles han tenido poco éxito debido a la muerte de la mayoría de recentales por enfermedades, accidentes y depredación. En el desierto de El Vizcaíno se hicieron dos intentos (dirigidos por el “Plan de Rescate del Berrendo de Baja California” establecido en 1982) de captura y crianza de berrendos en cautiverio en los años de 1984 y 1985, pero las 3 crías fallecieron por accidentes en el manejo de las mismas. En 1982 se consideró inminente la extinción del berrendo en el Desierto de Vizcaíno y por lo tanto la posible extinción de la subespecie peninsular. Debido a la falta de presupuesto este programa no tuvo continuidad (Jaramillo 1989).

Nagy (1984) propone la crianza en cautiverio de recentales como opción para la recuperación del berrendo peninsular. En 1998 se dio inicio al *Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular* cuyo objetivo principal es excluir al Berrendo Peninsular de la categoría de especies y subespecies en peligro de extinción, aumentando su población mediante el manejo extensivo e intensivo en áreas controladas dentro de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, B.C.S.

El PRBP contempla tres líneas de acción: el **manejo intensivo** de un hato reproductor en cautiverio que garantice la permanencia de la subespecie y el incremento de la misma en condiciones controladas, el **manejo extensivo** dirigido a la vigilancia y monitoreos mensuales en el hábitat actual del berrendo (“pastoreo de manadas”) y realizando censos anuales en avioneta y camionetas simultáneamente. Por último el trabajo con las comunidades cercanas al área de distribución del berrendo a través de diversos programas de **educación ambiental** (PRBP 1998).

Para este fin en 1997 se levantó un corral de malla borreguera con una extensión aproximada de 300 ha. rodeado por un cerco eléctrico (para evitar la introducción de coyotes). La instalación del sistema de cautiverio y la Estación Berrendo se encuentran en el corazón del hábitat del berrendo y están ubicados cerca de la desviación a Bahía Asunción y Bahía Tortugas en las coordenadas 27° 23' 43" y 114° 03' 25". El corral está diseñado con varias divisiones las cuáles son modificadas según las necesidades de la población cautiva. Tiene además una “trampa pasiva” de 70 ha. en la parte sureste del corral cuya “puerta” de 400m permanece abierta durante todo el año. Por esta trampa han entrado muchos berrendos silvestres que guiados por la fragancia de los animales cautivos, son atraídos hacia el interior. Los vientos predominantes son del noroeste (Jaramillo 1989) por lo tanto los animales que transitan por la parte sur del corral perciben fácilmente el olor y entran sin ser perturbados, de ahí el nombre de trampa pasiva (PRBP 1998).

Los animales están separados en cuatro corrales distintos, tres en grupos familiares de hembras con sus crías y otro de machos juveniles y adultos. Esto es con el fin último de controlar la reproducción, eligiendo cada año a un solo macho para cada grupo familiar. La idea medular de este proyecto es mantener la mayor diversidad genética del hato para que una vez que sean reintroducidos

los animales al desierto, tengan mayores posibilidades de sobrevivir. Las cruza entre individuos que tienen algún parentesco incrementan la posibilidad de tener alelos homocigotos y por lo tanto ésta endogamia reduce el éxito reproductivo y contribuye a la extinción en poblaciones pequeñas. La estrategia propuesta para impedir la endogamia de los animales en cautiverio es incrementar el número de machos silvestres cada año. Los machos que entran por la trampa pasiva son los principales candidatos para reproducirse con los grupos de hembras disponibles y una vez terminada la época de apareamiento son los principales candidatos para ser liberados.

Desde el año 2001 se implementó un registro denominado *Libro Padre* en el cuál se incluyen las características individuales de cada animal en cautiverio y el parentesco entre los mismos. Los datos del *Libro Padre* son exportados al programa PM2000 (Pollack *et al.* 2002) con el cuál se puede obtener el índice de parentesco o "Mean Kinship" (MK) y conocer las cruza genéticamente viables en la población. Para lograr este fin, el personal del PRBP ha trabajado en coordinación con Jeff Holland y la Dra. Cox del Zoológico de Los Ángeles (experta en genética de pequeñas poblaciones) reuniendo toda la información necesaria cada año para incluir los datos al programa y en base a los resultados decidir qué ejemplares machos serán introducidos a los corrales de hembras.

Considerando que el manejo de los animales es indispensable para tener un control de la reproducción del hato, es esencial por lo tanto realizar una identificación individual de los animales del corral. Teniendo a los animales bien identificados se podrá planificar el manejo reproductivo y tener una base de datos con observaciones de diversos tipos, por ejemplo, el sistema jerárquico de la manada; historia clínica y conducta, entre otro tipo de estudios (PRBP 1998). Para cumplir con este objetivo, han sido implementados varios métodos de identificación individual en la población cautiva. Entre ellos, la aplicación de chips en la nuca de cada animal; el corte de orejas siguiendo un patrón de numeración binaria; la colocación de collares de telemetría en algunos individuos para su monitoreo en vida silvestre y el desarrollo e implementación de un método de fotoidentificación, finalidad principal de esta tesis.

En 2005 se llevó a cabo la primer reubicación y pre-liberación de 26 berrendos a la Choya los cuáles continúan siendo monitoreados por el personal del PRBP en un área de 23 mil ha; estos animales podrían ser observados con binoculares e identificados con el método de foto-identificación desarrollado en este trabajo.

Anexo 2. Manual de procedimientos para la foto-identificación del berrendo peninsular

Los berrendos poseen marcas naturales únicas de cada individuo que facilitan su reconocimiento. El color del berrendo es una combinación de café-rojizo, con manchas blancas en el cuerpo y la cara, así como, marcas negras en la cabeza, y únicamente los machos presentan un parche negro debajo de las orejas (Yoakum y O'Gara 2000). La nuca presenta una crin negra, mientras que la región abdominal, la grupa, dos bandas transversales en el cuello y las franjas de los maxilares¹, son blancas (Hall 1981).

Cada individuo presenta patrones de coloración diferentes. Basándonos en estudios realizados con el berrendo americano (*A.a. americana*), sabemos que las franjas del cuello y maxilares se pueden diferenciar suficientemente entre individuos y que por lo tanto posibilitan la identificación de cada uno de ellos (Kitchen 1974, Byers 1997).

En el caso del berrendo peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*) en cautiverio y los berrendos liberados en la Choya, la foto-identificación como método para el reconocimiento de cada individuo, al ser un método no invasivo, es una de las alternativas más viables y se complementa con otros métodos de identificación. A continuación se proponen una serie de recomendaciones para llevar a cabo la foto-identificación del berrendo.

Tipo de cámara fotográfica, escondite y épocas favorables

Las fotografías deben ser tomadas con una cámara digital con telefoto y Estabilizador de Imagen. Es recomendable tomar las fotos en modo automático para tener la posibilidad de disparar muchas fotos seguidas.

Preferentemente las fotos deben ser tomadas temprano por la mañana hasta antes del medio día y por la tarde después de las 15 ó 16 hrs. dependiendo la época del año. En estas horas la luz es mejor ya que no produce sombras en los animales, además coinciden con los picos de actividad de los berrendos. Si el día está nublado las fotos pueden ser tomadas a cualquier hora.

Se recomienda colocar un escondite o refugio cerca de comederos o bebederos dos o tres días antes de iniciar la toma de fotografías para que los animales se acostumbren al nuevo objeto. El escondite debe situarse a 10 ó 15 m. por el lado contrario a donde viene el viento, en este caso, del lado sureste de los comederos (tomando en cuenta que en el desierto de El Vizcaíno los vientos predominantes son del noroeste) para que la persona no sea detectada por los berrendos. El escondite debe tener una abertura a la altura de los berrendos por donde se pueda sacar el lente de la cámara.

Para entrar al escondite es preferible hacerlo al momento de poner la comida en los comederos, acompañando al berrendero que desarrolle dicha tarea. Además es importante no llevar colores vistosos ni usar perfumes o jabones que atraigan la atención de los animales.

¹ los berrendos tienen dos franjas blancas en los maxilares (maxila y mandíbula) que pueden ir desde el labio superior o inferior hasta la oreja

La mejor época del año para tomar fotografías a los berrendos peninsulares es después del invierno cuando éstos han pelechado y les crece pelo nuevo. En el caso de los recién nacidos las fotografías pueden ser tomadas a los dos meses de edad cuando las marcas del cuello y cara ya están bien definidas.

De la toma de fotografías

Una vez dentro del resguardo se tomarán **TODAS LAS FOTOS POSIBLES** de los animales de frente y perfiles asegurándose de fotografiarlos al menos desde la cabeza hasta el pecho. **La foto-identificación en los berrendos es posible únicamente cuando el animal esta erguido o en posición de alerta**, por lo tanto de preferencia las fotos deben ser tomadas cuando los animales están en esa posición, si el animal está agachado la foto no es útil para foto-identificarlos. En el caso de que sean madres con crías es necesario tomarles fotos juntos para vincularlos en el momento de hacer la edición fotográfica.

En caso de que algún berrendo tenga características particulares (por ejemplo, las patas manchadas) es importante sacar fotos de dicha característica y archivarla con las fotos de frente y perfil del animal.

Del archivo fotográfico

Es necesario archivar las fotos en computadora siguiendo un orden específico. Se archivan las fotos según el grupo de animales con el que se este trabajando, por ejemplo a) Hembras con crías de algún corral específico b) machos adultos y juveniles o c) animales liberados en la Choya.

De la edición fotográfica

Para editar las fotos es importante cortarlas dejando únicamente la parte que nos es útil para la foto-identificación es decir, por el frente desde los cuernos hasta donde empiezan las patas delanteras y de perfil desde la cabeza hasta el pecho. La edición se puede realizar en el programa de computadora Adobe Photoshop. En este mismo programa se puede hacer un ajuste de color y brillo si es necesario.

A continuación se agrupan todas las fotografías de un mismo animal en sub-archivos separados (por ejemplo, el archivo del corral 2A se puede dividir en cuatro archivos distintos: 1.Hembras adultas; 2.Hembras juveniles de 2004; 3.Crías hembras de 2005; 4.Crías machos de 2005; y a su vez estos archivos tienen a cada animal por separado).

Del reconocimiento de cada animal

Al observar a las berrendas se puede saber fácilmente cuáles son sus crías ya que estas siguen a su madre varios meses después de nacidas aún cuando han sido destetadas a los cuatro meses de edad. Actualmente algunas hembras ya han sido identificadas fotográficamente o por cortes en las orejas, esto servirá como referencia para identificar a sus crías. Es necesario obtener fotografías de madres con sus crías ya que esto facilita la identificación; de esa manera se puede saber: Primero cuantas crías tiene cada berrenda y de que sexo; y

segundo, reconocer a esas crías por sus marcas en cuello y maxilares y relacionarlas con las fotografías de la madre.

En la Estación Berrendo en cada época de pariciones las crías recién nacidas son capturadas para colocarles un chip, hacerles un corte de orejas, pesarlas, medirlas, identificar el sexo, tomarles la temperatura. Antes de llevar a cabo este procedimiento la madre ha sido previamente identificada con binoculares. Por lo tanto se puede saber por ejemplo que Abril tuvo una hembra y un macho en 2004 (Arcadio y Ariadna, con números de chip 084*272*122 y 084*315*323 y con cortes de oreja #1 y #2 respectivamente).

Identificación de las manchas de cara y cuello con el método de foto-identificación utilizando el programa File Maker Pro

Una vez sean archivadas las fotos de los animales por separado se inicia la identificación de sus marcas. En este caso se usarán las fotografías de frente y perfil izquierdo.

En el trabajo de tesis **Foto-identificación del Berrendo Peninsular *Antilocapra americana peninsularis* con base en los patrones de coloración**, se identificaron 9 tipos de bandas (variables) y para cada variable se observaron diferentes categorías.

A continuación se muestra un esquema de las bandas o variables (cuadro 1) y se enlistan los nombres para cada una con la cantidad de categorías observadas.

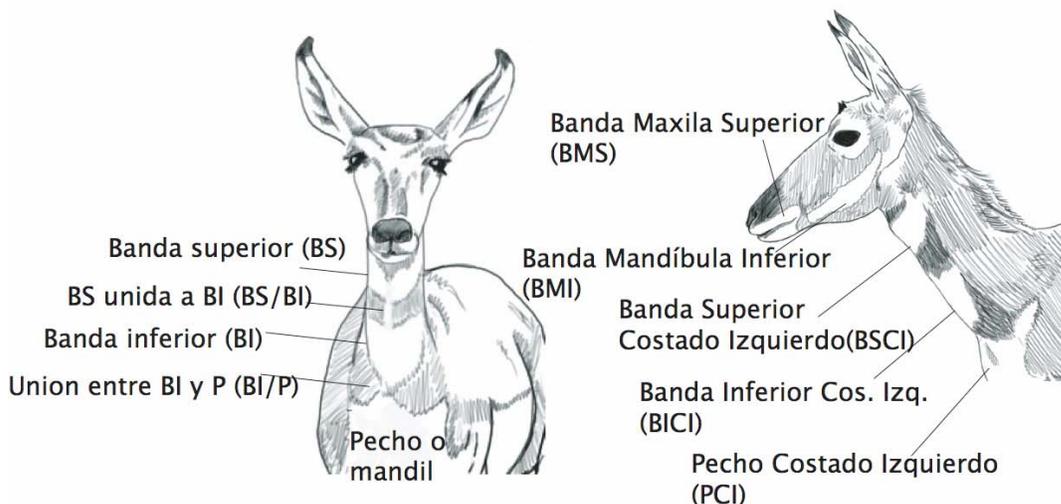


Figura 1. Esquema de berrendo y bandas de frente y perfil izquierdo.

Cuadro 1. Diferentes tipos de bandas (variables) y número de categorías observadas en cada uno de los berrendos (*A.a.peninsularis*) estudiados en la Estación Berrendo.

BANDAS O VARIABLES DE FRENTE	# DE CATEGORÍAS OBSERVADAS
Banda Superior (BS)	14
Banda Superior unida a la Banda Inferior (BS/BI)	3
Banda Inferior (parte de arriba) (BI)	5
Banda Inferior unida al Pecho (BI/P)	14
BANDAS O VARIABLES DEL COSTADO IZQUIERDO	# DE CATEGORÍAS OBSERVADAS
Banda Maxila (superior) (BMS)	4
Banda Mandíbula (inferior) (BMI)	7
Banda Superior Costado Izquierdo (BSCI)	4
Banda Inferior Costado Izquierdo (BICI)	3
Pecho Costado Izquierdo (PCI)	3

Los berrendos tienen 9 bandas (variables) identificadas que varían en cada individuo, cada una de estas bandas tiene un número diferente de categorías las cuáles se explican a continuación. Todas estas bandas pueden ser fácilmente distinguibles debido a que el contraste de los patrones de coloración es entre los colores blanco y café-rojizo del berrendo. Todas las bandas que se deben observar para este método de foto-identificación son blancas. Los dibujos fueron realizados en negativo, es decir, las categorías de dichas bandas blancas han sido representadas en color negro.

Hembra o Macho
 Banda Superior (BS)
 Banda Superior unida a Banda Inferior (BS/BI)
 Banda Inferior (BI)
 Banda Inferior unida al Pecho (BIP)
 Banda Superior Costado Izquierdo (BSCI)
 Banda Inferior Costado Izquierdo (BICI)
 Pecho Costado Izquierdo (PCI)
 Banda Maxila (Superior) (BMS)
 Banda Mandíbula (Inferior) (BMI)

Hembra o Macho
 El primer paso es reconocer que sexo es el animal. Esto es fácilmente reconocible por los cuernos o por el parche negro que presentan los machos justo debajo de las orejas.

FRENTE

Las variables de frente deben ser observadas cuando el animal esta de frente y erguido.

Banda Superior (BS)

La banda o variable superior se localiza en la parte de arriba del cuello, se han encontrado 14 variantes o categorías para dicha variable. Esta variable suele cambiar por su parte de arriba y por su parte de abajo pero presenta mayor número de modificaciones la parte de arriba.

Banda Superior unida a Banda Inferior (BS/BI)

Esta variable es poco común en los berrendos pero cuando se presenta en algunos casos es fácilmente identificable. Conecta la Banda Superior con la Banda Inferior, puede ser ancha y visible a distancia (con el número 2) o puede ser muy delgada y casi imperceptible (número 3). Si el animal no posee esta unión entre las bandas del cuello se le asigna el número 1. Cuando esta banda se presenta tiene que ser continua desde la BS hasta la BI, existen casos en que hay una línea pero ésta no llega a tocar la banda superior, a este caso se le asigna (de la BI parte de arriba) IV-2. Esto significa que en el mismo animal no pueden presentarse unión de bandas (III-2 ó 3) y IV-2.

Banda Inferior (parte de arriba) (BI)

Esta variable se encuentra en la parte baja del cuello, es la segunda banda que se observa en los berrendos. Para esta banda únicamente se van a registrar las variaciones por su parte de arriba. Existe una categoría para esta banda que presenta una saliente hacia la banda superior pero no la toca, es importante observar con detenimiento ya que puede confundirse con la Banda Superior unida a la Banda Inferior (esto se menciona con detalle en la explicación de la banda anterior). En este caso se encontraron 5 categorías diferentes.

Banda Inferior unida al Pecho (BI/P)

Esta es una de las variables con mayor número de categorías (14). Para su observación es necesario ver únicamente la figura que se forma entre la parte de abajo de la banda inferior y **su unión** con el pecho. Es importante tomar en cuenta el tamaño del dibujo en la guía de campo y sobre todo el tipo de unión, si la banda inferior esta unida o separada del pecho, si es ancha o delgada, si es en forma de copa, si presenta líneas rectas o curvas, entre otras variaciones.

COSTADO IZQUIERDO

El animal debe ser observado por su perfil izquierdo. El berrendo debe estar perpendicular al observador y no de forma diagonal ya que no se alcanzan a observar las bandas tal y como este método de foto-identificación lo requiere. En la práctica se ha observado que los berrendos son casi simétricos por ambos lados pero esto no es una regla por lo tanto se ha decidido observar solo el lado izquierdo. Al observar las bandas de los maxilares (maxila superior y mandíbula

inferior) no es necesario que el berrendo esté erguido, estas son las únicas dos variables que pueden ser observadas cuando el animal está en cualquier posición ya que no se modifica la forma cuando éste se mueve.

Banda Superior Costado Izquierdo (BSCI)

En esta banda se debe observar la banda superior que se observó anteriormente por el frente, pero ahora por el costado. Generalmente se presenta como una saliente que puede terminar en forma puntiaguda (1), cuadrada (2) o redonda (3), además se tomó en cuenta otra categoría que se observó varias veces en la cuál la BSCI muestra una curva en desnivel (4).

Banda Inferior Costado Izquierdo (BICI)

Esta banda es muy similar a la anterior pero está localizada en la parte baja del cuello. Es la misma banda inferior que se observó por el frente pero en esta ocasión será vista por el costado. Se encontraron 3 categorías diferentes para esta variable una es puntiaguda y del mismo tamaño que la BSCI (1) otra termina en una punta redondeada (2) y la tercera es puntiaguda pero aproximadamente de la mitad del tamaño que la BSCI (3). Es necesario prestar mucha atención al tamaño de las puntas.

Pecho Costado Izquierdo (PCI)

El pecho o mandil (es un gran parche blanco que inicia en el pecho y continua por toda la parte inferior del animal hasta la cola) que se observó anteriormente por el frente presenta unas salientes hacia los costados. Se dividió el cuello en tres partes, es importante aclarar que esta banda en ningún caso llega hasta el lomo. Si la punta del "pecho" es larga se acerca al lomo o a la cruz del animal, si es mediana se localiza en la parte media del cuello y si es corta se ve apenas una pequeña punta en forma de triángulo que sobresale.

Banda Maxila superior (BMS)

La banda de la maxila se localiza en la cara exactamente por arriba del labio superior y va hacia los cachetes. Como todas las anteriores es una banda blanca que puede ser pequeña y alcanzar solo el labio (1), un poco más larga donde termina la mancha negra de la nariz (2), más larga aún llegando hasta donde inicia el ojo (3) y la última categoría observada para esta variable es una banda larga hasta donde termina el ojo e inicia la oreja (4), los animales que presentan esta última generalmente tienen la mayor parte de los cachetes color blanco.

Banda Mandíbula inferior (BMI)

Esta variable se encuentra también en la cara pero por debajo del labio inferior. Puede ser una banda continua o estar dividida en dos, por ejemplo: una pequeña banda blanca debajo del labio después continúa una mancha de pelo café-rojizo y después continua la banda blanca hacia la oreja siguiendo el contorno de la mandíbula. Esta banda puede terminar en punta, redonda o recta. Es importante notar las características aquí mencionadas.

Anexo 3. Guía de campo para la foto-identificación del berrendo peninsular

La persona que se disponga a utilizar el método de foto-identificación aquí propuesto deberá tomar en cuenta algunas consideraciones.

Es importante reconocer que esta guía está hecha para personas que trabajan actualmente con berrendos o tienen intenciones de iniciar un trabajo de observación de los animales para fines de investigación.

La primera recomendación es leer el Manual de Procedimientos el cuál contiene las pautas necesarias para la observación, toma de fotografías e identificación de berrendos. En caso de que el observador necesite foto-identificar a un individuo, deberá llevar consigo al campo esta guía de identificación, lápiz y unos binoculares, en caso de tener cámara digital se recomienda utilizarla para capturar la imagen del animal y observarla con detenimiento más tarde.

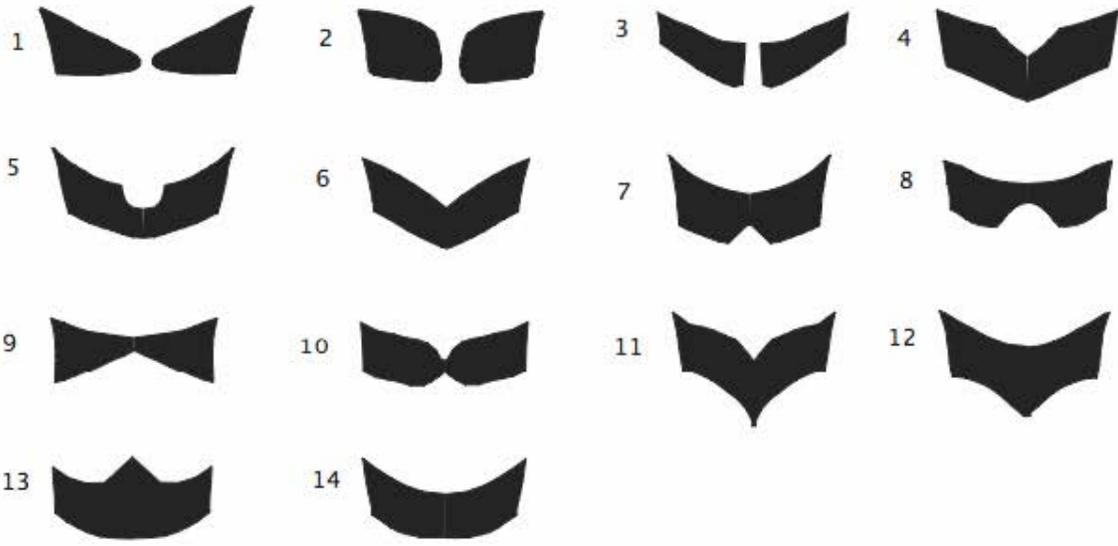
Esta guía se desarrolló para los berrendos en cautiverio del PRBP por lo tanto acercarse a los animales no es una tarea imposible aunque si requiere cautela y mucha paciencia. Para este caso se puede hacer uso del escondite o refugio.

Previamente a la observación de los animales se recomienda hacer una observación de todas las bandas y sus categorías para estar más familiarizado con las formas que se muestran en la guía. En caso de observar una figura completamente diferente a las que se presentan en la guía es importante que se dibuje esta nueva forma para que en caso de ser completamente nueva sea incluida en dicha guía.

Una vez en el campo se sugiere llevar a cabo una observación minuciosa del animal en cuestión y posteriormente concentrarse en las bandas del cuello y cara. Es importante tomar en cuenta las bandas más discriminatorias y si es posible poner mayor atención en dichas bandas ya que esto facilitará la identificación. Las dos bandas de la cara no varían cuando el animal está en movimiento por lo tanto esas bandas pueden ser determinantes.

I 1 HEMBRA 2 MACHO

II FRENTE
BANDA SUPERIOR



III BANDA SUPERIOR UNIDA A LA BANDA INFERIOR

1 Bandas del cuello sin unión

2
BS unida a BI por
una banda gruesa
(claramente visible
a distancia)

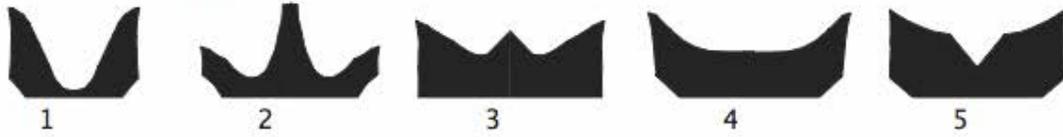


3
BS unida a BI por
una línea delgada
(se alcanza a ver
pero es muy tenue)

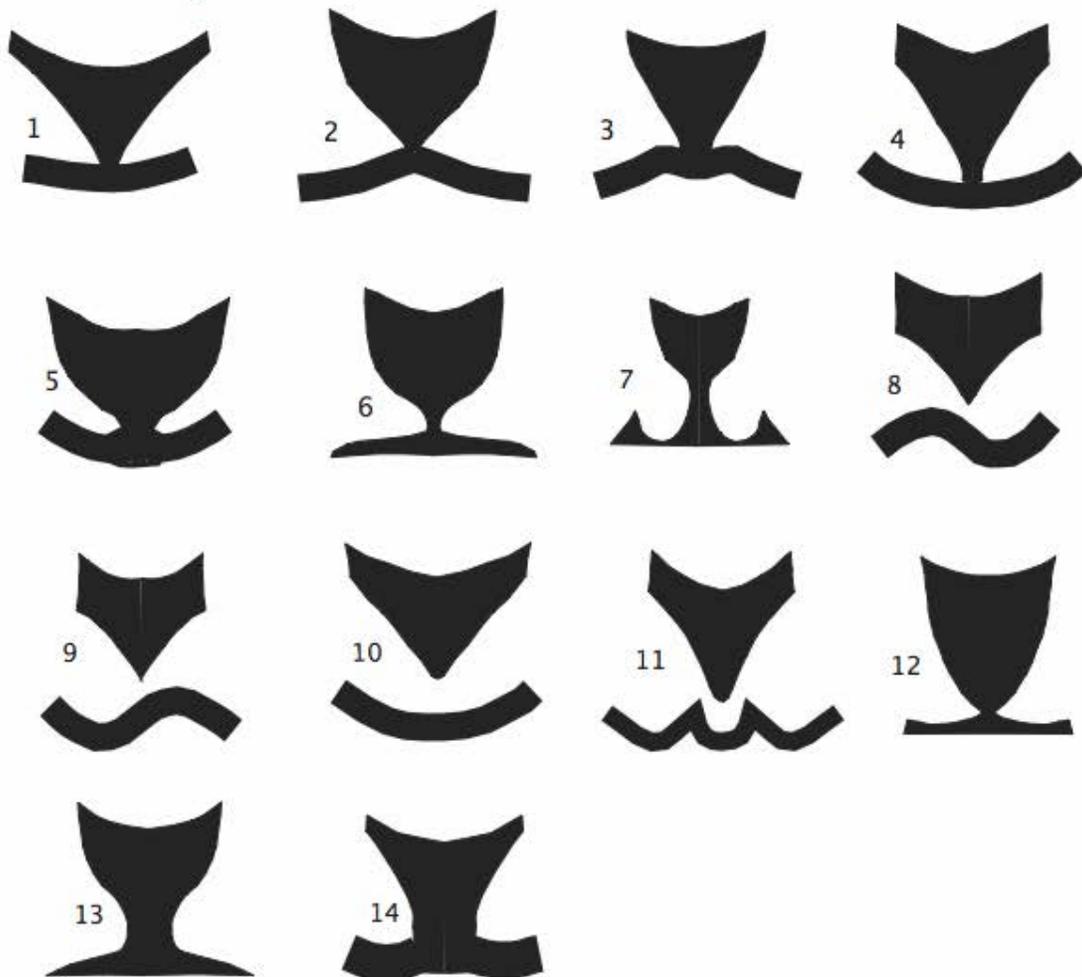


FRENTE

IV PARTE DE ARRIBA DE LA BANDA INFERIOR

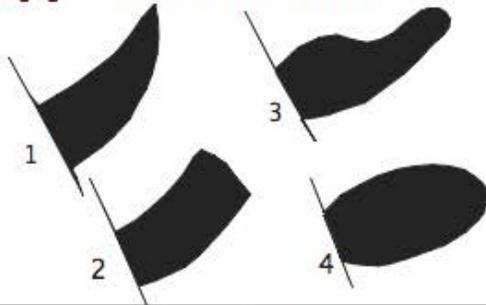


V BANDA INFERIOR UNIDA AL PECHO

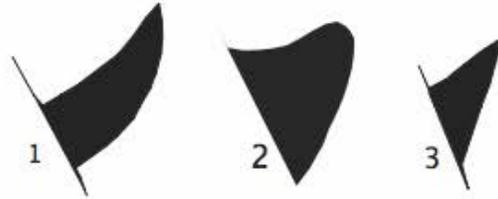


COSTADO IZQUIERDO

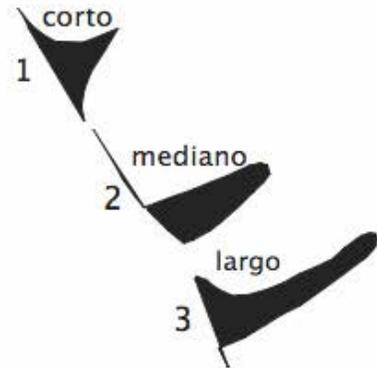
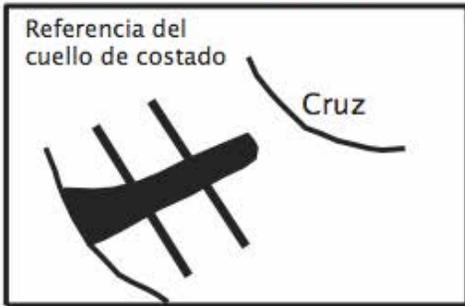
VI BANDA SUPERIOR



VII BANDA INFERIOR

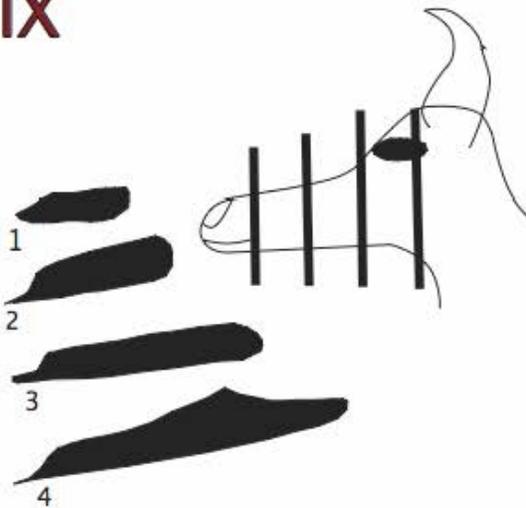


VIII BANDA DEL PECHO



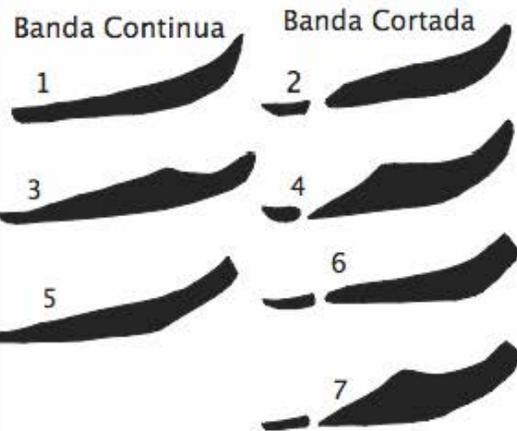
BANDAS EN MAXILA SUPERIOR

IX



BANDAS EN MANDIBULA INFERIOR

X



Anexo 4. Número de identificación, sexo y todas las bandas

En el siguiente cuadro se muestran los números de identificación basados en el libro padre de todos los animales foto-identificados, el sexo y todas las categorías juntas en el orden ascendente propuesto en el Manual de Procedimientos. Cada número representa la categoría que dicho animal posee para cada una de las 9 bandas.

Ejemplo: Número de identificación 6, hembra, código de bandas 4'1'4'13'1'3'2'2'4
El primer número representa la BS (II), el segundo la BS/BI (III), el tercero la BI (IV), el cuarto la BI/P (V), el quinto la BSCI (VI), el sexto la BICI (VII), el séptimo la banda PCI (VIII), el octavo la BMS (IX) y el noveno la BMI (X).

Todos los individuos foto-identificados tienen combinaciones de bandas diferentes.

ID	SEXO	todas las bandas juntas
6	H	4'1'4'13'1'3'2'2'4
17	M	10'1'3'3'2'3'2'3'4
12	H	3'1'4'11'1'1'2'1'4
20	M	4'2'4'12'2'2'1'2'1
15	H	14'1'4'1'1'2'2'4'3
21	M	4'1'2'6'2'2'3'2'1
23	H	4'1'4'1'1'3'1'1'6
22	M	10'3'3'8'2'3'2'2'6
24	H	7'1'2'7'1'3'1'2'3
25	M	5'1'2'1'1'2'3'4'3
28	H	5'1'4'5'4'2'2'3'3
27	M	11'1'3'5'3'1'3'3'2
31	H	5'1'4'8'4'2'2'2'1
30	M	10'1'4'3'1'3'2'3'3
33	H	3'1'4'12'3'3'3'3'3
32	M	4'2'4'1'1'2'3'3'3
34	H	10'1'3'5'3'3'1'1'6
41	M	10'1'4'1'1'3'2'3'1
35	H	14'1'3'12'1'3'1'1'4
42	M	6'3'4'5'3'2'2'4'3
37	H	6'1'3'13'2'2'2'1'2
43	M	4'1'4'1'3'1'2'2'3
39	H	11'1'1'5'3'2'2'1'4
45	M	5'2'3'4'2'3'3'3'1
40	H	14'1'4'1'1'3'1'3'1
47	M	11'1'3'13'2'3'3'4'1
44	H	5'1'1'3'1'1'3'3'3
79	M	7'1'3'4'1'3'3'1'2
46	H	12'1'3'12'1'3'3'3'2
81	M	6'1'4'7'2'3'2'1'3

52	H	5'3'2'12'3'2'1'3'3
82	M	3'1'3'7'2'3'3'2'3
53	H	5'1'4'2'1'3'2'1'6
83	M	6'1'4'12'2'3'2'3'3
54	H	4'3'2'2'1'3'3'2'7
84	M	11'1'1'8'2'3'2'2'4
78	H	5'1'3'8'3'2'3'3'7
88	M	5'2'4'1'2'3'2'2'4
80	H	5'1'3'14'3'3'3'3'5
85	H	0'1'0'0'4'3'3'1'5
92	M	5'1'4'1'1'3'1'2'4
86	H	5'1'3'2'3'3'3'1'7
99	M	12'1'3'5'2'2'2'2'2
87	H	10'1'3'1'3'3'3'1'7
100	M	4'1'4'2'1'3'1'2'2
89	H	5'1'4'5'2'3'2'1'7
101	M	11'2'4'14'2'3'2'2'2
90	H	10'1'2'1'1'2'3'2'3
103	M	14'1'4'1'1'3'2'3'4
94	H	14'1'3'12'1'2'1'2'6
107	M	6'1'3'1'3'2'1'1'4
95	H	14'2'4'12'1'3'2'2'5
108	M	5'1'3'8'2'3'2'2'2
96	H	0'1'0'0'3'3'2'1'7
98	H	5'1'4'5'2'3'3'3'7
102	H	14'1'4'6'1'3'1'2'2
104	H	4'1'4'12'3'2'3'2'5
106	H	4'1'3'14'3'3'3'2'4
109	H	6'2'4'13'1'2'1'1'2
110	H	11'1'4'8'1'2'1'1'5
111	H	4'1'4'11'1'3'2'3'4
112	H	6'3'3'3'1'2'3'2'2
1	M	12'1'4'13'1'1'2'2'1
4	M	11'1'4'5'2'2'3'3'1
11	M	14'1'2'6'1'3'1'3'4
13	M	14'1'3'13'1'3'3'2'3

ANEXO 5. Hoja de Base de Datos File Maker Pro

FOTO IDENTIFICACION BERRENDO PENINSULAR

BUSQUEDA POR BANDA

BANDA
[]

NOMBRE
JULIANA

FECHA NACIMIENTO
02/16/2000

PADRES
-

SEXO
 HEMBRA
 MACHO

ORIGEN

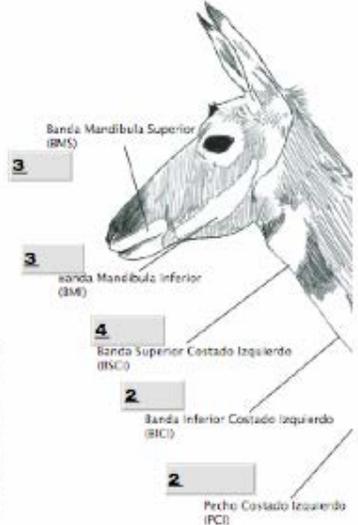
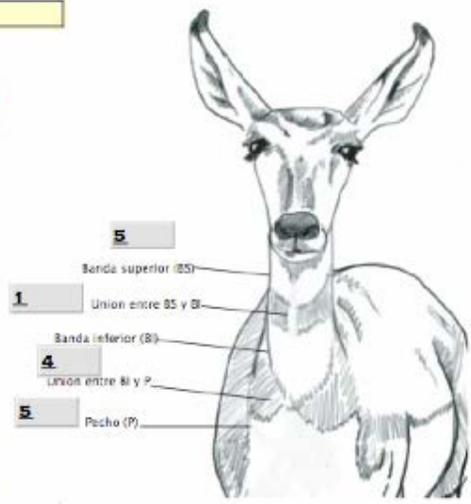
CAMPO

STUDBOOK #

T2B

DE CHIP
[]

NUMERO REF1 COPY **70**



CARACTERISTICAS PARTICULARES

TIENE CUERNOS
[]

NUMERO REF1 [1]

FOTO COSTADO



FOTO FRENTE



BIBLIOGRAFÍA

Alcérreca C. 1988. El Berrendo, Una Monografía. Biocenosis A.C., México DF.

Allen, J., Carlon, C., Holm, B., Stevick, P. 2007. Interim Report: IWC Research Contract 16, Antarctic Humpback Whale Catalogue. International Whaling Commission. College of the Atlantic.

Ashmann, H. 1959. The central Desert of Baja California: demography and ecology. Berkeley, California Iberoamericana.

Botello, L. F. 2004. Comparación de cuatro metodologías para determinar la diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de Licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Byers J.A. 1997. American Pronghorn, Social, Adaptations, and the Ghosts of Predators Past. The University of Chicago Press. First edition. Chicago

Byers J.A, J.D. Moodie y N. Hall. 1994. Pronghorn females chose vigorous mates. Animal Behaviour 47: 33-43. Department of Biological Sciences, University of Idaho, USA.

Cancino J., A. González-Romero. 1991. El Berrendo Peninsular. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Ortega A. Arriaga L. Editores. Centro de Investigaciones Biológicas de B.C. Sur A.C.

Cancino J. 1994. Foods habits of the peninsular pronghorn. 16th Biental Pronghorn Antelope Workshop, Kansas, EUA

Cancino J. y C. Castillo. 2000. Familia Antilocapridae. Mamíferos del noroeste de México II. Alvarez-Castañeda S.T. y Patton J.L eds. Centro De Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. pags. 817-824. La Paz BCS

Carthew, S.M. y E. Slater. 1991. Monitoring animal activity with automated photography. Journal of Wildlife Management 55: 689-692

Clemente, F., R. Valdez. 1995. Pronghorn home range relative to permanent water in southern New México. The Southwestern Naturalist 40(1):38-41

Cox, C. y J. Holland. 2004. Population status of the berrendo peninsular (*Antilocapra americana peninsularis*) herd maintained at the Vizcaíno Desert Biosphere Reserve for captive breeding and release. Taller de Evaluación del Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular. Libro Preparativo. La Paz, B.C.S.

Daniel, 2002. Bioestadística: Base para el Análisis de Ciencias de la Salud. Limusa Wiley, 4ª edición. México.

Defran R.H. 1990. A technique for the photographic identification and cataloging of dorsal fins of the Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*). Rep.Int. Whal. Commn (special issue 12) Paper: SC/A88/P4. San Diego CA.

Diario Oficial. 1988. Decreto por el que se declara la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, ubicada en el municipio de Mulegé, BCS. Diario Oficial de la Federación, 422 (22): 2-27

Fairbanks, S.W. 1993. Birthdate, birthweight, and survival in pronghorn fawns. Journal of Mammalogy 74(1):129-135.

Foster, J.B. 1966. The giraffe of Nairobi National Park: home range, sex ratios, the herd, and food. East African Wildlife Journal 4:139-148. University College, Nairobi

Franklin, T., Clapham, P.J., Baverstock P.R., Harrison, P. L. 2003. The social and ecological significance of Hervey Bay for Area V Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*). The Oceania Project

Froeyland, R. 1998. Assessing the number of tigers (*Panthera tigris tigris*) in the western part of Royal Bardia National Park in Nepal using camera-trapping. Tesis. Agricultural University of Norway.

Goddard, J. 1966. Mating and courtship of the Black Rhinoceros (*Diceros bicornis*) East African Wildlife Journal, 4:69-75. Ngorongoro Conservation Area

Gonzales-Romero A. y T. A. Lafon. 1993. Distribución y Estado Actual del Berrendo (*Antilocapra americana*) en México. Avances en el Estudio de los Mamíferos en México. Editores Medellín R., Cevallos G. Publicaciones especiales, Vol 1, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C, México DF.

Guerit, M. y R. Kellogg. 1955. List of North America Recent Mammals, US National Museum Bulletin 205, US Government Printing Office. Washington, DC.

Hall, R. 1981. The Mammals of North America, Vol II, second edition. Ed. John Wiley and Sons. USA. pp.1106-1108

Heckel, D.G.1992. Fotoidentificación de Tursiones *Tursiops truncatus* en la boca de corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Hill, M. 1993. The Art of Photographing Nature, Photos by Art Wolfe. Tree Rivers Press. New York.

Jaramillo, M.F. 1989. Contribución al conocimiento y conservación del berrendo de Baja California (*Antilocapra americana peninsularis*, Nelson, 1912) en el Desierto de Vizcaíno Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Karanth, U. y J. Nichols. 1998. Estimation of Tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79.

Kark, S. 2004. Asymmetry patterns across the distribution range: does the species matter?. *Biological of the Linnean Society*. 81:313.

Kelly, M.J. 2001. Computer-aided photograph matching in studies using individual identification: an example from serengeti cheetahs. *Journal of Mammalogy* 82:440-449.

Kitchen, D.W. 1974. Social Behavior and Ecology of the Pronghorn. *Wildlife Monographs*. No. 38. 96 p.p.

Kitchen D.W. y B.W. O'Gara. 1982. Pronghorn: *Antilocapra americana* 960-971. Biology, Management, and Economics (J.A. Chapman and Feldhammer G.A, eds.). *Wild Mammals of North America*. John Hopkins University Press, Baltimore, 1147p.p.

Lee R., J.D. Yoakum, B.W. O'Gara, et.al. 1998. Pronghorn Management Guides. Pronghorn Antelope Workshop and Arizona Game and Fish Department. 18 Biennial Pronghorn Antelope Workeshop. Prescott, Arizona, pags. 51-54

Lens, L. 2002. Fluctuating Asymmetry as an indicator of fitness: can we bridge the gap between studies?. *Biological Reviews* 77:27-38.

Lindestedt S.L. 1991. URNG energetics in the pronghorn antelope. *Nature*, 353: 748-750

Maher, C.R. 1997. Group stability, activity budgets, and movements of pronghorn females. *The Southwestern Naturalist* 42(1): 25-32

Mamm J., R.C. Connor. 2000. Field Studies of dolphins and Whales. *Cetacean Societies*. University of Chicago Press. USA. pp.69-73

Mizroch, S.A y M.A. Bigg. 1990. Whales (photographically) from small boats: An introductory guide. *Rep.Int.Gal.Commn* (special issue 12) Annex K. USA

Mukinya, J.G. 1973. Density, distribution, population structure and social organization of the black rhinoceros in Masai Mara Game Reserve. *E.Afr.Wildl.J.*, 11:385-400

Nagy, J.G. 1984. Trip report La Paz and Vizcaíno Desert B.C.S. México. Colorado State University. 6p.

Nelson, E.W. 1925. Status of the pronghorn antelope, 1922-24. Bulletin 1346pp. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Nichol, A.A. 1942. Gathering, transplanting and care of young Antelopes. *J. Wildl. Mgt.*6(4): 281-287

Nietfeld, M., M.W. Barrett y S. Nova. 1994. *Wildlife Marking Techniques*. The Wildlife Society, Inc. Bookhout, T. A. Research and management for wildlife and habitats. 5a ed., Bethesda, Ma. 740pp.

Nowak, R. y J. Paradiso. 1983. *Mammals of the World, Walker's*. Vol. II 4^o edition. The Johns Hopkins University Press. London

O'Gara B. y J. Yoakum. 2004. *Pronghorn Ecology and Management*. A Wildlife Management Institute Book. USA. pp. 757-761

Ortega A., L. Arriaga. J. Cancino. 1991. Reserva de la Biosfera El Vizcaíno en la Península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas de BC Sur A.C.

Pennycuik, C.J. 1978. Identification using natural markings. Pags. 147-159 Ed. Stonehouse, *Animal marking: recognition marking of animal research*. The MacMillan Press. London.U.K.

Petersen, B. J. 1972. An identification system for Zebra (*Equus burchelli*, Gray). *East African Wildlife Journal*, Vol 10:59-63. Nairobi.

Plan de Recuperación del Berrendo Peninsular. 1997. Informe General del Periodo Comprendido de febrero de 1995- septiembre de 1997. Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno".

Pollak, J.P., R.C.Lacey, y J.D. Ballou. 2003. *Population Management 2000*, version 1.201. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois.

Ramírez, F. 1995. Captura, cría y reintroducción a la naturaleza de recentales de Berrendo (*Antilocapra americana americana*) en semicautiverio. SEDUE-DIPARES y Delegación SEDUE, B.C.S. 36p

Rodríguez de la Gala S. 2002. Catálogo del pelo de guardia de los mamíferos del Estado de Baja California, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Sánchez, V. y C. Alcérreca. 1982. El berrendo un esfuerzo de Conservación. DUMAC No.2 10p

Sánchez, V, Castellanos, R. y Cancino, J. 2005. From the field: capture, hand-raising, and captive management of peninsular pronghorn. Wildlife Society Bulletin 33(1): 61-65

Savidge, J.A. y T.F. Seibert. 1988. An infrared trigger and camera to identify predator at artificial nests. Journal of Wildlife Management 52: 291-294.

Schramm, U.Y. 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* en el sur de la Laguna Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, UADG, Guadalajara, Jal.

SEDUE. 1984. Reporte técnico del censo aéreo del berrendo en Baja California, Desierto de Vizcaíno, Abril 1984. SEDUE., Delegación de Baja California Sur, 18pp

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial. Segunda Sección. 06.Mzo.2002.

Sharma, S., Y. Jhala., V. Sawarkar. 2005. Identification of individual tigers (*Panthera tigris*) from their pugmarks. Journal of Zoology. 267 (part 1):9-18

Sundstrom, C., W. G. Hepworth, y K.L Diem. 1973. Abundance, distribution, and Foods habits of the pronghorn. Game and fish Commission, Cheyenne, WY, Bulletin, 12:1-16

Turbak, G. 1995. Pronghorn, Portrait of the American Antelope. Northland Publishing. First edition. United States of America

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2002. Categorías de las Listas Rojas de la UICN. Comisión de supervivencia de especies de la UICN. Gland, Suiza.

Van Wormer, J. 1969. The World of the Pronghorn. J.B. Lippincott. New York

Wemer, Ch., T. H. Kunz, G. Lundie-Jenkins y W. J. McShea.1996. Mammalian signs. pp 157-176. En: D. E. Wilson, F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y

M. S. Foster (eds.). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.

Wursing B. y T.A. Jefferson. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Rep. Int. Whal. Commn (special issue 12) SC/A88/ID13. USA

Wursing, B. y M. Wursing. 1977. Photographic determination of group size, composition and stability of coastal porpoises, (*Tursiops truncatus*). Science.19:755-756

Yoakum, J. 1988. The American Pronghorn. National Audubon Society Annual Report (New York) 1988-1989. 1988: 637-648

Yoakum J.D. y B.W. O'Gara. 2000. Ecology and Management of large Mammals in North America. Damaris S., Krausman P. Chapter 27 Pronghorn. Prentice-Hall. USA.