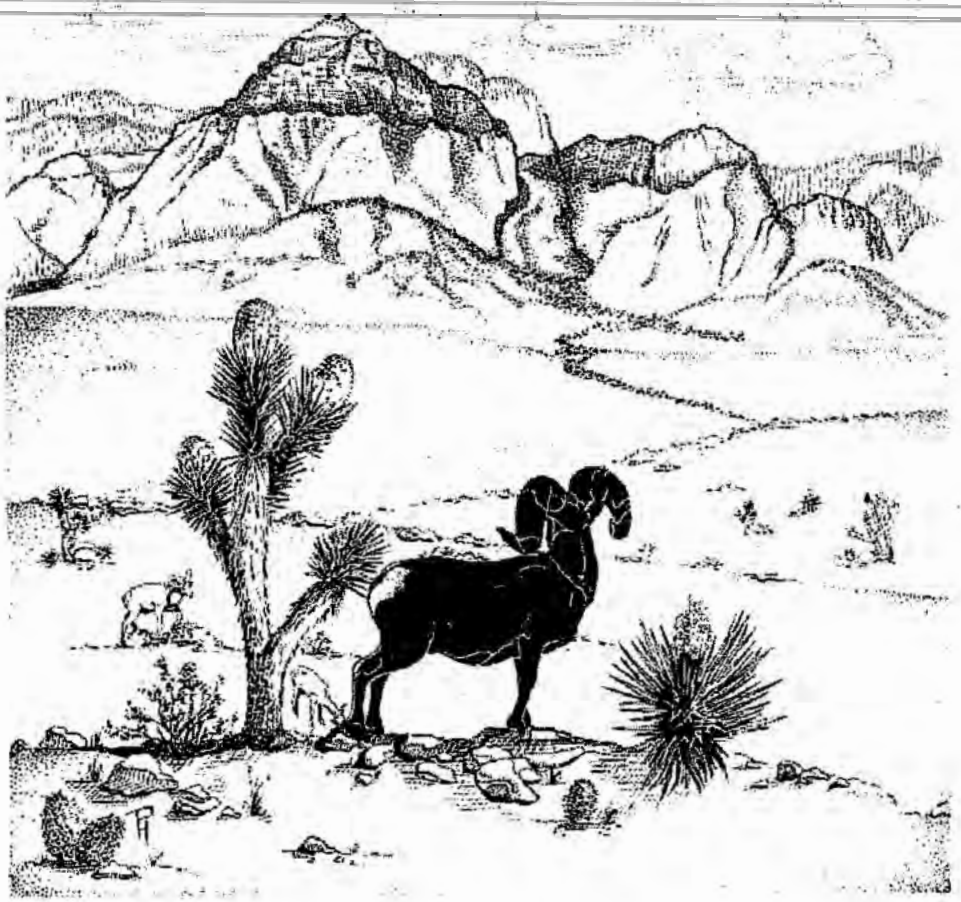
DESERT BIGHORN COUNCIL

TRANSACTIONS



VOLUME 45 2001

Desert Bighorn Council
2001 Transactions

A Compilation of Papers Presented at the 45th Annual Meeting

Hermosillo, Sonora, Mexico
April 18-21,2001

Jonathan D. Hanna, Editor

Arizona Game and **Fish Department**
7200 E. University, Mesa, AZ 85207

Reviewers for the 2001 Desert Bighorn Council Transactions:
Francisco Abarca, Clay Brewer, Bob Henry,
Dana McGehee, Ted McKinney, Eric Rominger

Illustrations by Pat Hansen

DESERT BIGHORN COUNCIL

2001

OFFICERS

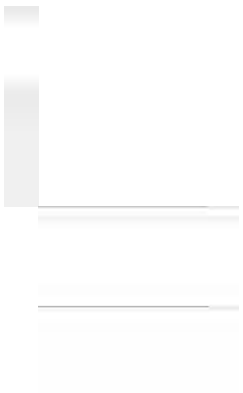
Co-chairs	Carlos Castillo and Jim deVos
Secretary	Darren Divine
Treasurer	Charles Douglas

TECHNICAL STAFF William Brigham (Chair), James DeForge, Amy Fisher, Mark Jorgensen, Raymond Lee, and John Wehausen

COMMITTEE CHAIRS

Nominations:	Richard Weaver
Programs:	Mara Weisenberger
Arrangements:	Gary Montoya
Transactions:	Raymond Lee
Burro:	Ross Haley
Historian:	Warren Kelly
Ewes:	Doris Weaver
Awards:	William Brigham

Special thanks to the Foundation for North American Wild Sheep for their generous support of the Desert Bighorn Council Annual Meeting



Volume 45 2001

TABLE OF CONTENTS

STATUS REPORTS

STATUS OF BIGHORN SHEEP IN ARIZONA - 2000.
Brian F. Wakeling 2
ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN ARIZONA EN EL 2000.
Brian F. Wakeling 4

STATUS OF DESERT BIGHORN SHEEP IN NEW MEXICO – 2000.
Eric M. Rorninger and Elise Goldstein 6
ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN NEW MEXICO EN EL 2000.
Eric **M.** Rominger y Elise Goldstein 13

STATUS OF DESERT BIGHORN SHEEP IN TEXAS – 2000.
Michael T. Pittman, Clay E. Brewer, and Michael D. Hobson 21
ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN TEXAS EN EL 2008.
Michael T. Pittman, Clay E. Brewer, y Michael D. Kobson 23

TECHNICAL REPORTS

*denotes peer reviewed

***ANALISIS OF THE CURRENT KNOWLEDGE OF PENINSULAR BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) AND ITS IMPLICATIONS FOR THE CONSERVATION AND MANAGEMENT IN THE STATE OF BAJA CALIFORNIA.**
Ricardo B. Eaton-González and Roberto Martínez-allardo 26
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE BORREGO CIMARRÓN *PENINSULAR* (O*ovis canadensis cremnobates*) Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.
Ricardo B. Eaton-González y Roberto Martínez-allardo 37

***PRESENT SITUATION OF THE DESERT BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS MEXICANA*) IN THE STATE OF CHIHUAHUA, MEXICO.**
Ramiro Uranga Thomas 49
SITUACIÓN ACTUAL DEL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS MEXICANA*) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO.
Ramiro Uranga Thomas 51

***STATUS OF BIGHORN SHEEP MANAGEMENT PROGRAMS IN COAHUILA, MÉXICO – 2000.**
Andrew V. Sandoval and Alejandro Espinosa Treviño 53
SITUACIÓN ACTUAL DEL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS*) EN EL ESTADO DE COAHUILA, MÉXICO 2000.
Andrew V. Sandoval y Alejandro Espinosa Treviño 62

***DIAGNOSIS ABOUT FEDERAL WILDLIFE MANAGEMENT (AN ANALYSIS).**
Fernando Clemente Sanchez, Luis A. Tarango Arámbula, and Colegio de Postgraduados.....71
DIAGNÓSTICO SOBRE LA ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE VIDA SILVESTRE, UN ANÁLISIS.
Fernando Clemente Sanchez, y Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados.....74

HABITAT USE BY THE DESERT BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS WEEMSI*) ON EL CARMEN ISLAND, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.
Alejandro Espinosa Treviño, Ovis, A.C, Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados; Sergio Jiménez, OVIS, A.C., and Raúl Valdez.....77
USO DEL HÁBITAT POR EL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS WEEMSI*) EN LA ISLA DEL CARMEN, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.
Alejandro Espinosa Treviño, Ovis, A.C; Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados, Sergio Jiménez, OVIS, A.C., y Raúl Valdez, ...86

***IDENTIFICATION OF PREFERRED SITES OF BIGHORN SHEEP IN SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, USING RANDOM WALK SIMULATION.**
José de Jesús Lara Tejeda, Roberto Martínez Gallardo, and Mariana Montoya Lizarraga.....95
IDENTIFICACION DE AREAS DE PREFERENCIA DEL BORREGO CIMARRON EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, EMPLEANDO LA SIMULACION DE LA CAMINATA ALEATORIA.
Jose de Jesús Lara Tejeda, Roberto Martinez Gallardo y Mariana Montoya Lizarraga.....103

***FEEDING HABITS OF BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) IN SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**
Roberto Martinez-Gallardo and Edith Galindo Manriquez
.....111
HABITOS ALIMENTARIOS DEL BORREGO CIMARRON (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.
Roberto Martínez-Gallardo y Edith Galindo Manriquez.....124

***BIGHORN SHEEP POPULATION SAMPLING IN BAJA CALIFORNIA, MEXICO 1999.**
Jorge Alaníz Garcia and Raymond Lee.....138
ESTIMACIÓN POBLACIONAL DEL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS*) EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, PARA 1999.
Jorge Alaníz Garcia y Raymond Lee.....144

SKULL MORPHOMETRY OF BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES Y OVIS CANADENSIS WEEMSI*).
Eva Salmón Peralta, Ricardo Eaton González, and Roberto Martinez Gallardo.....150
VARIACIÓN MORFOMÉTRICA DE CRÁNEOS DE BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES Y OVIS CANADENSIS WEEMSI*).
Eva Salmón Peralta, Ricardo Eaton González y Roberto Martinez Gallardo.....161

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY IN ORDER TO DETERMINE STEROID HORMONE LEVELS (P4, T, E2) IN EXCRETAS OF BIGHORN SHEEP POPULATION (*OVIS ANADENSIS CREMNOBATES*) IN SIERRA SAN PEDRO MÁRTIR, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
Sonia G. Ayala Cano and Roberto Martinez Gallardo.....173
DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE HORMONAS ESTEROIDES (P4, T, E2) EN EXCRETAS DE LA POBLACION DE BORREGO CIMARRON (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
Sonia G. Ayala Cano and Roberto Martinez Gallardo.....190

***DNA-BASED ANÁLISIS OF FECES FOR ESTIMATING SIZE OF A SONORAN DESERT MOUNTAIN LION POPULATION.**
Ted McKinney and Brad McRae.....208
ANALISIS GENETICO DE HECES FECALES PARA ESTIMAR EL TAMAÑO POBLACIONAL DE UNA POBLACION DE LEON DE MONTAÑA DEL DESIERTO SONORENSE.
Ted McKinney and Brad McRae.....218

THE PRESENT AND THE FUTURE OF THE SAN ANDRES BIGHORN (Abstract only).
Mara Weisenberger.....228
PRESENTE Y FUTURO DEL BORREGO CIMARRON DE SAN ANDRES.
Mara Weisenberger.....228

BIGHORN SHEEP RESEARCH AT THE PINACATE AND GREAT ALTAR DESERT BIOSPHERE RESERVE
Eduardo López, Rafaela Paredes, Jim deVos, Raymond Lee, Raymond Schwinsburg, Elvira Dias, Gabriel Valencia, Andres Villarreal, Carlos Castillo, Martin Franco, and Teresa Solis.....229
INVESTIGACIONES DEL BORREGO CIMARRÓN EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE EL PINACATE Y GRAN DESIERTO DE ALTAR, SONORA.
Eduardo Lopez, Rafaela Paredes, Jim deVos, Raymond Lee, Raymond Schwinsburg, Elvira Dias, Gabriel Valencia, Andres Villarreal, Carlos Castillo, Martin Franco, and Teresa Solis.....246

PROGRAM*

PROGRAM FOR THE 45TH ANNUAL MEETING 264

PROGRAM ATTENDEES 269

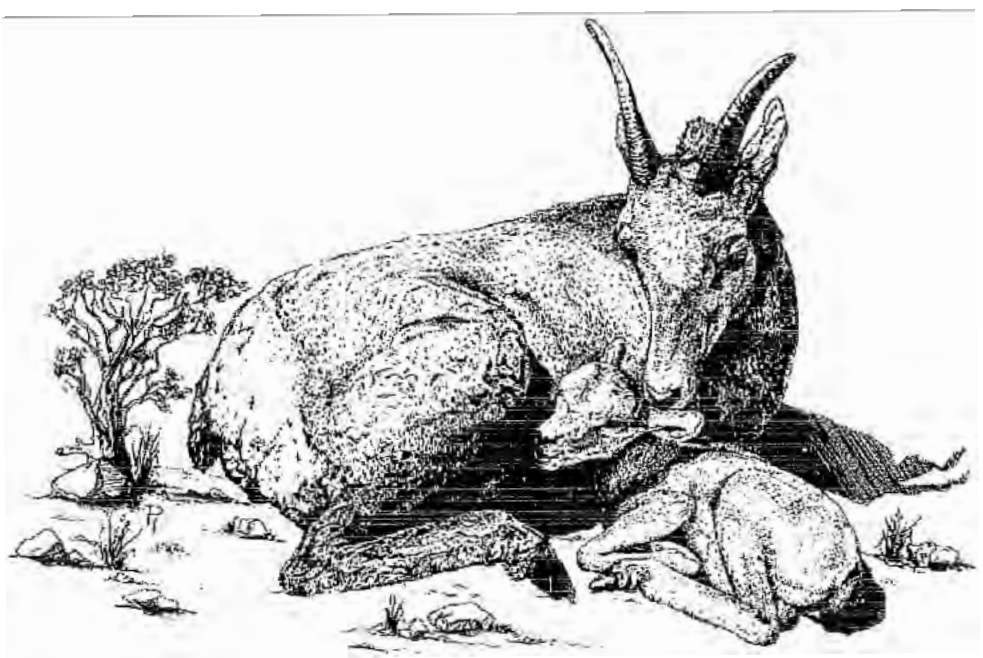
HANSEN-WELLES SCHOLARSHIP CRITERIA 272

DESERT BIGHORN COUNCIL MEETINGS 1957 – 2001 274

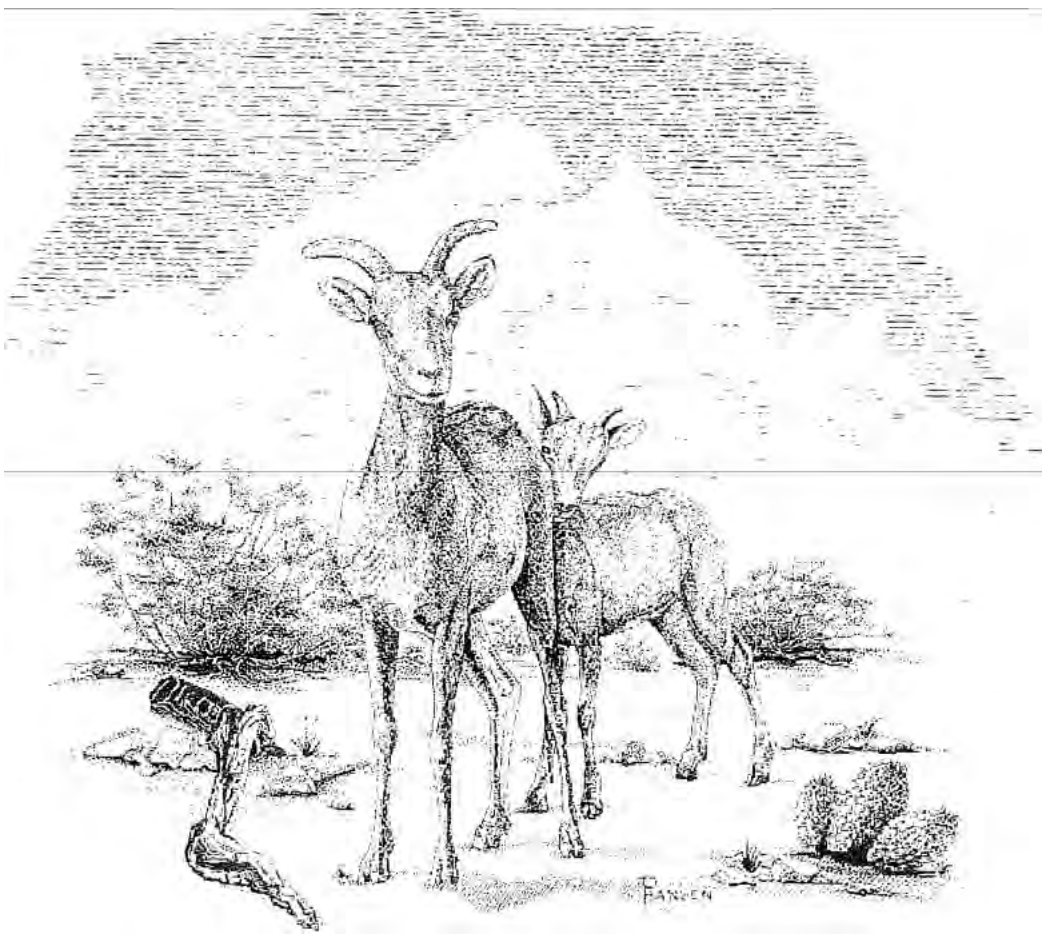
COUNCIL MEMBERSHIP LIST 275

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTIONS 278

*There were not enough officers for a quorum to hold an official business meeting.



STATUS REPORTS



STATUS OF BIGHORN SHEEP IN ARIZONA - 2000

BRIAN F. WAKELING, Arizona Game and Fish Department, Game Branch, 2221 West Greenway Road, Phoenix, AZ 85023, USA

POPULATIONS

Estimates of Arizona's desert bighorn sheep (*Ovis canadensis mexicana* and *O. c. nelsoni)* indicate a relatively stable population of about 6,000 animals. Due to budgetary considerations, much of Arizona's bighorn sheep range is now being surveyed on 3-year intervals. Survey results yielded ratios of 50 rams, 25 lambs, and 14 yearlings:100 ewes.

The Rocky Mountain bighorn sheep (*O. c. canadensis)* population, estimated at nearly 600 animals, continues to expand both in numbers and range. Winter survey results produced ratios of 35 rams, 30 lambs, and 8 yearlings:100 ewes. These values are well below historic levels.

RESEARCH

The Arizona Game and Fish Department (AGFD) is currently involved in one bighorn sheep management study. This study is an attempt to determine the cause for a decline in bighorn sheep numbers near Saguaro Lake. We are continuing a water development study on the Yuma Proving Grounds, which may have ramifications for bighorn sheep management.

HABITAT IMPROVEMENTS

The AGFD, primarily in cooperation with the Arizona Desert Bighorn Sheep Society, conducts 6 to 10 habitat in-rprovement projects annually. These projects are usually water developments, but also include fencing modifications and prescribed burns.

TRANSPLANTS

Since 1980, a mean of nearly 70 sheep has been transplanted annually. In 2000, 25 desert bighorn sheep were captured in the Eagletail Mountains and released in the Harquahala Mountains, about 75 miles northwest of Phoenix. One ewe had to have one of her rear legs surgically amputated as a result of a capture injury. That animal is still alive and with the group released in the Harquahala Mountains.

Since 1957, Arizona has translocated 1,399 bighorn sheep - with 99 going to Colorado, 67 to Utah, 29 to Texas, 23 to New Mexico, and 9 to various Zoos and Universities. Of the 33 game management units in Arizona, which are open to bighorn sheep hunting, 16 received bighorn sheep transplants. Thirty-five of the 103 permits occur in these populations established from transplants. Arizona is now actively looking for a source of Rocky Mountain bighorn sheep for release near Bear Mountain in Unit 27.

HARVEST

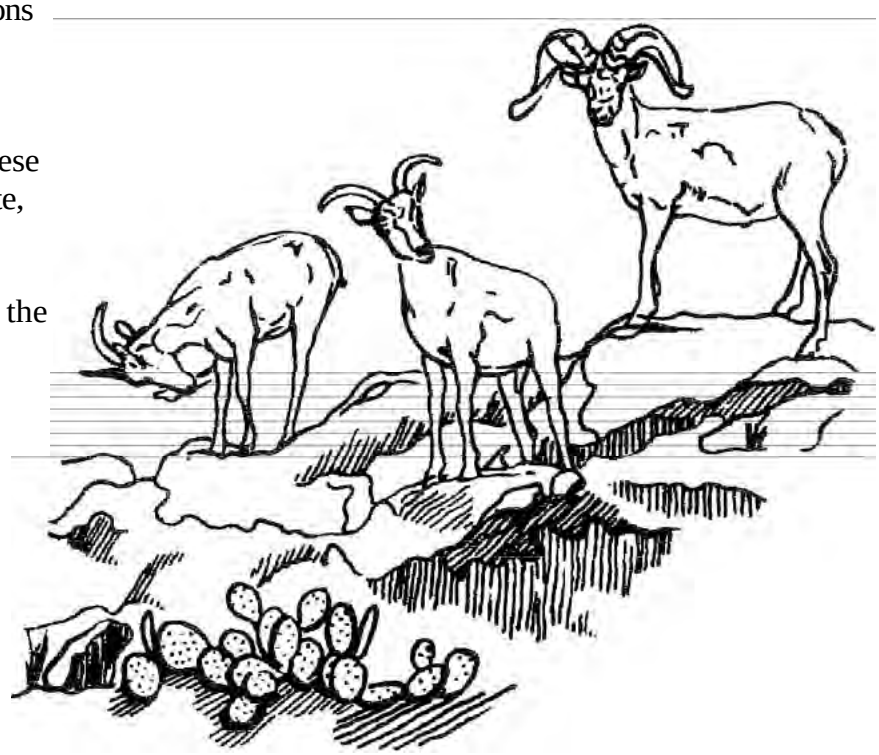
Bighorn sheep permits remain the most sought after hunting permits in Arizona. There were a record 8,471 applicants in 2000 for the 103 regular season permits. This application rate represents over 77 hunters applying for each permit, with individual unit odds varying from as low as

13:1 to 446:1, depending on the unit's accessibility and harvest history.

As a result of this year's survey, total permits for the 2001 season were unchanged at 103, with the 2 additional special fund-raising permits remaining.

During the 2000 hunting season, 106 hunters participated, harvesting 101 rams in 691 hunter days for a 95% success rate. The mean age of the harvest was 7.8 years and the mean score was 157 118. Ages ranged from 3.5 to 12.5 and scores from 65 6/8 (a one homed ram) to 183 618. The 2000 season produced 36 animals (35% of the harvest) qualifying for the Arizona Trophy Book (minimum score of 162 Boone and Crockett points). Of these rams, 12 (12 %) scored >170 points.

For the 17th consecutive year, the Arizona Game and Fish Department and the Arizona Desert Bighorn Sheep Society entered into an agreement whereby the Society auctions one permit (at the Foundation for North American Wild Sheep convention) and raffles another to raise funds for bighorn sheep management projects. In 2000, these two permits produced $256,900. To date, these permits have produced over $3,250,000. Arizona's bighorn sheep management program is dependent upon the funds derived from these permits.



ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN ARIZONA EN EL 2000

BRIAN F. WAKELING, Arizona Game and Fish Department, Game Branch, 2221 West Greenway Road, Phoenix, AZ 85023, USA

POBLACIONES

Las estimaciones de borrego cimarron (*Ovis canadensis mexicana* y *O. c. nelsoni*) en Arizona, indican una poblacion relativamente estable de cerca de 6,000 animales. Debido a consideraciones presupuestales, mucho del area de distribución del borrego cimarron en Arizona es ahora muestreado en intervalos de *3* afios. Los resultados indican una proporción de 50 machos (rams), 25 juveniles (lambs) y 14 crias de un afio (yearlings) por cada 100 hembras (ewes).

La poblacion de borrego cimarron de las Montafias Rocayosas (*O. c. canadensis*), estirnada en cerca de 600 animales, continua expandiéndose tanto en numero como en area de distribución. El muestreo invernal indicó una proporción de 35 machos (rams), 30 juveniles (lambs) y 8 crias de un afio (yearlings) por cada 100 hembras (ewes). Estos numeros estan muy por debajo de niveles poblacionales historicos.

INVESTIGACION

El Arizona Game and Fish Department (AGFD) esta actualment llevando a cabo un estudio de manejo de borrego cimarrón. Este estudio es un intento por determinar la causa en la disminución en numero de borregos cerca de Saguaro Lake. Estamos continuando con un estudio sobre bebederos artificiales en el area de Yuma Proving Grounds, el cual puede tener ramificaciones para el manejo de borrego cimarron.

MEJORAMIENTO DE HABITAT

El AGFD, en cooperación con la Arizona Desert Bighorn Sheep Society, lleva a cabo de 6 a 10 proyectos de mejoramiento de habitat anualmente. Estos projectos son generalmente la construccion de bebederos artificiales, aunque tambien incluyen modificaciones a las cercas de contención y los fuegos controlados.

TRANSPLANTES

Desde 1980, un promedio de 70 borregos han sido transplantados anualmente. En el 2000, 25 borregos cimarrones fueron capturados en las Montafias Eagletail y liberados en las Montafias Harquahala, aproximadarnentea 75 rnillas al noroeste de Phoenix. A una de las hembras se le tuvo que amputar una de las patas traseras como resultado de una herida en el momento de la captura. Este animal esta aun vivo y permanece con el grupo de animales liberado en las Montafias Harquahala.

Desde 1957, Arizona ha traslocado 1,399 borregos cimarrones (99 a Colorado, 67 a Utah, 29 a Texas, 23 a New Mexico y 9 a varios zoologicos y universidades). De las *33* unidades de rnanejo en Arizona, que estan disponibles para la caceria de borrego, 16 recibieron transplantes. Treinta y cinco de los 103 permisos, fueron usados en estas poblaciones establecidas por medio de transplantes. Arizona esta activamente buscando una fuente de borrego cimarron de las Montafias Rocayosas para ser liberados cerca de la Montafia Bear en la Unidad 27.

COSECHA

En Arizona, los permisos de caceria mas buscados siguen siendo los de borrego cirnarron. En el año 2000, hubo un numero record de 8,471 solicitudes para 103 peimisos otorgados. Este hecho, representa 77 cazadores compitiendo por cada uno de los permisos, con probabilidades de obtener un permiso que varian entre 13:1 a 446:1, dependiendo de la accesibilidad de la unidad de rnanejo y la historia en la cosecha.

Como resultado de los muestreos de este año, el numero total de permisos para la temporada en el 2001 permaneció en 103, adicionando dos permisos especiales para propositos de juntar fondos.

Durante la temporada de caceria del 2000, participaron 106 cazadores, cosechando 101 machos en 691 días/cazador, dando una tasa de éxito de 95%. La edad media de los borregos cazados fué de 7.8 aiios y el valor medio fue de 157 1/8. Las edades fluctuaron entre 3.5 y 12.5 años y los valores entre 65 6/8 (macho con cuernos) a 183 618. La temporada del 2000 produjo 36 animales (35% de los cosechado) calificando para el Libro de Trofeos de Arizona (un mínimo de 162 puntos en el sistema Boone and Crockett). De los machos, el 12 (12 %) tuvo mas de 170 puntos.

Por decimo-séptima vez consecutiva, el Arizona Game and Fish Department y la Arizona Desert Bighorn Sheep Society firmaron un acuerdo donde la Sociedad subasta un permiso (durante la Convención de la Foundation for North American Wild Sheep [FNAWS]) y rifa otro para juntar fondos para proyectos de manejo de borrego. En el 2000, estos dos permisos produjeron $256,900 dolares. Hasta la fecha, estos perrnisos han producido mas de $3,250,000 de dolares. El Programa de Manejo de borrego cimarrón en Arizona depende de los fondos derivados de este tipo de permisos.

STATUS OF DESERT BIGHORN SHEEP IN NEW MEXICO-2000

ERIC M. ROMINGER Contract Bighorn Sheep Biologist-NMDGF, P. O. Box 704, Santa Fe, NM 87504

ELISE GOLDSTEIN, Bighorn Sheep Program Coordinator-NMDGF, P. O. Box 25112, Santa Fe, NM 87504

SYNOPSIS

The results of the autumn 2000 desert bighorn (*Ovis* canadensis *mexicana*) surveys support data from recent years indicating a continued decline in the statewide population of desert bighorn sheep. Since 1999, the population estimate has declined to 184 with 7 of these bighorn in functionally extinct populations (Table 1). This is a 24% decline from an estimated 241 bighorn present following the release of 27 rams from Red Rock in November 1999 (Rominger 2000). We documented 19 desert bighorn sheep mortalities (n=13 radiocollars) since the 1999 census and 3 radiocollared bighorn rams emigrated to the Arizona portion of the Peloncillo Mountains. Therefore 21% of the radiocollared bighorn present in November 1999 either died or emigrated.

Excluding the Fra Cristobal population (n=56), and surviving bighorn transplanted from Red Rock in 1997 and 1999 plus 2 known progeny (n=37), the estimated desert bighorn population in New Mexico has declined from 175 in 1996 to 91 in 2000, a decrease of 48%. Mathematically, the estimate of 184 is composed of these 91 "theoretical" bighorn (either present in 1996 or progeny of bighorn present in 1996), plus the 56 bighorn in the Fra Cristobal Mountains and the surviving 35 bighorn released in the 1997 and 1999 transplants from Red Rock, and their 2 offspring.

The ability to monitor a high percentage of radiocollared adults (~35%), combined with graduate students tracking the Fra Cristobal, Ladron, and San Andres populations, 2 sets of hunting guides in the Peloncillo Mountains, and intensive helicopter surveys in all ranges, resulted in the observation of an estimated 92% (n=170) of the statewide population. Part of the decline since 1999 is a mathematical artifact of more accurate, but lower, population estimates in the Peloncillo, Hatchet, and Ladron populations (i.e., rather than rounding up to 60 animals as in years past for the Peloncillo and Hatchet populations we have used lower estimates of 50 and 44 based on more refined data). Spring surveys in each of these populations aided in the refinement of population estimates (Rominger and Whitlaw 2000).

The Bootheel metapopulation has declined to an estimated 101 bighorn. In 1996 this metapopulation estimate was 145 and since 1997 48 bighorn were trapped in Red Rock to augment this metapopulation. Currently this is the only metapopulation in New Mexico to exceed the 100 individuals needed to contribute to downlisting (NMDGF 1995). At the current rate of decline this metapopulation is predicted to number <100 individuals in 2001.

The capture and radiocollaring of ewes in the Peloncillo and Hatchet mountains has increased our understanding of discrete subpopulations within these herds and

enabled a refined population estimate for each range. Three populations are thought to have no more than 6 individuals, with the Alamo Hueco and San Andres populations functionally extinct, and the Animas population with only 6 known bighorn (Table 1).

Small ungulate populations, including desert bighorn sheep, have been reported to decline due to predation (Seip 1992, Cornpton et al. 1996, Wehausen 1996, Harrington et al. 1999, Hurd and Bunnell 1999, Hayes et al. 2000, Rominger and Weisenberger 2000). In 3 cases of high lion predation on desert bighorn sheep in California and New Mexico (Wehausen 1996, Hayes et al. 2000, Rominger and Weisenberger 2000), the population declines resulted in extinction or the federal listing of these populations as endangered. High levels of predation, primarily due to mountain lions, has also resulted in an unsuccessful attempt to delist the federally endangered Selkirk woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) using caribou translocated from Canada into Idaho and Washington (Compton et al. 1996, WDOW pers. cornrnun.). Predator management has been recommended for maintaining or reestablishing vulnerable species (Hecht and Nickerson 1999). NMDGF has taken a proactive position in an attempt to mitigate the probable extinction of this native, state-endangered, faunal component (Rominger and Dunn 2000).

POPULATION STATUS

Between October 25-30,2000 desert bighorn herds in the Animas, Big Hatchet, Little Hatchet, Alamo Hueco, Fra Cristobal, and Ladron mountains were censused using a Bell 206B Jet Ranger helicopter. The Peloncillo Mountain census was flown on November 27-28,2000. Since 1996, the annual desert bighorn sheep surveys have been flown during this timeframe. Spatially stable, well-defined, ewe subpopulations have been delineated in both the Peloncillo and Hatchet populations. This has enabled a refinement of population estimates for these 2 herds (Table 1). The total observed bighorn sheep is based on a combination of ground census work and the helicopter surveys.

The combination of all census sources resulted in 170 desert bighorn sheep observed and a statewide population estimate of 184. The statewide count of 15 lambs (21:100) is the lowest ever reported for this level of search intensity. Spring lamb:ewe ratios declined from 33:100 to 21:100 during the autumn surveys. The known adult mortality (n=19), which is a fraction of the total adult mortality, is in excess of estimated recruitment (n=15) in the statewide population.

During the autumn helicopter survey there were 60 functional radiocollars on desert bighorn sheep in New Mexico (35% of the estimated adult population). After the net-gun captures and release of 27 Red Rock rams in November 1999, there were 72 active radiocollars. **An** additional 5 radiocollars were deployed in the Ladron Mountains in May 2000. Data were also collected by the hunting guides in the Peloncillo Mountains and compared to helicopter census results.

Because 5 ranges (Alamo Hueco, Animas, Little Hatchet, Fra Cristobal, and Ladron) were flown without telemetry, the summary table (Table 1) is a combination of helicopter and ground survey results. Six radiocollared bighorn (5 sentinel rams with satellite radiocollars and 1 ewe with a VHF radiocollar) continue to be monitored in the San Andres Mountains. No previously unknown extant bighorn sheep have been

documented in the San Andres Mountains in a year of monitoring. In addition, none of the rams released in November 1999 have contracted scabies. The only known ewe was captured and treated for scabies in April 1997 and has remained scabies free for nearly 4 years.

In November 1999, 27 rams were released fiom the Red Rock facility into 5 mountain ranges. Of these 27 bighorn, 3 emigrated to the Arizona portion of the Peloncillo Mountains, 5 have been killed by mountain lions, and 1 ram is unaccounted for, either due to collar failure or emigration into Mexico. Despite 18 additional rams, the population estimate declined fiom 214 in 1999 to 184 in 2000 (Table 2).

The population estimate, after the 1997 transplant of 43 bighorn from Red Rock was 245. It must be noted that the augmentation of 70 desert bighorn fiom Red Rock in 1997 (n=43) and 1999 (n=27) has provided very little reproductive support to wild desert bighorn populations because only 12 females were transplanted. Nine of these 12 ewes were killed having produced no recruited offspring and only 2 offspring are known to have been recruited since 1997 fiom the remaining 3 ewes.

CAUSES OF MORTALITY

The predominate mortality factor on adult desert bighorn continues to be predation by mountain lions *(Puma* concolor) (Tables 3 and 4). In addition to high adult mortality, low recruitment, particularly in herds other than the Fra Cristobal population, has contributed to this population decline. An effort to elucidate factors influencing lamb mortality is planned in the Fra Cristobal Mountains where lambs will be radiocollared in the spring of 2001.

TRANSPLANTS

During 2000, NMDGF did not conduct any transplants.

STATUS OF RED ROCK BREEDING FACILITY

A total of 76 bighorn was counted in 2000 and it was felt that this was most, if not all, the bighorn present (Table 5). As in 1999, a lion was determined to be in the facility and had made at least 3 kills this year.

RECRUITMENT

The recruitment was the worst in the history of Red Rock. Although 11 yearlings were observed in January (8 males and 3 females) there were only 8 observed during the census (6 males and 2 females) suggesting 3 died between January and April. Using the January yearling numbers, the recruitment ratio is only 26:100.

MORTALITY

Based on the number of carcasses recovered and mathematical subtraction using previous Red Rock data, at least 27 bighorn sheep are thought to have died since the 1999 census. This includes 21 animals in 1999 and 6 in 2000. Seven "new" mortalities were recovered or detected during the census. Three (1 CII ram, 1 adult ewe, and 1 unknown) are thought to be lion kills from this year. The unknown mortality is based on fresh lion scat and no recovered carcass. A piece of a yellow eartag, deployed on a yearling ram during the 1997 capture, was found in a fox scat within the facility.

Three carcasses recovered during the annual survey are assumed to be fiom bighorn that died in 1999. These bighorn showed no evidence of lion predation and because of

the wet summer in 1999 a mild outbreak of Blue Tongue Virus (BTV) is suspected. Other diseases or causes may have contributed as well.

SKEWED SEX RATIO

The 11 lambs considered recruited during January were skewed towards males with 8 males and 3 females observed. Three apparent mortalities since January have reduced the number of yearlings to 8, 6 males and 2 females. In 1999, the recruitment was 15 males and 2 females. This skewed sex ratio is hypothesized to be a function of a nutritional constraint caused by high density and poor forage conditions during drought. The lambs currently in Red Rock have been born to dams that have been fed supplementally since March 1999.

RESEARCH PROJECTS

Recent research projects in New Mexico include:

i. Lambing Habitat Selection in Fra Cristobal Mountains-- University of Arizona
ii. Lambing Mortality in Fra Cristobal Mountains-- University of Montana
iii. Fire and Habitat Selection Study in the Ladron Mountains-- New Mexico State University
iv. Sentinel Ram Study in San Andres Mountains—Texas Tech University
v. Cause Specific Mortality Rates in Desert Bighorn versus Rock Mountain Bighorn—Rominger et al.

MANAGEMENT ACTIONS

Current management actions in New Mexico include:

i. Fire proposed in 5 bighorn sheep ranges.
ii. Lion control to reduce adult mortality.
iii. Sightability index in Little Hatchet and Fra Cristobal mountains.
iv. Radiocollaring of bighorn in the Red Rock captive breeding facility.
v. Sentinel ram monitoring/scabies testing in San Andres Mountains.

LITERATURE CITED

Compton, B. B., P. Zager, and G. Servheen. 1996. Survival and mortality of translocated woodland caribou. Wildlife Society Bulletin *23*:490-496.

Harrington, R., N. Owen-Smith, P. C. Viljoen, H. C. Biggs, D. R. Mason, and P. Funston. 1999. Establishing the causes of the roan antelope decline in the Kruger National Park, South Africa. Biological Conservation 90:69-78.

Hayes, C. L., E. S. Rubin, M. C. Jorgensen, R. A. Botta, and W. M. Boyce. 2000. Mountain lion predation of bighorn sheep in the Peninsular Ranges, California. Journal of Wildlife Management 64:954-959.

Hecht, A. and P. R. Nickerson. 1999. The need for predator management in conservation of some vulnerable species. Endangered Species UPDATE 16 (6):114-118.

Hurd, T. E., and F. L. Bunnell. 1999. Factors limiting moose numbers and their interaction with elk and wolves in the Central Rocky Mountains, Canada. Presented at the Symposium on Ecology and Management of Ungulates. Nelson, British Columbia.

New Mexico Department of Game and Fish. 1995. New Mexico's long-range plan for desert bighorn sheep management, 1995-2002. Final Report Federal Aid in Wildlife Restoration Project. W-127-R10, Job 1. New Mexico Department of Game and Fish, Santa Fe. 40pp.

Rominger, E. M. 2000. Status of desert bighorn sheep in New Mexico, 1999. Transactions of the Desert Bighorn Council Meeting. 44:27-30. Bullhead City, NV.

Rominger, E. M., and W. C. Dunn. 2000. Lion control on four bighorn ranges. Unpublished Report, NMDGF, Santa Fe, New Mexico. 12pp.

Rominger, E. M., and M. E. Weisenberger. 2000. Biological extinction and a test of the "conspicuous individual hypothesis" in the San Andres Mountains, New Mexico. Pages 293-307 in Transactions of the 2nd North American Wild Sheep Conference. April 6-9, 1999, Reno, NV. 470pp.

Rominger, E. M., and H. Whitlaw. 2000. Desert bighorn helicopter census report: Spring 2000. 5pp. Unpublished Report, NMDGF, Santa Fe, New Mexico. 6pp.

Seip, D. R. 1992. Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. Canadian Journal of Zoology 70:1494-1503.

Wehausen, J. D. 1996. Effect of mountain lion predation on bighorn in the Sierra Nevada and Granite Mountains of California. Wildlife Society Bulletin 24:471-479.

Table 1. Observed bighorn and best estimates of population sizes during autumn 2000 based on ground and helicopter surveys.

Herd	Total Observed (lambs)	Ewes	Rams	Estimate[e]	Bighorn from 1999 transplant	Bighorn from 1997 transplant	Ram:Ewe: Lamb	Count Time (hr)	Bighorn /hour
Ladron	21 (2)	11	8	21	2	1	73:100:18	4.0	1.5
Peloncillo[a]	43 (3)	16	24	50	8	~12	150:100:19	6.2	3.9
Animas	6 (0)	4	2	6	---	---	50:100:0	0.5	12
Alamo Hueco	1 (0)	0	1	1	2	---	----	3.1	0.3
Little Hatchet	20 (4)	9	7	19[b]	1	---	78:100:44	2.3	5.6
Big Hatchet[c]	17 (0)	6	11	25	---	4-5	183:100:0	5.0	3.4
Fra Cristobal	56 (6)	27	23	56	---	0	85:100:22	2.4	12.9
San Andres[d]	6 (0)	1	5	6	5	---	---	-	-
Total	170 (15)	74	81	184[e]	18	17-18	110:100:21	23.5	4.2

[a] Only includes bighorn south of I-10.
[b] One radio-collared ram killed by a lion –2 weeks after survey.
[c] This is the only area where >5 bighorn were felt to have been missed. Only 2 ewes were seen in a subpopulation where 8 were seen in autumn 1999. None were seen in spring 2000.
[d] San Andres appears to be a functionally extinct herd, as the ewe has not produced a lamb, despite having been in contact with rams since at least April 2000.
[e] 151 bighorn sheep (61 ewes) have been released from Red Rock since 1992.

Table 2. Estimated size of 8 desert bighorn sheep populations in New Mexico 1996-2000.

Herd	11996	11997	11998	1999	12000
Ladron	35	30	35	30	21
Peloncillo[a]	50	45	60	55	50
Animas	15	15	10	10	6
Alamo Hueco	5	5	10	5	1
Little Hatchet	30	30	30	30	20
Big Hatchet	30	30	30	30	24
Fra Cristobal	33	44	46	53	56
San Andres[b]	25	1	1	1	6
Total	221	200	222	214	184[c]

[a] Only includes bighorn south of I-10, 33 transplanted since 1997.
[b] 5 Sentinel rams and 1 extant ewe.
[c] 72 bighorn sheep (12 ewes) have been released from Red Rock since 1997.

Table 3. Cause of mortality for 65 radio-collared desert bighorn sheep transplanted from Red Rock 1992-2001 (84% of known-cause mortality = lion kill).

Herd (n=total)	LION KILL	UNK.	ACCIDENT	POACH	UNK. PRED.	LEGAL KILL	COLLECT
FC n=44	19	2	1				1
LA n=33	14	6	2	2			
PE n=36	9				1	2	
LH n=3	2						
BH n=6	2						
SA n=6	2						
TOTAL n=128	48	8	3	2	1	2	1

Table 4. Cause of mortality for extant desert bighorn sheep captured and radio-collared in the late-November 1999. All mortality (35% of radio-collars deployed) occurred between 2/1/00 and 12/8/00 (86% of known-cause mortality = lion kill).

Herd (n=total)	LION KILL	UNK.	ACCIDENT	POACH	UNK. PRED.	LEGAL KILL	COLLECT
FC n=4	1						
PE n=6	2						
LH n=5	1			1*			
BH n=3							
AN n=2	2						
Total n=20	6			1			

*Scavenged by lion

Table 5. Classification of bighorn sheep in the RRWA during the 2000 census.

Pasture	Adult ewe	Yearl. Ewe	Lambs	Yearl. Ram	Class II	Class III	Class IV	Total
Ash Creek	36	2	17	6		1		62
Lidian Peak	1				2	9	2	14
Total	37	2	17	6	2	10	2	76

ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN NEW MEXICO EN EL 2000

ERIC M. ROMINGER, Contract Bighorn Sheep Biologist-NMDGF, P. O. Box 704, Santa Fe, NM 87504

ELISE GOLDSTEIN, Bighorn Sheep Program Coordinator-NMDGF, P. O. Box 25112, Santa Fe, NM 87504

SINOPSIS

Los resultados de los muestreos de Otoño del 2000 para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis mexicana*) apoyan los datos de años recientes indicando una disminución continua en su poblaciones por el estado. Desde 1999, la población ha disminuído a 184 con 7 de estos borregos en poblaciones funcionalmente extintas (Tabla 1). Esto representa un 24% de reducción de una estimación de 241 borregos seguido de la liberación de 27 machos de Red Rock en Noviembre de 1999 (Rominger 2000). Documentamos 19 mortalidades de borrego cimarrón (n=13 con radio collares) desde el censo de 1999 y 3 borregos con collar emigraron a la porción de Arizona de las Montañas Peloncillo. Por lo tanto, 21 % de los borregos con collar presentes en Noviembre de 1999, murieron o emigraron.

Excluyendo la población Fra Cristobal (n=56) los borregos que sobrevivieron del transplante de Red Rock en 1997 y 1999, mas dos progenies conocidas (n=37), la población estimada de borrego cimarrón para Nuevo México ha disminuído de 175 en 1996 a 91 en el 2000, una disminución de 48%. Matemáticamente, la estimación de 184 está compuesta de 91 borregos "teóricos" (ya sea presentes en 1996 o la progenia de borregos presentes en 1996), mas los 56 borregos de las Montañas de Fra Cristobal y los 35 sobrevivientes liberados en los transplantes de 1997 y 1999 de Red Rock y sus dos crías.

La abilidad de monitorear un gran porcentaje de adultos con radio collar (~35%), combinado con estudiantes rastreando las poblaciones de Fra Cristobal, Ladron y San Andres, 2 grupos de guías cinegéticos en las Montañas Peloncillo y un muestreo intensivo en helicóptero por toda su área de distribución, resultó en la observación de aproximádamente 92% (n=170) de la población total en el estado. Parte de la disminución poblacional desde 1999 es un artefacto matemático de estimaciones poblacionales mas precisas, aunque de menor número, en las poblaciones de Peloncillo, Hatchet y Ladron (es decir, el lugar de redondear a 60 animales como en años anteriores para las poblaciones de Peloncillo y Hatchet, usamos estimaciones mas bajas de 50 y 44 basado en datos mas refinados). Los muestreos de Primavera en cada una de estas poblaciones ayudaron en refinar las estimaciones ppoblacionales (Rominger and Whitlaw 2000).

La metapoblación Bootheel ha disminuído a 101 borregos. En 1996, se estimaba que esta metapoblación tenía 145 individuos y desde 1997, 48 borregos fueron capturados en Red Rock para aumentar esta metapoblación. Actualmente, esta es la única metapoblación en Nuevo Mexico que excede los 100 individuos necesarios para contribuir a pasarlos de en peligro a amenazados (NMDGF 1995). Tomando en cuenta la tasa actual de diminución de esta metapoblación,

se predice que tendra menos de 100 individuos para el afio 2001.

La captura y colocación de radios collar en las hembras en las Montaiias Peloncillo y Hatchet ha aumentado nuestro conocirniento de subpoblaciones discretas dentro de estos rebaños y pemitido un refinamiento en la estimacion poblacional para cada área. Se peinsa que tres poblaciones tienen hasta 6 indiviudos, teniendo a las poblaciones de Alamo Hueco y San Andres funcionalmente extintas y la poblacion de Animas con solo 6 borregos en total que se conocen (Tabla 1).

Poblaciones pequefias de ungulados, incluyendo el borrego cimarrón del desierto, han sido reportadas en disminución debido a la depredacion (Seip 1992, Compton et al. 1996, Wehausen 1996, Harrington et al. 1999, Hurd y Bunnell 1999, Hayes et al. 2000, Rominger y Weisenberger 2000). En tres casos de depredacion alta sobre borrego cimarrón en California y Nuevo Mexico (Wehausen 1996, Hayes et al. 2000, Rominger y Weisenberger 2000), las disminuciones poblacionales resultaron en extinciones locales, o bien poner estas poblaciones como en peligro de extincion. Niveles altos de depredación, primariamente debido a leones de montaña, ha tambien resultado en un esfuerzo sin éxito de quitar de la lista de en peligro al caribu Selkirk woodland *(Rangifer tarandus* caribou) usando caribús translocados de Canada en Idaho y Washington (Compton et al. 1996, WDOW com. personal). El manejo de depredadores ha sido recornendado para mantener o restablecer especies vulnerables (Hecht y Nickerson 1999). El Departamento de Pesca y Caza de Nuevo Mexico (NMDGF) ha tornado una postura proactiva en un esfuerzo por mitigar la probable extincion local de este componente nativo de la fauna en peligro de extincion (Rominger y Dunn 2000).

ESTATUS POBLACIONAL

Entre el 25 y 30 de Octubre del 2000, los rebaiios de borrego cimarrbn de las Montaiias Animas, Big Hatchet, Little Hatchet, Alamo Hueco, Fra Cristobal y Ladron fueron censados usando un helicóptero Bell 206B Jet Ranger. El censo de las Montaiias Peloncillo fué llevado a cabo en Noviembre 27 y 28 del 2000. Desde 1996, los muesti-eos anuales de borrego cimarron han volado estas mismas fechas. Espacialmente estables y bien definidas, las subpoblaciones de hembras, han sido delineadas tanto en las poblaciones de Peloncillo como en las de Hatchet. Esto ha permitido un refmamiento de las estirnaciones poblacionales para estos dos rebafios (Tabla 1). El numero total observado de cimarrones esta basado en una combinacion de trabajo por tierra y muestreos aereos.

La combinacion total de todas las fuentes de censo resultaron en 170 cimarrones observados y una población en el estado de 184. El conteo por todo el estado de 15 crías (21:100) es el mas bajo reportado para este nivel tan intenso de busqueda. La proporción de crias por hembra disminuyó de 33:100 a 21:100 durante los muestreos de Otoño. La mortalidad de adultos conocida (n=19), la cual es una fracción de la mortalidad total de la mortalidad total de adultos es mayor que el reclutamiento estimado (n=15) en la poblacion por todo el estado.

Durante los muestreos de Otofio con helicóptero hubo 60 radio-collares funcionales para los cimarrones en Nuevo Mexico (35% de la poblacion total estimada). Después de las capturas con red de escopeta y la liberación de 27 machos de Red Rock en Noviembre de1999, hubo 72 radio-collases activos. Cinco collares

adicionales fueron usados en las Montañas Ladron en Mayo del 2000. Algunos datos también fueron colectados por los guias cinegéticos en las Montañas Peloncillo y comparados con los resultados de los censos por helicóptero.

Dado que en 5 áreas (Alamo Hueco, Animas, Little Hatchet, Fra Cristobal y Ladron) se volo sin equipo de telemetría, la tabla de resúmen (Tabla 1) es una combinación de resultados de muestreos por helicóptero y por tierra. Seis cimarrones con radio-collar (5 machos fundadores con radio-collar por satélite y 1 hembra con radio-collar VHF) continuaron siendo rnonitoreados en las Montañas San Andres. No se ha documentado ninguna poblacion de borrego cimarron en las Montañas San Andres en un año de monitoreo. Además, ninguno de los machos liberados en Noviembre de 1999 han contraido sarna. La única hembra que se conoce fue capturada y tratada para sarna en Abril de 1997 y ha permanecido sin sarna por casi 4 años.

En Noviembre de 1999, 27 machos fueron liberados de las instalaciones de Red Rock a 5 areas montañosas. De estos 27, 33 migraron a la porción de Arizona de las Montañas Peloncillo, 5 fueron matados por leones de montaña y un macho que se desconoce su paradero, ya sea porque el radio collar fa110 o bien emigró hacia México. A pesar de adicionar 18 machos, la poblacion declinó de 214 en 1999 a 184 en el 2000 (Tabla 2).

La estimación de la población, depues del transplante de 1997 de 43 cimarrones de Red Rock, fué de 245. Es importante señalar que el aumento de 70 cimarrones de Red Rock en 1997 (n=43) y 1999 (n=27) ha aportado muy poco apoyo reproductivo para las poblaciones de borrego silvestre debido a que solo 12 hembras fueron transplantadas. Nueve de estas 12 hembras fueron muertas habiendo no producido ninguna descendencia y tan solo dos crias se conoce han sido reclutadas desde 1997 de las 3 hembras que sobrevivieron.

CAUSAS DE MORTALIDAD

El factor de mortalidad predominante en borregos adultos continua siendo la depredación por leones de montaña (*Puma concolor*) (Tablas *3 y* 4). En adición a la alta mortalidad en adultos, la baja tasa de reclutamiento particularmente en rebaños que no sean de la poblacibn de Fra Cristobal, ha contribuido a la disminución total de la poblacion. Se planea investigar los factores que afectan la mortalidad de crias en las Montañas Fra Cristobal donde se les pondra radio collares para la Primavera del 2001.

TRANSPLANTES

Durante el 2000, NMDGF no llevó a cabo ningún transplante.

ESTATUS DE LAS INSTALACIONES PARA REPRODUCCION DE RED ROCK

Un total de 76 cimarrones fueron contados en el 2000 y se cree que estos heron la mayoría, sino es que todos los borregos presentes (Tabla 5). Como ocurrio en 1999, un leon de montaña se encontraba dentro de las instalaciones y logro matar al menos 3 borregos este año.

RECLUTAMIENTO

El reclutamiento fue el peor en la historia de Red Rock. Aunque 11 crias de un año fueron observadas en Enero (8 machos y 3 hembras), hubo solo 8 que se observaron durante el censo efectuado (6 machos y 2

hembras) lo que sugiere que 3 murieron entre Enero y Abril. Usando el nurnero de crias de un año en Enero, la proporción de reclutamiento es de solo 26:100.

MORTALIDAD

Basado en el número de esqueletos recuperados y la sustraccion matematica usando datos previos de Red Rock, al menos 27 cimarrones se creé han muerto desde el censo de 1999. Esto incluye 21 animales en 1999 y 6 en 2000. Siete "nuevas" mortalidades fueron recuperadas o detectadas durante el censo. Tres cimarrones (1 macho CII, 1 hembra adulta y 1 ejemplar indeterminado) se creé fueron muertos por un leon de montaña en este año. El ejernplar indetenninado esta basado en heces fecales de leon de montaña frescas y al hecho de que nunca se recupero el esqueleto. Un pedazo de una etiqueta amarilla de marcaje para la oreja que se coloco en una cría de un año durante la captura de 1997, se encontró en unas heces de zorra dentro de las instalaciones.

Tres esqueletos recuperados durante los muestreos anuales se cree que provinieron de cimarrones que murieron en 1999. Estos borregos no mostraron evidencia de depredación por leon de montaña y debide al verano hurnedo en 1999, se cree que pudo haber sido Virus de Lengua Azul (BTV). También es posible que otras causas o enfermedades hayan contribuido a estas mortalidades.

DESVIACION DE LA PROPORCION DE SEXOS

Los 11 corderos que se considera fueron reclutados en Enero mostraron estar mas cargados hacia los machos, observándose 8 machos y 3 hembras. Tres mortalidades aparentes desde Enero han reducido el numero de crias a 8 (6 machos y 2 hembras). En 1999, el reclutarniento fué de 15 machos y 2 hembras. La hipótesis sobre esta desproporción de sexos se cree sea una función de una limitación nutricional causada por una alta densidad y forraje pobremente nutricional durante la sequía. Los cosderos pi-esentes en Red Rock han nacido de hembras que se les ha dado forraje suplementario desde Marzo de 1999.

PROYECTOS DE INVESTIGACION

Los proyectos recientes de investigación llevados a cabo en Nuevo Mexico incluyen:

i. Selección de habitat por cosderos en las Montañas Fra Cristobal Mountains-- Universidad de Arizona
ii. Mortalidad de corderos en las Montañas Fra Cristobal — Universidad de Montana
iii. Estudio sobre el fuego y la selección de habitat en las Montañas Ladron-- Universidad Estatal de New Mexico
iv. Estudio de los corderos pioneros en las Montañas San Andres— Texas Tech University
v. Causas de la tasa de mortalidad especifica en borrego cimarron del desierto y del de las Montañas Rocayosas—Rominger et al.

ACCIONES DE MANEJO

Las acciones sobre manejo de cimarron que actualmente se llevan a canbo en Nuevo Mexico son:

i. Fuego controlado en 5 areas de borrego cimarrón.
ii. Control de león de montafia para reducir la mortalidad de adultos.
iii. Indice de observación en las montañas Little Hatchet y Fra Cristobal.
iv. Colocación de radio-collares en borregos de las instalaciones de reproducción en cautiverio de Red Rock.
v. Monitoreo de machos pioneros y pruebas sobre roña en las Montañas San Andres.

LITERATURA CITADA

Compton, B. B., P. Zager, and G. Servheen. 1996. Survival and mortality of translocated woodland caribou. Wildlife Society Bulletin 23:490-496.

Harrington, R., N. Owen-Smith, P. C. Viljoen, H. C. Biggs, D. R. Mason, and P. Funston. 1999. Establishing the causes of the roan antelope decline in the Kruger National Park, South Africa. Biological Conservation 90:69-78.

Hayes, C. L., E. S. Rubin, M. C. Jorgensen, R. A. Botta, and W. M. Boyce. 2000. Mountain lion predation of bighorn sheep in the Peninsular Ranges, California. Journal of Wildlife Management 64:954-959.

Hecht, A. and P. R. Nickerson. 1999. The need for predator management in conservation of some vulnerable species. Endangered Species UPDATE 16 (6):114-118.

Hurd, T. E., and F. L. Bunnell. 1999. Factors limiting moose numbers and their interaction with elk and woives in the Central Rocky Mountains, Canada. Presented at the Symposium on Ecology and Management of Ungulates. Nelson, British Columbia.

New Mexico Department of Game and Fish. 1995. New Mexico□s long-range plan for desert bighorn sheep management, 1995-2002. Final Report Federal Aid in Wildlife Restoration Project. W-127-R10, Job 1. New Mexico Department of Game and Fish, Santa Fe. 40pp.

Rominger, E. M. 2000. Status of desert bighorn sheep in New Mexico, 1999. Transactions of the Desert Bighorn Council Meeting. 44:27-30. Bullhead City, NV.

Rominger, E. M., and W. C. Dunn. 2000. Lion control on four bighorn ranges. Unpublished Report, NMDGF, Santa Fe, New Mexico. 12pp.

Rominger, E. M., and M. E. Weisenberger. 2000. Biological extinction and a test of the "conspicuous individual hypothesis" in the San Andres Mountains, New Mexico. Pages 293-307 in Transactions of the 2nd North American Wild Sheep Conference. April 6-9, 1999, Reno, NV. 470pp.

Rominger, E. M., and H. Whitlaw. 2000. Desert bighorn helicopter census report: Spring 2000. 5pp. Unpublished Report, NMDGF, Santa Fe, New Mexico. 6pp.

Seip, D. R. 1992. Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. Canadian Journal of Zoology 70:1494-1503.

Wehausen, J. D. 1996. Effect of mountain lion predation on bighorn in the Sierra Nevada and Granite Mountains of California. Wildlife Society Bulletin 24:471-479.

Tabla 1. Borregos cimarron observados y las mejores estimaciones de tamaño poblacional durante al Otoño del 2000 basado en muestreos por helicóptero y por tierra.

Rebaño	Total Observado (corderos)	Hembras	Machos	Estimación[c]	Cimarrones del transplante de 1999	Cimarrones del transplante de 1997	Proporción Macho:Hembra: cría	Tiempo (hr)	Cimarrón /hora
Ladron	21 (2)	11	8	21	2	1	73:100:18	4.0	1.5
Peloncillo[a]	43 (3)	16	24	50	8	~12	150:100:19	6.2	3.9
Animas	6 (0)	4	2	6	---	---	50:100:0	0.5	12
Alamo Hueco	1 (0)	0	1	1	2	---	----	3.1	0.3
Little Hatchet	20 (4)	9	7	19[b]	1	---	78:100:44	2.3	5.6
Big Hatchet[c]	17 (0)	6	11	25	---	4-5	183:100:0	5.0	3.4
Fra Cristobal	56 (6)	27	23	56	---	0	85:100:22	2.4	12.9
San Andres[d]	6 (0)	1	5	6	5	---	---	-	-
Total	170 (15)	74	81	184[e]	18	17-18	110:100:21	23.5	4.2

"Solo incluye borrego al sur de la carretera I-10.

[b] Un macho con radio collar muerto por un leon de montaña aproximadamente dos semanas despues del muestreo.

[c] Esta es la única area donde se piensa que mas de 5 cimarrones se perdieron. Solo 2 hembras heron vistas en una subpoblación donde el Otoño de 1999 se observaron 8. Ninguno de estos se observó en la Primavera del 2000.

[d] El rebaño de San Andrés parece estar funcionalmente extinto, dado que las hembras no han producido ninguna cría, a pesar de haber estado en contacto con machos desde Abril del 2000.

[e] 151 borregos cimarron (61 hembras) han sido liberadas de Red Rock desde 1992.

Tabla 2. Tamaño estimado para 8 poblaciones de borrego cimarrón en Nuevo Mexico durante 1996-2000.

Rebaño	1996	1997	1998	1999	2000
Ladron	35	30	35	30	21
Peloncillo [a]	50	45	60	55	50
Animas	15	15	10	10	6
Alamo Hueco	5	5	10	5	1
Little Hatchet	30	30	30	30	20
Big Hatchet	30	30	30	30	24
Fra Cristobal	33	44	46	53	56
San Andres [b]	25	1	1	1	6
Total	221	200	222	214	184 [c]

"Solo incluye cimarrones al sur de la carretera I-10, 33 tsansplantados desde 1997.
[b] 5 machos fundadores y una hembra existente.
[c] 72 borregos (12 hembras) han sido liberados de Red Rock desde 1997.

Tabla.3. Causas de mortalidad para 65 borregos con radio collar transplantados de Red Rock entre 1992 y 2001 (84% de las causas de mortalidad fueron por león de montaña).

Rebaño (n=total)	Muerte por león de mont.	Desco-nocido	Accidental	Cacería ilegal	Depreadción desconocida	Cacería legal	Colecta
FC n=44	19	2	1				1
LA n=33	14	6	2	2			
PE n=36	9				1	2	
LH n=3	2						
BH n=6	2						
SA n=6	2						
TOTAL n=128	48	8	3	2	1	2	1

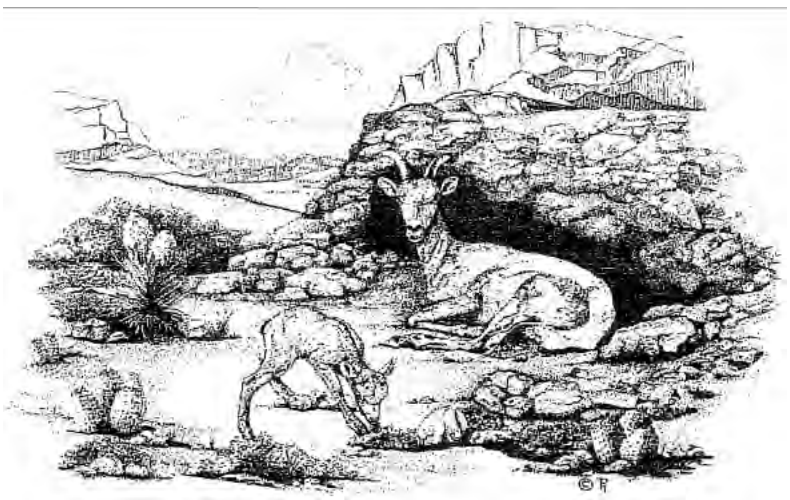
Tabla 4. Causas de mortalidad para borregos que fueron capturados y se les coloco un radio collar a finales de Noviembre de 1999. Todas las mortalidades (35% de los borregos tuvieron radio collar) ocurrieron entre Febrero 1 y Diciembre 8 del 2000 (86% de las causas de mortalidad fueron por leon de montaña).

Rebaño (n=total)	Muerte por león de mont.	Desco-nocido	Accidental	Cacería ilegal	Depreadción desconocida	Cacería legal	Colecta
FC n=4	1						
PE n=6	2						
LH n=5	1			1*			
BH n=3							
AN n=2	2						
Total n=20	6			1			

*Carroña consumida por leon de montafia

Tabla 5. Clasificacion de borregos en el area de RRWA durante el censo del 2000.

Pastura	Hembra adulta	Hembra de 1 año	Corderos	Macho de 1 año	Clase II	Clase III	Class IV	Total
Ash Creek	36	2	17	6		1		62
Lidian Peak	1				2	9	2	14
Total	37	2	17	6	2	10	2	76



STATUS OF DESERT BIGHORN SHEEP IN TEXAS - 2000

MICHAEL T. PITTMAN Texas Parks and Wildlife Department, Trans-Pecos Ecosystems Management Project Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

CLAY E. BREWER, Texas Parks and Wildlife Department, Desert Bighorn Sheep Program Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

MICHAEL D. HOBSON, Texas Parks and Wildlife Department, District I Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

POPULATIONS

The Trans Pecos region of Texas currently supports seven free ranging populations of desert bighorn sheep. These occur within the Sierra Diablo, Baylor, Beach, Van Horn, and Sierra Vieja Mountains, and the Texas Parks and Wildlife Department's Black Gap and Elephant Mountain Wildlife Management Areas (WMA). Helicopter surveys conducted in September of 2000 indicated a relatively stable sheep population. A total of 381 sheep were observed during 42.0 hours of flight time (Table 1.). These survey results yielded ratios of 83 rams:100 ewes: 46 lambs.

The Chilicote Ranch, located in the Sierra Vieja Mountains, is the only remaining captive population in Texas. The facility contained 3 rams and 5 ewes during the 2000 survey.

In December of 2000, the largest instate transplant in the history of the restoration program occurred. Forty-five sheep were captured by net-gun from Elephant Mountain WMA and released at Black Gap WMA. These consisted of 23 rams and 22 ewes.

RESEARCH

Three research projects are currently in progress. These include: the study of home ranges, movements, and mortalities of desert bighorn sheep at Elephant Mountain WMA; diets and seasonal forage utilization of desert bighorn sheep at Elephant Mountain WMA; and guzzler use, habitat selection and movement patterns of desert bighorn sheep at Black Gap WMA.

HABITAT IMPROVEMENTS

In March of 2000, 6 slick-rock guzzlers were constructed on private land in the Baylor, Beach and Sierra Diablo Mountains. The projects were accomplished through the cooperative efforts of the Texas Bighorn Society (TBS), private landowners and TPWD. Two conventional style guzzlers are scheduled for construction in the Sierra Diablo Mountains in 2001.

Prescription burning has been implemented at Elephant Mountain Wildlife Management Area in order to maintain suitable sheep habitat. These efforts will be expanded on the area as well as on other state owned properties that support sheep populations.

HARVEST

The 2000 hunting season proved to be another record year for both numbers of desert bighorn hunting permits issued and the amount of funding generated for desert bighorn management. During the season, a

record 6 permits were issued. Among these were a FNAWS permit ($75,000), Texas Grand Slam Hunt ($125,000) and 4 private landowner permits.

Bighorn sheep management in Texas continues to be funded by hunters through the Federal Aid in Wildlife Restoration Program, FNAWS auction permits, and the Texas Grand Slam Hunt Program. Since 1989, $419,000 has been generated from 6 FNAWS auction permits. In addition, approximately $402,000 has been generated from 5 permits, since the inception of the Texas Grand Slam Hunt Program in 1996. The Texas Grand Slam is a hunt package consisting of four big game species including one desert bighorn sheep. Unlimited $10 applications are sold to both resident and non-resident hunters. Funds are generated through the application fee.

PROBLEMS/OPPORTUNITIES

The value of the Elephant Mountain WMA sheep population was demonstrated by the largest instate transplant to date. Elephant Mountain will continue to serve as the primary source of brood stock for re-introduction efforts. However, additional out of state brood stock are needed to facilitate the restoration of desert bighorn sheep in areas of suitable habitat.

Improved landowner relations have provided increased opportunities for technical guidance. These efforts must be accelerated to ensure proper management of desert bighorns on private land. The private landowner remains the single most important factor in restoring and maintaining viable bighorn populations in Texas.

Aoudad sheep continue to be observed mixing with desert sheep in Texas. The Texas Parks and Wildlife Department has the authority, coupled with landowner consent, to eliminate aoudads by lethal means for controlling encroachment in habitat utilized by desert sheep.

Mountain lion predation continues to be one of the limiting factors of desert bighorn sheep populations in Texas. Predator control efforts must be continued in sheep restoration areas to minimize losses to desert bighorn sheep brood stock.

ESTATUS DEL BORREGO CIMARRON EN TEXAS EN EL 2000

MICHAEL T. PITTMAN, Texas Parks and Wildlife Department, Trans-Pecos Ecosystems Management Project Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

CLAY E. BREWER Texas Parks and Wildlife Department, Desert Bighorn Sheep Program Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

MICHAEL D. HOBSON, Texas Parks and Wildlife Department, District I Leader, 109 South Cockrell, Alpine, Texas 79830

POBLACIONES

Actualmente, siete poblaciones silvestres de borrego cimarron se encuentran en la Region Trans Pecos de Texas. Estas poblaciones se localizan en las montaiias Sierra Diablo, Baylor, Beach, Van Horn y Sierra Vieja y las Areas de Manejo de Vida Silvestre (WMA por sus siglas en ingles) Black Gap y Elephant Mountain del Departamento de Parkes y Vida Silvestre de Texas (TPWD por sus siglas en inglés). Muestreos en helicóptero llevados a cabo en Septiembre del 2000 indicaron una poblacion relativamente estable de borrego cimarron. Un total de 381 borregos heron observados durante 42.0 horas de vuelo (Tabla 1), con una proporción de 83 machos: 100 hembras: 46 crías.

El Rancho Chilicote, localizado en las montaiias Sierra Vieja, es la única población remanente en cautiverio de todo Texas. El rancho tuvo 3 machos y 5 hembras durante el muestreo del 2000.

En Diciembre del 2000, se llevo a cabo el transplante mas grande dentro del estado en la historia del programa de recuperación de la especie. Cuarenta y cinco borregos heron capturados con red de caiion en la WMA de Elephant Mountain y liberados en la WMA de Black Gap. Este grupo consistió de 23 machos y 22 hembras.

INVESTIGACION

Tres projectos de investigación se están llevando a cabo actualmente. Estos incluyen: 1) estudio del ambito hogareiio, movimientos y mortalidades del borrego cimarron en la WMA de Elephant Mountain; 2) dietas y utilización de pastoreo temporal en la WMA Elephant Mountain; y 3) uso de bebederos, selección de habitat y patrones de movimiento en la WMA Black Gap.

MEJORAMIENTO DE HABITAT

En Marzo del 2000, 6 bebederos heron construidos en propiedad privada en las montaiias Baylor, Beach y Sierra Diablo. Estos proyectos heron cornpletados gracias a la cooperación entre la Sociedad de Borrego Cimarrón de Texas Bighorn Society (TBS), los dueños de tierras privadas y el TPWD. Dos bebederos de tipo convencional están programados para ser construidos en las montaiias Sierra Diablo en el 2001.

Quemas de vegetación programadas (controladas) se han llevado a cabo en la WMA de Elephant Mountain para mantener habitat adecuado para borrego. Estos esfuerzos seran expandidos en el area, asi como en otras propiedades que el estado tiene y que contienen poblaciones de borrego.

COSECHA

La temporada de caceria del 2000 resultó ser otro año record, tanto por el numero de permisos de caza otorgados para aborrego cirnaron, como por la cantidad de fondos financieros generados por el manejo del borrego cimarron del deiserto. Durante la temporada se otorgaron un numero record de 6 permisos. Entre estos permisos hubo uno para FNAWS generando $75,000, uno para el Texas Grand Slam Hunt ($125,000) y 4 permnisos para dueiios de tierras privadas.

El manejo de borrego cimarron en Texas continua siendo financiado por el Programa de Ayuda Federal en Restauracion de Vida Silvestre, los permisos de subastas para FNAWS y el Programa Texas Grand Slam Hunt. Desde 1989, $419,000 han sido generados de 6 subastas de permisos para FNAWS. Además, $402,000 han sido generados de 5 permisos desde el comienzo del Programa Texas Grand Slam Hunt en 1996. El Programa Texas Grand Slam es un paquete de caceria para cuatro especies de caza mayor, incluyendo uno para borrego cimarron del desierto. Un numero ilimitado de solicitudes de $10 son vendidas tanto para residentes como para no residentes. Se generan fondos através del cargo por solicitud.

PROBLEMAS/OPORTUNIDADES

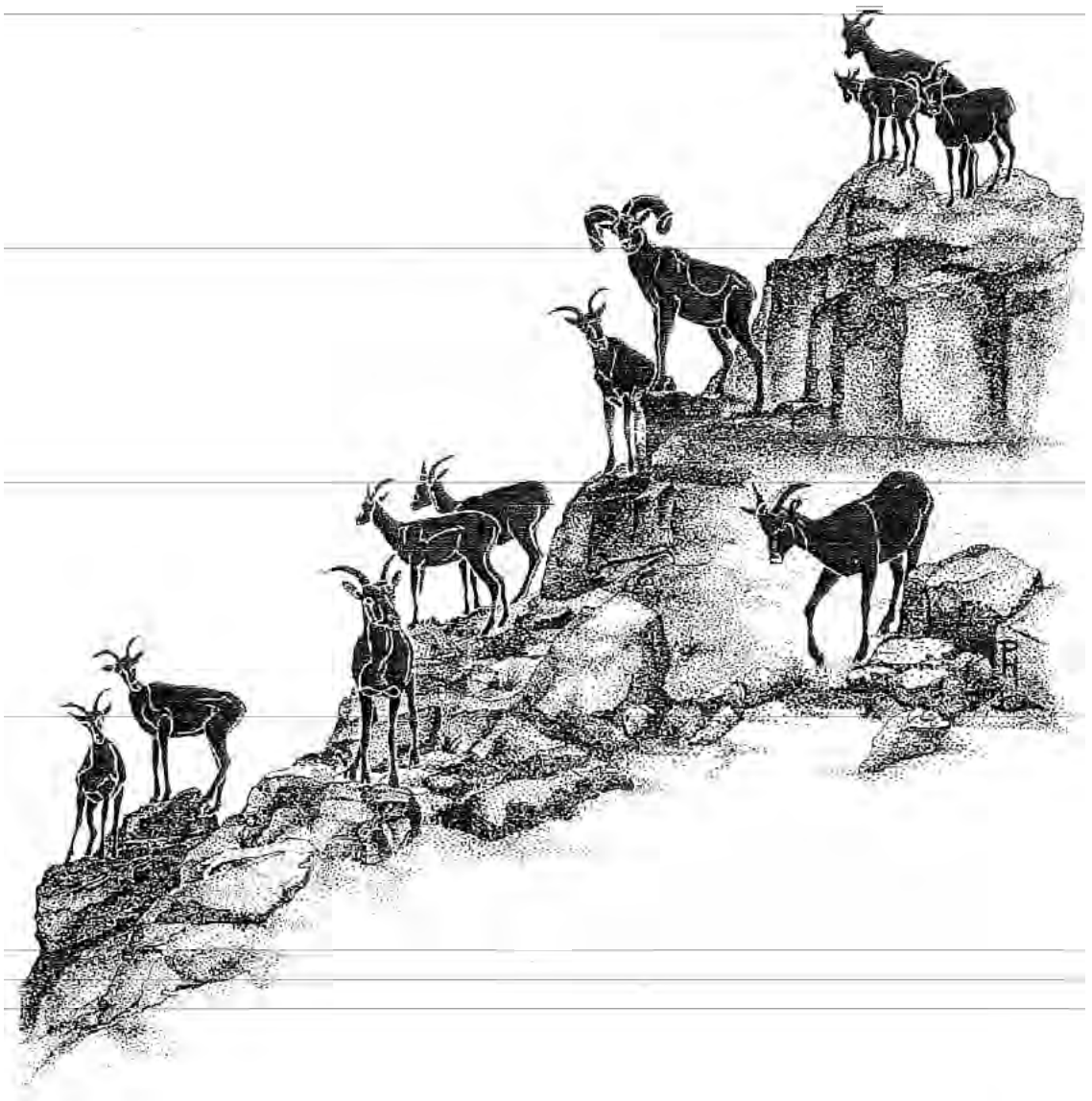
El valor de la poblacion de borrego en la WMA de Elephant Mountain, fué demostrado debido a que ahí se llevo a cabo el transplante mas grande en el estado hasta la fecha. La WMA de Elephant Mountain continuara sirviendo como la fuente principal de reproductores para los esfuerzos de reintroducción. Sin embargo, un stock adicional de fuera del estado se necesitara para facilitar la restauracion de borrego cimarron en areas con un habitat adecuado.

La mejoria en las relaciones con los dueiios de tieras privadas han aumentado las oportunidades para asesoramiento tecnico. Estos esherzos deben de apresurarse para asegurar el manejo adecuado de borrego cirnarron en tierras privadas. El dueño de tierras privadas sigue siendo el factor mas importante en restaurar y mantener poblaciones viables de borrego cimarron en Texas.

La mezcla del borrego Aoudad con el cimarron continua observandose en Texas. El TPWD tiene la autoridad, junto con el consentimiento del dueño de las tierras, de elirninar Aoudads por metodos letales para controlar la disminucion en el habitat utilizado por el borrego cimarron.

La depredación por leon de la montaña continua siendo uno de los factores limitantes de las poblaciones de borrego cimarrón en Texas. Los esfuerzos de control de depredadores deben de continuar en las areas de restauracion de borrego para minimizar las pérdidas del stock de reproductores del borrego cimarron del desierto.

TECHNICAL REPORTS



ANALYSIS OF THE CURRENT KNOWLEDGE OF PENINSULAR BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) AND ITS IMPLICATIONS FOR THE CONSERVATION AND MANAGEMENT IN THE STATE OF BAJA CALIFORNIA.

RICARDO B. EATON-GONZÁLEZ, Universidad Autonoma de Baja California – Faculty of Sciences, Km. 103 Cant. Tijuana-Ensenada, C.P. 22800. Ensenada, Baja California, Mexico.

ROBERTO MARTÍNEZ-GALLARDO, Universidad Autonoma de Baja California – Faculty of Sciences, Km. 103 Cant. Tijuana-Ensenada, C.P. 22800. Ensenada, Baja California, Mexico.

INTRODUCTION

Bighorn sheep (Ovis canadensis), also known as: desert bighorn, peninsular bighorn, Weems bighorn or mountain bighorn, is distributed in western North America. In Mexico, the present distribution occurs in the states of Baja California, Baja California Sur and Sonora, although their historical distribution indicates that bighorn sheep also occurred in the States of Chihuahua, Coahuila and Nuevo Leon. Cowan (1940) maps the distribution of the three subspecies of bighorn sheep in Mexico: *Ovis* canadensis cremnobates from the south end of California, U.S.A. to Baja California, *Ovis* canadensis *weemsi* in Baja California Sur, and *Ovis* canadensis *mexicana* from the Southwest portion of Texas, southern New Mexico and southern Arizona, U.S.A. In Baja California, the first settlers that arrived on the peninsula recorded the presence of bighorn sheep and they reported how the natives on the peninsula considered bighorn sheep as part of their culture as well as a source for food (Del Barco 1988). Evidence of this ancestral relationship between, man and sheep, is recorded in rock paintings that are found on the peninsula and the United States.

The characteristics of bighorn sheep make it an interesting species from a biological, economic, sport hunting, and political standpoint. In some cases this has imperiled scientific studies and directed decisions about their protection and use.

In North America the use of bighorn sheep by man is diverse. Natives used the bighorn sheep as food and for some tribes bighorn sheep had a cultural value included in rites or as deities (Monson et al. 1980). In the course of time and with the increase of sport hunting, the bighorn sheep acquired great importance as a trophy animal for hunters and a great source of revenue.

In Mexico, hunting of bighorn sheep began formally in 1964, when hunting was under direct control of the federal authorities (Perez-Gil et al. 1996), although there were no management plans or formal studies available. It was only in the last decade, that isolated efforts at management and rational use of bighorn sheep have been attempted in Mexico. Perez-Gil, *op. cit.*, points out that the hunting of bighorn sheep in Mexico was prohibited from 1922 to 1963. In 1964 this prohibition was removed and a period of regulated hunting under the supervision of the Federal Government began. About 100 hunting permits were granted per year without imposing age or sex criteria. Beginning in 1975, permits were granted to hunt only mature rams with full-curl and broomed horns.

Public perception indicates that in Baja Califomia State, poaching has always been conducted without taking into account the prohibitions or hunt criteria. For Baja California and in particular for the subspecies *cremnobates,* a hunt prohibition was decreed in 1990, and will remain in effect until population studies of this subspecies are completed in the State. Currently this scenario exists in Baja California, however in Sonora and Baja California Sur hunting of bighorn sheep continues. In the state of California, US, *O. c. crenbibates* was declared endangered in 1998, due to low population numbers. This population decline has been attributed to factors including habitat degradation, fragmentation and loss along with low recruitment rates and high predation rates (Davenport 1998).

In Mexico, factors such as unregulated hunting, poaching, habitat loss, as well as urban development have caused a decline in the bighorn sheep population. Very few studies on bighorn sheep have been carried out on in Mexico. Methodologies used to carry out these studies have not been consistent and include methods used in other populations where habitat and population conditions are different. The purpose of the present study is to compare knowledge of bighorn sheep in Mexico with the United States, commenting on management aspects and conservation for bighorn sheep in Mexico, with reference to plans and actions proposed.

METHODOLOGY

A literature review of scientific works on bighorn sheep, was published in two main sources, 1) Krausman (1984), where articles published about bighorn sheep are from 1897 up to 1983 are compiled and 2) in an established database of publications of bighorn sheep in the Faculty of Sciences of Universidad Autonoma de Baja California (UABC), that includes approximately 200 references between 1897 and 1999. The following publications of international circulation are included: Animal Behavior, Biological Conservation, Conservation Biology, Ecology, Ethnology, Journal of Mammalogy, Journal of Wildlife Management, Journal of Wildlife Diseases, Journal of American Veterinary Medical Association, Journal of Animal Zoo Medicine, Molecular Ecology, Oecologia, The Southwestern Naturalist, Wildlife Society Bulletin, and 45 volumes of the Desert Bighorn Council Transactions. Also included are reports from various government agencies from the United States several academies of sciences, natural history museums, and biological societies. This database is expected to be available soon via Internet. Publications were grouped by research topics or by regions and criteria used by Krausman (1984) were followed (Table 1). Classifications of regions were states of United States and Mexico, or Canadian provinces, or for a country when the study was not for a specific population. Where populations were studied in more than one State or country they were integrated and reported separately (Table ***2)***.

RESULTS

From1897 to 1999, 695 publications on bighorn sheep were documented. Of these, 655 works were completed on a specific population or area, and 40 publications for two or more regions. There were 627 works in the United States, 31 for Canada and 37 for Mexico. Several publications were not included because they were of a very general nature. These publications did not contribute substantial information for the conservation and management of bighorn

sheep. The results obtained in the total count are shown in Tables 3 and 4.

The greatest number of publications for a specific topic was related to management and techniques (124) followed by diseases and mortality (105), and distribution and abundance (85) publications. The topics with the smallest number of publications are genetics, followed by population dynamics and reproduction.

For the regions, we found that the state of California, US, had the greatest number of publications (134), followed by Arizona (129) and Nevada (107). Arizona and Nevada had the greatest number of publications (6) within the category of two or more regions; the state of Arizona also had the greatest number of combined works with other States in the United States. Topics on diseases and mortality are the most common carried out jointly between two or more regions. This reflects combined efforts to maintain healthy populations regardless of political boundaries.

In particular for Mexico (Table 5), it was found that Baja California is the State with the greatest number of publications, followed by Sonora and Baja California Sur. The research in Mexico has been mostly done on distribution and abundance (22), management and techniques (5) and diseases and mortality (3).

There are more publications from Mexico than Canada. This could be because some of Canadian publications are published in national or regional magazines or are reports from government agencies that don't have as great of distribution as the sources fkom the United States.

DISCUSSION

The lack of knowledge that exists about bighorn sheep in Mexico is evident. Information on topics such as water, competition, population dynamics, general ecology, genetics, human impacts and reproduction are lacking. In spite of this lack of knowledge hunting continues in Sonora and Baja California Sur. At present, the use of the bighorn sheep is promoted under the new outline that the federal government has proposed for the conservation and use of wildlife. In Baja California there are special interest groups interested in opening hunting for bighorn sheep.

To understand this issue it is important to consider the history of use of bighorn sheep in the U.S.A., where the quantity of information that supports the decision making process for management and use of bighorn is substantially greater. Despite this information, some states including California, have populations in danger of extinction.

California is the state with the greatest number of studies. California authorized the legal hunting of bighorn sheep in 1987, and 83 sheep have been harvested through the 1996 season (Torres et al. 1996). Arizona is the state with the second most studies and first in combined studies. In 1997, 92 sheep were harvested with a hunt demand of 7,077 applications for 97 permits (Lee 1998). In Nevada, 85 sheep were harvested during the 1997 hunting season with 4,766 applications for the 109 permits.

In Mexico, Pérez-Gil (1996), mentioned that legal hunting opened in 1964, with 100 permits per year at the national level. Between 1977 and 1982 the average was of 114 permits. Lee and Mellink (1996) point out that over a ten year period in Baja

California (1989-1990) 625 permits were granted and the combined hunt success was 75%. This resulted in a harvest of 469 bighorn sheep or approximately 47 bighorn per year. For Sonora, we don't have information on the harvest, although the harvest is carried out under the outline of Units for Conservation, management and Sustainable Use of the Wildlife (UMA). In Baja California Sur, 111 sheep were harvested between 1978 and 1993. Issued permits gradually declined from 24 to 6 per year (Perez-Gil 1996).

All the previous data indicate to us, an enormous disproportion in the harvest guidelines between the United States and Mexico. Although the harvest rates in Mexico have not been higher than in the United States, this doesn't mean that they were appropriately decreed. Other things to consider include are bighorn sheep populations in Mexico that have historically been restricted in distribution and are less abundant than in the United States. This causes the population of bighorn sheep in Mexico to occur in different and varied habitats. It needs to be determined if the employment of methods used for determining harvest rates in the United States are appropriate for use in Mexico. In 1997, the Department of Environment, Natural Resources and Fisheries (SEMARNAP), started a Program for conservation of wildlife and productive diversification in the rural sector for the period 1997-2000. This program states strategies, projects and actions, for the Project of Recovery of bighorn sheep in Mexico as follows:

CONSOLIDATION OF THE ADVISORY TECHNICIAL COMMITTEE: Was completed during the last months of 2000. There was a meeting to complete this strategy, but there was not a real convening of all the involved parties, neither were guidelines produced to continue this meeting.

APPLICATION OF FINANCIAL RESOURCES STARTING IN THE CONSTITUTION OF THE NATIONAL FIDEICOMMISSUM FOR WILDLIFE: This operation was proposed using resources contributed directly by the private initiative, the organization producers, specific donations and international cooperation. Whether or not the fideicommissum exists in Baja California is not known.

DEVELOP AN INTEGRATED MANAGEMENT PLAN FOR POPULATIONS OF BIGHORN SHEEP BY STATE AND FOR GROUPS OF MOUNTAINS: Because of the lack of studies, it is almost impossible to achieve this integrated management. High-priority investigation regions should also be prioritized for bighorn sheep. Good intentions for management plans exist, however only specific mountain ranges have been completed.

DEVELOP PROGRAMS FOR REPRODUCTION IN "UMA", WITHIN THEIR CURRENT DISTRIBUTION: Currently most management in Mexico has been short term. For bighorn sheep, this planning process should be long term. Establishment of reproduction programs inside UMA, will require an additional base of knowledge.

REPOPULATE THE STATES OF CHIHUAHUA, COAHUILA and NUEVO LEON: We have very little knowledge regarding the historical distribution of the bighorn sheep in these states. To repopulate these regions, many studies would be

required, similar to those required in areas of current distribution of bighorn in Mexico.

GRANT HUNTING PERMITS TO PRIVATE LANDOWNERS: This has been achieved due to the establishment of the "UMAs". However, this system has not resulted in substantial increases in our knowledge, nor has this system been evaluated for its impact on the recovery of bighorn sheep in Mexico. The economic impact in the rural communities has not been assessed.

PROMOTE INTERNATIONAL COOPERATION PROJECT DEVELOPMENT: This has been done in an isolated way but has not focused on the specific points proposed for the recovery project. To date, most work has been completed by hiring foreign experts to complete the occasional population study.

BIGHORN SANCTUARIES IN BAJA CALIFORNIA SUR OR SONORA: At present, there are no sanctuaries for bighorn sheep in Mexico. It is important that more than the establishment of sanctuaries be done to develop appropriate policies of conservation and protection for the bighorn sheep inside decreed areas. If sanctuaries are to be created, they should be based on sound biological and ecological approaches, resulting from scientific studies. A specific example is the study of Salmon (1999), who proposes the creation of a sanctuary for the bighorn sheep in the central portion of the Baja California Peninsula, in an area where two bighorn sheep subspecies coexist.

As previously mentioned hunting for obtaining monetary resources has always driven the conservation of bighorn sheep in Mexico. Pérez-Gil et al. (1996) presented a financial balance for the hunting of bighorn sheep in Mexico from 1987 to 1991, where a deficit of $1,293´562,700.00 pesos was calculated. Is there a reason for hunting if it is not revenue-yielding? There may be revenue-yielding for some, however the actual cost and benefits may not be clearly defined. One would think that the program of conservation for wildlife and productive diversification in the rural sector, by means of the establishment of UMAs would help define those administrative cost and participation of the social sector. However these two aspects that have been absent or not clear within management plans formulated for bighorn sheep.

CONCLUSIONS

The data presented here are very conservative due to the few possibilities to access the information within Mexico, however they represent a general tendency. In Mexico, very few studies on bighorn sheep exist and many interesting and particular aspects about their biology in Mexico exist. It is necessary to create specific bighorn sheep management and use plans in Mexico. There is a need for genetic research as well as research on population dynamics, behavior, reproduction, distribution and taxonomy. Particular work needs to be done in the taxonomy of subspecies (Salmon 1999).

It is also evident that the incipient knowledge available regarding bighorn sheep in Mexico contrast with the great interest that is evident for their well being. There needs to be well defined strategies to fill those critical gaps in information to allow effective management and use of this species. We must not continue to "blindly" use previous approaches without the development of improved databases. These data must be collected by means of systematized studies

and with appropriate methods for the populations of Mexico. An example of the above-mentioned is the approach about the age of individual to hunt. Is allowing the hunting of a male with 314 curl and broomed horns justified? Does this indicate that this male is past his reproductive prime in Mexico sheep populations?

The establishment of UMAs could help to define administrative guidelines and participation of the social sectors for the use of bighorn. However, it is necessary that these two aspects will be very clear within management plans formulated for bighorn sheep.

As a proposal for the problem of the lack of information, we suggest the following: it is necessary to define research directions based on gaps of information and to define the means for obtaining financial resources to obtain the necessary information. These efforts could lead to the development of guidelines and plans for management. However the decision and management policies must be established and commented on by all the interested parties in the conservation or use of desert bighorn sheep. A summary of this is presented in Figure 1.

LITERATURE CITED

Cowan, I. M. 1940. Distribution and variation in the native sheep of North America. The American Midland Naturalist. vol. 24, No. 3.

Davenport, A. 1998. Endangered status for the Peninsular Ranges Population Segment of the Desert Bighorn Sheep in Southern California. Federal Register: March 18, 1998; Rules and Regulations; Federal Register Online via GPO Access (http://wais.access.gpo.gov). pages: 13134-13150.

Del Barco, M. 1988. Historia natural de la Baja California.UABC.

Krausman, P. 1984. The Southwest Natural History Association. Phoenix, Arizona. pp.205.

Lee, R. and E. Mellink. 1996. Status of bighorn sheep in Mexico-1995. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 40: 35-39.

Monson, G. and L. Sumner eds. 1980. The Desert Bighorn: Its Life History, Ecology & Management. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.

Pérez-Gil, R., et al. 1996. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG-7 consultores S.C. y CONABIO. Mexico, D.F. pags. 51-57.

Salmon, E. 1999. Variación morfométrca de craneos de Borrego Cimarron *Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903 *y Ovis canadensis weemsi* Goldman, 1937. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. Mexico.

Tarango, L and P. Krausman. 1997. Desert Bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 41: 1-7.

Torres, S., et al. 1996. Status of Bighorn sheep in California-1995. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 40: 27-34.

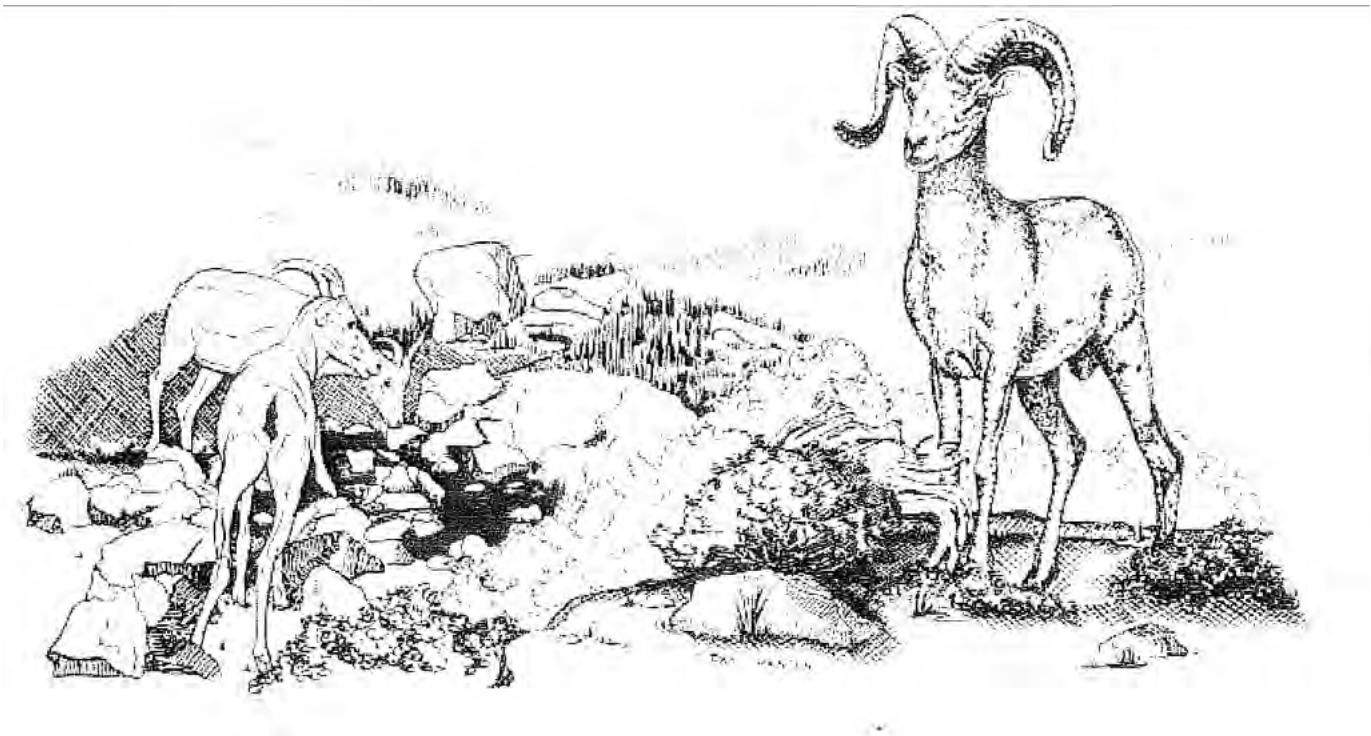


Figure 1. This model is an example of how to address the lack of information and its effect on management, conservation, and utilization of bighorn sheep populations in Baja California.

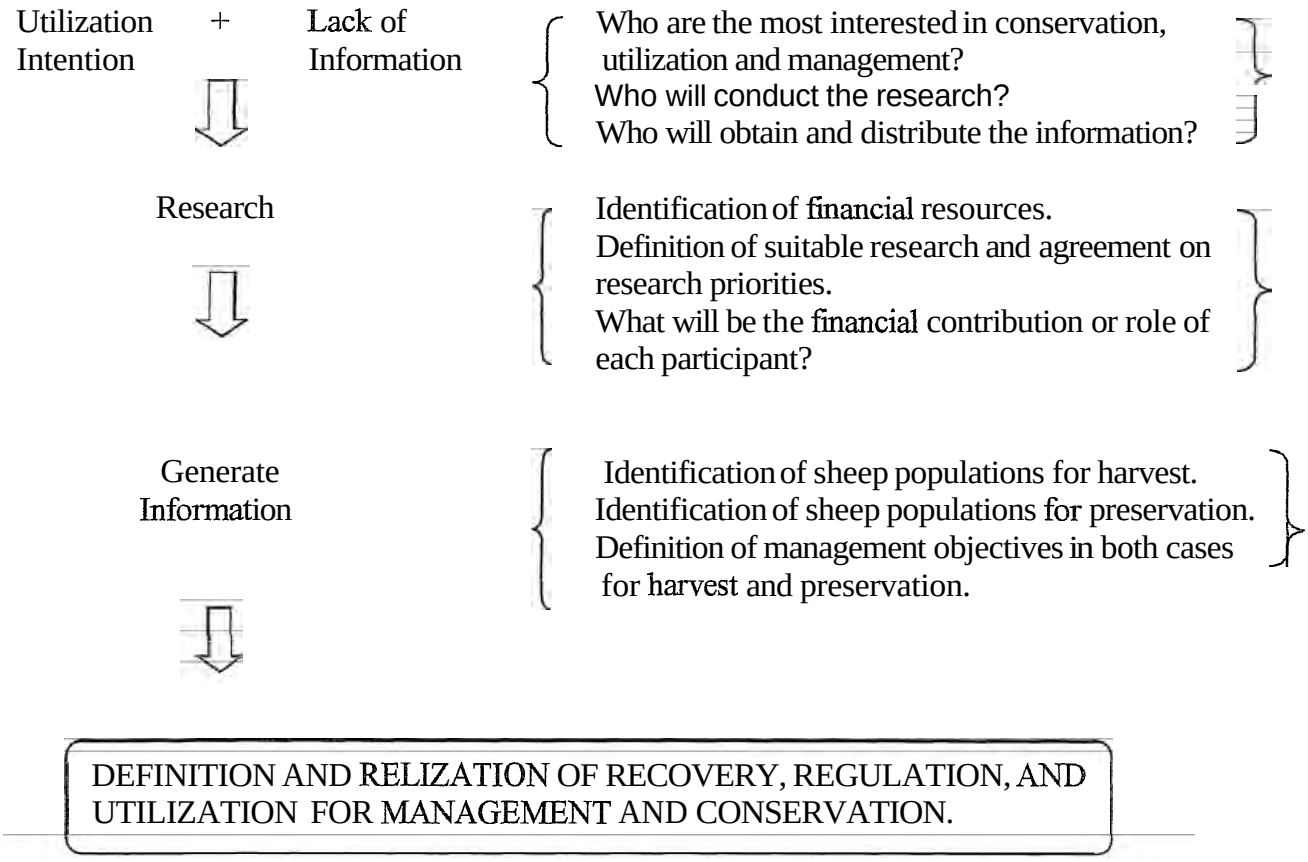


Table 1. Specific areas of knowledge considered on this study, for grouping research works.

Water	Diseases and mortality
Food habits	Genetics
Physical characteristics	Habitat
Competition – Depredation	Human impacts
Behavior	Management and techniques
Population dynamics	Reproduction
Distribution and abundance	Translocations
General ecology	

Table 2. Regions (countries and states) considered.

Alberta (Canada)	Mexico
Arizona	Montana
Baja California (Mexico)	Nevada
Baja California Sur (Mexico)	New Mexico
California	Sonora (Mexico)
Colorado	Texas
British Columbia (Canada)	Utah
Estados Unidos	Wyoming
Areas with 2 or more regions considered.	
Arizona-California	Arizona-Utah
Arizona-California-Canada-New Mexico	Arizona-Wyoming
Arizona-California-Nevada	California-Colorado-Nevada-Washington
Arizona-California-Nevada-NewMexico	California-Montana
Arizona-California-Nevada-Utah	California-Nevada
Arizona-California-NewMexico-Utah	California-Nevada-New Mexico-Utah
Arizona-Canada-Montreal-Pennsilvania	California-Washington
Arizona-Nevada	British Columbia-California
Arizona-Nevada-Utah	British Columbia-Cdifomia-Oregon
Arizona-Nevada-New Mexico	Nevada-Utah
Arizona-New Mexico	New Mexico-Texas
Arizona-Texas	

Table 3. Numbers of scientific works through 1999 by specific topic area.

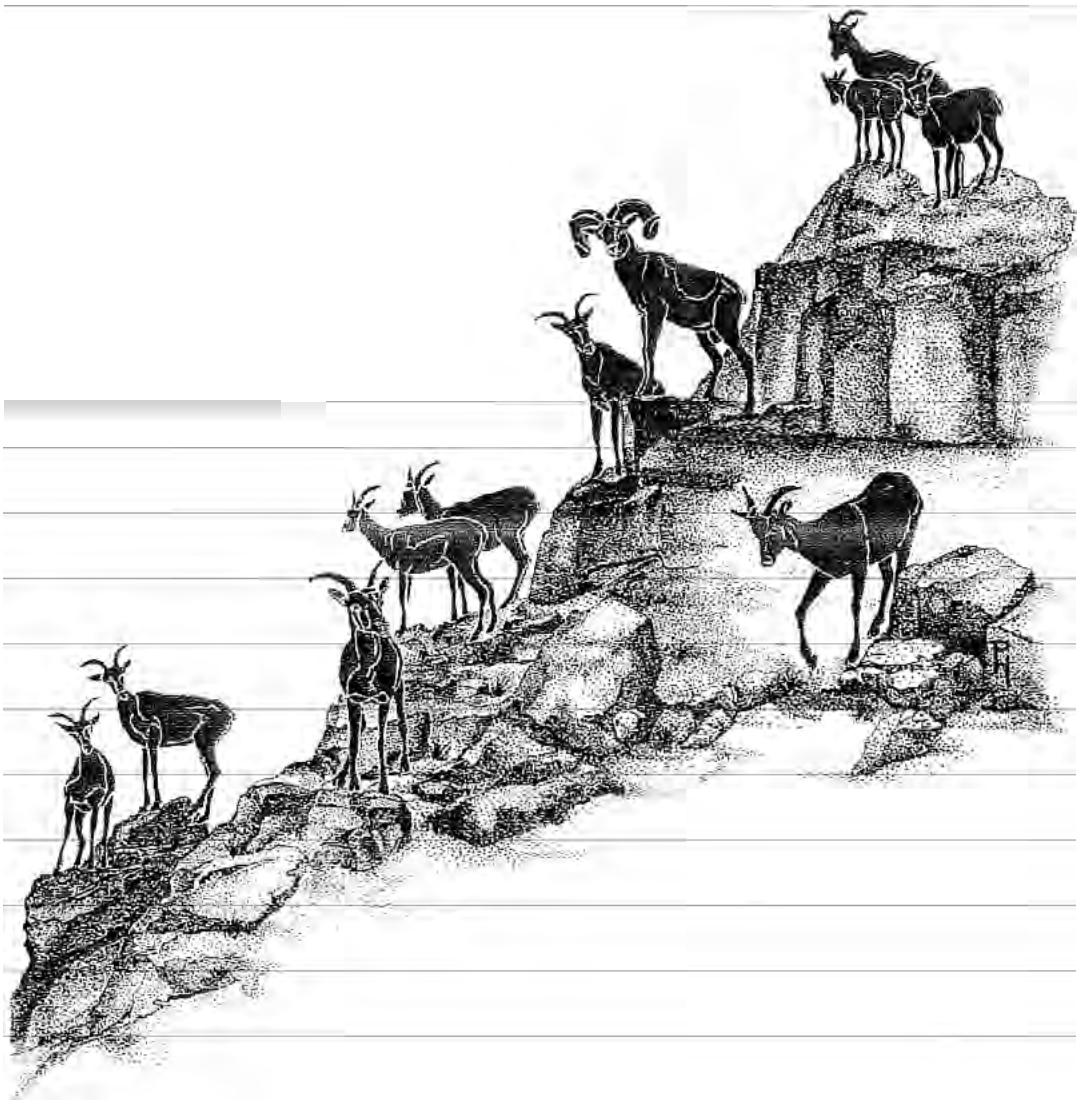
Water	27	Diseases and mortality	105
Food habits	25	Genetics	8
Physical characteristics	32	Habitat	44
Competition – Depredation	30	Human impacts	50
Behavior	53	Management and techniques	124
Population dynamics	15	Reproduction	25
Distribution and abundance	90	Translocations	29
General ecology	38	TOTAL	695

Table 4. Number of research works by region (country or state) and areas with 2 or more regions.

California	134
Arizona	129
Wyoming	107
New Mexico	47
Utah	45
Texas	22
Colorado	15
Baja California	12
Nevada	10
Sonora	10
Alberta	9
Baja California Sur	8
British Columbia	7
Montana	7
United States (works not specific for a region)	86
Mexico (works not specific for a region)	7
TOTAL	655
Arizona-California	2
Arizona-California-Cmada-New Mexico	1
Arizona-California-Nevada	1
Arizona-California-Nevada-Utah	2
Arizona-California-Nevada-New Mexico-Utah	1
Arizona-Canada-Montma-Pennsylvania	1
Arizona-Nevada	6
Arizona-Nevada-New Mexico	1
Arizona-Nevada-Utah	1
Arizona-New Mexico-Nevada-California	1
Arizona-Texas	1
Arizona-New Mexico	3
Arizona-Utah	1
Arizona-Wyoming	1
California-Colorado-Nevada-Washington	1
California-Nevada	3
California-Montana	1
California-Washington	2
British Columbia-California	2
British Columbia-California-Oregon	5
Nevada-Utah	1
New Mexico-Texas	2
TOTAL	40

Table 5. Number of publications for Mexico.

Mexico (works not specific for a region)	7
Baja California	12
Baja California Sur	8
Sonora	10
TOTAL	37



ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE BORREGO CIMARRÓN PENINSULAR (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA.

RICARDO B. EATON-GONZALEZ, Universidad Autónoma de Baja California - Facultad de Ciencias Km. 103 Carrt. Tijuana-Ensenada, C.P. 22800. Ensenada, Baja California, Mexico.

ROBERTO MARTÍNEZ GALLARDO, Universidad Autónoma de Baja California - Facultad de Ciencias Km. 103 Carrt. Tijuana-Ensenada, C.P. 22800. Ensenada, Baja California, Mexico

El borrego cimarron (*Ovis* canadensis), también llamado – de acuerdo a la subespecie – borrego del desierto, peninsular, de weemsi o de las montañas, se distribuye en la parte Oeste de Nortearnerica. En Mexico, actualmente se distribuye en los Estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora, aunque su distribucion histórica indica que ocurrió en los Estados de Chihuahua, Coahuila y Nuevo Leon. Cowan (1940), marca la distribución de las tres subespecies de Borrego cimarron que ocurren en Mexico: *Ovis canadensis cremnobates*, desde el extremo sur de California, E.U. hasta Baja California, *Ovis* canadensis *weemsi*, en Baja California Sur y *Ovis* canadensis *mexicana*, desde la porción suroeste de Texas, sur de Nuevo Mexico y desde el noroeste de Arizona E.U. hasta la parte central del estado de Sonora, Mexico. Salmón (1999), por medio de un análisis de craneos, propone la distribución de las subespecies en la peninsula de Baja California, señalando que O. c. *cremnobates* se distribuye desde la frontera con Estados Unidos hasta el área aledaña al volcán de Las Tres Virgenes en Baja California Sur, mientras que O. c. weemsi se distribuye desde el Valle de San Matías, Baja California hasta la Sierra del Mechudo en Baja California Sur.

En Baja California, los primeros colonizadores que arribaron a la peninsula, registraron la presencia del borrego cimarron y reportaron como los nativos de la peninsula lo consideraban dentro de su cultura, incluso lo utilizaban como alimento (Del Barco 1988). Registro de esta relación ancestral, hombre-borrego, consta en las pinturas rupestres que se encuentran en la peninsula y más al norte en Los Estados Unidos.

Las caracteristicas que posee el borrego cimarron, lo han convertido en una especie interesante desde los puntos de vista biologico, económico, cinegetico y politico. Esto tambien ha impulsado o impedido, en algunos casos, los estudios científicos y ha encaminado de una forma un tanto precipitada la toma de decisiones acerca de su protección y aprovechamiento.

En Norteamérica el aprovechamiento de esta especie se ha efectuado de diversas formas, los nativos utilizaban el borrego cimarron como alimento y en algunas tribus le daban un valor cultural, incluyéndolo dentro de sus ritos o deidades (Monson et al. 1980). Al paso del tiempo y con el incremento de la actividad cinegetica como deporte, el borrego cimarron adquirio gran importancia como trofeo para los cazadores y como fuente de ingresos para los propietarios de los terrenos donde esta especie se distribuye.

En Mexico el uso intensivo comenzo formalmente en 1964, cuando se reinicio legalmente la caceria deportiva bajo control directo de las autoridades federales (Perez-Gil et al. 1996), aunque se inició sin realizarse ningún tipo de manejo o estudio formal; es en la ultima década, cuando algunos esfberzos aislados de rnanejo y uso racional se han intentado en nuestro país. Pérez-Gil, *op. cit.*, seiiala que la caceria del borrego cimarron en Mexico estuvo vedada de 1922 a 1963, en 1964 esta veda se levanta y comienza un periodo de caceria reglamentada y supervisada por el Gobierno Federal. Se estirna que se otorgaron en promedio 100 permisos de caceria por año, sin imponer criterios de edad o sexo. A partir de 1975, se otorgan unicamente permisos para cazar machos adultos con cuernos de curvatura completa y "despuntados".

Sin embargo, es "de dominio público" que por lo menos en el Estado de Baja California, la caceria furtiva se ha realizado siempre sin tomar en cuenta las prohibiciones o criterios de caceria. Para Baja California y en particular para la subespecie *cremnobates* se decretó una veda total en el año de 1990, indicando que se levantara hasta que se completen los estudios poblacionales de la subespecie en el Estado. Actualmente este ultimo panorama es el que existe en Baja California, en cambio *en* Sonora y Baja California Sur el aprovechamiento del Borrego cimarron continua. En el estado de California, Estados Unidos, esta misma subespecie fue declarada en peligro de extincion en 1998 debido al bajo número poblacional atibuido a factores como la degradación, fragmentación y perdida de hábitat, bajas tasa de reclutamiento y altos indices de depredación (Davenport 1998).

En Mexico la caceria reglamentada y la furtiva, la falta de estudios poblacionales y de habitat, así como el desarrollo urbano y fenomenos naturales pueden estar ocasionado el decremento de las poblaciones de Borrego cirnarron. Lo anterior se seiiala ya que existen muy pocos estudios realizados para el borrego a lo largo de la historia en Mexico, además las metodologias empleadas para realizar dichos estudios no han sido consistentes, debido a que son metodologias empleadas en otras poblaciones del borrego cimarrón, donde existen condiciones de habitat y poblacionales diferentes, un marco de conocimientos más robusto y una marcada diferencia entre las subespecies. Por tanto, la finalidad del presente estudio, es comparar el estado de conocirnientos de borrego cimarron en nuestro país con el que se tiene en Estados Unidos, puntualizando en los aspectos de manejo y conservación para la especie en nuestro país, haciendo referencia a los planes y acciones propuestas para ello.

METODOLOGÍA

Se realizó una revision de literatura acerca de trabajos referentes al Borrego cimarron en 2 fuentes principales: 1) Krausman (1984) donde se compilan articulos publicados acerca del Borrego cimarron desde 1897 hasta 1983 2) y en una base de datos de publicaciones de Borrego cimarrón establecida desde 1998 en la Facultad de Ciencias, UABC, que cuenta con aproximadamente 200 referencias comprendidas entre 1897 y 1999, donde se incluyen las siguientes publicaciones de circulación internacional: Animal Behaviour, Biological Conservation, Conservation Biology, Ecologica, Ethology, Journal of Mammalogy, reportes de

dependencias del Gobierno de Estados Unidos, publicaciones de varias academias de ciencias, museos de historia y sociedades biologicas, Journal of Wildlife Management, Journal of Wildlife Diseases, Journal of American Veterinary Medical Association, Journal of Zoo Animal Medicine, Molecular Ecology, Oecologia, The Southwestern Naturalist, Wildlife Society Bulletin, y 45 volumenes de la revista Desert Bighorn Council Transactions. Esta base de datos se espera pronto este disponible via Internet. El numero de publicaciones se agruparon por areas de estudio y por regiones. Para la agrupacion por áreas de estudio, se siguieron los criterios utilizados por Krausman (1984), (Tabla 1) y para las regiones, se contabilizó por Estados de Estados Unidos, Mexico o Canada y por país cuando se tratara de trabajos generales, donde no se estudio una poblacion en particular. Los casos donde se estudio una poblacion o poblaciones en mas de un Estado o país, se integraron por separado, (Tabla 2).

RESULTADOS

Se logró registrar 695 publicaciones sobre Borrego cimarrón de 1897 a 1999.655 trabajos fueron realizados para una poblacion en un área en particular y se registraron 40 para 2 o más regiones. Se contabilizaron 627 trabajos para Estados Unidos, 31 para Canada y 37 trabajos para Mexico. Varios trabajos no se incluyeron porque trataban temas muy generales y no correspondian a la clasificacion para agruparlos por área de estudio, además de que no aportaban información necesaria para la conservación y el manejo. Los resultados obtenidos en el conteo total se muestran en las tablas 3 y 4.

El mayor numero de publicaciones para un area de conocimiento específico se registró en manejo y tecnicas con 124, después se encontró que el área de conocimientos acerca de enfermedades y mortalidad contenía 105 publicaciones y el tercer lugar en frecuencia de publicaciones lo mostró distribución y abundancia con 85 publicaciones. El area de conocimientos que tiene el menor numero de publicaciones es genética, seguida por dinamica poblacional y reproducción. En cuanto a las regiones, se encontro que el Estado de California, Estados Unidos, presentó el numero mas alto de publicaciones (134), seguido por Arizona (129) y Nevada (107); los Estados de Arizona-Nevada presentaron el numero mayor de trabajos (6) dentro de la categoría de 2 o mas regiones, además el Estado de Arizona es el que presento un mayor numero de trabajos conjuntos con otros Estados, en los Estados Unidos. Enfermedades y mortalidad es el tema de investigacion donde existen mas trabajos realizados conjuntamente entre 2 o mas regiones, lo que refleja esfuerzos conjuntos para mantener poblaciones sanas, sin importar los límites politicos.

En particular para Mexico (Tabla 5), se encontro que Baja California es el Estado con el mayor numero de publicaciones, seguido por Sonora y Baja California Sur. Los trabajos de investigación en Mexico, se han realizado principalmente en los temas de Distribución y abundancia (22), manejo y tecnicas (5) y enfermedades y mortalidad (3).

Se encontro que el numero de trabajos para Mexico es mayor que en Canadá, esto pudo ser debido a que los trabajos para Canada, son publicados en revistas nacionales, regionales o son reportes de agencias Gubernamentales de ese país, que no tienen tanta difusión como las fuentes consultadas,

que principalmente provinieron de los Estados Unidos.

DISCUSIÓN

Es evidente la falta de conocimientos que existe acerca del borrego cimarron en nuestro país, siendo notables las areas acerca de Agua, Cornpetencia, Dinámica poblacional, Ecología General, Genética, Impacto antropogenico y Reproducción donde no se ha publicado hasta hoy ningún trabajo especifico, en las fuentes consultadas. A pesar de la falta de conocimiento de esta especie en nuestro país el aprovechamiento cinegetico se ha mantenido en Baja California Sur y Sonora. El aprovechamiento del borrego cimarron se continua promoviendo bajo el nuevo esquema que el Gobierno Federal ha propuesto para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre, y en Baja California hay sectores interesados en que se abra la caceria del borrego cimarrón.

Para dimensionar adecuadamente este problema es importante que se consideren las experiencias de aprovechamiento de borrego cimarrón en los E.U.A. en donde se cuenta con una avasallante cantidad de información que respalda la toma de decisiones para manejo y aprovechamiento de la especie, a pesar de esto algunos estados, como California, tienen sus poblaciones en peligro de extinción; a continuación se mencionan algunos ejemplos de los aprovechamientos realizados en algunos estados de los E.U.A.: California, es el Estado con el mayor numero de estudios, autorizo legalmente la caceria del Borrego cimarron en 1987, habiendo cazado 83 Borregos durante 9 temporadas de caceria hasta 1996, (Torres et al. 1996), en Arizona, el Estado con el segundo lugar en estudios realizados y primero en estudios conjuntos, durante la temporada de caceria de 1997, 92 Borregos fueron cazados con una demanda de 7077 solicitudes para 97 permisos que se otorgaron (Lee R. 1998) y en Nevada, se cazaron 85 Borregos durante la temporada de caceria en 1997, con una demanda de 4766 solicitudes para los 109 permisos que se otorgaron.

En Mexico, Perez-Gil *op. cit.,* mencionan que la caceria legal se abrio en 1964, fijándose una tasa de 100 permisos al año a nivel nacional, aunque durante las ternporadas de 1977 a 1982 el promedio fue de 114 perrnisos. Lee y Mellink (1996) señalan que durante 10 temporadas de caceria en Baja California (1989-1990), 625 permisos fueron expedidos, teniendo un éxito del 75%, lo que significa un aproximado de 469 borregos cazados, esto es, aproximadamente 47 animales por año. Para Sonora, no se tiene registro de la historia de aprovechamiento, aunque en la actualidad el aprovechamiento se realiza bajo el esquema de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), y para Baja California Sur, Perez-Gil op. *cit.,* señalan que se cazaron 111 Borregos entre 1978 y 1993, disrninuyendo en los ultimos años de 24 a 6 permisos por ternporada.

Todos los datos anteriores nos indican claramente una desproporción enorme en los esquemas de aprovechamiento entre Estados Unidos y Mexico. Aunque las tasas de aprovechamiento en nuestro país no han sido mas altas que en los Estados Unidos, esto no indica que estuvieron adecuadamente decretadas, ya que se deben considerar entre otras cosas que: las poblaciones en nuestro país han sido historicamente de distribución restringida y menos abundantes que en los Estados

Unidos; esto ocasiona que las poblaciones de borrego cimarrón en Mexico, ocupen habitats diferentes y variados, por lo que no se justifica, en la mayoría de los casos, el empleo de las metodologias de estudio y determinación de tasas de aprovechamiento adecuadas a las poblaciones de Estados Unidos; a pesar de que los estudios encaminados a obtener información para determinar las tasas de aprovechamiento se han realizado aplicando estas metodologias, estos no han sido consistentes o sistematicos.

En 1997, la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), puso en marcha el Programa de conservacion de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural para el periodo 1997-2000, donde como parte de las estrategias, proyectos y acciones propone los elementos del proyecto de Recuperación del borrego cimarrbn en México, que a continuación se mencionan:

CONSOLIDAR EL COMITE CONSULTIVO TÉCNICO.- Se realizaron en los ultimos rneses del año 2000, reuniones para cumplir esta estrategia, pero no hubo una intervención real de todos los sectores involucrados, ni se establecieron líneas a seguir.

APLICACIÓN DE RECURSOS A PARTIR DE LA CONSTITUCIÓN DEL FIDEICOMISO NACIONAL PARA LA VIDA SILVESTRE.- Se propuso su funcionamiento a partir de recursos aportados directamente por la iniciativa privada, los productores organizados, las donaciones particulares y la cooperación internacional. Si el fideicomiso existe o existió, en Baja California no se conoce y el borrego Peninsular aun espera conocerlo.

DESARROLLAR UN MANEJO INTEGRAL DE LAS POBLACIONES DE BORREGO CIMARRÓN POR ESTADO Y POR CONJUNTO DE SIERRAS.- Con la gran carencia de estudios existente, es casi imposible lograr el manejo integral, además se deben priorizar las tematicas y las regiones de investigación prioritarias para la especie. Existen buenos intentos de planes de manejo para la especie, pero se han dado de manera aislada y por serranías. Actualmente se ha dado reconocido la importancia de considerar a las poblaciones de borrego como una Metapoblación, lo que podría complicar la conciliación entre el aprovechamiento y la conservación.

INSTRUMENTAR PROGRAMAS DE REPRODUCCIÓN EN UMA DENTRO DE SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL.- El aprovecharniento en Mexico, principalmente se ha realizado a corto plazo, y en particular para el borrego cimarrón, este deberá planearse a mediano y largo plazo, además para el establecimiento de programas de reproducción dentro de UMA, se requieren cubrir algunos vacios críticos de conocimientos.

REPOBLAR EN LOS ESTADOS DE CHIHUAHUA, COAHUILA y NUEVO LEÓN.- Se conoce muy poco o nada acerca de la distribucion historica del borrego cimarrbn en esos estados, por lo tanto para repoblar estas regiones se requerirían muchos estudios, los mismos que no se tienen aun en las areas de distribución actual de la especie.

EXPEDIR PERMISOS DE APROVECHAMIENTO CINEGÉTICO A PROPIETARIOS.- Esto si se ha logrado gsacias al establecimiento de las UMAs,

aunque no ha venido a resolver los vacios criticos de información, tampoco ha sido evaluado el impacto que ha tenido sobre la recuperación de las poblaciones de Borrego cimarron en Mexico, ni el impacto económico en las comunidades rurales.

PROMOVER LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA FOMENTAR EL DESARROLLO DEL PROYECTO.- Esto se ha dado de manera aislada y no se ha concretado en ninguno de los puntos propuestos para el proyecto de recuperación, ni en estudios particulares, hasta hoy la relación se ha dado mas bien de una forma comercial, es decir, contratar a los expertos extranjeros para la realización de los estudios poblacionales esporadicos.

DECLARAR SANTUARIOS EN BAJA CALIFORNIA SUR O SONORA.- No existe a la fecha ningún santuario para el borrego cimarron en Mexico. Es necesario, mas que establecer santuarios, instrumentar politicas congruentes de conservación y protección para el borrego cimarron dentro de áreas decretadas o propuestas para decreto. Y si se van a crear santuarios se hagan con base en criterios biologicos y ecologicos bien fundamentados, que emanen de estudios cientificos fundamentados. Un ejemplo especifico es el estudio de Salmon *op. cit.*, quien propone la creación del santuario para el borrego en toda la porción central de la Peninsula de Baja California, por ser quizás una zona donde las dos subespecies de borrego coexisten.

Como anteriormente se menciono, las acciones de aprovechamiento y conservacion del Borrego cimarron en nuestro país, han sido siempre encaminadas a la caceria y la obtencion de recursos monetarios. Pérez-Gil *op. cit.*, presentan un balance financiero de la caceria del Borrego cimarron en Mexico para las temporadas de 1987 a 1991, donde se observa un deficit de $1,293'562,700.00 pesos M.N., entonces, ¿Porqué se caza o se pretende cazar a el borrego, si no es redituable la inversion?. Quizás si sea redituable para unos cuantos, o es que al igual que en otras actividades, falta definir claramente la administracion de los recursos que se generan con la actividad cinegetica. Se podría pensar que el Programa de conservacion de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural, por medio del establecimiento de UMAs podría ayudar a definir esos esquemas de administración y participación de los sectores sociales, sin embargo se ha visto que precisamente estos dos aspectos son los que han estado ausentes, o no muy claros dentro de los planes de manejo formulados para borrego cimarron.

CONCLUSIONES

Primeramente, es preciso mencionar que las cifras que aquí se presentaron, son muy conservadoras debido a las pocas posibilidades de acceso a la informacion en nuestro país, sin embargo, si pueden representar una tendencia general.

Para México existen muy pocos estudios acerca del borrego cimarron y existen muchos aspectos interesantes y particulares sobre la biología de la especie en nuestro país, que es necesario abordar para establecer los planes de rnanejo y aprovechamiento de la especie. Como ejemplos, los aspectos geneticos, de dinamica poblacional, comportamiento, reproducción, distribución e inclusive de taxonomia, este ultimo que quizás ha originado el aprovechamiento de una subespecie por otra (Salmon 1999).

Es tambien evidente el incipiente nivel de conocimientos que se tiene acerca del borrego cimarron en nuestro país, en contraste con el gran interés que se posee para su aprovechamiento. Para solucionar lo anterior, se necesitan definir estrategias para llenar esos vacios criticos de información, que permitan el manejo y aprovechamiento de la especie, y no continuar el esquema de aprovechamiento "a ciegas" que comúnmente se ha seguido, tambien es necesario que las acciones de manejo y aprovecharniento se sustenten en bases científicas, originadas por medio de estudios sistematizados y con rnetodos adecuados a las poblaciones de nuestro país. Un ejemplo de lo anterior es el criterio acerca de la edad del ejemplar a cazar: "se permite el aprovechamiento de un ejemplar macho de 3/4 de curvatura y despuntado....", ¿Indica esto la edad? ¿Indica esto que el macho, para las poblaciones de nuestro país, ya no se reproduce?.

El establecimiento de UMAs podría ayudar a definir esquemas de administración y participación de los sectores sociales para el aprovechamiento del borrego, sin embargo es necesario que estos dos aspectos sean muy claros dentro de los planes de manejo formulados para borrego cimarron.

Como una propuesta a la problematica de la falta de información, se hace la siguiente propuesta: primeramente es necesario marcar las pautas en cuanto a investigación, esto es, definir líneas de investigacion de acuerdo a los vacios criticos de información y definir los medios para la obtencion de financiamientos, despues de obtener la información necesaria, los esfuerzos podrian encaminarse a la elaboración de los esquemas y planes para el manejo de la especie; pero antes del manejo, las politicas de decision y manejo deberan estar establecidas y consensuadas por todos los interesados en la conservación o aprovecharniento de esta especie. Un resumen de esto se presenta en la figura 1

BIBLIOGRAFÍA

Cowan, I. M. 1940. Distribution and variation in the native sheep of North America. The American Midland Naturalist. vol. 24, No. 3

Davenport, A. 1998. Endangered status for the Peninsular Ranges Population Segment of the Desert Bighorn Sheep in Southern California. Federal Register: March 18, 1998; Rules and Regulations; Federal Register Online via GPO Access (http://wais.access.gpo.gov). pages: 13134-13150.

Del Barco, M. 1988. Historia natural de la Baja California. UABC.

Krausman, P. 1984. The Southwest Natural History Association. Phoenix, Arizona. pp.205.

Lee, R. y E. Mellink. 1996. Status of bighorn sheep in Mexico-1995. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 40: 35-39.

Monson, G. y L. Sumner eds. 1980. The Desert Bighorn: Its Life History, Ecology & Management. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.

Perez-Gil, R., et al. 1996. Importancia econornica de los vertebrados silvestres de Mexico. PG-7 consultores S.C. y CONABIO. Mexico, D.F. pags. 51-57.

Salmon, E. 1999. Variación morfometrca de craneos de Borrego Cimarrón *Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903 y *Ovis canadensis weemsi* Goldman, 1937. Tesis de Licenciatura. Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, Baja California. México.

Tarango, L y P. Krausman. 1997. Desert Bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 41: 1-7.

Torres, S., et al. 1996. Status of Bighorn sheep in California-1995. Desert Bighorn Council Transactions, vol. 40: 27-34.

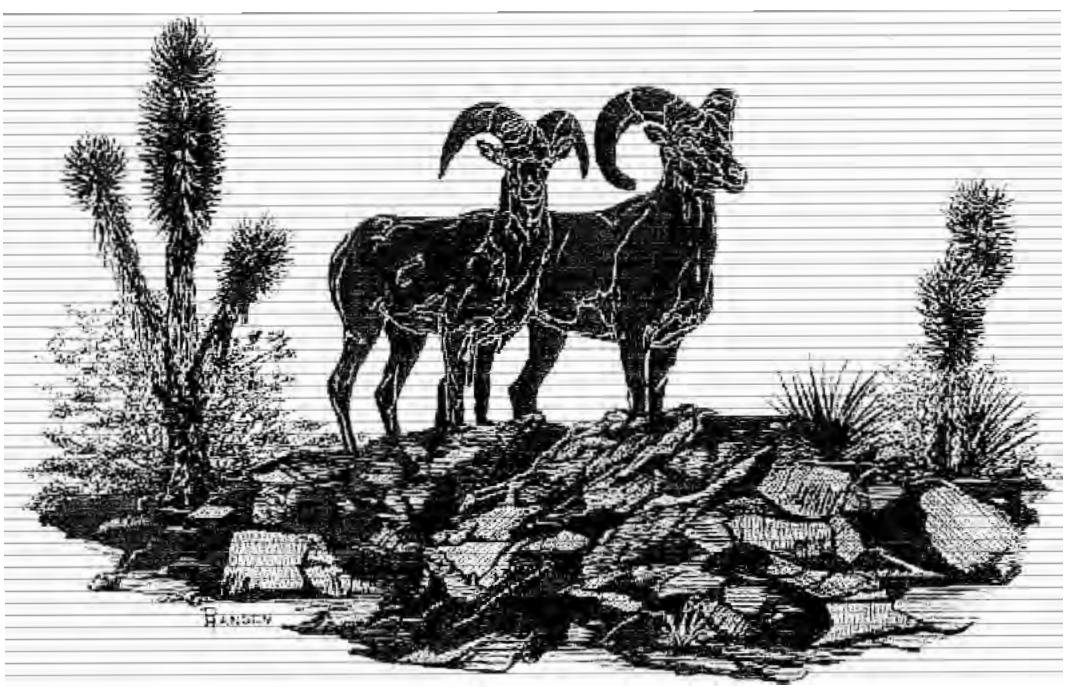


Figure 1. This model is an example of how to address the lack of information and its effect on management, conservation, and utilization of bighorn sheep populations in Baja California.

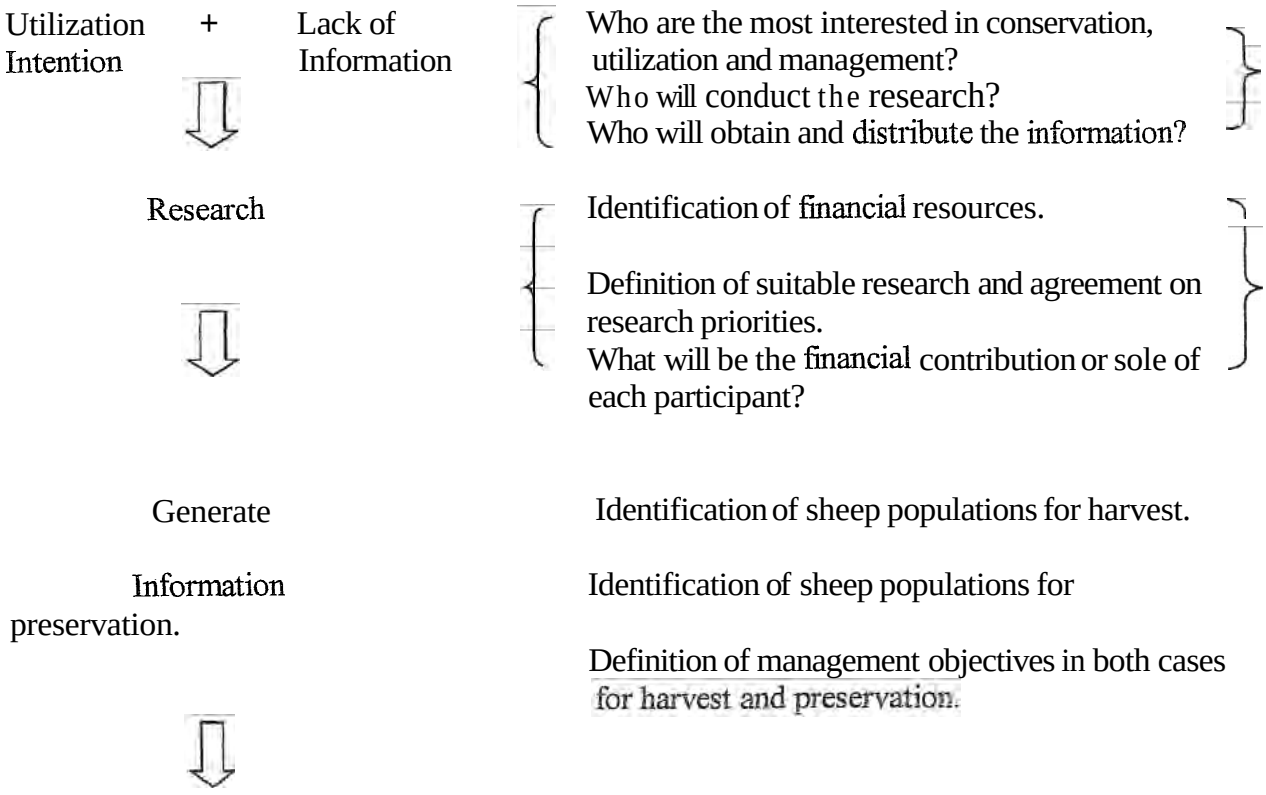


Tabla 1. Áreas del conocimiento consideradas en este estudio, para agrupar los trabajos de investigación.

Agua	Enfermedades y mortalidad
Alimentación	Genética
Características físicas	Habitat
Competencia	Impacto antropogénico
Comportamiento	Manejo y técnicas
Dinarnica poblacional	Reproducción
Distribución y abundancia	Transplantes
Ecología general	

Tabla 2. Regiones (países y estados) consideradas dentro del presente estudio.

Alberta (Canadá)	Mexico
Arizona (Estados Unidos)	Montana (Estados Unidos)
Baja California (Mexico)	Nevada (Estados Unidos)
Baja California Sur (Mexico)	Nuevo Mexico (Estados Unidos)
California (Estados Unidos)	Sonora (Mexico)
Colorado (Estados Unidos)	Texas (Estados Unidos)
Columbia Británica (Canada)	Utah (Estados Unidos)
Estados Unidos	Wyoming (Estados Unidos)
Trabajos que comprendieron 2 o mas regiones.	
Arizona-California	Arizona-Utah
Arizona-California-Canada-Nuevo Mexico	Arizona-Wyoming
Arizona-California-Nevada	California-Colorado-Nevada-Washington
Arizona-California-Nevada-Nuevo **Mexico**	California-Montana
Arizona-California-Nevada-Utah	California-Nevada
Arizona-California-NuevoMexico-Utah	California-Nevada-Nuevo Mexico-Utah
Arizona-Canada-Montreal-Pennsilvania	California-Washington
Arizona-Nevada	Columbia Britanica-California
Arizona-Nevada-Utah	Columbia Britanica-California-Oregon
Arizona-Nevada-Nuevo Mexico	Nevada-Utah
Arizona-Nuevo Mexico	Nuevo Mexico-Texas
Arizona-Texas	

Tabla 3. Número de trabajos de investigación encontrados hasta 1999, por cada área del conocimiento considerada.

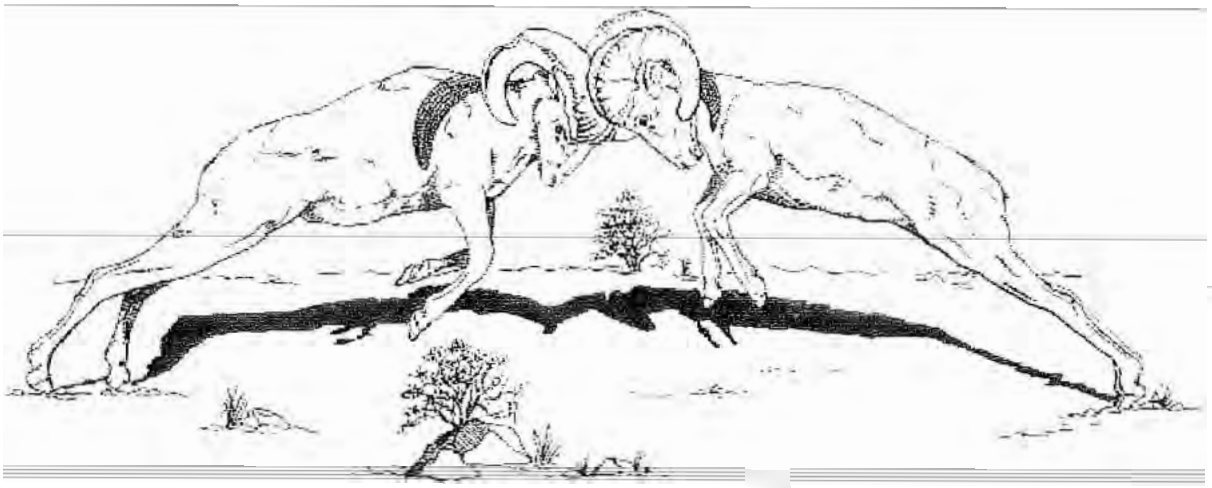
Agua	27	Enfermedades y mortalidad	105
Alimentacion	25	Genética	*8*
Características físicas	32	Habitat	44
Cornpetencia	30	Impacto antropogenico	50
Comportamiento	53	Manejo y tecnicas	124
Dinarnica poblacional	15	Reproducción	25
Distribución y abundancia	90	Transplantes	29
Ecologia general	38	TOTAL	695

Table 4. Número de trabajos de investigación por cada region (Estado y País) y por dos o mas regiones.

California	134
Arizona	129
Wyoming	107
Nuevo Mexico	47
Utah	45
Texas	22
Colorado	15
Baja California	12
Nevada	10
Sonora	10
Alberta	9
Baja California Sur	8
Columbia Británica	7
Montana	7
Estados Unidos (Trabajos no especificos para una region)	86
Mexico (Trabajos no especificos para una region)	7
TOTAL	655
Arizona-California	2
Arizona-California-Canadá-Nuevo Mexico	1
Arizona-California-Nevada	1
Arizona-California-Nevada-Utah	2
Arizona-California-Nevada-Nuevo Mexico-Utah	1
Arizona-Canada-Montana-Pennsylvania	1
Arizona-Nevada	6
Arizona-Nevada-Nuevo México	1
Arizona-Nevada-Utah	1
Arizona-Nuevo Mexico-Nevada-California	1
Arizona-Texas	1
Arizona-Nuevo Mexico	3
Arizona-Utah	1
Arizona-Wyoming	1
California-Colorado-Nevada-Washington	1
California-Nevada	3
California-Montana	1
California-Washington	2
Columbia Britanica-California	2
Columbia Britanica-California-Oregon	5
Nevada-Utah	1
Nuevo Mexico-Texas	2
TOTAL	40

Tabla 5. Número total de publicaciones encontradas para Mexico

Mexico (Trabajos no específicos para una región)	7
Baja California	12
Baja California Sur	8
Sonora	10
TOTAL	37



PRESENT SITUATION OF THE DESERT BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS MEXICANA*) IN THE STATE OF CHIHUAHUA, MEXICO.

RAMIRO URANGA THOMAS, La Guarida. Ave. Pacheco 2105, Col. El Marmol. Chihuahua, Chih., Mexico. C. P. 31080.

INTRODUCTION

The desert bighorn sheep is of great importance to the people of Chihuahua. The specimen that was utilized for the classification of this subspecies was collected in 1901 by the American naturalist C. Hart Merriam in Lago de Santa Maria in northwestern Chihuahua. Desert bighorn sheep were common on most desert ranges of northwestern and eastern Chihuahua prior to Spanish colonization (Anderson 1972, Leopold 1977, Monson and Sumner 1980). Desert bighorns existed in Chihuahua possibly until the late 1960s. Increasing human encroachment, over hunting, as well as cornpetition and diseases fi-om domestic livestock caused the extirpation of desert bighorn sheep in the state (Anderson 1972, Leopold 1977). Four desert sheep (1 ram and 3 ewes) were reintroduced in Chihuahua from the state of Sonora, Mexico on November 5, 2000, 30 years after the desert bighorn sheep was extirpated from the state of Chihuahua. . The reintroduction was conducted on the La Guarida Ranch located at the municipality of Coyame in northeastern Chihuahua. This ranch encompasses 3,000 ha within the historic desert bighorn sheep range and has the necessary facilities to conduct a captive rearing program, and is authorized by the SEMARNAT (Secretariat of Environment and Natural Resources) to captive breed and transplant desert bighorn sheep in Chihuahua (Uranga-Thomas 1998). The four desert bighorn sheep from Sonora represent the return of the desert bighorn sheep to Chihuahua and the start of reestablishing desert bighorn sheep in Chihuahua. This repopulation of desert bighom sheep is being accomplished as part of SEMARNAT's priority species recovery program. This was made possible through interest and support from the Chihuahua state govemment, private landowners, and support from the Sonora state government.

CONCLUSION

Through captive breeding and cooperative efforts of desert bighorn sheep biologist fi-om Sonora, New Mexico, and Arizona, bighom sheep can be reestablished in the Mexican states where these animals historically occurred.

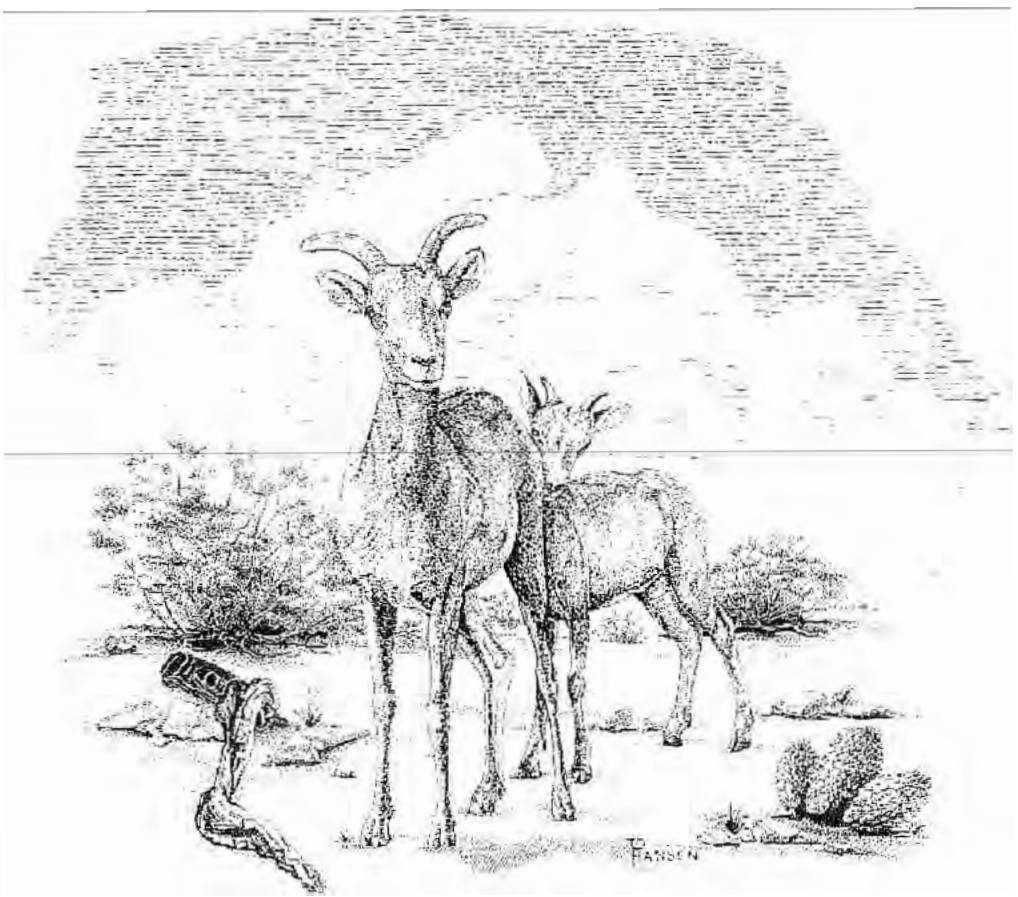
LITERATURE CITED

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua: taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 148: 149-410.

Leopold, A. S. 1977. Fauna silvestre de Mexico. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Mexico, D. F. 568 pp.

Monson, G., and L. Sumner. 1980. The desert bighorn: its life history, ecology, and management. University of Arizona Press, Tucson. 370 pp.

Uranga-Thomas, R. 1998. Evaluation of potential desert bighorn habitat in northeastern Chihuahua, México. New Mexico State University, Las Cruces. Master's thesis. Unpublished.



SITUACION ACTUAL DEL BORREGO CIMARRON (*OVIS CANADENSIS MEXICANA*) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MEXICO.

RAMIRO URANGA THOMAS, La Guarida. Ave. Pacheco 2105, Col. El Marmol. Chihuahua, Chih., Mexico. C. P. 31080.

El borrego cimarron es de gran importancia para los chihuahuenses, ya que el especimen que se utilizó para la clasificacion de esta subespecie o raza fué colectado en 1901 por el naturalista norteamericano C. Hart Memam en la localidad conocida como Lago de Santa Maria en el noroeste del estado de Chihuahua. Los borregos cimarrones eran comunes en la mayoría de las sierras deserticas del noroeste y este de Chihuahua antes de la colonización Espaiiola (Anderson 1972, Leopold 1977, Monson and Sumner 1980). El incremento de la población humana, el exceso de caceria, asi como la competencia y las enfermedades del ganado doméstico causaron la extincion de las poblaciones de borrego cimarron en el Estado (Anderson 1972, Leopold, 1977). Los cimarrones existieron en Chihuahua posiblemente hasta finales de la decada de los 1960s. Despues de por lo menos 30 años de que el borrego cimarron fuera extirpado del estado de Chihuahua, el 5 de noviembre del 2000 se reintrodujeron en Chihuahua cuatro cimarrones (1 macho y 3 hembras) provenientes del estado de Sonora. La reintroducción se llevo a cabo en el rancho "La Guarida" ubicado en el municipio de Coyame al noreste de Chihuahua. Este rancho abarca 3,000 ha dentro del rango de distribución histórica del cimarron, cuenta con las instalaciones necesarias para realizar el programa de reproduccion en semi-cautiverio, y está autorizado por la SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales) para la reproduccion y la repoblacion del cimarrón en Chihuahua (Uranga-Thomas 1998). Los 4 cirnarrones de Sonora representan el retorno del borrego cimarron a Chihuahua y son el pie de cria con el que se iniciará el programa de reproducción en semi-cautiverio para repoblar las areas de distribucion histórica del cimarron en Chihuahua que se encuentren en buenas condiciones. La repoblacion del borrego cimarron en Chihuahua se esta realizando como parte del programa de recuperación de especies prioritarias de la SEMARNAT, por interes y apoyo del gobierno del Estado y algunos particulares, así como por apoyo del gobierno del estado de Sonora.

CONCLUSION

Con borregos cimarrones de otras areas (Sonora, Nuevo Mexico, Arizona), siguiendo el ejemplo del manejo que se ha realizado en Sonora con los cirnarrones y con buena disposición por parte de todos, se pueden iniciar los programas de repoblacion en los estados de la República Mexicana donde historicamente existieron estos animales.

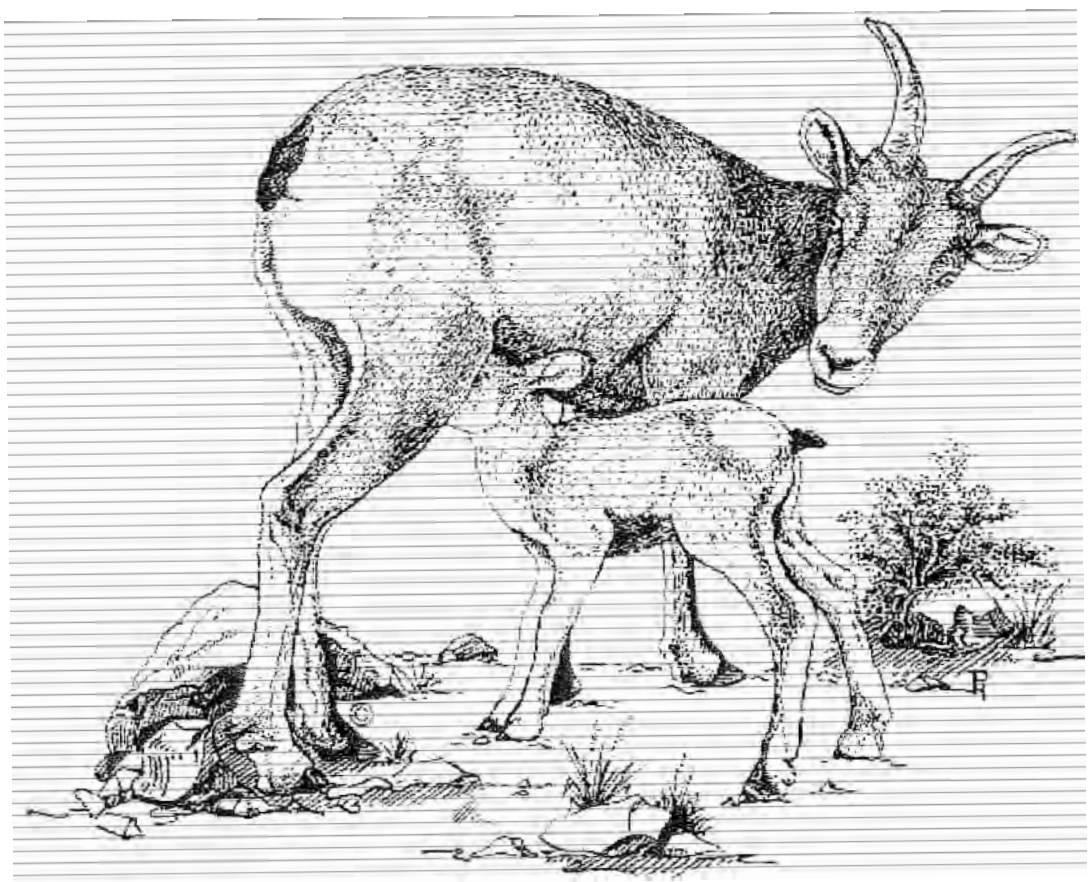
LITERATURA CITADA

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua: taxonomy and distribution. Bulletin of the American Museum of Natural History 148: 149-410.

Leopold, A. S. 1977. Fauna silvestre de Mexico. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, Mexico, D. F. 568 **pp.**

Monson, G., and L. Sumner. 1980. The desert bighorn: its life history, ecology, and management. University of Arizona Press, Tucson. 370 pp.

Uranga-Thomas, R. 1998. Evaluation of potential desert bighorn habitat in northeastern Chihuahua, Mexico. New Mexico State University, Las Cruces. Master's thesis. Unpublished.



STATUS OF BIGHORN SHEEP MANAGEMENT PROGRAMS IN COAHUILA, MEXICO-2000

ANDREW V. SANDOVAL, Borrego Cimarron Wildlife Consulting, P.O. Box 238 Chacon, NM 87713-0238, USA

ALEJANDRO ESPINOSA T., CEMEX-Direccion de Tecnologia, Independencia 901-A Ote., Colonia Cernentos, Monterrey, NL, México

BIGHORN DISTRIBUTION IN MEXICO

Desert bighorn sheep (**O.** c. *mexicana, O.* c. *cremobates*, and **O.** c. *weemsi*), were widespread throughout the northern states of Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, and Nuevo Leon (Leopold 1959, Baker 1960, Anderson 1972, Cossio 1975, Tinker 1978, Monson 1980, Sandoval 1984). Desert bighorn still occur in sizeable numbers in Baja California, Baja California Sur, and Sonora (DeForge et al. 1993, Lee and Lopez-Saavedra 1993, 1994, Lopez, et al. 1995, Lee and Mellink 1996, Tarango and Krausman 1997), but apparently have been extirpated from Chihuahua, Coahuila, and Nuevo Leon (Krausman et al. 1999) (Figure 1).

In Coahuila, desert bighorn formerly occurred in most desert ranges of the western and northern portions of the state, at least as far south as the Sierra de la Paila (Baker 1960, cited by Monson 1980). From reports received by Baker from older residents bighorn were found in the arid rim rock of the foothills and less elevated mountains, rather than in associations of oaks or conifers at the higher elevations. The only localities where bighorn persisted in the 1950s were the mountainous areas northwest of San Lazaro, including the Sierra Palo Verde or Sierra de Santa Rosalia, and the Sien-a de San Marcos; the Sierra de los Hechiceros in extreme northwestern Coahuila; and the Sierra del Pino, and Sierra del Rey near the Chihuahua border (Figure 2). The extirpation of desert bighorn was due to competition and diseases introduced by domestic livestock, chiefly sheep and goats, and indiscriminate hunting (Leopold 1959, Monson 1980).

DESERT BIGHORN RESTORATION

In order to reintroduce desert bighorn to their historic range, Cementos Mexicanos (CEMEX), a global corporation headquartered in Monterrey, Nuevo Leon, in cooperation with the conservation organizations Unidos Para la Conservacion (United for Conservation) and Agrupacion Sien-a Madre (Sierra Madre Group), Mexican federal and state government, private landowners, and special interest groups, has taken the lead in the semi-captive propagation of the species in the Sierra Pilares located in northern Coahuila (Figure 2). The objective is to propagate desert bighorn in sufficient numbers to allow for the annual removal of animals for transplant purposes throughout northern Mexico, without depleting the reproductive segment of the captive population.

DESCRIPTION OF THE PILARES BIGHORN SHEEP MANAGEMENT AREA

Location. The Pilares Bighorn Sheep Management Area encompasses a 5,000 ha enclosure and is located in the municipality of Ocampo, approximately 75 km south of

Big Bend National Park, Texas and 200 km northwest of Melchor Muzquiz, Coahuila. The enclosure includes the southern two-thirds of the Sierra Pilares and contains a 32 km perimeter of game-proof fence. The enclosure is constructed of 2.5-m single panel galvanized solid lock high tensile net wire, suspended by galvanized steel posts. The top of the fence includes galvanized barbed wire offset hardware with 4 strands of barbed wire. A 1-m wide predator apron at ground level and 2 strands of 12 gauge high tensile electric wire set at .5 and 2 m above ground level further serve to discourage entry by predators.

Topography. Sierra Pilares is a rugged, northwest-southeast trending range approximately 20 km long and 5 km wide. The topography is characterized by a series of inter-connected peaks and undulating ridges with numerous rock outcrops, broken cliffs, and steep and narrow draws and canyons. The elevation ranges fi-om approximately 1,100 m along the desert floor to 1,300 m at the summit.

Vegetation. Vegetation is typical of the Chihuahuan Desert. Extensive stands of gobernadora/mezquite (*Larrea* tridentata-*Prosopis* glandulosa) and huizache (Acacia *farnesiana*) characterize the lower elevations. A desert shrub/grass community is found at higher elevations. The dominant shrub species include ocotillo (Fouquieria *splendens*), nopal (*Opuntia spp.*), sotol (*Dasylirion* leiophylum), Acacia spp., and palma (Yucca *filifera*, *Y. carnerosan*). Associated shrubs and half-shrubs include mariola (*Parthenium incanum*), little leaf sumac (*Rhus microphylla*), spicebush (*Aloysia gratissima*), resin bush (*Vigueria stenolo*ba), lechuguilla (Agave lechuguilla), and candelilla (Euphorbia an*tisyphilitica*). The dominant grasses include grama (Bouteloua *spp.*), three-awn (A*ristida spp.*), muhly (*Muhlenbergia spp.*), and bluestem (*Andropogon spp.*).

Wildlife. The more conspicuous species of wildlife in Sierra Pilares include mule deer (*Odocoileus hemionus crooki*), a few white-tailed deer (*O. virginianus carminii*), javelina (*Tayassu* tajacu), puma (Puma *concolor*), bobcat (Lynn *rufus*), coyote (*Canis latrans*), gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*), quail (*Calipepla* squamata), an occasional black bear (*Ursus americanus*), and a vast array of small mammals, birds, and reptiles.

Water. Permanent water is available in the enclosure through an elaborate distribution system consisting of >35 km of pipes, pumps, valves, storage tanks, delivery lines and float regulated drinking basins (Figure 3). Water is gravity fed from an adjacent mountain range to a large steel tank with a capacity of 50,000 l located at the base of Sierra Pilares. Water is then pumped to a central steel holding reservoir located on the highest point within the enclosure. A series of off-line water lines, fi-om the central storage tank, deliver water to >20 different sites thus providing permanent water to all areas of the enclosure. Ephemeral water is also available in the form of earthen tanks and tinajas.

MANAGEMENT DIRECTION

The successful rearing of desert bighorn sheep at Sierra Pilares will be incumbent upon achieving the goal and objectives of the Pilares Bighorn Sheep Management Plan (Plan). This will necessitate organized action covering several essential programs. The crucial elements of the Plan include establishing a minimum founding population of 30 sheep comprised of 25 ewes and 5 rams, vegetation inventories and monitoring, habitat enhancement, minimizing competition

with resident deer and javelina, minimizing disturbance, predator control, population monitoring, facilities maintenance, and increasing public awareness.

The overall goal for the Pilares Bighorn Sheep Management Area is that desert bighorn exist in sufficient numbers to achieve CEMEX's restoration initiatives in Mexico, and to provide for genetic and demographic support for bighorn populations of questionable viability in the southwestern United States. The goal is expected to be achieved within 10 years.

POPULATION

Five desert bighorn sheep (3 ewes, 2 rams) were captured during October 2000; at CEMEX's Yaqui Bighorn Sheep Management Area located 20 km southeast of Hermosillo, Sonora. The sheep were transported to Coahuila by airplane and released into the Sierra Pilares facility within 24 hours of capture. The capture operation at Yaqui presented a tremendous challenge and proved very difficult due to the density and height of the vegetation, which rendered helicopter net gunning and helicopter darting ineffective. A drop net capture operation was initially attempted using alfalfa hay, apple flavored mineral blocks, concentrated feed, and water as the attractants. The sheep, however, did not habituate to the bait station. Instead, sheep had to be driven to the base of a very precipitous mountain where drive nets had been deployed at the only available site. This resulted in extensive chase time and allowed only single captures. One ewe and 1 ram died within a week after their release. Field necropsies suggested the ewe died of post-capture myopathy and the ram died of injuries sustained during capture. One lamb was born at Pilares during February 2001. The current population stands at 4 (2 ewes, 1 lamb, and 1 ram).

The future of desert bighorn sheep in northeastern Mexico ultimately hinges on the success of semi-captive propagation efforts at Sierra Pilares. The size of the founding population will dictate the time frame for subsequent removal of bighorn for transplant purposes. Sufficient numbers (200±) will be required for biennial releases directly into the wild, without depleting the reproductive potential of the captive population. Thus the larger the founding population the sooner the goal of restoring desert bighorn in Coahuila will be realized.

A second drive net capture operation at the Yaqui Bighorn Sheep Management Area in Sonora is programmed for October 2001. This will necessitate the preparation of several drive net deployment sites and helicopter landing zones through brush removal. Negotiations are also underway to obtain additional sheep from private bighorn sheep rearing facilities in Sonora and free-ranging sheep from Isla Tiburon.

HABITAT

Habitat maintenance and enhancement to support a semi-captive population of not less than 200 sheep is a major objective of the Plan. Quantitative baseline vegetative inventories will be conducted to determine species composition, relative density and percent ground cover. Forage production (kg/ha) will be determined to establish maximum allowable utilization levels on key forage species. The enclosure's carrying capacity will be based on forage production, bighorn sheep consumption rates, and allowable utilization. Habitat improvement projects such as brush removal, burning, reseeding, and fertilizing will be implemented.

Bighorn sheep, deer, and javelina food

preferences and diet will be determined through microscopic analysis of fecal material. To minimize competition, deer and javelina populations will be maintained at current levels through primitive weapon hunts, or through capture and removal methods.

FACILITY MANAGEMENT

The facility management objective is to maintain and operate a world-class facility at Sierra Pilares to propagate desert bighorn sheep in sufficient numbers for restoring desert bighorn on historic range in northeastern Mexico. Monitoring the photovoltaic system daily ensures the integrity of the predator-proof fence. Inspections are conducted weekly of the entire fence perimeter to ensure that no breaches have occurred. Any necessary repairs are done promptly using only the original type of materials used in the initial construction. Entry into the enclosure is limited to essential tasks, i.e., population and habitat monitoring, fence repair, predator control, research, etc., especially during the lambing season.

RESEARCH

The research objective is to investigate various factors that may be contributing to limited growth of some herds of desert bighorn sheep in southwestern North America. The following research projects are planned: a) Determine the effects of inbreeding as regards skewed sex ratios, poor lamb production and/or survival, and overall population fitness in desert bighorn populations. b) Determine the impact of predators on bighorn sheep, especially as regards captive, recently transplanted populations, and lamb survival. c) Determine the extent that diseases and parasites limit population fitness in desert bighorn sheep. d) Establish optimum nutritional levels and determine if nutritional deficiencies are a limiting factor on desert bighorn populations.

INFORMATION AND EDUCATION

The information and education objective is to increase public awareness, understanding, and appreciation of bighorn sheep in Mexico. Developing and disseminating information to the mass media about the importance of Sierra Pilares in the restoration of desert bighorn sheep in Mexico will improve public perception. Educational programs will be developed about bighorn sheep biology, behavior, and habitat requirements for presentation to schools, wildlife organizations, and other interested groups. An interpretive display and museum will be built at Rancho Pilares to increase an understanding and appreciation of desert bighorn sheep. Negotiations will take place with zoo authorities to develop a bighorn sheep ecological display in Monterrey, Nuevo Leon or Saltillo, Coahuila.

EVALUATION

Review and evaluation of the Sierra Pilares desert bighorn sheep program is a continuous process. Accurate records of all bighorn sheep observations, including location, animal identification, group size, sex and age structure, behavior, physical condition, and occupied habitat types are being maintained. A monthly summary and an annual report of accomplishments and needs of the bighorn sheep program will be produced. The long-term Pilares Bighorn Sheep Management Plan will be revised as needed.

CONCLUSIONS

Desert bighorn restoration, especially when

adequate seed stock is not readily available, is a long-term, time consuming, oftentimes risky, and expensive process. The return of desert bighorn sheep to northeastern Mexico is going to take time, perseverance, and a major commitment of resources. CEMEX believes that this is a small price to pay for the long-term potential benefits to desert bighom sheep and the citizens of Mexico.

AKNOWLEDGEMENTS:

We thank the following organizations for their support during the past bighorn transplant operation: Sierra Madre, Unidos Para la Conservacion, The Desert Bighorn Institute, OVIS A.C, Sonora State Government, Coahuila State Government, Direccion General De Vida Silvestre INE/ SEMARNAT, ANGADI Sonora and The Seri Kon Kaak community.

LITERATURE CITED

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua: taxonomy and distribution. Bull. American Mus. Nat. History 148 (2):377-378.

Baker, R.H. 1960. Mammals of Coahuila, Mexico. Univ. of Kansas Publ., Mus. Nat. History 1955-1960 (9):327-329.

Cossio, M.L. 1975. Report from Mexico. Pages 72-74. In: J.B. Trefethen. ed. The wild sheep in modern North America. Boone and Crocket Club. New York.

DeForge, J.R., S.D. Ostermann, D. Toweill, P. Cyrog, and E.M. Barrett. 1993. Helicopter surveys of Peninsular bighorn sheep in northern Baja California. Desert Bighorn Council Transactions. 37:24-28.

Krausman, P.R., A.V. Sandoval, and R.C. Etchberger. 1999. Natural history of desert bighorn sheep. Pages 139-208. In: R. Valdez, and P.R. Krausman, eds. Mountain sheep of North America. Univ.of Arizona Press.

Lee, R.M., and E.E Lopez-Saavedra. 1993. Helicopter surveys of desert bighorn sheep in Sonora, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 37:25-26.

Lee, R.M. and E.E. Lopez-Saavedra. 1994. A second helicopter survey of desert bighorn sheep in Sonora, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 38:12-13.

Lee, R.M. and E. Mellink. 1996. Status of desert bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 40:35-39.

Leopold, A.S. 1959. Wildlife of Mexico: The game birds and mammals. Univ. of California Press. 568pp.

Lopez, G., G. Ruiz-Campos and M. Rodriquez-Meraz. 1995. Population density of desert bighorn sheep in northern Baja California, Mexico (Canada Arroyo Grande and Jaquejel). Desert Bighorn Council Transactions 29:29-32.

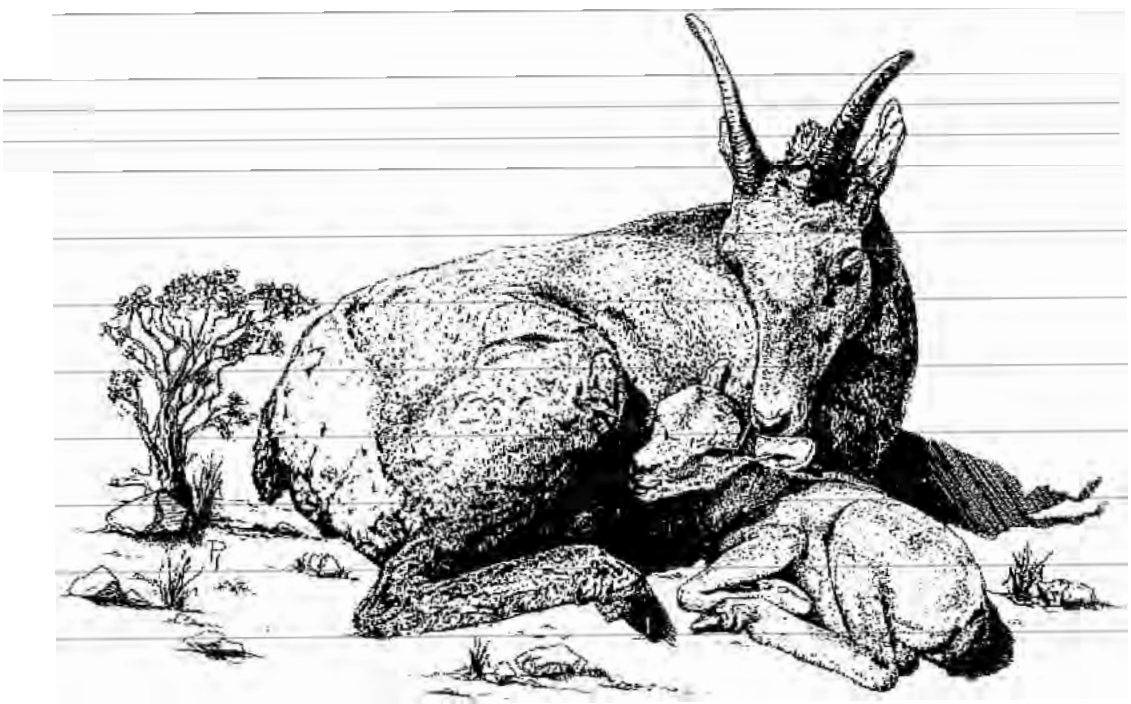
Monson, G. 1980. Distribution and abundance. Pages 40-51 In: G. Monson and D. Sumners, eds. The desert bighorn. Univ. of Arizona Press. Tucson, Arizona. 370pp.

Sandoval, A.V. 1984. Status of bighorn sheep in the Republic of Mexico. Pages 86-94 In: M. Hoefs, ed. Wild

sheep: distribution, abundance, management and conservation of the sheep of the world and closely related mountain ungulates. Northern Wild Goat and Sheep Council Special Report. Yukon, Canada.

Tarango, L.A., and P.R. Krausman. 1997. Desert bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:1-7.

Tinker, B. 1978. Mexican wilderness and wildlife. Univ. of Texas Press.



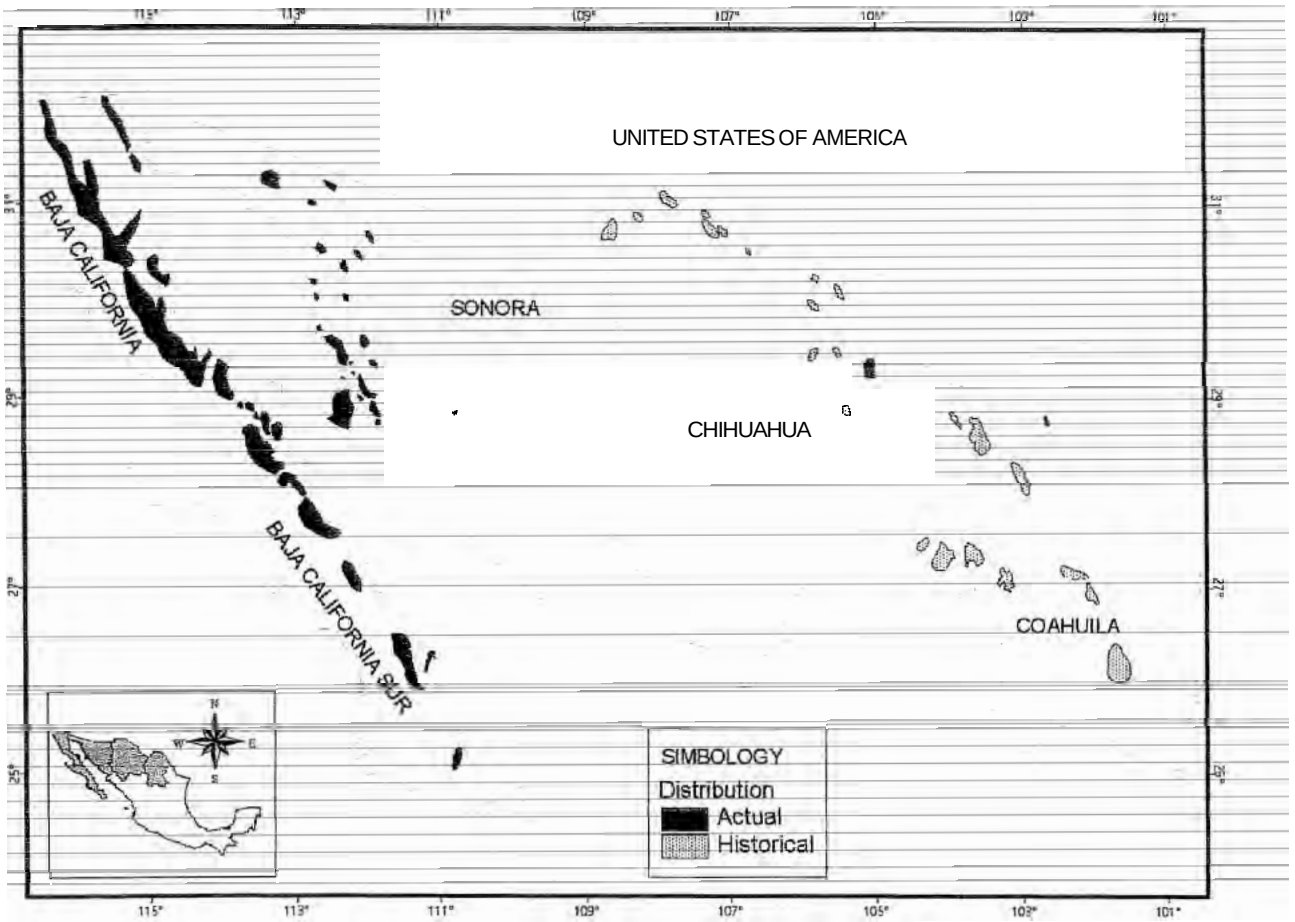
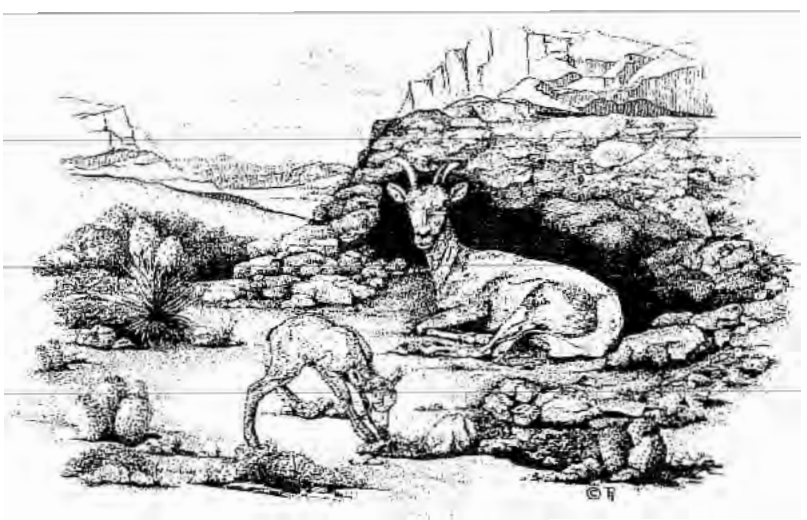


Figure 1. Actual and historical distribution of the desert bighorn sheep in Mexico.



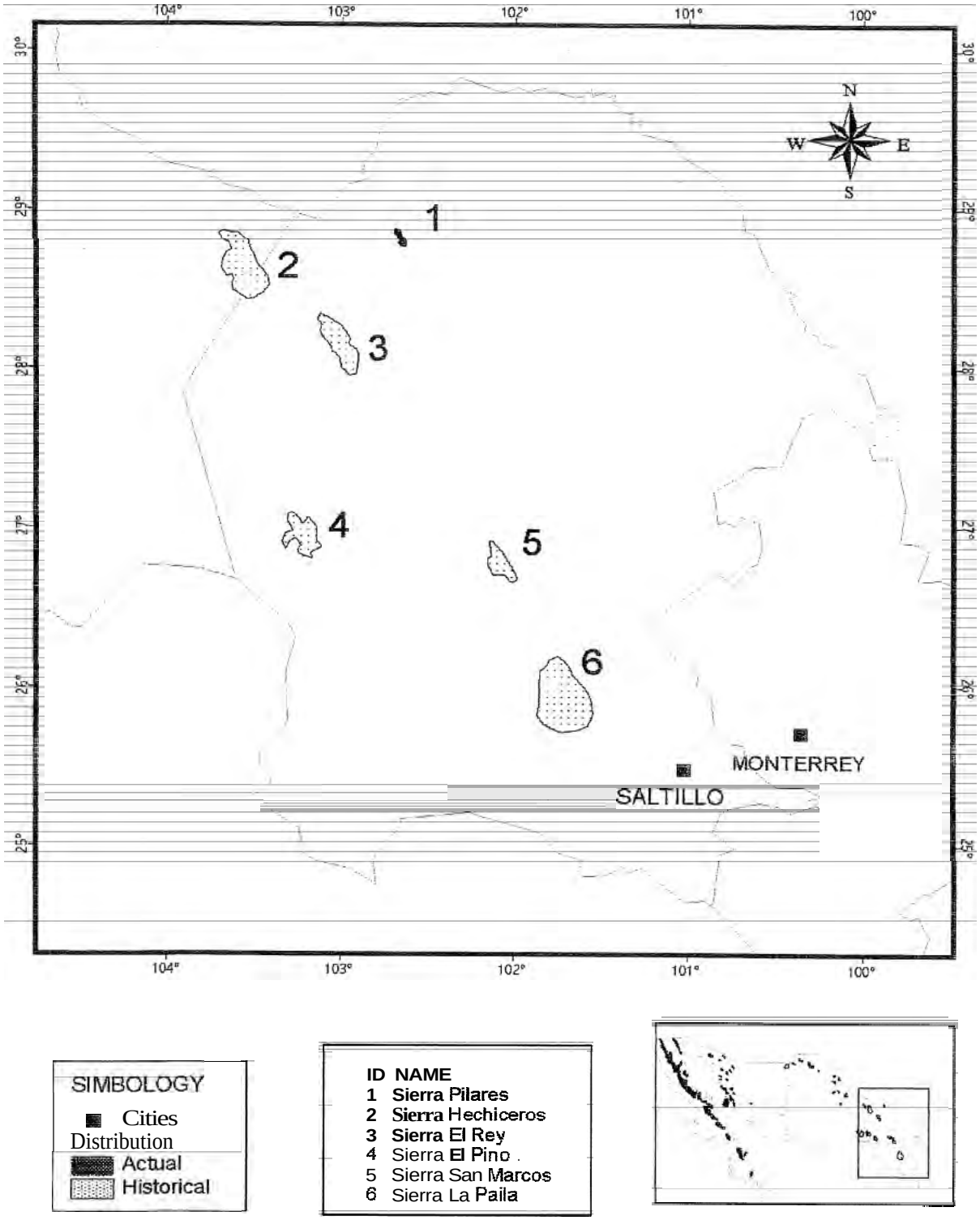


Figure 2. Actual and historical distribution of the desert bighorn sheep in Coahuila, Mexico.

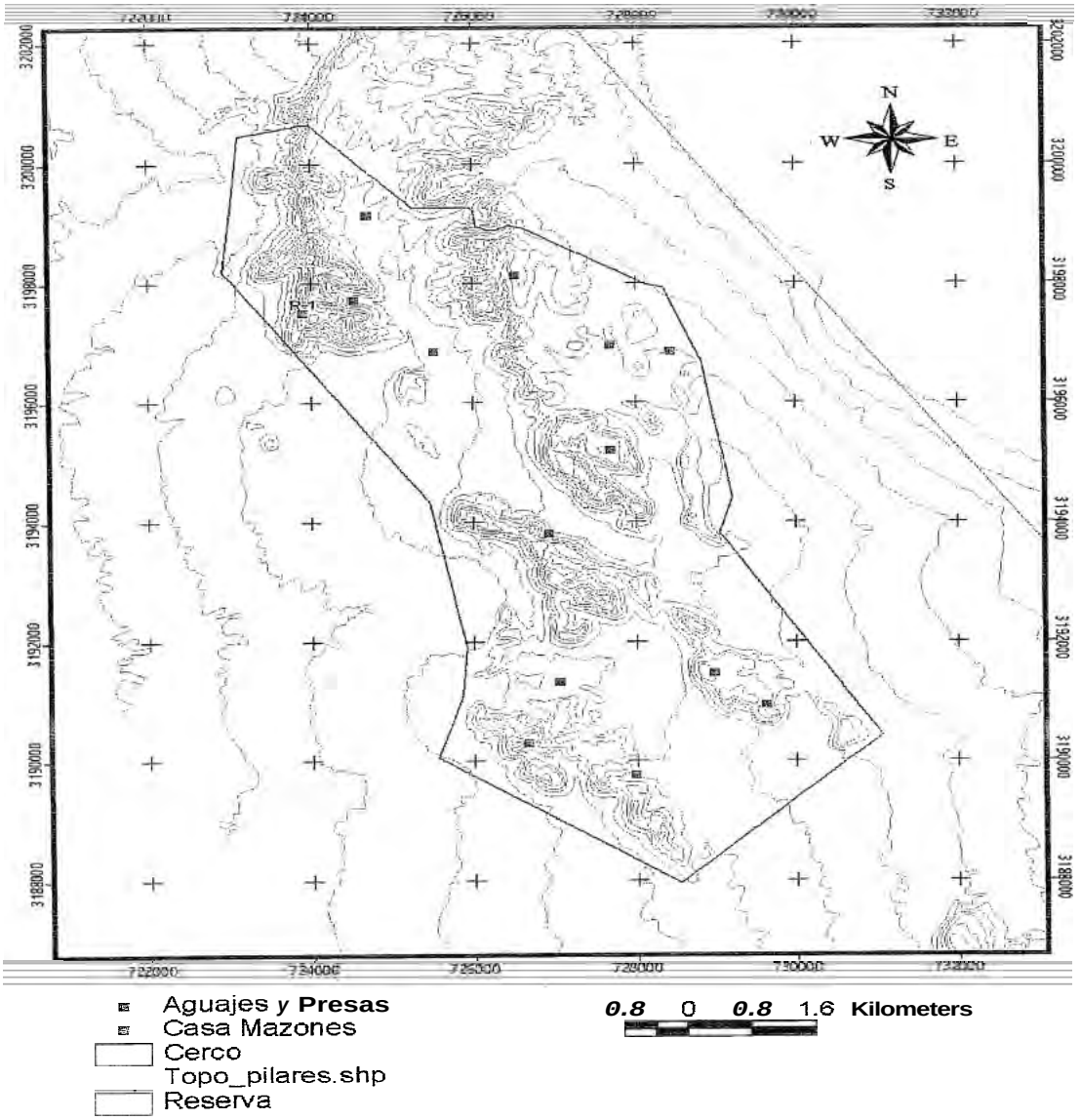


Figure 3. Water distribution system in the bighorn sheep enclosure Pilares.

ESTATUS DE LOS PROGRAMAS DE MANEJO SOBRE BORREGO CIMARRON EN COAHUILA, MEXICO EN EL 2000

ANDREW V. SANDOVAL, Borrego Cimarron Wildlife Consulting, P.O. Box 238 Chacon, NM 87713-0238, USA

ALEJANDRO ESPINOSA T., CEMEX-Dirección de Tecnologia, Independencia 901-A Ote., Colonia Cementos, Monterrey, NL, Mexico

DISTRIBUCION DE BORREGO CIMARRON EN MEXICO

El borrego cimarron del desierto (*O.* c. *mexicana, O.* c. *cremobates* y *O.* c. weemsi), estuvieron ampliamente distribuidos por los estados del norte como Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila y Nuevo Leon (Leopold 1959, Baker 1960, Anderson 1972, Cossio 1975, Tinker 1978, Monson 1980, Sandoval 1984). El borrego cimarrón del desierto aun existe en numeros considerables en Baja California Norte, Baja California Sur y Sonora (DeForge et *al.* 1993, Lee y Lopez-Saavedra 1993, 1994, Lopez, *et al.*, 1995, Lee y Mellink 1996, Tarango y Krausman, 1997), aunque aparentement ha sido extirpado de Chihuahua, Coahuila y Nuevo Leon (Krausman et *al.* 1999) (Figura 1).

En Coahuila, el borrego cimarron del desierto antiguamente ocurria en la mayoría de las areas deserticas en las zonas al oeste y norte del estado y hacia al sur hasta la Sierra de la Paila (Baker 1960, citado por Monson 1980). De los reportes recibidos por Baker de parte de antinuos residentes en el área, los cimarrones se encontraron en el borde rocoso y arido a las faldas de las montañas y en montañas de poca elevación y no en asociaciones de encino y pino en elevaciones mas altas. Las únicas localidades donde los borregos persistieron en loes 50s, fueron las áreas montañosas al noroeste de San Lazaro, incluyendo la Sierra Palo Verde o Sierra de Santa Rosalia y la Sierra de San Marcos; la Sierra de los Hechiceros en la porción extrema al noroeste de Coahuila y la Sierra del Pino, y Sierra del Rey cerca de la frontera con Chihuahua (Figura 2). La extirpacion del borrego cimarron se debio a la competencia y las enfermedades introducidas por ganado domestico, principalmente ovejas y cabras, asi como una caceria insdiscriminada (Leopold 1959, Monson 1980).

RESTAURACION DE BORREGO CIMARRON

Para llevar a cabo la reintroducción de borrego cimarron a su area natural de distribución, Cementos Mexicanos (CEMEX), una empreza mundial con sede en Monterrey, Nuevo Leon, en cooperación con las organizaciones Unidos Para la Conservación y Agrupacion Sierra Madre, los gobiernos federal y estatal mexicano, dueños de tierras privadas y grupos de interes, ha tornado la iniciativa en la propagación en semi-cautiverio de esta especie en la Sierra Pilares localizada al nortede Coahuila (figura 2). El objetivo es propagar borrego cimarron en números suficientes para permitir el remover anualmente un numero de animales para propositos de transplante por todo el norte de Mexico, sin disminuir el segrnento reproductivo de la poblacion en cautiverio.

DESCRIPCION DEL MANEJO DE BORREGO CIMARRON EN EL AREA

DE MANEJO LOS PILARES

Ubicación. El Area de Manejo Los Pilares para borrego cimarrón comprende un encierro de 5,000 Ha y esta localizado en el municipio de Ocampop, aproxirnadamente 75 km al sur de Big Bend National Park, Texas y a 200 km al noroeste de Melchor Muzquiz, Coahuila. El encierro incluye la zona sureña de las dos terceras partes de la Sierra Pilares y contiene un perimetro de 32 krn de cerca especial para animales silvestres. El encierro esta construido con una red de alambre galvanizado fuértemente tensado con paneles de 2.5 m cada uno, sostenida con postes de acero galvanizado. La parte de arriba de la cerca tiene tiene una armazón con alambre de puas galvanizado con cuatro líneas. **The enclosure is constructed of 2.5-m single panel galvanized solid lock high tensile net wire, suspended by galvanized steel posts.** En la parte de abajo pegado al suelo, tiene una banda protectora contra depredadores, con 2 líneas de alambre con corriente eléctrica colocados a una altura de 0.5 m y 2 m por encirna del nivel del terreno para proteger mejor contra los depredadores.

Topografía. Sierra Pilares es una fromación montañosa de terreno escabroso que corre de noroeste a sureste con aproximadamente 20 km de largo y 5 km de ancho. La topografia esta caracterizada por una serie de picos interconectados y bordes ondulados con numerosas salidas rocosas, precipicios interrumpidos y pasajes y cafiones profbndos y estrechos. Las elevaciones fluctuan entre los 100 m desde el fondo de habitat desertico, hasta los 1,300 m en la parte mas alta.

Vegetación. La vegetación es típica del Desierto Chihuahense. Se encuentran areas extensas de gobernadora/mezquite (*Larrea tridentata-Prosopis* glandulosa) y de huizache (Acacia *farnesiana*) y zonas de tinajas caracterizan a las zonas mas bajas. A elevaciones mas altas se encuentran comunidades de matorral desertico y pastizal. Las especies de matorral dominante incluyen ocotillo (*Fouquieria splendens*), nopal (*Opuntia* spp.), sotol (Dasylirion leiophylum), Acacia *spp.* y palma (Yucca *filifera*, *Y. carnerosan*). Los matorrales asociados incluyen mariola (*Parthenium incanum*), little leaf sumac (*Rhus* microphylla), spicebush (*Aloysia gratissima*), resin bush (Vigueria stenoloba), lechuguilla (Agave *lechuguilla*) y candelilla (Euphorbia antisyphilitica). Las especies de pasto dominantes incluyen grama (Bouteloua spp.), three-awn (*Aristida spp.*), muhly (Muhlenbergia *spp.*) y bluestem (*Andropogon* spp.).

Fauna silvestre. Las especies de fauna silvestre mas conspicuas en Sierra Pilares incluyen el venado bura (*Odocoileus hemionus crooki*), unos popcos de venado cola-blanca (*O. virginianus carminii*), jabali (*Tayassu tajacu*), puma (*Puma concolor*), lince (Lynx *rufus*), coyote (*Canis* latrans), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), codomiz (Calipeppela squamata), osos negros (*Ursus americanus*) de vez en cuando y una variedad muy amplia de pequeiios mamíferos, aves y reptiles.

Agua. Agua permanente esta disponible dentro del encierro por medio de un sistema complejo de distribución que consiste en mas de 35 km de tubería, bombas de agua, válvulas, tanques de almacenamiento, líneas de abastacirniento y bebederos regulados con un flotador (Figura 3). El agua cae por gravedad de una de las montaiias hacia un estanque de acero con capacidad de 50,000 l localizado en las fladas de Sierra Pilares. De ahí, el agua se bombea a un reservorio de contención central en el punto mas alto del encierro. Una serie de tuberías desde el reservorio central, abastecen mas de 20

sitios diferentes proveyendo así agua permenente a todas las areas del encierro. Agua temporal también esta disponible en forma de estanques y tinajas.

DIRECCION EN EL MANEJO

La exitosa producción de cimarrones en Sierra Pilares dependera de si alcanza el propositoy objetivos del Plan de Manejo del Borrego Cimarron para Pilares (el Plan). Esto requerira acción organizada cubriendo algunos programas escenciales. Los elernentos cruciales del Plan incluyen establecimiento de poblaciones fundadoras mínimas con 30 borregos, comprendidas de 25 hembras y 5 machos, inventarios y monitoreos de vegetacion, mejoramiento de habitat, disminución de la competencia con venado y jabali, control de depredadores, perturbacion minima, monitoreo de poblaciones, mantenimiento de las instalaciones y aumento en la concientización del publico en general.

El propósito principal del Area de Manejo de Borrego Cimarron Pilares es que el cimarron del desierto exista en suficentes numeros para alcanzar las iniciativas de restauracion de CEMEX en Mexico y para proveer apoyo genético y demográfico para las poblaciones de viabilidad cuestionable en el suroeste de los Estados Unidos. Se cree que esto se puede alcanzar dentro de 10 años.

POBLACION

Cinco borregos cirnarrones (3 hembras y 2 machos) fueron capturados durante el mes de Octubre del 2000 en el Area de Manejo Yaqui de Borrego Cimarron perteneciente a CEMEX y localizada a 20 km al sureste de Hermosillo, Sonora. Los borregos heron transportados a Coahuila por aeroplano y liberados en las instalaciones de Sierra Pilares dentro de las 24 horas despues de haber sido capturados. La operación de captura en el Yaqui fué un tremendo reto y result6 ser muy dificil debido a la densidad y altura de la vegetacion, lo cual produjo que la red de cañon y disparos don dardos desde el helicóptero fueran ineficientes. Se intentó usar una red de caída utilizando alfalfa, bloques minerales con sabor a manzana,alimento concentrado y agua como atrayentes. Los borregos sin embargo, no se habituaron a la estacion de carnada. En vez de eso, los borregos tuvieron que ser conducidos hacia la base de una montaña muy escarpada mientras redes de acarreo fueron activadas en el unico sitio disponible. Esto resulto en un largo correteo de los animales y solo permitió capturas de uno por uno. Una hembra y un macho murieron despues en menos de una semana de haber sido liberados. Las recropsias de campo sugirieron que la hembra murio de miopatíaq post-captura y el macho murió de heridas ocurridas durante la captura. Un cordero nacio en Pilares durante el mes de Febrero del 2001. La poblacion actual es de 4 animales (2 hembras, 1 cordero y 1 macho).

El futuro del borrego cimarron en el norte de Mexico dependera del éxito de los esfuerzos de propagación en semi-cautiverio en Sierra Pilares. El tamaño de la poblacion fundadora dictara el tiempo necesario la subsecuente remoción de cimarrones para propositos de transplante. Un numero suficiente (cercano a los 200) se requerira para liberaciones bi-anuales directamente al estado silvestre, sin disminuir el potencial reproductivo de la poblacion en cautiverio. De esta manera, rnientras mas grande sea la poblacion fundadora, mas pronto se alcanzará el objetivo de restaurar el corrego cimarron en Coahuila.

Una segunda opracion de captura con red de acarreo en el sitio Area de Manejo Yaqui en Sonora esta programada para Octubre del

2001. Para esto, se necesitara la preparación de la ejecución de varios sitios para redes de acarreo y la eliminación de matorrales para que el helicoptero pueda atterizar. Actualmente se esta negociando la obtencibn de borregos adicionales provenientes de instalaciones de reproducción privadas en Sonora y de borregos silvestres de Isla Tiburón.

HABITAT

El mantenimiento y mejoramiento de habitat para apoyar las poblaciones en semi-cautiverio de por lo menos 200 borregos es uno de los principales objetivos del Plan. Inventarios quantitativos basicos de vegetacion se llevaran a cabo para determinar la composición de especies, densidad relativa y el porcentaje de cubertura de terreno. La produccion forrajera (en Kg y Ha) será determinada para establecer los niveles permitibles máximos de utilización de especies claves forrajeras. La capacidad de carga del encierro será basada en la producción forrejera, las tasas de consumo de los borregos y la utilizacion permitida. Tambien se llevaran a cabo los proyectos de mejoramiento de habitat como el remover la vegetacion de matorral, quemas, colocacion de semillas y fertilización.

Se determinaran las preferencias alimenticias de borrego cimarron, venado y jabali através del análisis microscopico de material fecal. Para minimizar la competencia, las poblaciones de venado y jabali se mantendran a los niveles actuales ya sea con cazas con armas primitivas o con métodos de captura y remoción.

MANEJO DE LAS INSTALACIONES

El objetivo del manejo de las instalaciones es mantener y operar unas instalaciones de primera calidad en Sierra Pilares para propagar borregos cimarron en numeros suficientes para restaurar esta especie dentro de su area de didstribución natural en el noreste de Mexico. El monitoreo diario del sisterna fotovoltaico asegura la integridad de la cerca a prueba de depredadores. Las inspecciones se llevan a cabo cada semana por todo el perimetro de la cerca para segurarse de que no existen espacios abiertos. Cualquier reparacion que sea necesaria se hace inmediatamente usando solo el tipo de material original en la construcción. La entrada al encierro se limita sólo a lo necesario, como el rnonitoreo de la poblacion y su habitat, reparacion de la cerca, control de depredadores, invetsigación, etc., especialmente durante la temporada de crianza.

INVESTIGACION

El principal objetivo es el investigar los diversos factores que pueden estar contribuyendo al crecimiento limitado de algunos rebaños de borregos cimarrones del desierto en el suroeste de Norteamérica.

Se plantean realizar los siguientes proyectos de investigación:

a) Determinar los efectos del entrecruzamiento con respecto a la desproporcion de sexos, la poca produccion y/o supervivencia de corderos y el estatus general de salud de las poblaciones de cimarron.
b) Determinar el impacto de los depredadores sobre el borrego, especialrnente para las poblaciones en cautiverio recientemente transplantadas y la supervivencia de corderos.
c) Determinar la magnitud en que las enfermedades y los parasitos limitan la salud poblacional del borrego cimarrón.
d) Establecer niveles óptimos nutricionales y determinar si las insuficiencias

nutricionales son un factor limitante en las poblaciones de borrego cimarron.

INFORMACION Y EDUCACION

El objetivo de información y educación es incrementar la sensibilizacion, comprension y apreciacion del borrego cimarron en Mexico entre el público en general. El desarrollo y diseminacion de la información através de los medios de comunicación acerca de la imprtancia de Sierra Pilares en la restauracion del borrego cimarron en México, mejorara la percepción del público. Los programas educativos se elaboraran sobre la biologia, comportamiento y requerimientos de habitat para la presentación hacia escuelas, organizaciones de fauna silvestre y otros grupos interesados. Se construira un exhibidor interactivo y un museo en el Rancho Pilares para aumentar el entendimiento y la apreciacion del borrego cimarron. Se llevaran a cabo negociaciones con los zoologicos para elaborar un exhibidor ecologico en Monterrey, Nuevo León 6 Saltillo, Coahuila.

EVALUACION

La revision y evaluación del programa de borrego cimarron en Sierra Pilares es un proceso continuo. Registros precisos de todaas las observaciones, incluyendo la localidad, identificación del animal, tamaño de grupo, estructura por edad y sexo, comportamiento, condición fisica y tipo de habitat estan siendo mantenidos. Un resúmen mensual y un reporte annual de los logros y necesidades del programa de borrego cimarron sera producido. El Plan de Manejo de Borrego Cimarron Pilares a largo plazo sera revisado cada vez que sea necesario.

CONCLUSIONES

Las iniciativas de restauracion del borrego cimarron, especialmente cuando un estock semilla no esta inmediatamente disponible es un proceso a largo plazo, que lleva mucho tiempo, frecuentemente riesgoso y muy caro. El regreso del borrego cirnarron en el noreste de méxico llevara tiempo, perseverancia y un mayor compromiso de recursos. CEMEX cree que este es un precio muy bajo que hay que pagar cuando se piensa en los beneficios a largo plazo para el borrego y los ciudadanos de Mexico.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos el apoyo de las siguientes organizaciones durante las operaciones de transplante de borrego cimarron: Sierra Madre, Unidos Para la Conservación, The Desert Bighorn Institute, OVIS A.C, el Gobierno del Estado de Sonora, el Gobierno del Estado de Coahuila, Dirección General de Vida Silvestre INE/ SEMARNAT, ANGADI Sonora y la comunidad Seri Kon Kaak.

LITERATURA CITADA

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua: Taxonomy and distribution. Bull. American Mus. Nat. History 148 (2):377-378.

Baker, R.H. 1960. Mammals of Coahuila, Mexico. Univ. of Kansas Publ., Mus. Nat. History 1955-1960 (9):327-329.

Cossio, M.L. 1975. Report from Mexico. Pg 72-74. In: J.B. Threfeten. ed. The Wild sheep in modern North America. Boone and Crocket Club. New York.

DeForge, J.R., S.D. Ostermann, D. Toweill, P. Cyrog, and E.M. Barrett. 1993. Helicopter surveys of Peninsular bighorn sheep in northern Baja California. Desert Bighorn Council

Transactions. 37:24-28.

Krausman, P.R., A.V. Sandoval, and R.C. Etchberger. 1999. Natural history of desert bighorn sheep. Pg 139-208. In: R. Valdez, and P.R. Krausman, eds. Mountain sheep of North America. Univ.of Arizona Press.

Lee, R.M., and E.E Lopez-Saavedra. 1993. Helicopter surveys of desert bighorn sheep in Sonora, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 37:25-26.

Lee, R.M., and E.E. Lopez-Saavedra. 1994. A second helicopter survey of desert bighom sheep in Sonora, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 38:12-13.

Lee, R.M., and E. Mellink. 1996. Status of desert bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Sheep Council Transactions 40:35-39.

Leopold, A.S. 1959. Wildlife of Mexico: The game birds and mammals. Univ. of California Press. 568pp.

Lopez, G., G. Ruiz-Campos, and M. Rodriquez-Meraz. 1995. Population density of desert bighorn sheep in northern Baja California, Mexico (Canada Arroyo Grande and Jaquejel).Desert Bighorn Council Transactions 29:29-32.

Monson, G. 1980. Distribution and abundance. Pg 40-51 In: G. Monson and D. Sumners, eds. The desert bighorn. Univ of Arizona Press. Tucson, Arizona. 370pp.

Sandoval, A.V. 1984. Status of bighorn sheep in the Republic of Mexico. Pg 86-94 In: M. Hoefs, ed. Wild sheep: Distribution, abundance, management and conservation of the sheep of the world and closely related mountain ungulates. Northern Wild Goat and Sheep Council Special Report. Yukon, Canada.

Tarango, L.A., and P.R. Krausman. 1997. Desert bighorn sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:1-7.

Tinker, B. 1978. Mexican wilderness and wildlife. Univ. of Texas Press. Pg 30-46.

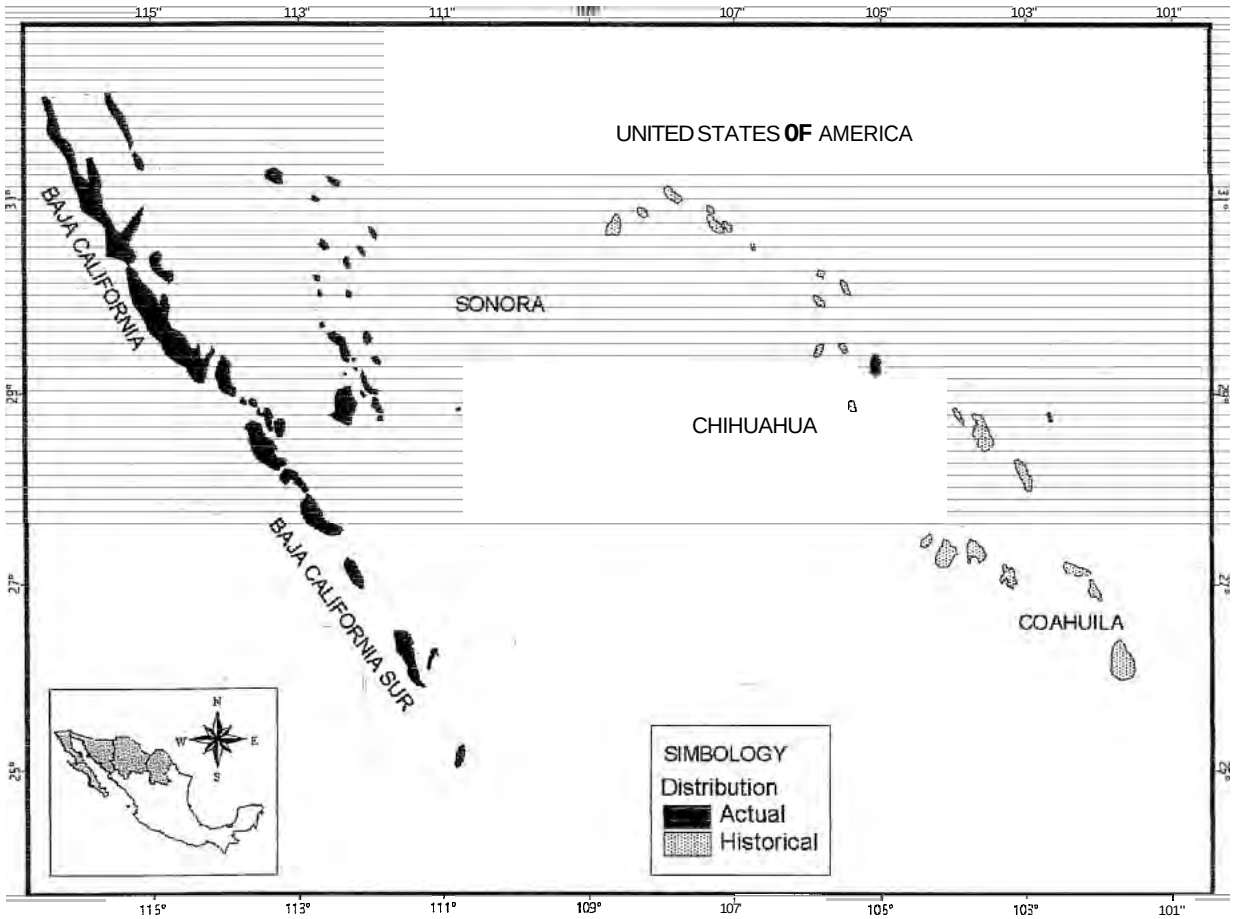
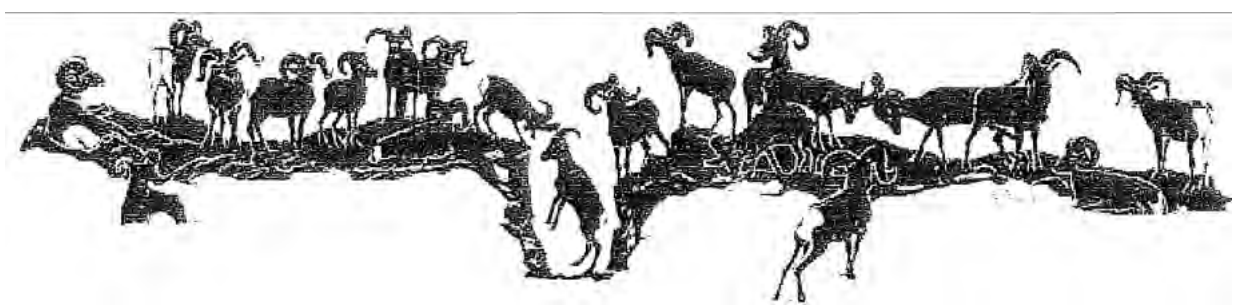


Figura 1. Distribución actual e histórica del borrego cimarron del desierto en Mexico.



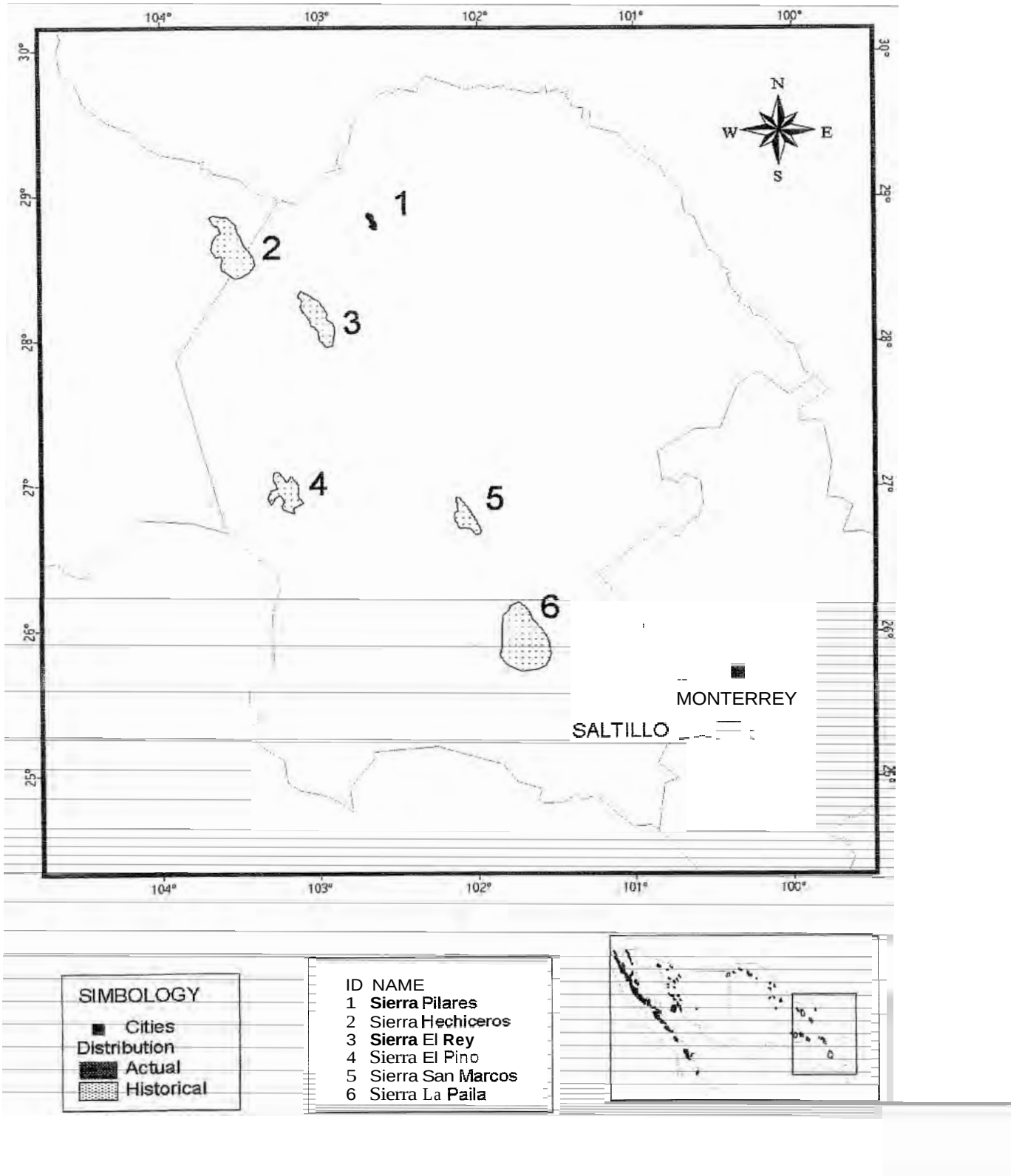


Figura 2. Distribución actual e histórica del borrego cimarrón del desierto en Coahuila, Mexico.

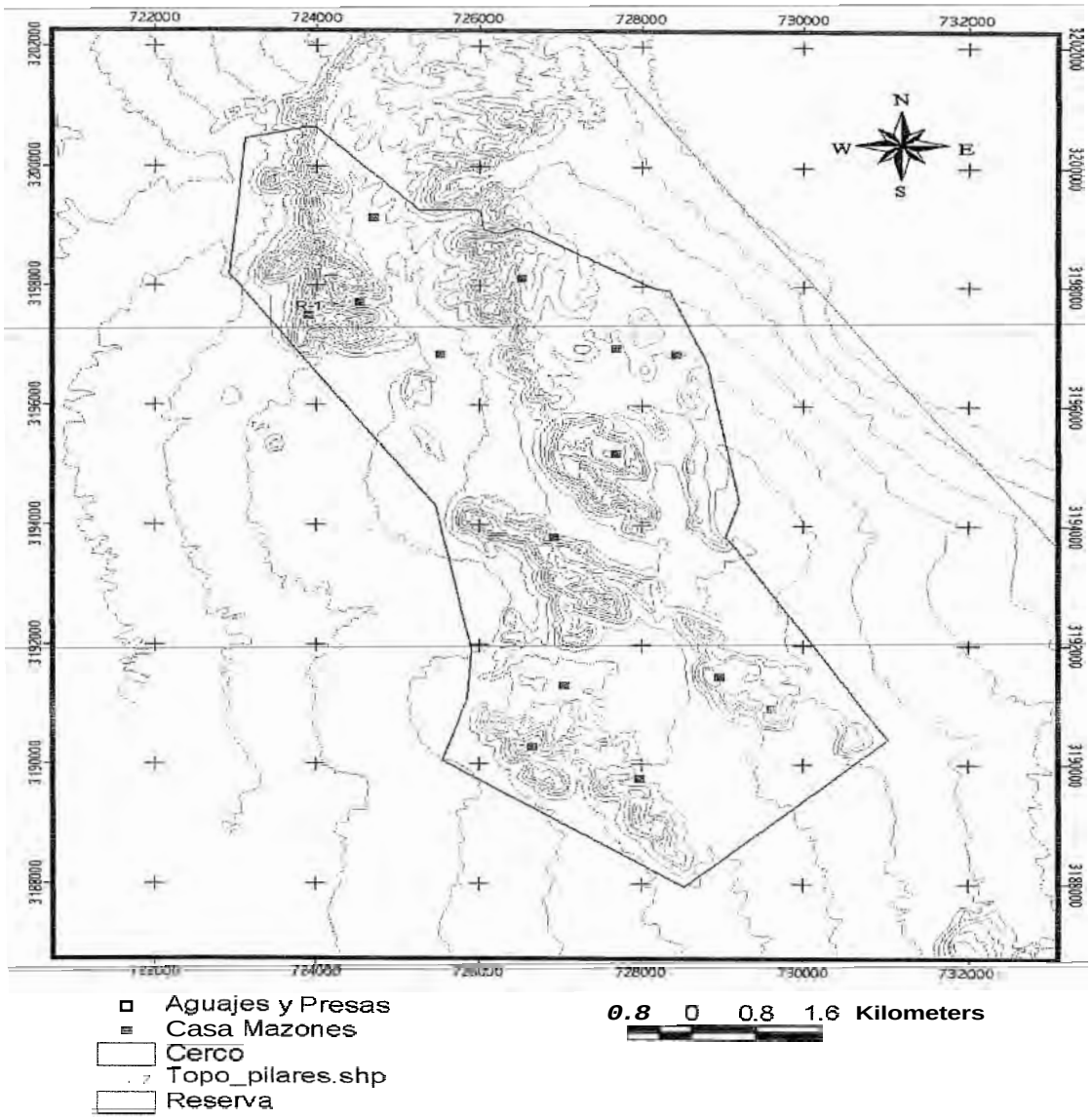


Figura 3. Distribución del sistema de distribución de agua en el encierro para borrego cimarrón de los Pilares.

DIAGNOSIS ABOUT FEDERAL WILDLIFE MANAGEMENT (AN ANALYSIS)

FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ, Director General de Vida Silvestre-SEMARNAT.

LUIS A. TARANGO ARÁMBULA, Profesor Investigador Asociado, Colegio de Postgraduados. Salinas, SLP.

INTRODUCTION

Mexico is considered one of the top 12 countries for species diversity and economic potential regarding wildlife species and their use. Mexico maintains substantial wildlife populations and receives great amounts of migratory species that provide an economic alternative. Wildlife is culturally and traditionally important to rural people. In the past, wildlife management and conservation had low priority for the federal government. However, in the last decade, Mexico has joined conservation treaties and international agreements toward managing natural resources in a sustained manner, providing long term benefits to society. This document provides an analysis of the current wildlife administration policy and how it has affected desert bighorn sheep in Mexico.

REGULATIONS

The legal setting regarding management of wildlife in Mexico was first stated in the Mexican Constitution of 1917. Based on the 27th article of this Constitution, the nation has the right to regulate, for the good of the Mexican society, the use of natural resources. The 73rd article provides authority to congress for issuing laws to encourage participation of federal, state and county governments regarding environmental protection. In 1996 the Mexican government issued the Environmental Protection Law that states that natural resources must be used in a sustained way. This law also demands a continuous monitoring of wildlife and represents a considerable advancement in how Mexico manages its natural resources. This law gives the right to communities, including Indians, to use and protect the resource and also provides Mexican Official Norms (document that list species under risk categories) as instruments to achieve its objectives. In July 2000, a Wildlife General Law was passed (Secretaria de Medio Ambiente 2000). This law includes eight titles and 130 articles. The objectives of this law are to establish partnerships between federal, state and county governments, to provide local governments authority to manage wildlife within their temtories and to encourage social participation in the use and conservation of wildlife and their habitats. To accomplish these objectives, the Mexican government has established a new way of managing wildlife and their habitats through the establishment of the Wildlife Management and Conservation Unit system (UMA). The main objectives of this management system are to restore, protect, maintain, reproduce, and to sustain the use of wildlife and their habitat. To register an area as an UMA, landowners need to show legal possession of the area to be registered, need to indicate on a map the geographic location of their property, specify the size of the area and its boundaries. Also, they need

to contract a wildlife biologist for a site visit of the UMA. The wildlife biologist or technician will then design a management plan for the UMA. This management plan must include: 1) objectives, 2) goals, **3)** ecological, social and economic indicators, 4) a map showing access roads, drinkers, feeders, vegetation types, ponds, rivers, lakes, boundaries, *5)* physical and biological description, current land use, climate, 6) a list of plant and animal species within the area, it is also necessary to indicate which species in the area are threatened according to the Mexican Official Norm, 7) list of species to be managed and their reproductive cycles, 8) monitoring methods of wildlife and habitats, type of wildlife use, 9) the management activities to be conducted within the area, 10) people from the state wildlife office need to comment on this management plan. The information presented here is the most important information, however, more information is needed.

MANAGEMENT CONSTRAINTS

The way natural resources were managed in the past has caused a continuous deterioration of ecosystems. The sustained use and conservation of wildlife in Mexico still constitutes two big challenges for the federal government. One of the reasons for this ecosystem deterioration beside the increasing human population in Mexico is the lack of professionals with expertise in the wildlife management profession. Currently, there is not any undergraduate program in this area and only two institutions have master and doctoral degrees in wildlife management however, the number of students that graduate from these programs is insufficient to meet demand. It has been necessary to join efforts between institutions and encourage federal and state govemments to implement short training courses for biologists, agronomists and veterinarians. Important economic support has been received through international negotiations, as is the case of the United States Fish and Wildlife Service that provides annual economic support for wildlife training courses. However, a more intensive educative effort is necessary.

Although laws allow the use of wildlife outside Management Units, the past administration did not apply this alternative and this decision had several consequences.

1. - The use of wildlife was restricted to a reduced number of people and to very few hunting associations.

2. - A wildlife monopoly was originated.

3. - Poaching increased in those areas outside UMAS.

4. - A large number of hunters were discriminated.

5. - A wildlife biologist attends each management unit. This law requirement originated a professional monopoly due to the reduced number of people with wildlife management expertise.

6. - Ejido and community lands were more affected by this decision due to the costs to contract professional services.

DESERT BIGHORN SHEEP AND UMA

Other emerging concerns of UMA management constraints:

1. - A large number of areas with less than 2,000 ha in size were registered as UMAS.

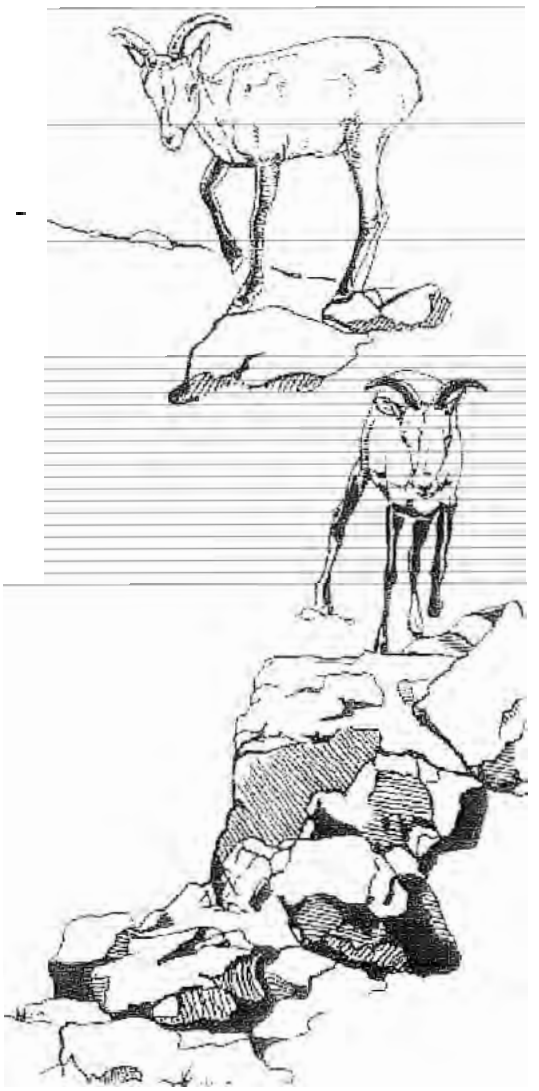
2. - Most UMA owners did not conduct desert bighorn sheep habitat improvement.

3. - Technicians over estimate desert bighorn sheep populations.

4. - A large numbers of hunting permits are issued.

5. - Owners consider desert bighorn sheep as private property.

Current laws may result in a valuable wildlife conservation tool, however the way they have been implemented and understood has limited the potential achievement of Mexican wildlife management policies.



LITERATURE

Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Instituto Nacional de Ecologia-SEMARNAP. Mexico, D.F. 121pp.

DIAGNOSTICO SOBRE EL MANEJO FEDERAL DE VIDA SILVESTRE (UN ANALISIS)

FERNANDO CLEMENTE SÁNCHEZ, Director General de Vida Silvestre, Mexico, D.F.

LUIS A. TARANGO ARÁMBULA, Profesor Investigador Asociado, Colegio de Postgraduados, Salinas S.L.P.

INTRODUCCION:

Mexico es considerado uno de los 12 paises de mayor diversidad y el potencial económico, relacionado con las especies de vida silvestre y su uso, es de importancia nacional e internacional. Mexico mantiene poblaciones sustentables de vida silvestre y recibe año con aiio una gran cantidad de especies de aves acuaticas migratorias, lo cual provee a Mexico con una alternativa económica. Asimismo, la vida silvestre es importante cultural y tradicionalrnente para la gente rural.

En el pasado, el rnanejo de vida silvestre y su conservación fueron los aspectos menos atendidos por el gobierno federal. Sin embargo, en la última decada, Mexico se ha unido a tratados de conservacion y ha establecido convenios internacionales dirigidos a proveer un rnanejo sustentable de los recursos naturales, lo cual provee beneficios a la sociedad a largo plazo. Este documento provee un análisis del manejo y administración de la Vida Silvestre en Mexico y hace énfasis como estas politicas han afectando el rnanejo del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) en Mexico.

LEYES:

El marco legal relacionado al manejo de vida silvestre en Mexico, fue establecido incialmente en el articulo 127 de la Constitucion Mexicana de 1917. El articulo 27 de esta Constitucion establece que la nación tiene el derecho de regular el uso de los recursos naturales para el bien de la sociedad. El articulo 73 otorga autoridad al Congreso para elaborar las leyes que permitan la participacion federal, estatal y gobiernos municipales tendientes a proteger al ambiente.

En 1996 el Gobierno Mexicano expide la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Arnbiental, la cual establece que los recursos naturales debe de usarse de una manera sustentable. Esta ley tarnbien demanda un continuo monitoreo de la vida silvestre y representa un avance considerable en los esfuerzos que Mexico realiza en el manejo de sus recursos naturales. Un avance importante es que esta ley proporciona el derecho a las comunidades, incluyendo a los indigenas, para usar y proteger la biodiversidad y expide Normas Oficiales Mexicanas (documentos que enlistan las especies que se encuentran en categorias de riesgo) como instrumentos para alcanzar sus objetivos.

Asimismo, en Julio de 2000 se public6 la Ley General de Vida Silvestre, esta Ley incluye ocho titulos y 130 artículos; los objetivos de esta Ley son establecer la coordinación y participacion conjunta

de los gobiernos federales, estatales y municipales para proveer autoridad a los gobiernos locales para manejar la vida silvestre que ocurre en sus territorios y para fomentar la participación social en el uso y conservacion de las especies de vida silvestre y sus habitats.

Para alcanzar estos objetivos el Gobierno Mexicano ha establecido una manera nueva para manejar la vida silvestre y sus habitats a través del sistema de Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS). Los objetivos de este sistema de manejo son restaurar, proteger, mantener, reproducir y sustentar el uso de la vida silvestre y sus habitats.

Para registrar una area como UMA en la Dirección General de Vida Silvestre, los propietarios necesitan mostrar la legal posesion de las áreas ha ser registradas como UMAS; necesita además, indicar en un mapa la localización de la propiedad, especificar el tamaño del área y sus límites. Tambien cada propietario necesita contratar los servicios de un responsable tecnico que atienda la Unidad, el responsable tecnico necesita elaborar un plan de manejo que debe incluir: 1) objetivos, 2) metas, 3) indicadores socio-economic~4), un mapa que muestre los caminos de acceso, bebederos, comederos, tipo de vegetación, presas, ríos, lagos, y lirnites, 5) descripción física y biológica, uso actual del suelo y clima, 6) una lista de plantas y animales del area e indicar cuales de ellas se encuentran bajo riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, 7) lista de las especies de fauna ha ser usadas y sus ciclos reproductivos, 8) metodos de muestreo de animales y plantas, 9) las actividades de manejo y 10) el personal de la SEMARNAT necesita opinar sobre el plan de manejo. La información presentada aquí sobre las UMAS y sus planes de manejo es la más importante; sin embargo, se debe reportar informacion mas especifica.

LIMITANTES DE MANEJO

La manera en que los recursos naturales fueron manejados en el pasado ha causado un deterioro continuo de los ecosistemas. La conservación y el uso sustentable de los recursos naturales en Mexico, constituyen todavia dos grandes retos para el Gobierno de Mexico. Una de las causas del deterioro de ecosistemas aparte del elevado incremento humano, es la falta de profesionistas especialistas en el manejo de vida silvestre. Actualrnente, no existe en Mexico ningun programa de licenciatura en esta área y sólo dos instituciones tienen programas de maestría y doctorado en manejo de vida silvestre; sin embargo, el número de estudiantes que se graduan de estos programas es insuficiente para atender las demandas del país. Por tal razón, ha sido necesario unir esfuerzos entre el gobierno federal y estatales para implementar cursos de capacitacion cortos para biologos, agronomos y veterinarios y se ha recibido un apoyo importante del Departamento de Pesca y Caza de los Estados Unidos. Sin embargo, es necesario un esfberzo educativo más intenso y dirigido.

Otra lirnitante de manejo es que aunque la ley prevee el uso de la vida silvestre fuera de las unidades de rnanejo, esta opción no fue implementada por la dministración pasada trayendo las siguientes consecuencias:

1.- El uso de la fauna silvestre se restringió a un numero reducido de gentes y a muy pocas organizaciones cinegeticas.

2.- Se origin6 un monopolio de vida silvestre.

3.- Se increment6 el furtivismo en las areas no consideradas como UMAS.

4.- Se descriminó a un numero significativo de cazadores.

5.- La Unidad de Manejo debe de ser atendida por un responsable técnico, esta ley origin6 un monopolio profesional debido al número reducido de personas especialistas en el area de manejo de vida silvestre.

6.- Los ejidos y las propiedades comunales fueron las mas afectadas con esta decision debido a los costos para contratar responsables técnicos.

DESERT BIGHORN SHEEP AND UMAS

1.- Existe un gran numero de UMAS con tamaño menor a 2,000 has.

2.-La mayorìa de los propietarios de las UMAS no conducen actividades de mejoramiento de habitat.

3.-Existe una tendencia a sobre estimar las densidades del borrego dentro de las UMAS.

4.- Se expide un numero considerable de permisos.

5.- Los propietarios de las UMAS consideran al borrego como propiedad privada.

Como se observa, las leyes pueden ser una herramienta valiosa para la conservación de la vida silvestre; sin embargo, la manera en que estan por tradición se han venido implementando y entendiendose, han limitado en gran medida el cumplimiento de los objetivos sobre materia de manejo de la vida silvestre en Mexico.

LITERATURA CONSULTADA

Secretaria de Medio Arnbiente, Recursos Naturales y Pesca. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP. Mexico, D.F. 121 pp.

HABITAT USE BY THE DESERT BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS WEEMSI*) ON EL CARMEN ISLAND, BAJA CALIFORNIA SUR MÉXICO

ALEJANDRO ESPINOSA, OVIS A.C. Av. Ricardo Margain Zozaya, # 440, Col. Valle del Campestre, Garza Garcia Nuevo Leon, Mexico 66261.

LUIS A. TARANGO, Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosí Mexico. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P.-México. C.P 78600.

SERGIO JIMENEZ, OVIS, A. C. Av. Ricardo Margain Zozaya, # 440, Col. Valle del Campestre, Garza Garcia Nuevo Leon, Mexico 66261.

RAUL VALDEZ, Department of Fishery and Wildlife Sciences, New Mexico State University, Box 3003 MSC 4901, Las Cruces, NM 8803, USA.

Abstract: The objectives of this study were to determine the use of habitat by a population of desert bighorn sheep introduced to the El Carmen Island, Baja California Sur, Mexico, as well as to identify and to confirm general behavior patterns of the animals. The bighorn sheep were observed from January to September of 1998. An area was considered to be a habitat, when it was observed directly that the sheep were making use of it or if recent signs were found such as fecal pellets, bed-sites or portion of consumed vegetation. 170 sites used by desert bighorn sheep were identified, of these, 42 were by direct observation. In each site the distance to the escape terrain was recorded in meters (m), visibility (%) at 20 and 40 m, slope of the terrain (%) and the surrounding vegetation. The average range to the escape terrain was 13.0 m, where as the visibility at 20 and 40 m was 65.2 and 43.4 %, respectively. The slope average was 33.3%. Of the 42 parcels evaluated by direct observation 21 corresponded to groups solely of rams, 18 groups of ewes and 3 mixed groups. The analysis of the variables of habitat use between these groups did not show any statistically significant difference. The surrounding vegetation in the evaluated sites was, characterized by the elephant tree (*Bursera microphylla*), matacora (Jatropha cuneata), cotton (*Gosypium harknyesi*), ocotillo (*Fouquieria diguetti*), iron wood (*Olneya* tesota), cardon (Pachycereuspringlei) and barrel cactus (Ferocactus diguetii). The greater number of evaluated sites was Arroyo Blanco II with 64, followed by the Punta Tintorera with 59, the area between Puerto Balnadras and the Higuera, Agua Chica and Agua Grande with 44 and Punta Baja with 3.

INTRODUCTION

The information on desert bighorn sheep in Mexico is scarce, according to Tarango and Kraus man (1997), in the last 85 years only about 39 article have been published; of these, only 2.5 % mention aspects of their habitat. Concerning the subspecies *O. c weemsi*, only some aspects of their diet have been reported (Sanchez 1976), habitat (Hansen 1980, Jaramillo et al. 1991, Mendoza and Jaramillo 1985), hunting activities (Rodriguez-Garcia and Alvarez-Cardenas 1996) and transplants (Jiménez et al. 1996 and 1997). In Baja

California Sur, the present distribution of the desert bighorn sheep is fiagrnented and found in Las Tres Vigenes Mountains, La Reforma, La Giganta-Loreto and the Mechudo (Jaramillo-Monroy and Catellanos-Vera 1992). The same authors mention that the population in Baja California Sur has diminished. Other authors estimate that the desert bighorn sheep only remain in the 40 % of their historical range in the state (Jimenez et al. 1996).

This decrease has been attributed to the transmission of diseases by domestic animals that coexist with desert bighorn sheep, the furtive hunting and the lack of a management program provided for this subspecies. In response to the necessity to provide better management for this species in the state, in 1995 a program of recovery for the desert bighorn sheep in Baja California Sur was created (Jimenez et al. 1996), which began with the capture and introduction of 26 bighorn sheep on El Carmen Island. The sheep were surveyed with telemetry during 1996 and 1997 to determine aspects of their biology and adaptation to the island.

STUDY AREA

El Carmen Island is located in the Gulf of California 6 km to the East of Loreto Baja California Sur, Mexico, between 22° 49' 05" and 26" 08' 49" N and 112° 14' 32" and 112" 04' 42" W. The island is approximately 27 km in length by 9 km wide (Figure 1) and occupies 151 km². El Carmen Island belongs to the Topographic province of Baja California, represented by portions of the sub province Mountain range La Giganta to the East (SPP1991). Eighty percent of the island is mountainous land of volcanic origin (Gastil et al. 1983); the elevation varies from the sea level to 480 m. The coast is irregular and has rocky and sandy beach bays, capes and cliffs.

The vegetation of El Carmen according to Rzedowski (1981) corresponds to Xerophile Scrub. SPP (1985) classifies the vegetation of the Island in two types of scrub, the fog Scrub, and the Subinerm Scrub. This community occupies all the areas in different proportions and is characterized by the degree of association that exists between *Rocella* and Jatropha cuneata, *Bursera* microphylla and Fouquieria diguetii. In the mountains and slopes, the dominant vegetation rnatacora (Ja trpha cuneata) elephant tree (*Bursera microphylla*) and cotton (*Gossypium harkniessi*), there axe also cactaceas such as cholla (Opuntia cholla), caxdon *(Pachycereus* pringlei), barrel cactus (*Ferocactus* diguetii var. diguetii and F.d. var. carmenensis). In the streams, the principal vegetation is the palo blanco (*Lisiloma candida*), palo verde (*Cercidium microphyllum*), mezquite (Prosopis *glandulosa*) and iron wood (Olneya tesota) (Medellin-Vasquez 2000).

The terrestrial fauna includes 10 species of small lizards and 6 species of serpents (Murphy 1983); there are 57 species of terrestrial and marine birds (Diaz et al. 1996). The native mammals are the rodents *Peromyscus* eva, Chetodipus *spinatus*, *Neotoma* lepida and the El Carmen Island Jack rabbit (*Lepus californicus sheldoni*) (Lawlor 1983); also feral cats (Felis *catus*) are scattered throughout the entire island, which were introduced by the people who inhabited the island.

METHODS

The present work included the period January-September of 1998. The surveys were made three times per week and they focused in those areas of greater activity of bighorn sheep defined during 1996 and 1997 (Jimenez et a1.1997). These areas included middle and the north part of the island where the natural and artificial water sites are located. Specifically, the survey sites were located in the mountainous areas of Arroyo Blanco II, Punta Tintorera and the areas that surround Tinajas of La Higera and the springs Agua Grande, Agua Chica and La Mujica (Figure 1). The animals were observed with binoculars and telescopes throughout the mountains.

Used areas were considered, those direct areas where we made a direct observation of the animals or detected recent signs of use (fecal pellets, bedsides, rest of consumed vegetation). In these used areas, parcels of habitat evaluation were established; the center being defined based on the intensity and size of the area used by the sheep. The variables recorded in each one of the parcels were: (1) distance to the escape terrain (m), (escape terrain was defined as an area with characteristics of rough, stony topography and open vegetation which offers possibility of evading predators (Hansen 1980)). The distance to the escape terrain was considered visually, (2) slope (%), the measurement was made with a clinometer, (3) visibility (%) at 20 and 40 m (visibility is defined as the visibility that an animal has in a certain site). This variable was visually considered around the center of the parcel to distances or radiuses of 20 and 40 meters. Risenhoover and Bailey (1985) define visibility to be the percentage of each quarter of the compass on which an object of 90 cm of height (approxirnately the height to the shoulder of an adult desert bighorn sheep) can be seen from a distance of 20 or 40 meters of the observer, and (4) surrounding vegetation. For their determination, the coordinates of each site used by the bighorns were obtained using a G.P.S, and then recorded the point on the existing maps of vegetation was located. Also the most abundant plants were recorded and identified and those that had signs of being consumed by the bighorns. For the animals detected by direct observation, the time of the day of the observation was recorded, composition of the group (rams, ewes and mixed groups) and the approximate distance to the observer. Due to the low density of animals on the island, in the present study it was considered a group if it was of >= 1 animal. The group " ram " only included adult males (class III, IV), the group "ewes" consisted of solely females, more than one ewe or ewes with lambs " the mixed " group constituted itself both by any combination of previous groups. In order to compare the evaluated habitat variables between these three groups, a Chi-square test was carried out, using SPSS system.

RESULTS

Habitat use was analyzed from 170 parcels (Table 1), 42 were by direct observation of bighorns and 128 were by means of signs. The greater number of evaluated parcels were in the area Arroyo Blanco II with 64 (38 %), followed by Punta Tintorera with 59 (35 %), the area between Puerto Balandras and La Higuera, Agua Chica and Agua

Grande with 44 (26 %) and Punta Baja with 3 (1%) (Figure 1). Of the 42 observed groups, 21 were groups of rams (21 groups of 1 male each), 18 groups of ewes (1 group of two ewes, 1 group of three ewes and 16 groups of ewes and lambs) and 3 mixed groups (1 of two ewes and one ram; another of three ewes, two lambs and a ram, and third formed by two ewes, two lambs and a ram) (Table 2). No statistically significant difference was found ($P > 0.01$) for any of the four variables evaluated between the three classes of groups (Table 3).

All the evaluated parcels were located in the subinerm sarcocaule scrub, defined by (Medellin-Vasquez 2000), characterized by species of leaf with small leaves such as the elephant tree, rnatacora, cotton, ocotillo, iron wood, mesquite, golondrina (Euphorbia *magdalenae*), succulent plants like the cardon, organ pipe (*Lemairocereus thurberi*), garambullo (*Lophocerus* schottii) and barrel cactus, herbaceous include the hojasen (Cassia *confinis*), manzanilla (Fagonia dense), malva (*Abutilon incanum*), and grass (*Bouteloa* sp.)

The plants that were consumed by the sheep were: elephant tree, ocotillo, iron wood, barrel cactus, cardon, jojoba (*Simondsia* chinensis), palo blanco, mezcalillo (Agave sp), brittlebush (*Encelis farinosa*) and guajillo (*Desmantus fruticosus*).

The time of the day in which the bighorn sheep were observed was between the 6:00 and 11:00 in the morning with 76.2% of the groups (32 groups), the rest 21.4% (9 groups) were recorded after 18:00 hrs and only one at 14:00 hrs. The average distance of observation was 350 m.

DISCUSSION

The desert bighorn sheep introduced on El Carmen Island show a distribution mainly in the three mountain chains that conform the island (Punta Lobos- Punta Perico, Higuera-Mujica and the Picachos) and tend to occupy the part center-north of the island. A possible explanation for this phenomenon is the presence of fresh water in these areas, which are available for the animals throughout the year; similar results are reported for Tiburon Island in Sonora, Mexico (Hernandez and Campoy 1989).

The distance to the escape terrains is an important factor in the selection of the habitat for the desert bighorn sheep on the island, the average for this variable was 13.0 m, the majority of the evaluation sites (68 parcels) were located at 0 m from the escape terrain. The visibility (%) at 20 m. and 40 m was on the average similar than that observed in The Sierra Del Viejo Sonora, Mexico, for the mexicana subspecies (O.c rnexicana.) (Tarango et al. 1998); but, the slope average recorded in Sonora was 54.2 % and 45 % for ewes and rams, respectively during the dry season, which was superior to the slopes found on the Island (33.3 %) when the 170 parcels were considered.

The selection of an area with greater visibility, small distances to the escape terrain, and the formation of big groups is a form by means of which the desert bighorn sheep evades predators (Gionfriddo and Krausman 1986, Bleich et al. 1997).

According to direct observations, the births of lambs occur between January and June, period in which most of the animals are segregated. The smallest lambs were detected in the Aqua Chica area and Pico 1, these areas are characterized as having a great amount of loose stones and gravel, and even though an index of this was not recorded, the loose stone presence can offer safer sites during the parturition. The period of aggregation was observed beginning in July, which was when the 3 mixed groups were also observed, a phenomenon that lasted until the end of the study (September). General observations of the animals on El Carmen Island established that the bighorns during the winter migrate towards the center of the island, to places near the tinajas and where they find greater cover from the cold winter breeze. The opposite happened during the summer where most of the sightings were in the mountainous areas and cliffs next to the sea.

The statistics show that there was no significant difference in the variables of habitat use evaluated for rams and ewes during the period of segregation. This result agrees with the observations made on the field where it was observed that rams also used those areas used by ewes, even though a temporary sexual segregation was observed. Similar observations were recorded in Sonora during the period of segregation in 1997 (Luis Tarango, personal comm.). Also, it was noticed that the ewes would eat the rest of the barrel cactus that initially had been used by rams.

ACKNOWLEDGMENTS

The present work was possible thanks to the financial support of Salinas del Pacifico S.A. and the valuable assistance on the field of Angel Murillo " Cali ", Eusebio Jordán, Antonio Martinez, Pedro Talamantes, Jose Juan Medellin, Striking Walter, Esteban Pinedo and Andrés " Chory " Davis.

LITERATURE CITED

Bleich, R. T. Bowyer and J.D. Wehausen.1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation? Wildl.Monogr.134:1-50

Díaz, M., R. Valdez and B.Thompson .1996. Number and Nesting of yellow-footed gulls in Isla Isla El Carmen, Baja California Sur, Mexico. 56 pp.

Gastil, G., J. Minch y R. Philips. 1983 .The geology and ages of islands. Pages 13-25 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, Los Angeles.

Gionfriddo, J.P. and P. Krausman .1986. Summer habitat use by mountain sheep. J. Wildl. Manage. 50: 331-336.

Hansen, C. G. 1980. Habitat. Pages 64-79 in G. Monson and L. Sumner, Eds .The desert bighorn. Univ. of Arizona Press. Tucson.

Hernandez, A.R. y J. Campoy. 1989. Observaciones recientes de la poblacion de borrego cimarron en la Isla Tiburón. Ecologica 1:15-22.

Jaramillo-Monroy, F., J. Vallejo-Castro, C. Sepulveda-Meza y R. Mendoza-Salgado. 1991. Observaciones sobre la poblacion de borrego cimarron en el area de Santa Rosalía, Baja California. Ecologica 1: 23-24.

Jaramillo-Monroy, F. y A. Castellanos-Vera. 1992. Algunos aspectos de la poblacion, manejo y conservación del borrego cimarron en Baja California Sur, Mexico. Ecologica 1:23-24

Jimenez, S., C. Hernandez, J. R. Deforge, y R. Valdez. 1996. Desert bighorn sheep (*Ovis canadensis weemsi*) recovery project in Baja California Sur, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 40: 8-12

Jimenez, S. C. Hernandez, J. R. Deforge, y R. Valdez. 1997. Update of the conservation plan for Weems desert bighorn on Carmen Island, Baja California Sur, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:44-50

Lawlor, T. E .1983.The mammals. Pages 265-289 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. The University of California Press, Los Angeles.

Medellín-Vasquez, J. J. 2000. Caracterización de las comunidades vegetales de la Isla El Carmen, Baja California Sur, Mexico. Tésis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autonoma de Nuevo Leon. Monterrey Nuevo León. .

Mendoza, R. S. y F. Jaramillo. 1985. El borrego cimarron y su aprovechamiento en Baja California Sur, Mexico. SEDUE. B.C. S. 17 pp.

Murphy, R.W. The reptiles, origins and evolution. 1983. Pages 130-158 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. The University of California Press, Los Angeles.

Risenhoover, K. L. y J. A. Bailey. 1985. Foraging ecology of mountain sheep, implications for habitat management. J. Wildl. Manage. 49:797-804.

Rodriguez-García, F. y S. Alvarez-Cardenas. 1996. La actividad cinegética del borrego cimarron en Baja California Sur, Mexico. XIV. Simposio Sobre Fauna Silvestre. UNAM-FMVZ 20. 263-275

Rzedowsky, J.1981. Vegetación de Mexico. Editorial Limusa. Mexico 97-11.

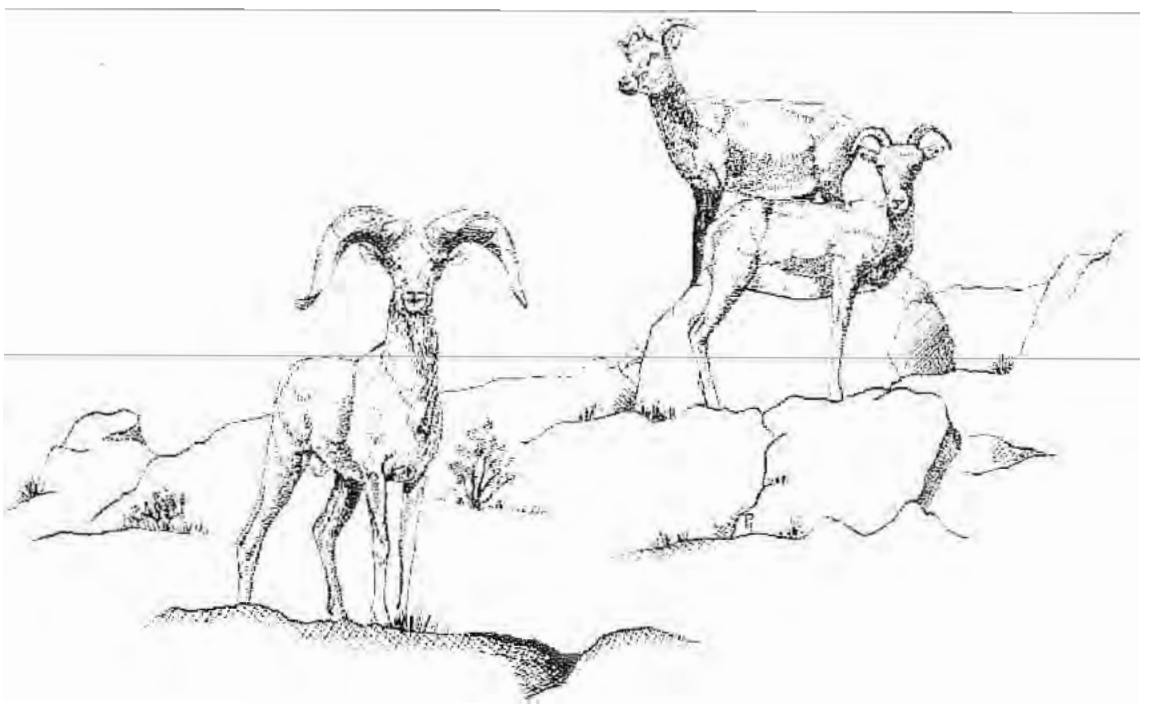
Sanchez, D. R. 1976. Analysis of stomach contents of bighorn sheep in Baja California. Desert Bighorn Council Transactions 20:21-22.

SPP. 1985.Carta uso del suelo y vegetación. Villa Constitución G12-7-8. Esc 1:250,000. Segunda impresion INEGI.

SPP. 1991.Carta topografica Loreto 612-5. Esc 1:250,000. Segunda impresion INEGI.

Tarango, L.A. y P. R. Krausman. 1997. Desert Bighorn Sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:1-7.

Tarango, L. A. y P. R. Krausman, S. Jimenez y R. Valdez. 1998. Uso de habitat del borrego del desierto en Sonora, Mexico. Pag.15. en M. D. Talavera, H. E. Carreón, R. E. Barcenas, S.F. Clemente y N. J. Palacio (eds.) 1998. Memoria II Congreso Internacional sobre Aves y Mamíferos Cinegéticos del Mundo. Colegio de Postgraduados, *Campus* San Luis Potosi. Toluca, Estado de Mexico.



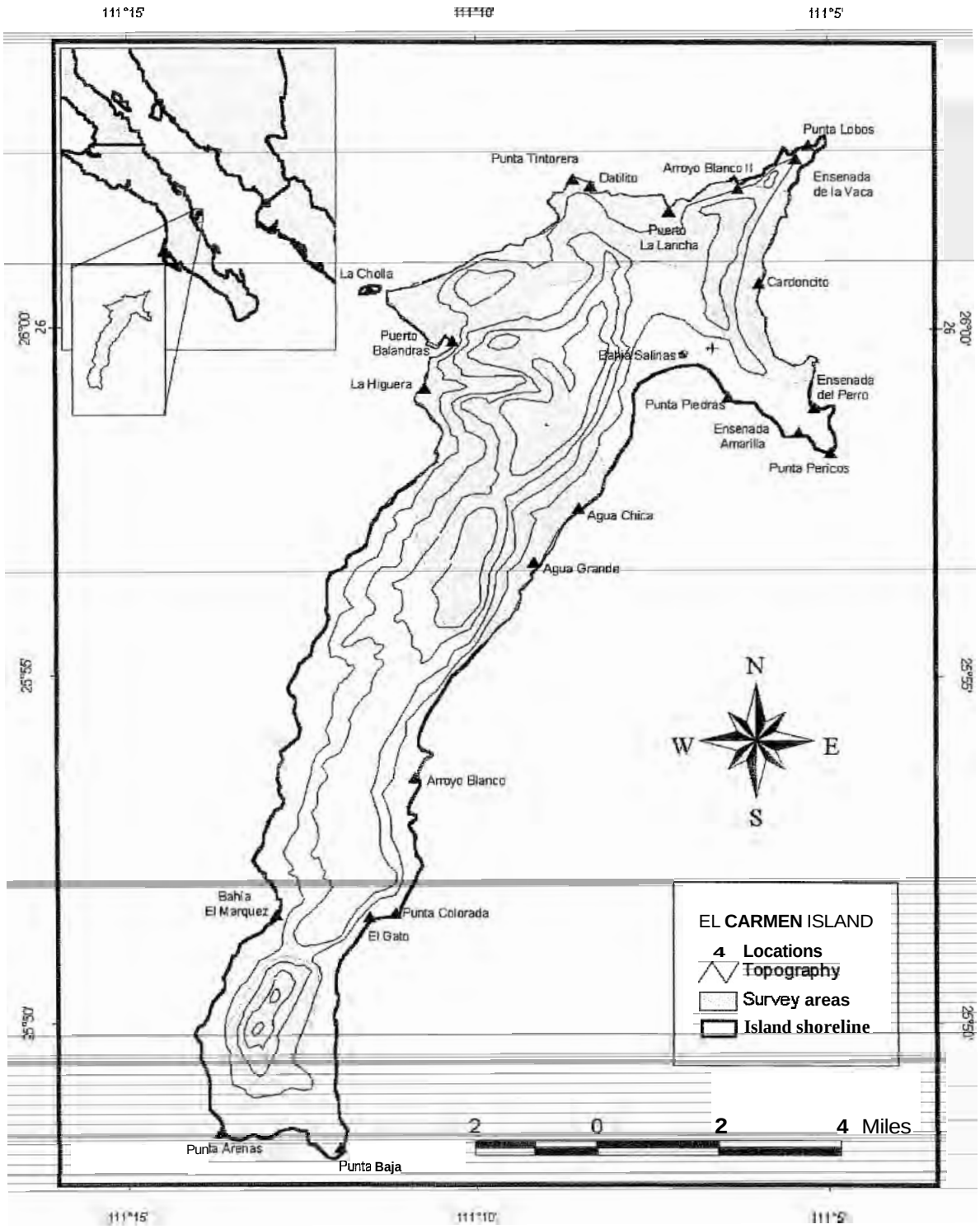


Figure 1 Location of El Carmen Island, Baja California Sur, Mexico, (Survey areas in gray).

Table 1. Average and standard deviation of the variables of the study of habitat use in 170 parcels on El Carmen Island Baja California Sur in 1998.

Variable	Average	SD
Distance to the scape terrain(m)	13.0	21.6
Visibility at 20 m (%)	65.2	24.0
Visibility at 40 m (%)	43.4	22.8
Slope (%)	33.3	21.9

Table 2. Average and standard deviation of 42 parcels established by direct Observation of desert bighorn sheep in El Carmen Island Baja California Sur in 1998.

Variable	Group class		
	Rams (n=21)	Ewes (n=18)	Mixed (n=3)
Distance to the scape terrain (m)	17.7 (25.3*)	10.5 (18.5)	13.3(23.0)
Visibility at 20 m (%)	75.5(21.5)	66.2(22.1)	60.0(18.0)
Visibility at 40 m (%)	48.5(24.7)	38.8(17.2)	31.6(27.5
Slope (%)	34.0(15.6)	37.3(26.3)	28.3(30.1)
Size of group	1.0	1.9	4.7

* Standard Deviation

Table 3. Results of the Chi-square analysis of 42 parcels of habitat use recorded by direct observation on El Carmen Island Baja California Sur in 1998.

Variable	Chi-square	Freedom Degrees	Probability
Distance to the scape terrain(m)	1.4	2	0.48
Visibility at 20 rn (%)	2.6	2	0.27
Visibility at 40 m (%)	1.7	2	0.42
Slope (%)	0.33	2	0.84

USO DE HÁBITAT POR EL BORREGO CIMARRÓN (*OVIS CANADENSIS WEEMSI*) EN LA ISLA EL CARMEN, BAJA CALIFORNIA SUR MÉXICO

ALEJANDRO ESPINOSA, Ovis A.C. Av. Ricardo Margain Zozaya, # 440, Col. Valle del Campestre, Garza Garcia Nuevo León, Mexico 66261.

LUIS A. TARANGO, Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosi México. Iturbide 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P.-México. C.P 78600.

SERGIO JIMENEZ, Ovis, A. C. Av. Ricardo Margain Zozaya, # 440, Col. Valle del Campestre, Garza Garcia Nuevo Leon, Mexico 66261.

RAUL VALDEZ, Department of Fishery and Wildlife Sciences, New Mexico State University, Box 3003 MSC 4901, Las Cruces, NM 8803, USA.

Resumen: Los objetivos de este estudio fueron el de determinar el uso de habitat por una poblacion de borrego cimarrón introducida a la Isla El Carmen, Baja California Sur así como identificar y confirmar patrones generales de uso por los animales. Los borregos cimarrones fueron observados de enero a septiembre de 1998. Se consider6 un area como utilizada cuando se observó directamente a los cimarrones haciendo uso de ella o se encontro rastros recientes como excretas, hechaderos o porciones de vegetacion consumida. Se identificaron 170 sitios utilizados por los borregos, de estos, 42 fueron por observación directa. En cada sitio se registró la distancia al terreno de escape (m), visibilidad (%) a 20 y 40 m, pendiente del terreno (%) y la asociacion de vegetación. La distancia media al terreno de escape fue de 13.0 m, mientras que la visibilidad a 20 y 40 m fue de 65.2 y 43.4 %, respectivarnente. La pendiente media fue de 33.3%. De las 42 parcelas evaluadas por observacion directa 21 correspondieron a grupos de machos solitarios, 18 a grupos de hembras y 3 a grupos mixtos. El análisis de las variables de uso de habitat entre estos grupos no arrojó diferencia estadísticamente significativa para ninguna de ellas. La asociacion de vegetacion en los sitios evaluados fue de matorral sarcocaule–subinerme, caracterizado por torotes (*Bursera microphylla*), matacora (*Jatropha cuneata*), algodón (Gosyp*ium harknyesi*), ocotillo (*Fouquieria diguetti*), palo fierro (Olneya *tesota*), cardón (Pachycereus*pringlei*) y biznagas (*Ferocactus diguetii*). El mayor número de parcelas evaluadas fue en la Serrania Arroyo Blanco II con 64, seguido por la Serrania Punta Tintorera con 59, el área entre puerto Balandras , la Higuera, Agua Chica y Agua Grande con 44 y Punta Baja con 3.

INTRODUCCION

La información sobre borrego cimarrón en Mexico es escasa, de acuerdo a Tarango y Krausman (1997), en 85 años solo se han publicado alrededor de 39 artículos; de estos, únicamente el 2.5 % menciona aspectos sobre su habitat. En particular sobre la subespecie *O.* c weemsi, solo se reportan algunos aspectos de su dieta (Sánchez 1976), habitat (Hansen 1980, Jaramillo et al. 1991 , Mendoza y Jaramillo 1985), aprovechamiento

cinegetico (Rodríguez-García y Alvarez-Cárdenas, 1996) y transplantes (Jimenez et al. 1996 y 1997). En Baja California Sur, la distribución actual del borrego es fragmentada y se le encuentra en areas conocidas como Las Vírgenes, La Reforma, La Giganta-Loreto y El Mechudo (Jaramillo- Monroy y Catellanos-Vera 1992), los mismos autores mencionan que las poblaciones en Baja California Sur han disrninuido y se estima que actualmente solo ocupan el 40 % de su rango histórico en el estado (Jimenez et al. 1996).

Esta disminución se ha atribuido a la transmisión de enfermedades por animales domesticos que coexisten con ellos, la caceria furtiva y al escaso manejo que se le proporciona a esta subespecie. En respuesta a la necesidad de proveer un mejor manejo para la especie en el estado, en 1995 se creo el programa de recuperación de borrego cimarrón en Baja California Sur (Jimenez et al. 1996), el cual dio inicio con la captwa e introducción de 26 borregos a la Isla El Carmen, los cuales fueron monitoreados con telemetria durante 1996 y 1997 para deterrninar aspectos de su biologia y adaptación a la isla.

El presente estudio determinó el uso de algunos de los componentes de habitat por la especie en esta localidad e identificó y confirmó patrones generales de uso del área por los borregos. La información generada durante este trabajo puede ayudar a proporcionar un manejo más apropiado del borrego cimarrón particularmente en la Isla El Carmen y contribuye a acrecentar el conocimiento tan escaso que existe sobre las necesidades requeridas por esta especie en la República Mexicana.

AREA DE ESTUDIO

La Isla El Carmen se localiza en el Golfo de California a 6 km al Este de Loreto Baja California Sur, México, entre los 22^0 49' 05" y 26^0 08' 49" N y 112^0 14' 32" y 112^0 04' 42" W. La isla mide aproximadamente 27 km de largo por 9 km de ancho (Fig. 1) y ocupa un área de 151 km^2. Isla El Carmen pertenece a la provincia fisiografica de la Baja California, representada por porciones de la subprovincia Sierra la Giganta al Este y la discontinuidad de los llanos en el Oeste (SPP 1991). El 80 % de la isla es terreno montañoso de origen volcánico (Gastil et al. 1983); la elevación varía desde el nivel del mar hasta los 480 m.s.n.m. La costa es irregular y presenta bahías de playas rocosas y arenosas, puntas y acantilados.

La vegetacion de la Isla El Carmen de acuerdo a Rzedowski (1981) corresponde a Matorral Xerófilo, SPP (1985) clasifica la vegetacibn de la Isla del Carmen en dos tipos de matorral, el Matorral Sarcocrasicaule de Neblina y el Matorral Subinerme, esta comunidad ocupa todos los estratos en diferentes proporciones y se caracteriza por el grado de asociacion que existe entre *Rocella* y *Jatropha cuneata, Bursera microphylla* y *Fouquieria* diguetii. En los cerros y laderas, la vegetacion dominante es la asociacion de matacora (*Jatropha* cuneata), torote (*Bursera* microphylla) y algodon (*Gossypium harkniessi*), también se encuentran cactaceas como la cholla (*Opuntia cholla)*, el cardón (*Pachycereus pringlei),* biznagas (*Ferocactus diguetii* var. diguetii y *F.d.* var. *carmenensis*). En los arroyos, la vegetacion se compone principalrnenete por palo blanco (*Lisiloma candida*), palo verde

(*Cercidium* microphyllum), mezquite (*Prosopis* glandulosa) y palo fierro (*Olneya* tesota) (Medellín-Vasquez 2000).

La fauna terrestre incluye 10 especies de lagartijas y 6 especies de serpientes (Murphy 1983); existen 57 especies de aves entre terrestres y marinas (Díaz et al. 1996). La mastofauna nativa esta representada por los roedores *Peromyscus* eva, *Chetodipus spinatus, Neotoma* lepida y la liebre del Carmen (*Lepus californicus* sheldoni) (Lawlor 1983) también se encuentran distriiuidos por toda la isla gatos ferales (Felis *catus*), los cuales fueron introducidos por las personas que habitaron la isla.

METODOLOGIA

El presente trabajo incluyó el período enero-septiembre de 1998. los muestreos se realizaron tres veces por semana y se enfocaron en aquéllas áreas de mayor actividad de borregos definidas durante 1996 y 1997 (Jiménez et al. 1997). Estas áreas comprendieron la parte media y norte de la isla en donde se localizan los cuerpos de agua naturales y artificiales. Específicamente, los sitios de muestreo se establecieron en las serranías Arroyo Blanco II, Punta Tintorera y los cerros que circundan las tinajas de la Higuera y los manantiales Agua Grande, Agua Chica y Mujica (Figure 1). Los animales se observaron con binoculares y telescopio a lo largo de los cañones y crestas de los cerros. Se consideraron áreas usadas, a aquéllas áreas donde se realizaron observaciones directas de los animales ó se detectaron rastros recientes de uso (excretas, echaderos, restos de vegetacion consumida).

En estas áreas usadas, se establecieron parcelas de evaluación de habitat cuyo centro fue definido basado en la intensidad y tamaño del área utilizada por los borregos. Las variables registradas en cada una de las parcelas fueron: (1) distancia al terreno de escape (m), terreno de escape fie definido como un área con características de topografia accidentada, pedregosa y de vegetacion abierta la cual ofrece posibilidad de evadir a depredadores (Hansen 1980). La distancia al terreno de escape se estimó visualmente, (2) pendiente del terreno (%), la medición se realizó con un clinómetro, (3) visibilidad (%) a 20 y 40 m; visibilidad se define como la visibilidad que un animal tiene estando posando en un sitio determinado. Esta variable se estimo visualmente alrededor del centro de la parcela a distancias o radios de 20 y 40 metros. Risenhoover y Bailey (1985) define visibilidad como el porcentaje de cada cuarto de la brújula sobre la cual un objeto de 90 cm de alto (aproximadamente la altura al hombro de un borrego adulto) puede ser visto a una distancia de 20 o 40 metros del observador y (4) asociación de la vegetacion; para su determinación, se obtuvieron las coordenadas de los sitios identificados como usados por los borregos con un sisterna de posicionador geográfico y se ubicaron en los mapas de vegetacion existentes. También se registraron e identificaron las plantas más abundantes y las que tenían señas de haber sido consumidas por los cimarrones. Para aquellos animales detectados por observación directa, se registró la hora del dia en la cual fueron observados, composición del grupo (machos, hembras y grupos mixtos), y la distancia aproximada al observador. Debido a la baja densidad

de animales en el "area, en el presente estudio se consideró como grupo a aquéllos grupos de ≥ 1 borregos. El grupo "machos" incluyo solamente a machos adultos (clase III , IV), el grupo "hembras" consistio de hembras solitarias, hembras juntas o hembras con crias y el grupo "mixto" se constituyo por cualquier combinación de los dos grupos anteriores. Para comparar las variables de habitat evaluadas entre estos tres grupos, se llevó a cabo una prueba Chi-cuadrada, mediante el paquete SPSS.

RESULTADOS

Se analizaron 170 parcelas de uso de hábitat (Tabla 1), 42 fueron por observación directa de borregos y 128 heron por medio de rastros. El mayor número de parcelas evaluadas fue en la Serranía Arroyo Blanco II con 64 (38 %), seguido por la Serranía Punta Tintorera con 59 (35 %), el área entre Puerto Balandras , la Higuera, Agua Chica y Agua Grande con 44 (26 %) y Punta Baja con 3 (1%) (Figure 1). De los 42 grupos observados, 21 heron grupos de machos (21 grupos de 1 macho cada uno), 18 grupos de hembras (1 grupo de dos hembras, 1 grupo de tres hembras y 16 grupos cornpuestos por hernbras y crías) y 3 de grupos mixtos (1 de dos hembras y un macho; otro de tres hembras, dos crias y un macho y el tercero formado por dos hembras, dos crias y un macho) (Tabla 2). No se encontro diferencia estadísticamente significativa (P> 0.01) para ninguna de las cuatro variables evaluadas entre las tres clases de grupos de borregos (Tabla 3).

Todas las parcelas evaluadas se ubicaron en el matorral sarcocaule subinerme definido por (Medellin-Vasquez 2000), este se caracteriza por contener especies arbustivas de hoja caduca como torote, matacora, algodón, palo adán, palo fierro y , mezquite (*Prosopis articulata*), golondrina (*Euphorbia magdalenae*), también se encuentran plantas suculentas como el cardón, pitahaya dulce (lemairocereus *thurberi*), garambullo (*Lophocerus schottii*) y biznaga, en el estrato herbaceo hojasen (Cassia *confinis*), manzanilla (*Fagon*ia densa.), malva (*Abutilon incanum*), y zacate (*Bouteloa* sp.) .

En cuanto a las plantas que heron ramoneadas por los borregos se enlistan las siguientes: torote, palo adán, palo fierro, biznaga, cardón, jojoba (*Simondsia* chinensis), palo blanco, mezcalillo (Agave *sp*), incienso (*Encelia farinosa*) y guajillo (*Desmantus fruticosus*).

La hora del día en que se observó al 76.2% de los grupos de borregos (32 grupos) fue entre las 6:00 y 11:00 de la mañana, 21.4% (9 grupos) se registraron despues de las 18:00 hs y solo uno a las 14:00 hs. La distancia promedio aproximada a la que se observaron los cimarrones fue de 350 m.

DISCUSION

Los borregos introducidos a la Isla El Carmen se distribuyen principalmente en las tres cadenas de cerros que conforman la isla (Punta Lobos-Perico, Higuera-Mujica y los Picachos) y tienden a ocupar la parte centro-norte de la misma, una posible explicación a este fenomeno es la presencia de cuerpos de agua en éstas áreas, los cuales se encuentran disponibles para los animales durante todo el año; resultados similares son reportados

para la isla Tibwon en Sonora, México (Hernandez y Campoy 1989).

La distancia al terreno de escape juega un papel importante en la seleccion del habitat de los borregos cimarrones en la isla, el promedio de esta fue de 13.0 m, la mayoría de los sitios de evaluación (68 parcelas) se localizaron a 0 m del terreno de escape. La visibilidad (%) a 20 m y 40 m fue en promedio mayor a la que se encontro en la Sierra El Viejo Sonora, Mexico, para la subespecie mexicana (*O. c. mexicana*) (Tarango et al. 1998); sin embargo, la pendiente media registrada en el area de Sonora de 54.2 % y 45 % para hembras y machos, respectivamente durante la epoca seca fueron superiores al encontrado en la isla (33.3 %) cuando se consideraron las 170 parcelas. La seleccion de un area con mayor visibilidad, distancias menores al terreno de escape, y la formacion de grupos grandes es una forma mediante la cual el borrego cimarrón evade a los depredadores (Gionfriddo y Krausman 1986, Bleich et al. 1997).

De acuerdo a las observaciones directas, el nacimiento de crías ocurrío entre enero a junio, periodo en el cual la mayoría de los animales se encuentran sexualmente segregados. Las crias más pequeñas se detectaron en el área de Agua Chica y Pico 1, éstas areas se caracterizan por tener una gran cantidad de piedras sueltas, y aunque no se registro un índice de esto, la presencia de piedras sueltas puede ofrecer sitios mas seguros durante la parición. El periodo de agregacion se observo a partir de julio y fue cuando los 3 grupos mixtos fueron observados, fenómeno que duró hasta el final del estudio (septiembre). Las observaciones generales de los animales en la Isla El Carmen permitieron establecer que los borregos durante el invierno realizan movimientos hacia el centro de la isla, a lugares más cercanos a las tinajas y donde encuentran una mayor cobertura de la brisa fría invernal. Lo contrario sucedio dwante el verano donde la mayoría de los avistamientos se realizaron en las serranías y acantilados próximos al mar.

No existió una diferencia estadisticarnente significativa para las variables de uso de habitat evaluadas para machos y hembras durante el periodo de segregacion. Este resultado concuerda con las observaciones realizadas en campo donde se observo que aquéllas areas usadas por hembras eran tambien utilizadas por machos, aunque si *se* observó una segregacion sexual temporal. Similares observaciones fueron registradas en Sonora durante el periodo de segregación en 1997 (Luis Tarango, comm. Personal). Asimismo, se notb que las hembras consumian los restos de las biznagas, que habían sido inicialmente utilizadas por machos.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue posible gracias al financiamiento proporcionado por, Salinas del Pacífico S.A. y a la valiosa asistencia de campo de Angel Murillo "Cali", Eusebio Jordán, Antonio Martinez, Pedro Talamantes, José Juan Medellín, Walter Gallardo, Esteban Pinedo y Andrés " Chory" Davis.

LITERATURA CITADA

Bleich, R. T. Bowyer and J.D. Wehausen.1997. Sexual segregation in mountain sheep: resources or predation? Wildl.Monogr.134:1-50

Díaz, M., R. Valdez and B.Thompson .1996. Number and Nesting of yellow-footed gulls in Isla Isla El Carmen, Baja California Sur, Mexico. 56 pp.

Gastil,G., J. Minch y R. Philips. 1983 .The geology and ages of islands. Pages 13-25 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. University of California Press, Los Angeles.

Gionfriddo, J.P. and P. Krausman .1986. Summer habitat use by mountain sheep. J .Wildl. Manage. 50: 331-336.

Hansen, C. G. 1980. Habitat. Pages 64-79 in G. Monson and L. Sumner, eds .The desert bighorn. Univ. of Arizona Press. Tucson.

Hernández, A.R. y J. Campoy. 1989. Observaciones recientes de la población de borrego cimarrón en la Isla Tiburón. Ecológica 1:15-22.

Jaramillo-Monroy, F., J. Vallejo-Castro, C. Sepulveda-Mezay R. Mendoza-Salgado. 1991. Observaciones sobre la poblacion de borrego cimarrón en el área de Santa Rosalía, Baja California Ecológica 1: 23-24.

Jaramillo-Monroy, F. y A. Castellanos-Vera. 1992. Algunos asgectos de la poblacion, manejo y conservación del borrego cimarrón en Baja California Sur, Mexico. Ecológica 1:23-24

Jiménez, S., C. Hernández, J. R. Deforge, y R. Valdez. 1996. Desert bighorn sheep (*Ovis canadensis weemsi)* recovery project in Baja California Sur, Mexico. Desert Bighom Council Transactions 40: 8-12

Jiménez, S. C. Hernández, J. R. Deforge, y R. Valdez. 1997 .Update of the conservation plan for Weems desert bighorn on Carmen Island, Baja California Sw, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:44-50

Eawlor, T. E .1983.The mammals. Pages 265-289 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. The University of California Press, Los Angeles.

Medellín-Vasquez, J. J. 2000. Caracterización de las comunidades vegetales de la Isla El Carmen, Baja California Sur, Mexico. Tésis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biologicas, Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Monterrey Nuevo Leon. Pp.

Mendoza, R. S. y F. Jaramillo. 1985. El borrego cimarrón y su aprovechamiento en Baja California Sur, Mexico. SEDUE. B.C. S. 17 pp.

Murphy, R.W. The reptiles, origins and evolution. 1983. Pages 130-158 in T. Case and M. Cody, eds. Island Biogeography in the Sea of Cortez. The University of California Press, Los Angeles.

Risenhoover, K. L. y J. A. Bailey. 1985 . Foraging ecology of mountain sheep, implications for hábitat management. J. Wildl. Manage. 49:797-804.

Rodriguez-Garcia, F. y S. Alvarez-Cardenas. 1996 . La actividad cinegetica del borrego cimarrón en Baja California Sur, Mexico. XIV. Simposio Sobre Fauna Silvestre. UNAM-FMVZ 20. 263-275

Rzedowsky, J.1981. Vegetación de Mexico. Editorial Limusa. Mexico 97-11 pp??.

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

SPP. 1985 .Carta uso del suelo y vegetación. Villa Constitución G12-7-8. Esc 1:250,000. Segunda irnpresion INEGI. (lugar????)

SPP. 1991.Carta topografica Loreto 612-5. Esc 1:250,000. Segunda impresión INEGI.(lugar?????)

Tarango, L.A. y P. R. Krausman. 1997. Desert Bighorn Sheep in Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 41:1-7.

Tarango, L. A. y P. R. Krausman, S. Jimenez y R. Valdez. 1998. Uso de habitat del borrego del desierto en Sonora, Mexico. Pag.15. en M. D. Talavera, H. E. Carreón, R. E. Barcenas, S.F. Clemente y N. J. Palacio (eds.) 1998. Memoria II Congreso Internacional sobre Aves y Mamíferos Cinegeticos del Mundo. Colegio de Postgraduados, *Campus* San Luis Potosi. Toluca, Estado de México.

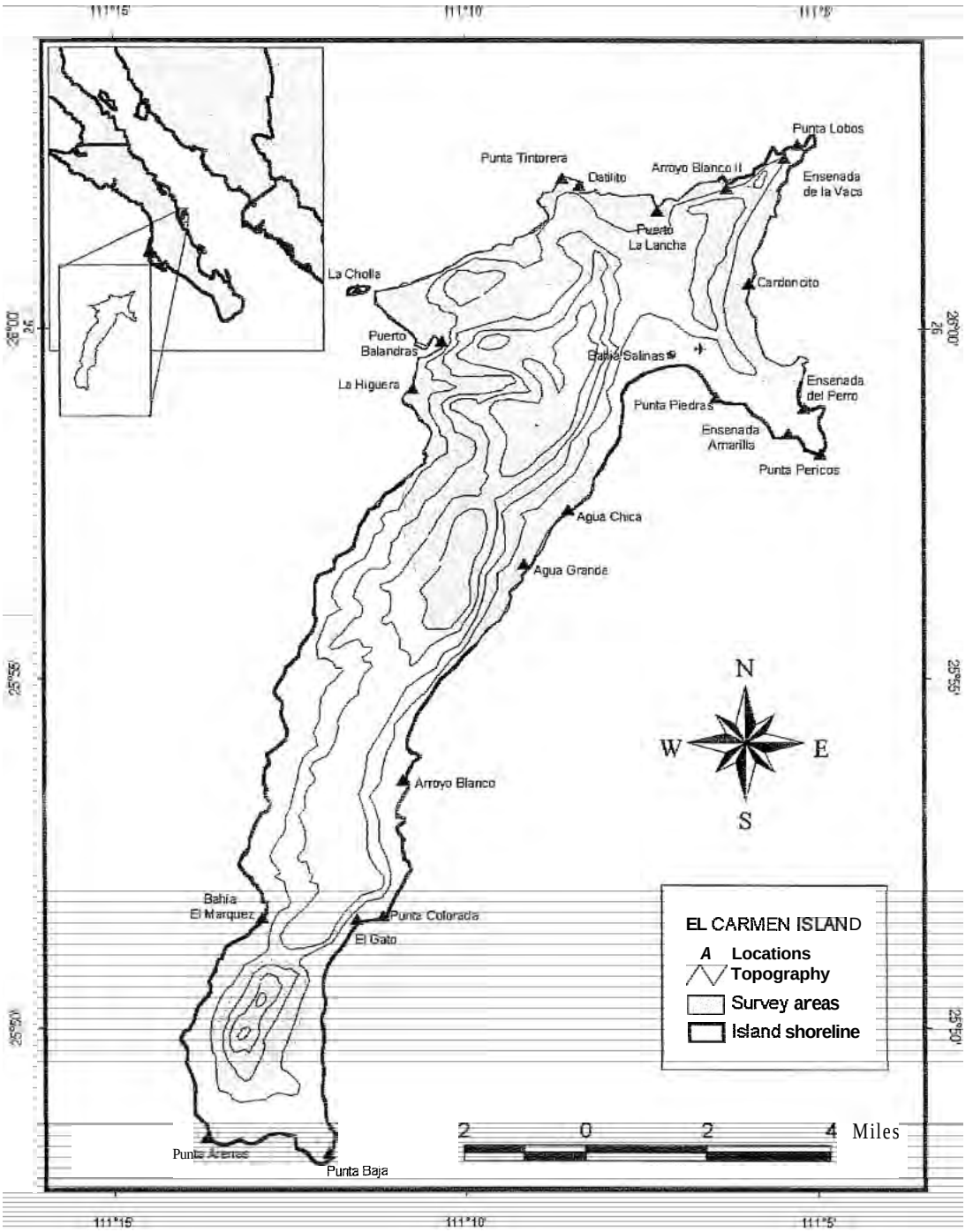


Figure 1. Location of El Carmen Island, Baja California Sur, Mexico, (Survey areas in gray).

Tabla 1. Media y desviacion estándar de las variables de uso de habitat de 170 parcelas de evaluación en la Isla El Carmen Baja California Sur en 1998.

Variable	Promedio	Desviación Estándar
Distancia al terreno de escape (m)	13.0	21.6
Visibilidad a 20 m (%)	65.2	24.0
Visibilidad a 40 m (%)	43.4	22.8
Pendiente del terreno (%)	33.3	21.9

Tabla 2. Media y desviacion estandar de 42 parcelas establecidas por observacion directa de borregos en la Isla El Carmen Baja California Sur en 1998.

Variable	Tipo de Grupo		
	Machos (n=21)	Hembras (n=18)	Mixtos (n=3)
Distancia al terreno de escape (m)	17.7 (25.3*)	10.5 (18.5)	13.3 (23.0)
Visibilidad a 20 m (%)	75.5 (21.5)	66.2 (22.1)	60.0 (18.0)
Visibilidad a 40 m (%)	48.5 (24.7)	38.8 (17.2)	31.6 (27.5
Pendiente del terreno (%)	34.0 (15.6)	37.3 (26.3)	28.3 (30.1)
Tamano de grupo	1.0	1.9	4.7

* Desviación Estandar

Tabla 3. Resultados del análisis de Chi–Cuadrada de 42 parcelas de uso de habitat registradas por observación directa en la Isla El Carmen Baja California Sur en 1998.

Variable	Chi-cuadrada	Grados Libertad	Prob.
Distancia al terreno de escape (m)	1 4	2	0.48
Visibilidad a 20 m (%)	2.6	2	0.27
Visibilidad a 40 m (%)	1.7	2	0.42
Pendiente del terreno (%)	0.33	2	0.84

IDENTIFICATION OF PREFERRED SITES OF PENINSULAR BIGHORN SHEEP IN SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, USING RANDOM WALK SIMULATION.

JOSE DE JESUS LARA TEJEDA, Faculty of Sciences. Autonomous University of Baja California. Km. 103 Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico. Z.C. 22800

ROBERTO MARTINEZ-GALLARDO, Faculty of Sciences. Autonomous University of Baja California. Km. 103 Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico. Z.C. 22800

MARIANA MONTOYA LIZARRAGA, Faculty of Sciences. Autonomous University of Baja California. Km. 103 Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, México. Z.C. 22800

Abstract: We employed a stochastic model to simulate desert bighorn movements within Sierra San Pedro Martir in Baja California, Mexico to identify preferred habitat sites. A survey of the study area was conducted to determine bighorn habitat use, based on locations of observed animals, fecal material, tracks, and bedding sites. The survey information was used to establish directional probabilities, for use in simulating random movements within the study area. Simulation provided for calculating transition probabilities for the Markov chain, which was used to represent the study area using a stochastic model. The results provided for the identification of preferred bighorn habitat sites within the study area.

INTRODUCTION

Sierra San Pedro Martir (SSPM) in Baja Califomia, Mexico provides suitable habitat for desert bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*). Present knowledge regarding habitat use within the 3000-km^2 study area is based on general observations. The objective of this study was to identify preferred desert bighorn habitat sites, based on general habitat structural elements including: elevation, slope, substrate, and vegetation.

The diverse habitat within the study area presents challenges in describing animal movements as a binomial distribution. Stochastic modeling provides a means of predicting habitat use through simulation of animal movements. Assuming random bighorn movements, random walk simulation can be used to identify preferred bighorn habitat within the study site.

METHODS

Habitat Evaluations

A reconnaissance of the study area was conducted to determine bighorn habitat use, based on locations of observed animals, fecal material, tracks, and bedding sites. The study area was then divided into 21 100-km^2 cells (Figure 1), with each cell evaluated and classified according to: elevation, slope, stony

ground, vegetation coverage, and frequency of trees, shrubs, and grasses. Evaluations resulted in the identification of 5 elevational habitat types (Table 1) and 13 habitat classes (Table 2) within the study area. All habitat types and classes were mapped using UTM coordinates.

Random Walk Simulation

A general linear model linked to a logarithmic function was employed to predict movements within the various habitat classes identified. The Monte Carlo method was used to simulate bighorn movements based on the evidence exhibited in the general linear model.

Repetition of simulated bighorn movements assisted in determining frequency of movements between cells. These frequencies were then used to establish movement probabilities among cells (Markov chain).

Bighorn movements within similar habitat types result in a binomial probability distribution, expressed as:

$$f(x;m,p) = C^{m}_{\frac{(m+x)}{2}} \bullet p^{\frac{(m+x)}{2}} \bullet (1-p)^{\frac{(m-x)}{2}}$$

Where:

x = movement in a direction
m-x = movement in other directions
m = total movements

Movements among different habitat types were expressed as:

$$f(m,pr(x)) = pr(1)*pr(2)*pr(3)...*pr(x)*...* pr(m)$$

Where:

pr(x)=same direction movements
I-pr(x)=opposite directions movements

X and Y coordinates denote the position of each cell, with their corresponding extreme values indicated by Xmin, Xmax, Ymin and Ymax (Figure 1).

Coordinates of the simulation starting point (Xini and Yini) were randomly chosen, and rx and ry were generated with algorithms. These were expressed as:

$$Xini=Xmin+(Xmax-Xmin)*rx$$
$$Yini=Ymin+(Ymax-Ymin)*ry$$

The Monte Carlo method was used to simulate the remaining positions. Each position was repeated approximately 100 times for each cell. Movement frequencies within each cell and to other cells were determined. These frequencies were then used to estimate movement probabilities among cells (Table 3).

RESULTS

Overall, elevation provided 41% of the evidence of bighorn use within the elevational habitat types identified. No evidence of bighorn use was indicated in the 0-500m elevation habitat type (TH1). However, because a model was used, the possibility exists that not all sheep within the lower elevations were accounted for (Table 2). Evidence based on structural elements within the other four elevational

habitat types (Table 2) included: stony ground in elevations 550-700m (37.4%); vegetation coverage in elevations 700-1500m (17.28%); slope in elevations 1500-2500m (80.62%); and stony ground in elevations 2500-3000m (45.92%). Evidence indicated that slope played an important role in habitat utilization of desert bighorns within the 13 habitat classes (Table 2).

The arrows in Figure 2 indicate bighorn movements with greater transition probability among cells. Bighorn departures from cells 4, 6, and 15 were not reflected, which indicated higher transition probabilities. Cells 12 and 13, among themselves, reflect high transition probabilities. Their close proximity to the remaining cells indicates a lower transition probability. Departure from these cells is towards cell 9, which reflects the highest transition probability. This suggests that Cell 9 is an important transition site, which is used primarily while in transition to other preferred cells. Results indicated that cells 4 and 15 were the most preferred sites. The results of our study coincide with general observations regarding habitat use by bighorns on within SSPM.

LITERATURE CITED

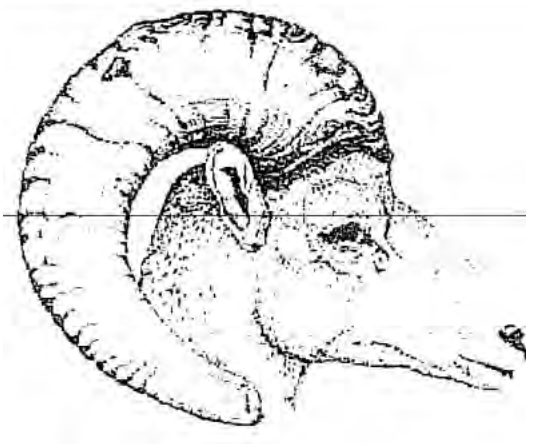
Formacion, P. S. and S. B. Saila. 1994. Markov chain properties to temporal dominance changes in a Philippine pelagic fishery. Fisheries Research 19: 241-256

Gould, H. and J. Tobochnik. 1988. An introduction to computer simulation methods: application to Physical Systems. Addison-Wesley Reading, MA. 695 pp.

Montoya, L. M. 1998. Evaluación del habitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) con tines de manejo en la Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico". Tesis Maestria. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 94 pp.

Miller, I. and E. J. Freund. 1965. Probability statistics for engineers. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. 432 pp.

Ross, S. M. 1996. Stochastic processes. John Wiley & Sons. New York, NY. 510 pp.



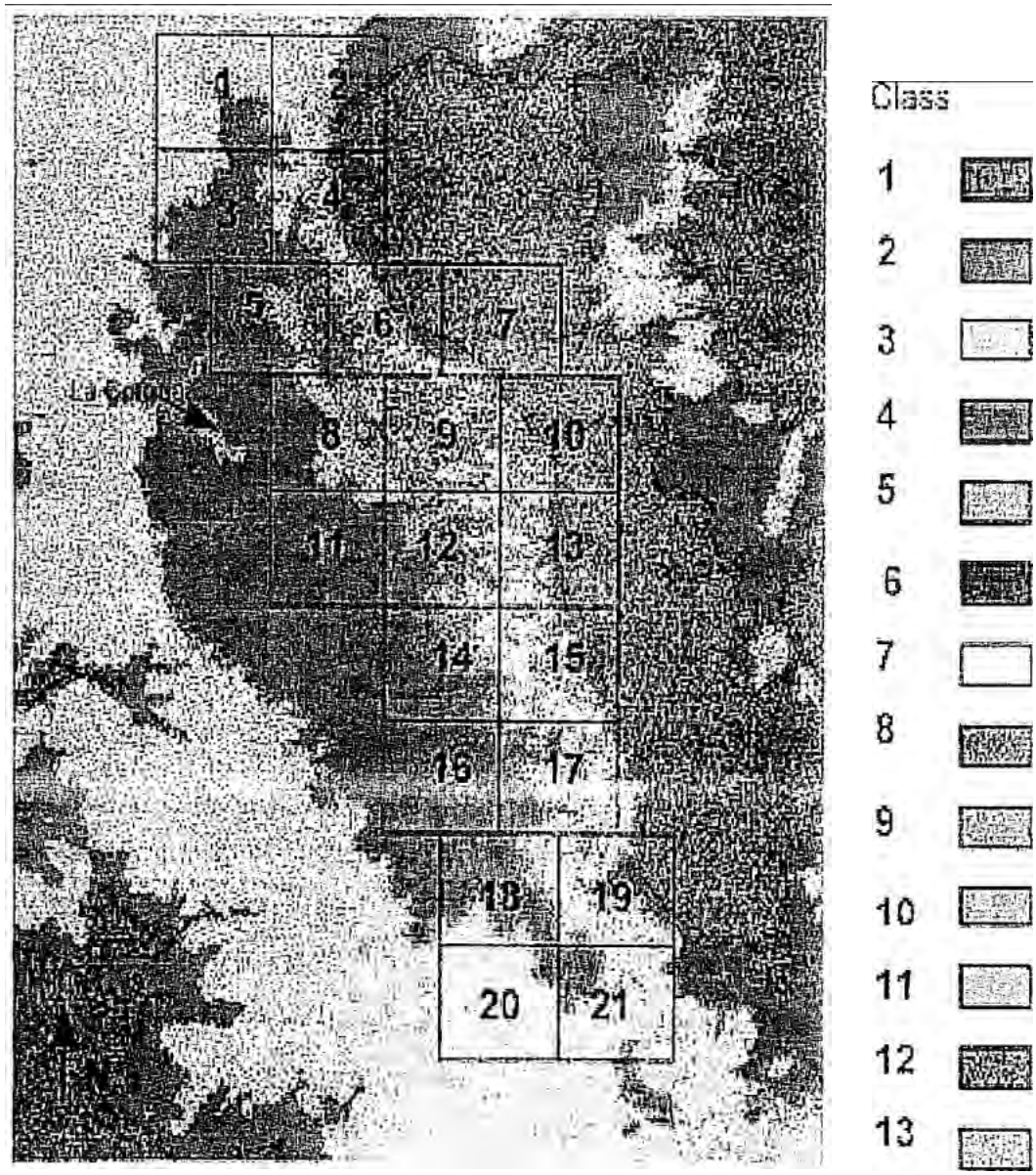


Figure 1. Location of study area in Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico and cells used for habitat evaluations

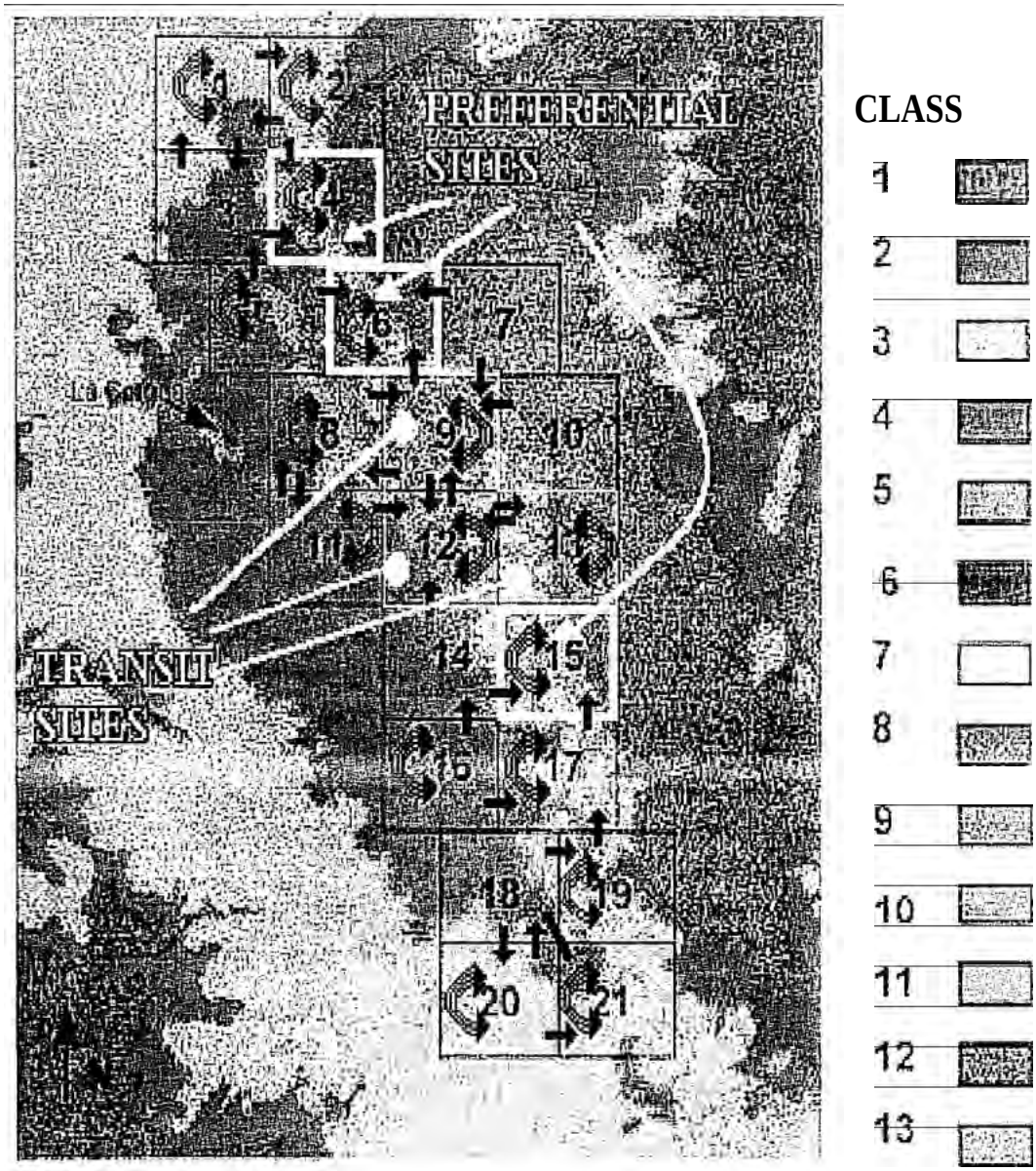


Figure 2. Stochastic transition diagram of simulated bighorn sheep movements

Table 1. Elevational habitat types in San Pedro Martir Sierra

Habitat Type	Elevation (m)
TH1	0-550
TH2	550-700
TH3	700-1500
TH4	1500-2500
TH5	2500-3000

Table 2. Desert bighorn use of the habitat classes/types in Sierra San Pedro Martir

Class	Habitat Type	Slope (%)	Evidence[a]
1	1	0-27	0.0001
2	2	0-27	5.7
3	3	0-27	10.0
4	4	0-27	3.0
5	5	0-27	11.4
6	1	27-54	0.0001
7	2	27-54	5.0
8	3	27-54	14.01
9	4	27-54	11.0
10	5	27-54	7.0
11	3	54-81	9.84
12	4	54-81	0.0001
13	5	54-81	4.0

[a] Evidence based on locations of animals observed, tracks, fecal material, bed sites, and sheep trails.

Table 3. Transition probability matrix of simulated bighorn sheep movements in Sierra San Pedro Martir Sierra[a].

Cell	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0.30	0.35	0.35	0	0	0															
2	0.43	0.34	0	0.23	0	0															
3	0.28	0	0.11	0.48	0.14	0															
4	0	0.21	0.21	0.32	0.12	0.13															
5			0.26	0	0.34	0.25	0	0.16	0												
6			0	0.06	0.10	0.47	0.09	0.13	0.14												
7					0	0.35	0.09	0	0.34	0.21	0										
8					0.13	0	0	0.33	0.25	0	0.29										
9						0.18	0	0.19	0.25	0.15	0	0.22									
10										0.13	0	0.12	0	0	0.32						
11										0	0.36	0	0.34	0.30	0						
12									0.31	0	0.11	0.20	0.29	0.08	0						
13									0	0.16	0	0.31	0.31	0	0.22						
14									0	0	0	0.36	0	0.20	0.44						
15													0.17	0.15	0.48	0	0.21	0	0		
16													0	0.33	0	0.25	0.28	0.15	0		
17													0	0	0.32	0.15	0.27	0.13	0.13		
18																0.12	0.13	0.17	0.27	0.31	0
19																0	0.26	0.20	0.37	0	0.17
20																0	0	0.34	0	0.34	0.31
21																0	0	0	0	0.30	0.34

[a] Values different than zero reflected

IDENTIFICACION DE AREAS DE PREFERENCIA DEL BORREGO CIMARRON EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, EMPLEANDO LA SIMULACION DE LA CAMINATA ALEATORIA.

JOSÉ DE JESÚS LARA TEJEDA, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México. CP. 22800.

ROBERTO MARTINEZ-GALLARDO, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México. CP. 22800.

MARIANA MONTOYA LIZARRAGA, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, Mexico. CP. 22800

RESUMEN

Se realizó un estudio de campo en la Sierra San Pedro Mártir (S SPM) para definir las clases de habitat del borrego cirnarron y dichas clases se localizaron geográficamente en este lugar.

Con estimaciones de las evidencias del borrego en las clases de habitat mencionadas se obtuvo información para estimar las probabilidades de la dirección de traslado que se utilizó para simular la caminata aleatoria del borrego en la SSPM. De esta simulación se obtuvo las probabilidades de transición de los estados de una cadena de Markov que se empleo para representar estocasticamente a la SSPM.

Con los resultados del proceso mencionado en el parrafo anterior, se estimaron los lugares de preferencia del borrego cimarron y estuvieron acordes con observaciones directas e indirectas realizadas en la SSPM.

INTRODUCCION

En la Sierra San Pedro Martir (SSPM) se localiza la especie *Ovis canadensis cremnobates* del borrego cimarron. La zona del presente estudio esta constituida por una franja de 30 km. de ancho por 100 km. de largo la cual presenta condiciones ambientales que permiten la permanencia del borrego ya que satisface todos sus requerimientos biológicos.

El objetivo del trabajo es determinar la ubicacion del borrego en la SSPM en función de elementos estructurales del habitat tales como pedregosidad, cobertura vegetal, etc... . Para ello, bajo el concepto de variable aleatoria de la teoría de la probabilidad, se asume que el borrego cimarron presenta un comportamiento aleatorio en sus movimientos.

La suposición anterior hace factible que se involucre un modelo estocastico para identificar probabilisticamente los lugares que se estiman como la preferencia del borrego, con base en las condiciones ambientales de la SSPM.

El estudio basa la localización como resultado del movimiento del borrego y se propone que el modelo aleatorio para representar dicho movimiento puede ser el que se denomina Caminata Aleatoria. (2, 4 y 5)

Como las condiciones de cada una de las clases de habitat son diferentes, la tendencia para trasladarse hace suponer la posibilidad de la simulación para trabajar dicha caminata aleatoria, en lugar de asociar en forma analitica la expresion de la distribución binomial.

La modelacion estocastica queda completa al considerar un proceso estocastico donde divisiones de la SSPM se representan por los estados de transición de una cadena de Markov. (5)

EVALUACION DEL HABITAT DEL BORREGO CIMARRON EN LA SSPM.

Se realizo el trabajo de campo correspondiente para encontrar evidencias que proporcionaran información para definir los habitats en la SSPM. La zona de estudio se dividio en celdas de 10 kilometros de lado y se trabajaron 21 de ellas (Figura 1). Los factores bioticos y abioticos de donde se tomo información fueron:

*Altitud.
*Pendientes.
*Pedregosidad.
*Cobertura vegetal.
*Frecuencia de arboles.
*Frecuencia de arbustos.
*Hierbas.

Con los resultados del trabajo de campo y empleando el Modelo Lineal Generalizado, ligado a una función logarítmica que consideró una distribucion de error tipo Poisson, se definieron cinco variantes del habitat relacionadas al borrego, (tipos de habitat de TH1 a TH5), los cuales se relacionaron a la variable altitud del lugar, como se muestra en el cuadro 1.

Relacionados a éstos habitats se encontraron los siguientes elementos estructurales.

*A un nivel general de toda la sierra, la presencia de evidencias del borrego esta determinada en un 41% por la altitud.
* En TH1 no se encontraron evidencias.
* Para TH2, la pedregosidad explica un 37.4% la presencia de evidencias.
* En el habitat TH3 la cobertura explica el 17.28%.
* En el habitat TH4 el 80.62% lo explica la pendiente.
* Por ultimo, en el TH5 la pedregosidad explica el 45.92% de la presencia del borrego.

Estos THx fueron delirnitados en el sistema geografico de la SSPM y se utilizaron coordenadas geográficas UTM.
Estos tipos de habitat, THx, tienen una relación muy estrecha con la pendiente y de acuerdo a esto se definieron 13 clases como se indica en el cuadro 2 que muestra el valor esperado de las evidencias por cada clase y, con las evidencias de borrego encontradas en las pruebas de campo, se estimo la presencia de evidencias en estas clases para configurar la fuente base de la información de este trabajo. Si bien no se encontraron evidencias en TH1, no se puso 0 de evidencias por efecto de que se está involucrando un modelo de

naturaleza probabilística y se debe aceptar la posibilidad de que alguna vez estuvo o puede estar algún borrego en el lugar, desde luego con una probabilidad muy baja. El siguiente cuadro muestra la información.

En cada una de las celdas en que se dividio la SSPM, se localizaron los lugares que correspondían a las clases de habitats definidas en el cuadro 2 y se delimitaron usando coordenadas geográficas UTM..

SIMULACION DE LA CAMINATA ALEATORIA DEL BORREGO CIMARRON

La información que se menciono en la sección anterior acerca de las evidencias de las clases de habitat, así como las coordenadas, son la fuente de datos para la sirnulacion que ahora se describe. Luego, para cada THx se tomaron las evidencias que el Modelo Lineal Generalizado dio como resultado y estas sirvieron para estimar las probabilidades de movimiento entre las clases de habitat localizadas.

Se utilizo el método de Monte Carlo para la simulacion del recorrido del borrego con base a las probabilidades estimadas a partir de las evidencias que exibio el Modelo Lineal Generalizado. La repetición de una cantidad de recorridos del borrego simulado, estadisticamente aceptable, permitio determinar la fkecuencia de transición de una celda a otra o de la permanencia en la misma celda despues de los recorridos simulados. Con estas frecuencias se estimo la probabilidad de la transicion entre celdas que, para este caso, constituyen los estados de una cadena de Markov.

Cuando están ocurriendo traslados en un lugar que corresponde *a* un mismo habitat, es de esperar la relación con la fórmula de la distribución de probabilidad Binomial

$$f(x;m,p) = C^{m}_{\frac{(m+x)}{2}} \cdot p^{\frac{(m+x)}{2}} \cdot (1-p)^{\frac{(m-x)}{2}}$$

donde x es la cantidad de movimientos en una dirección, (m-x) los de direccion en sentido contrario y m el total de ellos.

Como tambien hay movirnientos entre habitats diferentes , entonces la formula de la probabilidad en una simulacion esta dada como

$$f(m,pr(x)) = pr(1)*pr(2)*pr(3)...*pr(x)*...* pr(m)$$

que de hecho cuando pr(x) es igual para todos los x movirnientos en una dirección y (1-pr(x)) para la dirección contraria, conduce a la fórmula de la distribución de probabilidad Binomial.

La posición de cada celda esta asociada a coordenadas (X,Y) con sus respectivos valores extremos, Xmin, Xmax, Ymin y Ymax. También los habitats que se identificaron en cada una de las celdas y que se muestran delimitados en la figura 1, cuentan con sus valores (X,Y) que los delimitan .

Se escogen pseudoaleatoriamente las coordenadas del punto de partida de una simulación (Xini,Yini), con dos

pseudoaleatorios rx, ry , generados con los algoritmos que han sido programados en la computadora, ambos rx y ry de secuencias diferentes de numeros aleatorios. La expresion de ellos es:

Xini=Xmin+(Xmax-Xmin) * rx
Yini=Ymin+(Ymax-Ymin) * ry

Las restantes posiciones del borrego simulado se llevan a cabo con el método de Monte Carlo y repitiendo aproximadamente 100 veces, para una celda se determina la frecuencia de estancia en la celda y la de transicion a otras celdas. Con esto se estiman las probabilidades de transicion entre celdas que se muestran en el cuadro 3.

A continuación se trazaron con flechas las transiciones de mayor probabilidad entre celdas, esto se muestra en la figura 2. En esta figura se observa en el trazo que hay tendencia hacia las celdas 4, 6 y 15, de tal manera que las direcciones de transicion inciden en esas celdas y no se observa salida de ellas, considerando transiciones de probabilidad mas altas.

Las celdas 12 y 13, entre si, estan comunicadas con transiciones de alta probabilidad y su conexión con las restantes indican llegada de transiciones con probabilidad que no es el valor mas alto. La salida de estas celdas es hacia la celda 9, con la probabilidad mas alta. Esto sugiere que esta es un lugar de paso para comunicar a las otras celdas y como se indico en parrafos anteriores, con lugares de preferencia, celdas 4, y 15.

CONCLUSIONES

Los resultados aqui encontrados coinciden con las observaciones directas e indirectas de los borregos que se han realizado en la SSPM. La utilización del proceso estocastico para estimar las probabilidades de transicion con base en las evidencias de borrego en los habitats, dio como resultado valores lo suficientemente confiables como para localizar zonas en SSPM que son preferidas por el borrego y , dado que es en base a un movimiento simulado, la identificación de lo que se puede considerar como lugares de paso para el arribo a zonas de preferencia.

Involucrar la sirnulacion en el proceso mencionado fue una alternativa ante cierta dificultad para tratar analiticamente al modelo de la caminata aleatoria para el caso del borrego, dado que la dirección de traslado va a ser diferente al del caso de la distribución binomial.

BIBLIOGRAFIA.

Formacion P.S. and S.B. Saila. 1994. Markov Chain Properties to Temporal Dominance Changes in a Philippine Pelagic Fishery. Fisheries Research, 19: 241-256

Gould H. and J. Tobochnik. 1988. "An Introduction to Computer Simulation Methods,Aplication to Physical Systems". Addison-Wesley Publisshing Company. 353-396.

Montoya L.M. 1998. "Evaluación del Habitat del Borrego Cimarron (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot 1903) con fines de manejo en la Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico". Tesis Maestria. Facultad de Ciencias,

Universidad Autónoma de Baja California. 94 pp.

Miller I. and Freund E.J. 1965."Probability y Statistics for Engineers". Prentice Hall Inc. 91-104.

Ross S. 1996. "Stochastic Processes". John Wiley & Sons, Inc. 163-230, 328-355.

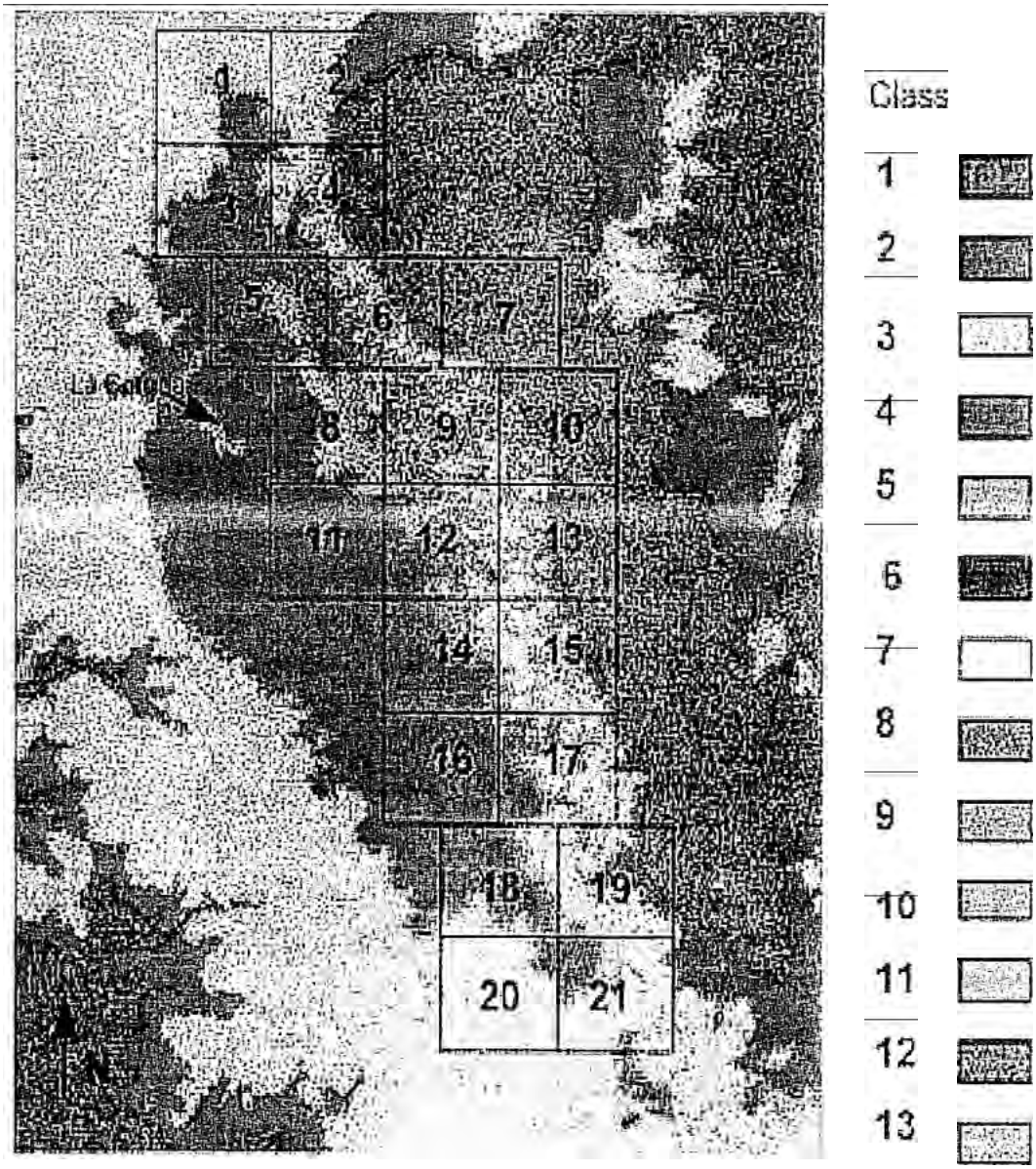


Figura 1.- Ubicacion de las celdas de estudio en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México.

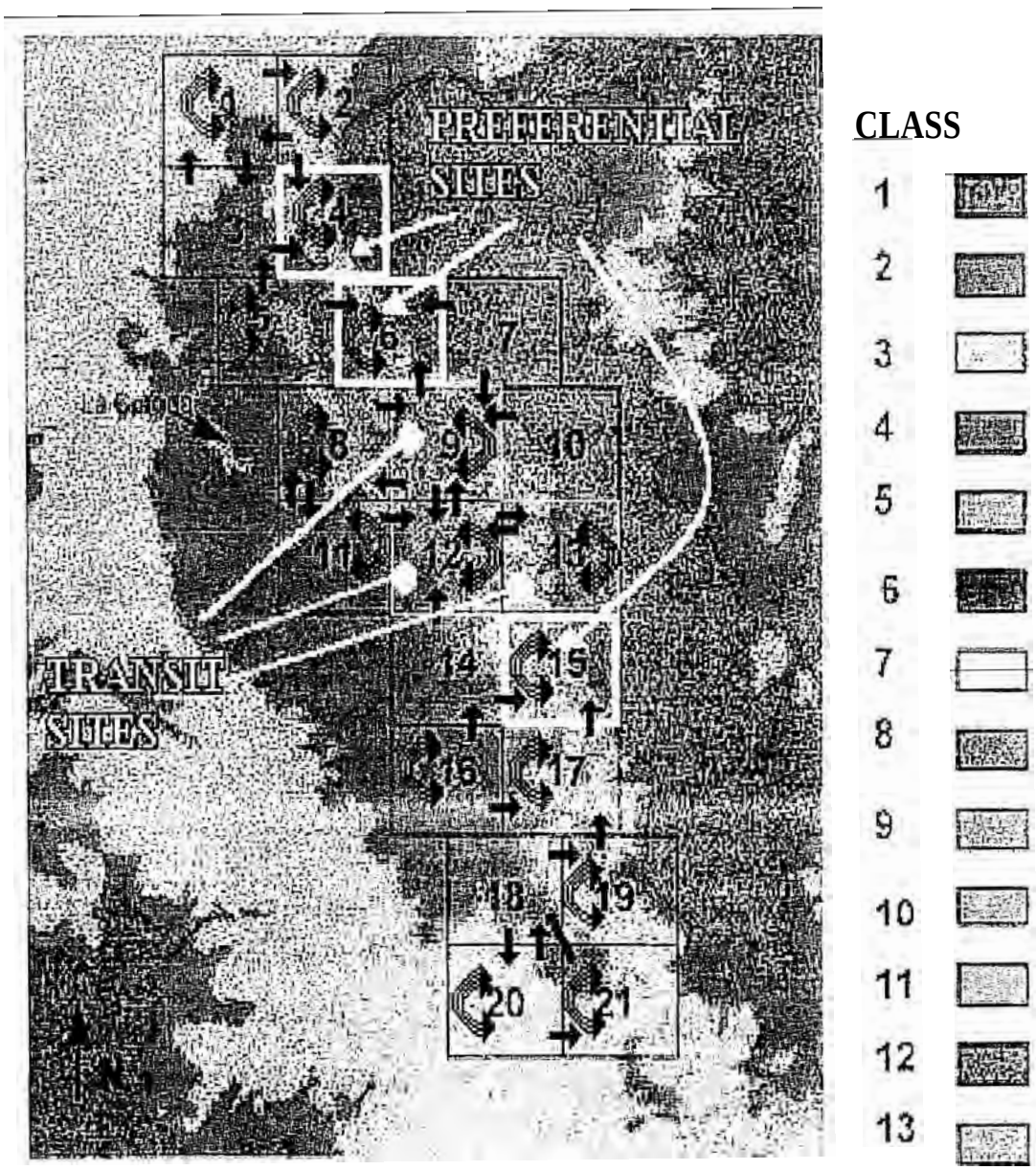


Figura 2.- Diagrama de transiciones estocasticas del movimiento simulado del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico.

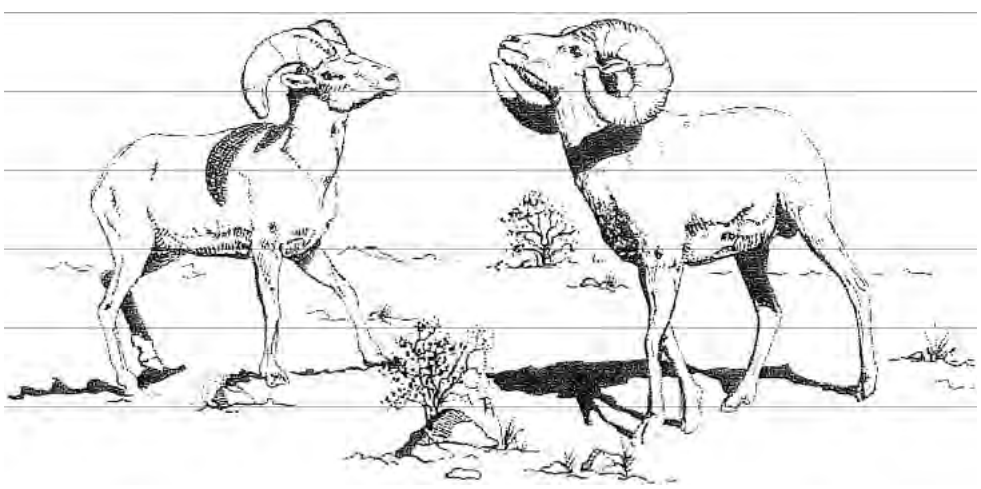
CUADRO 1. Altitud de los habitats identificados en la Sierra San Pedro Martir

Tipo de Habitat (THx)	Altitud
TH1	0-550 m.
TH2	550-700 m.
TH3	700-1500 m.
TH4	1500-2500 m.
TH5	2500-3000 m.

CUADRO 2. Evidencias en las clases de habitat del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Martir.

CLASE	TIPO DE HABITAT	CLASE DE PENDIENTE	EVIDENCIAS
1	1	0-27	0.0001
2	2	0-27	5.7
3	3	0-27	10.0
4	4	0-27	3.0
5	5	0-27	11.4
6	1	27-54	0.0001
7	2	27-54	5.0
8	3	27-54	14.01
9	4	27-54	11.0
10	5	27-54	7.0
11	3	54-81	9.84
12	4	54-81	0.0001
13	5	54-81	4.0

Las evidencias trabajadas son:
*los mismos individuos, huellas, excretas, echaderos y senderos de borregos.



CUADRO 3. Matriz de Probabilidades de Transición del Borrego Cimarrón en la Simulacion de su Movimiento en la Sierra de San Pedro Mártir(sólo se muestran los valores diferentes de cero).

Cell	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0.30	0.35	0.35	0	0	0															
2	0.43	0.34	0	0.23	0	0															
3	0.28	0	0.11	0.48	0.14	0															
4	0	0.21	0.21	0.32	0.12	0.13															
5			0.26	0	0.34	0.25	0	0.16	0												
6			0	0.06	0.10	0.47	0.09	0.13	0.14												
7					0	0.35	0.09	0	0.34	0.21	0										
8					0.13	0	0	0.33	0.25	0	0.29										
9						0.18	0	0.19	0.25	0.15	0	0.22									
10										0.13	0	0.12	0	0	0.32						
11										0	0.36	0	0.34	0.30	0						
12									0.31	0	0 . 1	0.20	0.29	0.08	0						
13									0	0.16	0	0.31	0.31	0	0.22						
14									0	0	0	0.36	0	0.20	0.44						
15													0.17	0.15	0.48	0	0.21	0	0		
16													0	0.33	0	0.25	0.28	0.15	0		
17													0	0	0.32	0.15	0.27	0.13	0.13		
18																0.12	0.13	0.17	0.27	0.31	0
19																0	0.26	0.20	0.37	0	0.17
20																0	0	0.34	0	0.34	0.31
21																0	0	0	0	0.30	0.34

[a] Values different than zero reflected

FEEDING HABITS OF BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) IN SAN PEDRO MARTIR SIERRA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

ROBERTO MARTINEZ-GALLARDO, Faculty of Sciences, Autonomous University of Baja California. Km. 103 Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico. Z.C. 22800.

EDITH GALINDO MANRIQUEZ, Faculty of Sciences, Autonomous University of Baja California. Km. 103 Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico. Z.C. 22800.

Abstract: Food habits of bighorn sheep *(Ovis canadensis cremnobates)* in San Pedro Martir Sierra, Baja California, Mexico were analyzed. Sixty-four fecal samples were analyzed from eight different localities. We read 195 slides at 20 fields per slide. A total of 3900 fields reviewed to obtain frequency of occurrence of plants from which bighorn sheep fed. It was determined that bighorn sheep in San Pedro Martir Sierra consume seventy-two types of plants. The most eaten life forms are forbs with 37.8%, followed by shrubs (25.0%), grasses (14.8%), trees (11.6%), suffrutescent (9.2%) and lastly, succulents (1.6%). It was also determined that there are differences with regards to the feeding habits of males and females, even though they feed on the same species, they use them differently. Females feed more frequently on forbs (30.7%) and grasses (25.9%) while males feed more frequently on shrubs (31.1%). Bighorn sheep in San Pedro Martir Sierra are generalists because they feed on a wide variety of plants without exhibiting preference for any particular plant species present in the Sierra.

Key Words: Food habits, bighorn sheep, San Pedro Martir Sierra, Baja California, Mexico.

INTRODUCTION

Within aspects of a species basic biology, feeding is probably the most important, because it is a factor that maintains and may even increase the number of individuals within a population (Bronson 1989). The purpose of doing a study of food habits of a particular species consists of knowing which forage species it consumes and, if possible, how, when and from where. Such a study provides practical and useful information for management. For example, if it is determined that a forage species is highly nutritious, this may be reflected in a higher reproductive rate and high level of resistance to illnesses. Likewise, it provides the basis for availability surveys of important foods, incidence of deaths related to food supply, population dynamics related to nutritional factors such as nutritional quality of the food, the influence of food habits on growth or maintenance of populations (Schmitz 1980).

Information generated regarding food habits of bighorn sheep originates from studies in which two principal methods have been used: first, direct observation, where field observation is done with regard to the use of the various types of forage (grasses, forbs, or shrubs) (Geist 1971) the second most utilized method is the analysis of rumen

content, where plant remains in the rumen are identified (Geist 1971).

Fecal analysis is another method used to determine bighorn sheep diets (Seegmiller and Ohmart 1975, Ginnet and Douglas 1982) this method is based on micro-histological techniques and required the identification and quantification of plant epidermal tissue present in fecal samples (Pefia and Habib de Peña 1980).

In the majority of research on food habits of desert bighorn sheep, it has been found that bighorn mainly feed on grasses, followed by shrubs and finally forbs. However, they're considerable between areas and seasons (Barrette 1964, Brown and McQueen 1976, Brown, et al., 1977; Deming, 1953, Dunaway 1972, Fish and Wildlife Service1949, Geist 1971, Ginnet and Douglas 1982, Halloran and Crandell 1953, Yoakum 1962, Yoakum 1966). A study using rumen contents analysis of bighorn sheep was done during the hunting season in the Baja California Peninsula. Twenty-four rumens of bighorn sheep *s (O. c. cremnobates)* were collected in Baja California; six in spring and three in autumn at Arroyo Grande on the Eastern side of San Pedro Martir Sierra, three in the spring near Matomi, one in spring near El Marmol, and 11 in autumn in the sierra known as La Asamblea. In Southern Baja California, five rumens of bighorn sheep *O. c. weemsi were* collected: two in autumn at Las Virgenes and three in autumn near Loreto. Results from the analysis of rumen contents indicated that in Baja California, the sheep consumed approximately 43% grasses, 24% forbs, and 33% browse (including cactus); while data for Southern Baja California indicated approximately 53% grasses, 17% forbs, and 23% browsing plus 7% not identifiable. Based on percentage of occurrence in rumen contents, the most important plant species were:

Grasses: *Muhlenbergia, Panicum, Aristida.*
Shrubs: *Acalypha californica, Acer* sp., *Ambrosia, Cercidium peninsularis* (green wood), *Antigonon leptopus, Simmondsiachinensis* (jojoba), *Encelia* sp. and *Olneya tesota* (ironwood).
Forbs: *Euphorbia* sp., *Amaranthus* sp., *Erodium cicutarium, Boerhaavia erecta,* and Lepidium sp.

Due to the relatively low number of samples and to the fact that 19 out of 29 stomachs were taken in autumn and 10 out of 29 during spring, the report cannot be considered as something that reflects the sheep's annual food consumption. Nevertheless, the above indicates that the bighorn sheep feed primarily on grass (Sanchez 1976, Rodriguez and Ruiz 1993).

The above denotes the poor knowledge that we have with regard to bighorn sheep feeding habits in Mexico and particularly in Baja California. Therefore the objective of this work is to determine bighorn sheep food habits in San Pedro Martir Sierra, through the analysis of fecal matter.

STUDY AREA

The San Pedro Martir Sierra has an orientation from northwest to southeast in the Baja California Peninsula, between parallels 30" 30' and 31" 10' northern latitude and meridians 115° 44' and 115° 13' western latitude, located 150 Km. southwest of the port of Ensenada and 200 Km. south of the city of Mexicali, an area of 63,000 hectares (See description in Gastil et al 1975, Minnich et al. 1999, Ruiz-Campos 1991, Reyes and Garcia 1991, Montoya 1998).

One of the reasons why San Pedro Martir Sierra is important, fi-om the biological point of view, is due to its origin and geological evolution, being part of the Peninsular Mountain Range, which commences in the San Jacinto Mountains in the United States of America and ends towards the middle of the Peninsula. Morphologically, it stands out due to its height and territorial extension, being the highest elevation of the Baja California peninsula, with high plateaus located above 2000 m.a.s.l. on the northern part and 1900 m.a.s.l. on the southern part; its highest peak is the Picacho del Diablo (Devil's Peak) with 3095 m.a.s.l. (See description in Argote 1991, Reyes and Garcia 1991, Escoto 1994).

The San Pedro Martir Sierra Is situated in the western region of Baja California's Mediterranean region. Due to this, it is located within a transition area between Mediterranean climate with winter rains to the northwest and an extremely semi-arid climate with summer rains to the East. This area is the most humid and cold portion of Baja California, with warm and dry summers and cold and humid winters (Reyes and Garcia 1991, Sosa 1991, Montoya 1998). Average annual precipitation is 554 mm, summer rains predominating over the Eastern part of the sierra and winter ones over the West. Precipitation from both seasons is impounded in the higher parts of the mountains, with greater magnitude in winter, with a large part of it in the form of snow. During summer, average temperatures vary from 25°C in the Western lower parts, 15°C in the higher parts and up to 30°C in the East. In winter, temperatures are very low on the higher parts of the sierra, such as during the month of March at the National Astronomical Observatory (2800 m) with –1.5°C (Montoya 1998).

Climatic and geographic characteristics, and ecological variables resulting fi-om these, have allowed the existence of various types of forests in San Pedro Martir, both xerophytes as well as mesophytes, thus generating numerous micro-environmental conditions which makes this sierra one with greater habitat heterogeneity (see description in Sosa 1991, Montoya 1998). As a product of this environmental heterogeneity, San Pedro Martir Sierra represents an important refuge for a great number of faunal species, among which the desert bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) stands out due to its economical importance, which it shares with the black tail deer (*Odocoileus hemionus*), exotic species such as feral donkeys (*Equus asinus*) and predators such as the cougar (*Puma concolor*), bobcat (Lynn *rufus*), gray fox *(Urocyon cineroargenteus*), coyote *(Canis* latrans), badger *(Taxidea taxus*), skunk (*Spilogale putorius*), raccoon (*Procyon lotor*), ring tail (*Bassariscus astutus*), among many other species of small mammals, birds, reptiles and amphibian (See Hall 1981, Welsh 1988, Ruiz-Campos 1991, Rodriguez 1991, Lopez 1993).

METHOD

Sampling Locations

During the period November 1997 to May 1999, eight different sites in San Pedro Martir Sierra were sampled (Observatory, Picacho Hill, Devil's Canyon, Little Devil's Canyon, La Encantada Canyon, La Providencia Canyon, La Esperanza Canyon and Los Colibries Canyon), both of the Western as well as the Eastern part, covering an altitude range from 500 m.a.s.l. to 2800 m.a.s.l.

PLANT CHARACTERISTICS OF SAMPLING SITES.

The Observatory is located in the coniferous forest, which possesses an open structure, since it has large spaces between trees (Montoya 1998). Predominant vegetation in this area is pine (*Pinus jeffreyi*) *and* some of the shrubs present in the area are *Simmondsia chinensis, Ceanothus greggii, Arctostaphylos patula,* (Cruz *2000).* Towards the eastern part of the Sierra, the canyon area is characterized by xerophytic shrub vegetation, including *Larrea tridentata, Ambrosia dumosa, Encelia farinosa, Dalea spinosa, Fouqueria splendens, Cercidium microphyllu* (Minnich et al. *1994).*

SAMPLING COLLECTION

Fecal samples as well as plant material for the reference collection were picked-up in the afore mentioned study sites. Feces were placed in previously labeled plastic bags, stating the site, coordinates, altitude and date.

Plant material as well as fecal samples was subjected to micro-histological analyses, with the objective of identifying plant species eaten by bighorn sheep (Galindo *2000).*

REFERENCE COLLECTION

With the *450* laminas product of the referenced collection, this is, vegetal matter, we prepared a photographic catalogue of cell structures taking as a basis seven of these types: trachoma, cell types, druses, crystals, stomas, and vascular glands. Micro-histological technique requires at least three cellular structures be recognized in order to identify a species. Using these criteria, we decided to take at least six photographs per plant species with augmentation of 10 and *40X.* A camera with a microscope adaptor was used as a *200* film (Galindo 2000).

SAMPLE ANALYSIS

Ayala (2000) provided fecal samples, from female and male groups. A total of *64* samples from eight sites were analyzed, from which three slides were obtained, equivalent to 60 microscope fields. They were mounted on a total of 195 slides of fecal matter, obtaining n=3900 fields. Sample analyses were done comparing cellular structures of fecal samples with those recorded in the photographic catalogue of cellular structures of the referenced collection (Galindo *2000).* Results obtained from microscopic analyses were entered into a database with the intent of obtaining frequency of the plants from which bighorn sheep in San Pedro Martir Sierra feed.

RESULTS

Bighorn sheep diets in San Pedro Martir Sierra are comprised of 72 plant species, which are found in Table 1. Plant species are ranked in descending order of frequency.

Among the more consumed species, we find: *Ditaxis lanceolata, Bromus ciliatus, Ephedra nevadensis, Senecio spartioides, Graminae I(NI), Galium wigginsii, Cardiospermum corindum, Eriodictyon angustifolium, Horsfordia newberryi, Pinus jeffreyi, Ceanothus greggii, Lotus aff. Rigidus, Quercus peninsularis, Trixis californica, Salix exigua, Erioneuron pulchellum* and *Quercus aff turbinella,* with frequency of occurrence between 39 and *15%.*

Less consumed species included: *Mimulus cardinalis, Keckiella anthirrinoides, Philadelphus microphyllus, Lupinus*

excubitus, Ambrosia dumosa, Rhus ovata, Stephanomeria sp., *Abies concolor, Caulanthus stenocarpus, Erigeron foliosum, Astragalus* sp., *Arctostaphylos platyphylla, Monarderlla macranta, Fouqueria splendens, Compositae 2, Allium fimbriatum, Heterotheca martirensis, Opuntia* sp., *Paeonia californica* and *Ferocactus acanthodes*, with frequency of occurrence between 4 and 1%.

Upon analyzing plant species consumed by bighorn sheep based on life form, Table 1 indicated that the most consumed life form, by number of species, is forbs. Bighorn sheep diets in San Pedro Martir Sierra are reported as number of species within each life form are: of 45.8% forbs (33 species), 23.6% shrubs (17 species) 9.7% grasses.(7 species), 9.7% trees (7 species)suffrutescent species 6.9% *(5* species), and succulents 4.2% (3 species).

Bighorn sheep diets, based on relative frequencies of life forms from micro histological analyses, are forbs (37.8%), shrubs (25.0%), grasses (14.83%), trees (11.58%), suffrutescent species (9.2%) and succulents (1.6%). Thirty-three families were identified, however 4 families dominated the bighorn diets : Gramineae 36.9%, Compositae 25%, Leguminosae 19.6% and Polygonaceae 18.5%. Families representing a percentage lower than 1% included: Fouqueriaceae, Ericaceae, Liliaceae and Ranunuculaceae.

The species of plants consumed by males and females were also determined. Females foraged primarily on forbs (30.7%) and grasses (25.9%). Males foraged primarily on shrubs(31.1%) and trees (21.6%). The most important plant species consumed by females we Graminous, 1 non-identified (M), *Ephedra nevadensis, Ditaxis lanceolata, Lotus* aff. *rigidus, Pinus jeffreyi, Cardiospermum corindum, Eriodictyon angustifolium, Bromus ciliatus* (Table *2)*

Plant species consumed by males included: *Quercus* aff. *turbinella, Ceanothus greggii, Ditaxis lanceolata, Ephedra nevadensis, Bromus ciliatus, Eriodictyon angustifolium, Pinus jeffreyi, Lotus* aff. *rigidus* (Table 3).

DISCUSSION

Determination of bighorn sheep's feeding habits

Due to the diversity of feeding habits, bighorn sheep are considered a generalist species (Gildart 1999). Bighorn are highly adaptable and opportunistic (Todd 1972). This behavior is in agreement with results obtained during this research. Bighorn sheep in the San Pedro Martir Sierra ate 72 species of plants with the 17 most commonly consumed species including nearly all life forms (forbs, grasses, shrubs and suffrutescent).Bighorn appear to prefer feeding from those plant species that are highly available (Brown et al. 1977).

The majority of research done on bighorn sheep food habits mention species consumed or in what percentages the various life forms such as forbs, grasses, and shrubs are consumed (Yoakum 1962, Brown and McQuivey 1976, Brown et al. 1977). In this work, we found that bighom sheep in San Pedro Martir Sierra forage on forbs, shrubs, and grasses. This finding differs fi-om some research in the southwestern U.S. where desert bighorn fed predominantly on shrubs (Russo 1956, Walker 1978, Sandoval 1979, Seegmiller and Ohmart 1981, Cunningham 1982, Dodd and Brady 1988, Krausman et al. 1989) However, the generalist feeding strategy must be considered because other research has determined that desert bighorn fed predominately on grasses (Hansen and

Martin 1973, Brown et al. 1977) Variation with regard to predominant life forms in bighorn sheep diets may depend on plant availability within its habitat. Bighorn sheep diets may be a function of availability of food rather than preference for a specific forage class (Seegmiller and Ohmart 1981, Brown et al. 1977).

Relative to life forms, most forbs consumed *(Ditaxis lanceolata, Galium wigginsii, Cardiospermum corundum, Lotus* aff *rigidus Phlox austromontana and Lotus* aff *argophyllus)* are perennials, with the exception of the genus *Lotus* (Cruz 2000). Higher consumption of forbs may be due to their year-round availability. Annual grasses are only present during spring and summer (Cruz 2000).

Relative to the most commonly eaten shrubs *(Ephedra nevadensis, Eriodyction angustifolium, Senecio spartioides, Ceanothus greggii, Eriogonium fasciculatum, Simmondsia chinensis),* the most important one may be jojoba. Research in California.determined jojoba to be key species in bighorn diets. Jojoba has high nutritional value because it has high lipid (39.14%) and protein (29.13%) content (Lucero 1995). *Ephedra nevadensis,* may also be an important shrub species. However, with the exception of the work done by Deming, (1953) this particular species has not been reported. However, the genus *Ephedra* has been reported in several studies (Wilson 1968, Deming 1953, Barret 1964, Dunaway 1972, Brown and McQuivey 1976, Brown et al. 1377, Ginnett and Douglas 1982). This genus may be more palatable to the sheep or perhaps it has high nutritional content, as is the case with jojoba.

With regard to grasses, we observed sheep feeding from two types of grass in the pine area: *Bromus ciliatus* and *Blefaroneuron tricholepsis* (A. Acosta, pers. commun.), which was confirmed by micro-histological analysis. We found that there is clear preference for *Bromus ciliatus*, which is annual. It may be s more palatable to bighorn than *Blefaroneuron tricholepsis,* a perennial grass that is available all year long (Cruz 2000). In the canyon area, it is difficult to determine which grass species are important in bighorn diets, with the exception of *Erioneuron pulchellum.* There are three cases in which it was not possible to determine the species as is the case for Gramineous 1 and 2 and a third unidentified grass. The species *Cynodon dactylon* (cock feet), is an introduced species (Seegmiller and Ohmart 1975, 1982), which is also consumed by bighorn, although to a lesser degree. It would be interesting to perform a bromathological study of this particular grass and learn up to what point it may be beneficial to bighorn Although it is not a native species it has been reported as an important species in the diets of bighorn sheep in Arizona (Seegmiller and Ohmart 1975, 1982).

Upon analyzing plant consumption by per families we find that of the four families most consumed by bighorn sheep, three were constantly present throughout the year: Gramineae, Compositae, and Leguminosae. This may be related to the fact that they are the most common plant families in San Pedro Martir Sierra with numerous species present This in turn increases the probability that bighom sheep will forage on these plants from these families (Cruz 2000).

FEMALES AND MALES FOOD HABITS

Both females and males consume the same species (Table 2 and 3), however, the sexes use them differently. Females may have a

higher plane of nutrition because their diets are composed of more forbs and grasses compared to males that have diets dominated by shrubs (Barrette 1964, Yoakum 1966, Wilson 1968, Brown & McQuivey 1976, Sanchez 1976, Brown et al. 1977). Higher reproductive costs suggest that females should attempt to forage on higher quality forages. Ayala (2000), reported that females may come into estrus more than once per year rather than just once as has been generally reported. This would require female bighorn to forage veiy selectively to maintain a high plane of nutrition.

In conclusion, bighorn sheep in San Pedro Martir Sierra may be considered forage generalists because they feed from seventy-two plant species without showing preference for any particular species present in the range. The most consumed plant families are the most abundant that occur year-round on the range. The primary life form consumed was forbs. Although females and males consume many of the same plant species, they forage on life form differently with females predominantly consuming forbs and grasses while males mainly feed on shrubs. This difference in feeding strategies between the sexes may be related to reproductive requirements.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported, in part , by CONABIO grant FB529/L159/97, CONACYT grant I29856-B and the Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C. for their support. We also thank to Patricia Eaton for logistical support. Ricardo Eaton, Eva Salmon, Jesus Lara and Sonia Ayala provided many helpful suggestion on the manuscript.

LITERATURE CITED

Argote, D. L. 1991. El plutón de San Pedro Martir: Una Vista Geologica. Division de Ciencias de la Tierra, CICESE. Memoria de la III Semana de la. Exploración y la Historia. Sierra de San Pedro Mártir. 25 pp.

Ayala, C. S. 2000. Desarrollo de una metodología para determinar los niveles de hormonas esteroidales (P,E,T) en excretas de la poblacion de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 11lpp.

Barret, R. H. 1964. Seasonal food habits of the bighorn at the Desert Game Range, Nevada, Desert Bighorn Council Trans. pp. 85-93.

Bronson, F. H. 1989. Mammalian reproductive biology. The University of Chicago Press. Chicago and London. 325pp.

Brown, K. W., R. M. Lee, and R. P. McQuivey. 1976. Observations on the food habits of desert bighorn lambs. Desert Bighorn Council Trans. pp. 40-41

Brown, K. W.; D. D. Smith, and R. P. McQuivey. 1977. Food habits of desert bighorn sheep in Nevada, 1956-1976. Desert Bighorn Council Trans. pp. 32-61

Cruz, V. D. 2000. Diagnosis de las formas de vida y biologicas de la flora vascular de la sierra San Pedro Mártir, Baja California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.

Cunningham, S. C. 1982. Some aspects of the ecology of peninsular bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) in Carrizo Canyon, Calif. M. S. Thesis, Arizona State Univ., Tempe. 42 pp.

Deming, O. V. 1964. Some bighorn foods of the Desert Game Range. Desert Bighorn Council Trans. pp. 137-143.

Dodd, N. L. and W. W. Brady. 1988. Dietary relationships of sympatric desert bighorn sheep and cattle. Desert Bighorn Council Trans. pp. 1-6

Dunaway, J. D. 1972. Winter food habits of California bighorn sheep in the Sierra Nevada. Desert Bighorn Council Trans. pp. 21-29

Escoto, R. M. 1994. Balance del Agua del Suelo en tres Sitios de Estudio en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 96pp.

Fish and Wildlife Service. 1949. Bighorn-deer food relationships New Mexico. Journal of Wildlife Management. 13 (4):417-419

Galindo, M. E. M. 2000. Habitos alimentarios del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 84 pp.

Gastil, R. G; R. P. Phillips and E. C. Allison. 1975. Reconnaissance geology of the state of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir. 140 pp.

Gildart, B. 1999. Mountain monarch: bighorn sheep. North Word Press. Minnetonka, Minnesota. 127pp.

Geist, V. 1971. Mountain sheep: a study in behavior and evolution. The University of Chicago Press. Chicago. 383pp.

Ginnet, F. T. and L. C. Douglas. 1982. Food habits of feral burros and desert bighorn sheep in Death Valley National Monument. Desert Bighom Council Trans. pp. 81-86.

Hall, R. E. 1981. The Mammals of North America. 2nd Edition. A Wiley Interscience Publication. New York. Vol I and II. 1175 pp.

Halloran, F. A. Y H. B. Crandell. 1953. Notes on bighorn food in the Sonoran Zone. Journal of Wildlife Management. 17(3):318-320.

Hansen, R. M. and P. S. Martin. 1973. Ungulates diets in the lower Grand Canyon. J. Range Manage. 26: 380-381

Krausman, P. R., B. D. Leopold, R. F. Seegmiller, and S. G. Torres. 1989. Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. Wildl. Monogr. 102: 1-66.

López, A. G. 1993. Composición Sistematica y Ecologica de la Ornitofauna del habitat del Noroeste de Baja California, Mexico. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 74 pp.

Lucero, J. E. 1995. Determinación de la calidad nutricional de la flora utilizada como alimento por el grupo étnico Kolew de Arroyo de León, Baja

California, Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 92pp.

Minnich, R; E. Franco-Vizcaino, J. Sosa Ramírez, M. G. Barbour; J. H. Burk and W. J. Barry. 1994. The Potential of the Sierra San Pedro Martir as a Biosphere Reserve. Report to the Project on Natural Protected Areas of Mexico.

Minnich, R. A; y E. Franco-Vizcaino. 1999. Protección de la Vegetación y los Regimenes de Incendios de la Sierra San Pedro Mártir en Baja California. Fremontia. Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de Baja California. Edición Especial. 29 pp.

Montoya, L. M. 1998. Evaluación del hábitat del borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903) con fines de manejo en la Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 94pp

Peña, J. M. y R. Habib de la Peña 1980. La Tecnica Microhistologica. Serie Técnico Científica, volumen I. SARH..1-12 pp.

Reyes, C. S. y J. Garcia. 1991. Climatología de Baja California: Sierra San Pedro Mártir. Grupo de Meteorología. CICESE. Memorias de la III Semana de Exploración y la Historia. 29 pp.

Rodriguez, M. M. 1991. Las aves de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Memorias de la III Semana de la exploración y la Historia. 41, 44 pp.

Rodriguez, M. M. y G. Ruiz. 1993. Estudio poblacional y de habitat del Borrego Cimarrón *(Ovis canadensis cremnobates*, Elliot 1904) en Cañada Jaquejel y Arroyo Grande, Baja California, México: Periodo verano y otoño de 1992. Informe técnico final, convenio SEDESOL-UABC 8472. Ensenada Baja California. 9p.

Ruiz-Campos, G. 1991. Caracterización Limnológica de los Arroyos de la Sierra San Pedro Martir, como Habitats de la Trucha Endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Memorias de III Semana de la Exploración y la Historia. 39, 40 pp.

Russo, J. P. 1956. The desert bighorn sheep in Arizona. Ariz. Game and Fish Wildl. Bull. 1. 153 pp.

Sánchez, D. R. 1976. Analysis of stomach contents of bighorn sheep in Baja. California. Desert Bighorn Council Trans. pp. 21-22

Sandoval, A. V. 1979. Preferred habitat of desert bighorn sheep in the San Andres Mountains, New Mexico. M. S. Thesis, Colorado State Univ., Fort Collins, 314 pp.

Schemnitz, D. S. 1980. Wildlife Management techniques manual. The Wildlife Society. Washington D. C. 113-115 pp.

Seegmiller, R. F. and R. D. Ohmart, 1975. Feral burros within desert bighorn habitat. Desert Bighorn Council Trans. pp. 19-45

Seegmiller, R. F. and R. D. Ohmart, 1981. Ecological relationship of feral burros and desert bighorn sheep. Wildl. Monogr. 78: 1-58

Seegmiller, F. R. and R. D. Ohmart, 1982. Desert bighorn lamb and adult-yearling diets form western Arizona. Desert Bighorn Council Trans. pp. 34-37.

Sosa, R. J. 1991. Los Bosques de la Sierra de San Pedro Martir. CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. San Pedro Martir. 34 pp.

Todd, J. W. 1972. A literature review on bighorn sheep food habits. Colo. Div. of Game, Fish and Parks Spec. Rep. 27.21 pp.

Walker, M. T. 1978. Ecological similarities between feral burros and desert bighorn sheep, Black Mountains, northwestern Arizona. M. S. Thesis, Arizona State Univ. Tempe. 113 pp.

Welsh, H. H. Jr. 1988. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Sierra San Pedro Martir Region, Baja California, with a contribution to the biogeography of the Baja California herpetofauna. Proc. Calf. Acad. of Sci. 46(1):23-32 pp.

Wilson, L.. O. 1968. Distribution and ecology of the desert bighorn in southeastern Utah. Ut. Div. Fish and Game Pub. 65-5. 219 pp.

Yoakum, J. 1962. Bighorn food habit-range relationship in the Silver Peak Range, Nevada. Desert Bighorn Council Trans. pp. 95-102.

Yoakum, J. 1966. Comparison of mule deer and desert bighorn seasonal food habits. Desert Bighom Council Trans. pp. 65-70.

Table 1. Species consumed by bighorn sheep in San Pedro Martir sierra.

Species	Life Form	Frequency	Relative Frequency
Ditaxis lanceolata	Forb	**39**	5.51
Bromus ciliatus	Grass	**32**	4.52
Ephedra nevadensis	Shrub	**31**	4.38
Senecio spartioides	Shrub	30	4.24
Graminae 1 (NI)	Grass	27	3.81
Galium wigginsii	Forb	26	3.67
Cardispermum corindum	Forb	26	3.67
Eriodictyon angustifolium	Shrub	25	3.53
Horsfordia newberryi	Suffrutescent	21	2.97
Pinus jeffreyi	Tree	21	2.97
Ceanothus greggii	Shrub	20	2.82
Lotus aff. *rigidus*	Forb	18	2.54
Quercus peninsularis	Tree	17	2.40
Trixis californica	Suffrutescent	17	2.40
Salix exigua	Tree	16	2.26
Erioneuron pulchellum	Grass	16	2.26
Quercus **aff** *turbinella*	Tree	15	2.12
Eriogonium fasiculatum	Shrub	12	1.69
Simmondsia chinensis	Shrub	12	1.69
Acalipha californica	Suffrutescent	12	1.69
Phlox austromontana	Forb	11	1.55
Blefaroneuron tricholepsis	Grass	11	1.55
Lotus aff. *argophyllus*	Forb	10	1.41
Carex globosa	Forb	9	1.27
Nolina palmeri	Succlent	9	1.27
Abronia villosa	Forb	9	1.27
Beloperome californica	Suffrutescent	9	1.27
Lotus aff. *scoparius*	Forb	8	1.13
Baccharis sergiloides	Shrub	**8**	1.13
Astrolepsis cochinensis	Forb	**8**	1.13
Hyptis emoryi	Shrub	8	1.13
Bursera hindsiana	Shrub	8	1.13
Castilleja aff. *foliosa*	Forb	8	1.13
Janusia gracilis	Forb	8	1.13
Compositae *1*	Forb	7	0.99
Salvia pachyphylla	Forb	7	0.99
Graminae 2	Grass	7	0.99
Non-determined grass	Grass	7	0.99
Non-determined	Forb	7	0.99
Linanthus melinguii	Forb	7	0.99
Ambrosia ambrosoides	Forb	7	0.99
Happlapapus arborescens	Shrub	6	0.85
Acacia greggii	Tree	6	0.85
Euphrobia palmeri	Forb	6	0.85

Most consumed species.

Table 1. Species consumed by bighorn sheep in San Pedro Martir sierra.

Species	Life Form	Frequency	Relative Frequency
Encelia farinosa	Suffrutescent	6	0.85
Aristida aff. *fendleriana*	Forb	5	0.71
Cynodon dactylon	Grass	5	0.71
Monardella linioides	Forb	5	0.71
Janusia jamessii	Forb	5	0.71
Dalea sp.	Forb	5	0.71
Eriogonium elongatum	Forb	4	0.56
Cercidium microphyllum	Tree	4	0.56
Mimulus cardinalis	Forb	4	0.56
Keckiella anthirrinoides	Shrub	3	0.42
Philadelphus microphyllum	Shrub	3	0.42
Lupinus excubitus	Forb	3	0.42
Ambrosia dumosa	Shrub	3	0.42
Rhus ovata	Shrub	3	0.42
Stephanomeria sp.	Forb	3	0.42
Abies concolor	Tree	3	0.42
Caulanthus stenocarpus	Forb	3	0.42
Erigeron foliosum	Forb	2	0.28
Astragalus sp.	Forb	2	0.28
Arctostaphylos platyphylla	Shrub	2	0.28
Monardella macranta	Forb	2	0.28
Fouqueria splendens	Shrub	2	0.28
Compositae 2	Forb	2	0.28
Allium fimbriatum	Forb	1	0.14
Heterotheca martirensis	Shrub	1	0.14
Opuntia sp.	Succulent	1	0.14
Paeonia californica	Forb	1	0.14
Ferocactus acanthodes	Succulent	1	0.14

Less consumed species.

Table 2. Vegetal species consumed by females in San Pedro Martir Sierra.

Species	Life Form	Frequency	Relative Frequency	
Gramineous 1 (NI)	Grass	58	14.46	More consumed
Ephedra nevadensis	Bus	43	10.72	species
Ditaxis lanceolata	Forb	43	10.72	
Lotus aff. *rigidus*	Forb	39	9.73	
Pinus jeffreyi	Tree	31	7.73	
Cardiospermum corindum	Forb	26	6.48	
Eriodictyon angustifolium	Bush	26	6.48	
Bromus ciliatus	Grass	25	6.23	
Horsfordia newberryi	Suffrutescent	25	6.23	
Erioneuron pulchellum	Grass	21	5.24	
Ceanothus greggii	Shrub	18	4.49	
Galium wigginsii	Forb	15	3.74	
Senecio spartioides	Shrub	11	2.74	
Quercus aff. *turbinella*	Tree	9	2.24	
Trixis californica	Suffrutescent	6	1.50	Less consumed
Salix exigua	Tree	4	1.00	species
Quercus peninsularis	Tree	1	0.25	

Table 3. Vegetal species consumed by males in San Pedro Martir Sierra.

Species	Life Form	Frequency	Relative Frequency	
Quercus aff. *turbinella*	Tree	53	10.11	More consumed
Ceanothus greggii	Shrub	52	9.92	species
Ditaxis lanceolata	Forb	49	**9.35**	
Ephedra nevadensis	Bus	49	9.35	
Bromus ciliatus	Grass	48	9.16	
Eriodictyon angustifolium	Shrub	48	9.16	
Pinus jeffreyi	Tree	38	7.25	
Lotus aff. *rigidus*	Forb	28	5.34	
Trixis californica	Suffrutescent	28	5.34	
Cardiospermum corindum	Forb	24	4.58	
Erioneuron pulchellum	Grass	23	4.39	
Quercus peninsularis	Tree	21	4.01	
Graminea 1 (NI)	Grass	20	3.82	
Galium wigginsii	Forb	16	3.05	
Horsfordia newberryi	Suffrutescent	15	2.86	Less consumed
Senecio spartioides	Shrub	14	2.67	species
Salix exigua	Tree	1	0.19	

HABITOS ALIMENTARIOS DEL BORREGO CIMARRON (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

ROBERTO MARTÍNEZ-GALLARDO, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, Mexico. C.P. 22800.

EDITH GALINDO MANRIQUEZ, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km. 103 carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México. C.P. 22800.

RESUMEN

Se analizaron los habitos alimentarios del borrego cimarron (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico, para ello se analizason 64 muestras fecales colectadas en ocho diferentes localidades, obteniendose 195 laminillas de las cuales se revisaron 20 campos por laminilla que dan un total de 3900 campos revisados para obtener la frecuencia de ocurrencia de las plantas que se alimenta el borrego cimarron. Se encontró que el borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Mártir consume setenta y dos especies de plantas. La forma de vida de mayor consumo son las hierbas con un 37.85%, seguida de arbustos (25.02%), pastos (14.83%), árboles (11.58%), sufrutescentes (9.18%) y finalmente suculentas (1.55%). Por otra parte también se logro detectar que hay diferencias en cuanto a los habitos alimentarios de machos y hembras, ya que a pesar de que se alimentan de las mismas especies las usan de forma diferente ya que las hembras utilizan mas frecuentemente hierbas (30.67%) y pastos (25.94%) rnientras que los machos utilizan mas frecuentemente arbustos (31.1I%). Se concluye que los habitos alimentarios del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Martir son generalistas ya que se alimenta de una gama muy amplia de plantas sin mostrar alguna preferencia por alguna de las especies de plantas presentes en la Sierra.

Palabras Clave - Hábitos alimentarios, borrego cimarrón, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Dentro de los aspectos de biologia básica de una especie, la alimentación es quizás el de mayor importancia, ya que es un factor que mantiene e incluso puede elevar el numero de individuos de una población (Bronson 1989).

El propósito de realizar un estudio de habitos alimentarios de una especie en particular consiste en conocer qué especies son las que consumen, y de ser posible, chino, cuándo y de dónde provienen. Por otro lado, dicho estudio provee información práctica y útil para el manejo de la misma; por ejemplo, si se llega a determinar que la especie de interés presenta una buena nutrición, ello se va a ver reflejado en una alta tasa de reproducción y en una alta tasa de resistencia a las enfermedades. Así mismo, proporciona bases para estudios de vasiabilidad y disponibilidad de alirnentos importantes, la incidencia de decesos relacionados con el suministro alirnenticio, la dinámica de poblaciones relacionada a factores nutricionales tales como la calidad

nutritiva del alimento, la influencia de los habitos alimentarios sobre el crecimiento o mantenimiento de grupos poblacionales (Schernnitz 1980).

En particular la información que se ha generado sobre los habitos alimentarios del borrego cimarron provienen de estudios en los que se han utilizado dos metodos principalmente: primero, el de observación directa, en donde se observa en el campo el uso que hace el borrego de los diferentes tipos de forraje (pastos, hierbas o arbustos) (Geist 1971), el segundo método mas utilizado es el de análisis de contenido de rumen, en el que se identifican los vegetales que quedan en el rumen del organismo (Geist 1971).

El análisis fecal, es otro de los metodos para obtener información sobre los habitos alimentarios del borrego cimarron (Seegmiller y Ohmart 1975, Ginnett y Douglas 1982), este método se basa en la técnica microhistológica y consiste en la identificación y cuantificacion de tejidos epidermicos vegetales presentes en las muestras fecales (Peña y Habib de Peña, 1980).

En la mayoría de los trabajos que se han generado sobre los habitos alimentarios de borrego cimarron del desierto se ha encontrado que en términos generales se alimentan principalmente de pasto, seguido de arbustos y finalmente hierbas, aunque hay una gran variación a lo largo de su área de distribución y de la epoca del año (Barret 1964, Brown y McQuivey 1976, Brown, et al. 1977, Deming 1953, Dunaway 1972, Fish and Wildlife Service 1949, Geist 1971, Ginnett y Douglas 1982, Halloran y Crandell 1953, Yoakum 1962, Yoakum 1966). En la Peninsula de Baja California durante la estación de cacería, se realizó un estudio de análisis de contenido estomacal en el borrego cimarron. Fueron colectados 24 estómagos de borrego cimarrón *Ovis canadensis cremnobates* en Baja California: seis en primavera y tres en otoiio en Arroyo Grande en el lado Este de la sierra San Pedro Mártir, tres en primavera cerca de Matomí, uno en primavera cerca de El Mármol y 11 en otoiio en la sierra de La Asamblea. En Baja California Sur se colectaron cinco estómagos de borrego cimarrón *Ovis canadensis weemsi*: dos en otoño en Las Vírgenes y tres en otoño cerca de Loreto. Los resultados de los estudios estomacales muestran que en Baja California el borrego consumió aproximadamente un 43% de pastos, un 24% de hierbas y hubo un 33% de ramoneo (incluyendo cactus); mientras que los datos de Baja California Sur exhiben aproximadamente un 53% de pastos, un 17% de hierbas y hubo un 23% de ramoneo además de un 7% no identificable. De acuerdo al porcentaje de ocurrencia en los contenidos estomacales las especies vegetales mas importantes fueron:

-Pastos: *Muhlenbergia, Panicum, Aristida.*

-Arbustos: *Acalypha californica,* Acer sp., Ambrosia, Cercidium *peninsularis* (palo verde), *Antigonon leptopus, Simmondsia chinensis* (jojoba), *Encelia* sp., *Salvia* sp. y *Olneya tesota* (palo fierro).

-Hierbas: *Euphorbia* sp., *Amaranthus* sp., *Erodium cicutarium, Boerhaavia erecta* y *Lepidium* sp.

Debido al numero de muestras relativamente bajo y al hecho de que 19 de 29 estómagos se tomaron en otoño y 10 de 29 en la primavera, el reporte no puede ser considerado como algo que refleje el consumo alimenticio anual del borrego, sin embargo, lo anterior indica que el borrego se alirnenta de una sorprendente cantidad de pastos (Sánchez 1976, Rodriguez y Ruiz 1993).

Lo anterior denota el pobre conocimiento que se tiene con respecto a los habitos alimentarios del borrego cimarrón en

Mexico y en particular en Baja California es por ello que el objetivo del presente trabajo es determinar los habitos alimentarios def borrego cimarrón *Ovis canadensis cremnobates* en la sierra San Pedro Martir, mediante el análisis de heces fecales.

AREA DE ESTUDIO

La Sierra San Pedro Mártir se encuentra orientada de noroeste a sureste en la Peninsula de Baja California, localizada entre los paralelos 30" 30' y 31° 10' de latitud norte y los rneridianos 115° 44' y 115" 13' de latitud oeste, ubicada a 150 Km. al suroeste del Puerto de Ensenada y 200 km. al sur de la ciudad de Mexicali, comprendiendo una extensión de 63,000 ha. (Ver descripción en Gastil et al. 1975, Minnich et al. 1999, Ruíz-Campos 1991, Reyes y Garcia 1991, Montoya 1998).

Una de las razones por lo que la Sierra San Pedro Martir es importante desde el punto de vista biológico, se debe a su origen y evolución geológica, formando parte de la Cordillera Peninsular que se inicia en las montafias de San Jacinto en E.U.A. y terminando hacia la mitad de la Peninsula. Morfológicamente se destaca por su altura y extension territorial, siendo la mayor elevación de la peninsula de Baja California, con altiplanicies que se ubican por arriba de los 2000 m.s.n.m en la parte norte y de 1900 m.s.n.m en la parte sur; su cumbre mayor es el Picacho del Diablo con 3095 m.s.n.m (Ver descripción en Argote 1991, Reyes y Garcia 1991, Escoto 1994).

La Sierra San Pedro Mártir se encuentra enclavada en el límite oriental de la región mediterranea de Baja California. Debido a ello se ubica dentro de una zona de transición entre un clima mediterráneo, al noroeste, con lluvias de invierno y un clima extremoso semiárido, al Este, con lluvias de verano. Esta zona es la mas húmeda y fría de Baja California, con vesanos cálidos y secos e inviernos fríos y humedos (Reyes y Garcia 1991, Sosa 1991, Montoya 1998). La precipitacion media anual es de 554 mm., predominando sobre la parte Este de la sierra las lluvias de verano y en el Oeste las de invierno. En las partes altas de las montañas se capta la precipitacion de ambas estaciones, presentandose en invierno la de mayor magnitud, siendo gran parte de ésta en foima de nieve. Durante el verano las temperaturas promedio varían de 25°C en las partes bajas del Oeste, 15°C en las partes mas altas y hasta 30°C en el Este. En invierno se presentan temperaturas muy bajas en las partes altas de la sierra como en el mes de marzo en el Observatorio Astronómico Nacional (2800 m) con –1.5°C (Montoya 1998).

Las caracteristicas climaticas y geograficas, y las variantes ecologicas que de ellas dependen, han permitido la existencia de varios tipos de bosques en San Pedro Mártir, tanto xerófilos como mesofilos, generando con ello numerosas condiciones microambientales que hacen de esta sierra una de las de mayor heterogeneidad de habitat (Ver descripción en Sosa 1991, Montoya 1998). Y corno producto de esta heterogeneidad ambiental, la Sierra San Pedro Martir representa un refugio importante para un gran número de especies faunisticas entre las que destaca por su importancia económica el borrego cimarrón del desierto (*Ovis canadensis cremnobates*) que comparte el area con el venado bura (*Odocoileus hemionus*), especies exóticas como burros ferales (*Equus asinus*) y depredadores corno el puma (*Puma concolor*), gato montes (Lynx *rufus*), zorra gris (*Urocyon cineroargenteus*), coyote (*Canis latrans*), tejón (*Taxidea taxus*), zorrillo (*Spilogale putorius*), mapache (*Procyon lotor*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), entre muchas otras especies de mamiferos menores, aves, reptiles y anfibios (Ver Hall 1981, Welsh 1988, Ruíz-Campos 1991, Rodriguez 1991, Lopez 1993).

METODO

Localidades de muestreo

Durante el periodo de noviembre de 1997 a. mayo de 1999, se muestrearon ocho diferentes localidades (Observatorio, Cerro del Picacho, Cañón del Diablo, Caiion del Diablito, Cañón La Encantada, Caiion La Providencia, Cañón La Esperanza y Caiion Los Colibries) de la Sierra San Pedro Martir, tanto de la parte Oeste como Este, cubriendo un rango de altitud de los 500 m.s.n.m. hasta los 2800 m.s.n.m

Características vegetales de las localidades de muestreo

En el bosque de coníferas se encuentra la zona del Observatorio, el cual posee una estructura abierta, ya que cuenta con grandes espacios entre los arboles (Montoya 1998). La vegetación que predomina en esta localidad es el pino (*Pinus jeffreyi*) y algunos de los arbustos que se encuentran presentes en el lugar son *Simmondsia* chin*ensis*, Ceanoth*us* greggii, *Arctostaphylos patula*, entre otros (Cruz, 2000). Hacia el lado este de la sierra, la zona de cañones, se caracteriza por presentar una vegetación de tipo matorral xerófito, en donde se encuentran especies como *Larrea tridentata*, *Ambrosia dumosa*, Encelia *farinosa*, *Dalea* spinosa, *Fouqueria splendens*, *Cercidium microphyllum*, entre otras (Minnich et. al. 1994).

Colecta de las muestras

Las heces fecales asi como el material vegetal para la coleccion de referencia fueron colectadas en las localidades de estudio arriba mencionadas. Las heces heron colocadas dentro de bolsas de plástico previamente etiquetadas con la localidad, coordenadas, altitud y fecha. Posteriormente tanto el material vegetal como las heces fecales heron sometidos a la tecnica microhistologica, con el objeto de poder identificar las especies de plantas consurnidas por el borrego cimarron (Galindo 2000)

Colección de referencia

Con las 450 laminillas producto de la colección de referencia, es decir, del material vegetal, se procedió a realizar un catálogo fotográfico de estructuras celulares tomando como base siete tipos de estas: tricomas, tipos de celulas, drusas, cristales, estomas, haces vasculares y glandulas. La tecnica microhistologica sugiere que para identificar una especie se deben reconocer al menos tres estructuras celulares. Bajo este criterio se decidió tomar al menos seis fotografias por especie vegetal con aumentos del 10 y 40X. Para tomar las fotografias se utilizó una cámara con un adaptador para microscopio y se usó un rollo de fotografia de 135 mm a color de asa 200 (Galindo 2000).

Análisis de las muestras problema

Las muestras problema las proporcionó Ayala (2000), quien determino los grupos fecales de hembras y de machos. En total se analizaron 64 muestras de las ocho localidades , de las cuales se obtuvieron tres laminillas, equivalentes a 60 campos en el microscopio. Se montaron en total 195 laminillas del material fecal obteniendose una n = 3900 campos. El análisis de las muestras se llevó a cabo comparando las estructuras celulares de las heces fecales con las registradas en el catálogo fotográfico de estructuras celulares de la coleccion de referencia (Galindo 2000). Los resultados obtenidos del análisis rnicroscopico fueron capturados en una base de datos con el proposito de obtener la frecuencia de las plantas de las cuales se alimenta el borrego cimarron en la Sierra San Pedro Martir.

RESULTADOS

La alimentación del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Mártir consta de setenta y dos especies vegetales, las cuales se muestran en el Cuadro I en donde se indica las especies más consumidas en la parte superior y las especies menos consumidas en la parte inferior.
Entre las especies mas consurnidas estan: Ditaxis *lanceolata, Bromus ciliatus,* Ephedra *nevadensis,* Senecio *spartioides, Graminae 1(NI), Galium wigginsii, Cardiospermum corindum, Eriodictyon angustifolium, Horsfordia newberryi, Pinus jeffreyi, Ceanothus greggii,* Lotus *aff. rigidus, Quercus* peninsu*laris,* Trixis *californica, Salix exigua, Erioneuron pulchellum* y *Quercus aff turbinella,* las cuales tuvieron fiecuencias de ocurrencia entre 39 y 15.

Por otro lado, las especies menos consurnidas heron: *Mimulus cardinalis, Keckiella anthirrinoides, Philadelphus microphyllus, Lupinus excubitus,* Ambrosia *dumosa, Rhus ovata, Stephanomeria* sp., Abies concolor, *Caulanthus stenocarpus, Erigeron foliosum, Astragalus* sp., *Arctostaphylos platyphylla, Monarderlla macranta, Fouqueria splendens,* Compositae 2, *Allium fimbriatum, Heterotheca martirensis, Opuntia* sp., *Paeonia californica* y *Ferocactus acanthodes* las cuales tuvieron frecuencias de ocurrencia entre 4 y 1.

Al analizar las especies de plantas consurnidas por el borrego cimarron de acuerdo a su forma de vida, en el Cuadro I se aprecia que la forma de vida mas consumida, por el numero de especies, es la herbacea, se encontro que el borrego utiliza 33 especies de plantas que corresponden a esta forma, es decir los habitos alimentarios del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Martir estan constituido en un 45.83 % de hierbas, seguido de los arbustos con 17 especies, es decir un 23.61 % de las especies de las que se alimenta el borrego son arbustos, en orden descendente se encuentran tanto las formas de vida pasto como árboles con el mismos número de especies 7, las que representan un 9.72 % de las especies de las cuales se alimenta el borrego y finalmente se encuentran las formas de vida sufrutescente con 5 especies representando el 6.94 % y la suculenta con 3 especies que representa el 4.16 % del total de especies utilizadas por el borrego para alimentarse.

Si se considera las especies de plantas consumidas por el borrego cirnarron agrupándolas por forma de vida, de acuerdo a las fiecuencias relativas del Cuadro I, se puede establecer que borrego cimarron de manera general se alimenta principalmente de hierbas (37.85 %), siguiéndole en orden descendente de consumo los arbustos (25.02 %), pastos (14.83 %), árboles (11.58%), sufrutescentes (9.18 %) y finalmente las suculentas (1.55 %) en la Sierra San Pedro Mártir.

En total se registraron 33 familias, de las cuales tan solo cuatro resultaron ser las mas consumidas: Graminea 36.9 %, Cornpositae 25.1 %, Leguminosea 19.6 y Poligonacea 18.5 %. Por otra parte las familias menos consumidas que presentaron un porcentaje por abajo del 1% fueron: Fouqueriaceae, Ericaceae, Liliaceae y Ranunculaceae. Tambien se pudo determinar las especies de plantas consumidas por machos y hembras, encontrando que las hembras se alimentan preferentemente de hierbas (30.67 %) y pastos (25.94 %) rnientras que los machos lo hacen de arbustos (31.11 %) y arboles (21.56 %) principalmente.

De esta manera se encontró que las especies de plantas mas importantes consumidas por las hembras, son la Graminae 1 no identificada (NI), *Ephedra nevadensis,* Ditaxis *lanceolata,* Lotus aff.

rigidus, *Pinus jeffreyi*, *Cardiospermum corindum*, *Eriodictyon angustifolium*, *Bromus ciliatus* (Cuadro II).

Mientras que para los machos se determino que las especies rnayorrnente consumidas son las siguientes: *Quercus* aff. *turbinella*, *Ceanothus greggii*, *Ditaxis lanceolata*, *Ephedra nevadensis*, *Bromus ciliatus*, *Eriodictyon angustifolium*, *Pinus jeffreyi*, Lotus aff. *rigidus* (Cuadro III).

DISCUSIÓN

Determinación de los hábitos alimentarios del borrego cimarrón

Debido a la diversidad de los habitos alimentarios, el borrego cimarron se considera una especie generalista (Gildart 1999), es una especie con una alta adaptabilidad y apoi-tunista por lo que hace uso de una amplia variedad de plantas (Todd 1972). Este comportamiento queda de manifiesto con los resultados obtenidos en el presente trabajo ya que se determino que el borrego cirnarron en la Sierra de San Pedro Mártir usa 72 especies de plantas, si se observa el Cuadro I en las 17 especies de plantas más consumidas se encuentran representadas casi todos los tipos de formas de vida (hierbas, pastos, arbustos y sufrutescentes), con excepcion de las suculentas, lo que tambien evidencia el comportamiento generalista, es decir el borrego cimarron de la Sierra de San Pedro Mártir al igual que otras poblaciones de borregos cimarrones se alimentan de una amplia variedad de especies de plantas, alimentándose preferentemente de aquellas que estan altamente disponibles (Brown et al. 1977).

La mayoría de los trabajos que se han realizado sobre los habitos alimentarios del borrego cimarron, mencionan las especies que consumen o en qué porcentajes consumen las diferentes formas de vida como pastos, hierbas y arbustos (Yoakum 1962, Brown y McQuivey 1976, Brown et al. 1977). En particular en este trabajo se encontró que los borregos cirnarrones en la Sierra San Pedro Mártir se alimenta de hierba, arbustos y pastos, aunque esto hace una diferencia con otros trabajos en los que encuentran que la alimentación del borrego es predominantemente de arbustos (Russo 1956, Walker 1978, Sandoval 1979, Seegmiller y Ohmart 1981, Cunningham 1982, Dodd y Brady 1988, Krausman et al. 1989) en el suroeste de los Estados Unidos, hay que consideras, que dado el carácter de ser una especie generalista, la alimentación del borrego puede presentar una gran variación, ya que por ejemplo en otros trabajos se ha encontrado que los borregos se alimentan principalmente de pastos como en al caso de las poblaciones de Nevada (Brown, et al. 1977) y la poblacion de borregos cimarrones del Gran Cañon (Hansen y Martin 1973), esta variación en cuanto a las formas de vida predominantes en la alimentación del borrego cimarrón va a depender de la disponibilidad de las plantas presentes en el habitat, esto es los habitos alimentarios del borrego van a estar determinados principalmente por la disponibilidad del alimento más que por la preferencia del borrego (Seegrniller y Ohmart 1981, Brown et al. 1977).
En cuanto a las formas de vida consumidas, las hierbas que fueron más consumidas por el borrego cimarron (*Ditaxis* lanceolata, Ga*lium wigginsii*, *Cardiospermum* corundum, Lotus aff. *rigidus* Phlox *austromontana* y Lotus aff. *argophyllus*) la mayoría resultaron ser perennes, con excepción del género Lotus (Cruz 2000). El mayor consumo de esta especies puede deberse a la alta disponibilidad de las plantas, ya que las anuales (por ejemplo pastos) solo están presentes durante la primavera y el verano, mientras que las perennes se encuentran disponibles a lo largo del año (Cruz 2000).

De los arbustos mas consumidos por el borrego cimarrón (Ephedra *nevadensis, Eriodyction angustifolium, Senecio spartioides, Ceano*thus greggii, *Eriogonium fasciculatum, Simmondsia chinensis*), el mas importante posiblemente sea la jojoba, dado que en algunos estudios realizados en California, consideran a esta especie como clave en la dieta del borrego, además, de que es considerada como un alimento de aceptable calidad nutricional debido a que presenta un alto contenido de lipidos (39.14%) y de proteinas (29.13%) (Lucero, 1995). Otro arbusto que podría ser considerado como importante es *Ephedra* nevadensis, ya que, si bien, en la mayoría de los estudios sobre los habitos alirnentarios del borrego no se menciona esta especie en particular (con excepción del trabajo realizado por Deming 1953), el genero Ephedra sí es mencionado constantemente (Wilson 1968, Deming 1953, Barret 1964, Dunaway 1972, Brown y McQuivey 1976, Brown et al. 1977, Ginnett y Douglas 1982). Probablemente este genero le resulte mas palatable al borrego o posea propiedades de alto contenido nutricional como el caso de la jojoba.

En el caso de los pastos, en el area de los pinos se observaron borregos alimentandose de dos tipos de pasto: *Bromus ciliatus* y *Blefaroneuron tricholepsis* (cem. pers. Acosta A), lo cual fue confirmado con el análisis microhistológico. Se encontro que existe una clara preferencia hacia B*romus* ciliatus, que es anual, posiblernente este le resulte mas palatable al organismo que la especie *Blefaroneuron tricholepsis* (pasto perenne) que se encuentra disponible a lo largo del año (Cruz 2000). Por otro lado, en la zona de cañones, es dificil determinar que especies de pastos resultan importantes en la dieta del organismo, con excepcibn de *Erioneuron pulchellum*. Hay tres casos en los que no se logró deterrninar la especie como en el de las Graminae 1 y 2 y el pasto indeterminado. La especie *Cynodon dactylon* (pata de gallo), es una especie introducida (Seegmiller y Ohmart 1975, 1982), la cual es consumida, aunque en menor grado, por el borrego. Tal vez sería interesante hacer un estudio bromatologico de este pasto en particular y conocer hasta qué punto le resulta benéfico al organismo, dado que no es una especie nativa y que además ha sido reportada como una especie importante en los habitos alimentarios del borrego (Seegmiller y Ohmart 1975, 1982).

Al analizar el consumo de las plantas por familia se encuentra que de las cuatro farnilias más consumidas por el borrego cimarrón, tres se presentaron de manera constante a lo largo del año: las gramíneas, las compuestas y las leguminosas. Esto muy probablernente se debe a que en la sierra San Pedro Martir son las familias mas comunes y a que tienen una amplia variedad de generos y especies lo cual hace que la probabilidad de que el borrego cimarrón se alimente de alguna especie de estas familias sea alta en comparación con algunas otras familias de plantas presentes en la zona (Cruz 2000).

Hábitos alimentarios de hembras y machos

Tanto las hembras como los machos consumen las mismas especies (Cuadro II y 111), sin embargo, ambos sexos las utilizan de manera distinta.
Además las hembras probablernente están mejor nutridas ya que el alimento que consumen tiene una mejor calidad nutricional pues las especies de mayor consumo son hierbas y pastos, rnientras que las especies que los machos consumen son principalmente arbustos. Esto quiere decir que sí existen diferencias en los hábitos alimentarios entre los sexos y que son las hembras las que se alimentan principalmente de pastos y no los machos como lo indican muchos de los estudios realizados en este topico en particular (Barret 1964, Yoakum

1966, Wilson 1968, Brown y McQuivey 1976, Sánchez1976, Brown et al. 1977). Dado que las hembras son las encargadas de mantener la progenie de la poblacion y de acuerdo a los resultados de la investigación realizada por Ayala (2000), en donde se evidencia la presencia de organismos reproductivos la mayor parte del año llegando a presentar dos periodos de nacimientos y no uno como se ha manejado tradicionalmente, es completamente congruente que estas busquen obtener una mejor nutrición que el sexo opuesto, que es precisamente lo que reflejan los resultados aquí expuestos.

En conclusion los habitos alimentarios del borrego cimarrón en la Sierra San Pedro Mártir se pueden considerar como generalistas ya que se alirnenta de setenta y dos especies de plantas sin mostrar alguna preferencia por alguna de las especies de plantas presentes en la Sierra. Las familias de plantas más consurnidas son las mas comunes, abundantes, diversas y permanentes a lo largo del año en la Sierra. Por otra parte la forma de vida que es predominante usada por los borregos en la sierra es la herbácea. Los habitos alirnentarios de hembras y machos son diferentes, pues a pesar de que consumen las mismas especies de plantas, el uso que hace de estas es diferente ya que las hembras consumen predominantemente pastos y hierbas mientras que los machos consumen principalmente arbustos y esta diferencia en la alimentación por sexos muy probablemente este relacionada con aspectos reproductivos de la población.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado en parte por la CONABIO mediante el convenio FB529/L159/97, por CONACYT mediante el convenio I29856-B y los apoyos otorgado por la Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C..Nosotros también agradecemos a Patricia Eaton por su apoyo en la traduccion y revision del trabajo. Ricardo Eaton, Eva Salmon, Jesus Lara y Sonia Ayala ayudaron para la elaboración del manuscrito con sugerencias y la lectura crítica del mismo.

LITERATURA CITADA

Argote, D. L. 1991. El plutón de San Pedro Mártir: Una Visita Geológica. Division de Ciencias de la Tierra, CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. Sierra de San Pedro Martir. 25 pp.

Ayala, C. S. 2000. Desarrollo de una metodologia para determinar los niveles de hormonas esteroidales (P,E,T) en excretas de la población de borrego cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates)* en la sierra San Pedro Martir, Baja Californiz, Mexico. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. I11pp.

Barret, R. H. 1964. Seasonal Food Habits of the Bighorn at the Desert Game Range, Nevada. Desert Bighorn Council Trans. pp. 85-93.

Bronson, F. H. 1989. Mammalian reproductive biology. The University of Chicago Press. Chicago y Londres. 325pp.

Brown, K.W., R.M. Lee, and R. P. McQuivey. 1976. Observations on the Food Habits of Desert Bighorn Lambs. Desert Bighorn Council Trans. pp. 40-41

Brown, K.W.; D. D. Smith and R. P. McQuivey. 1977. Food Habits of Desert Bighorn Sheep in Nevada, 1956-1976. Desert Bighorn Council Trans. pp.32-61

Cruz, V. D. 2000. Diagnosis de las formas de vida y biologicas de la flora vascular de la sierra San Pedro Martir, Baja California.. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California.

Cunningham, S.C. 1982. Some aspects of the ecology of peninsular bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates*) in Carrizo Canyon, Calif M.S. Thesis, Arizona State Univ.,Tempe. 42 pp.

Deming, O. V. 1964. Some Bighorn Foods on the Desert Game Range. Desert Bighorn Council Trans. pp.137-143.

Dodd, N.L. and W. W. Brady. 1988. Dietary relationships of sympatric desert bighorn sheep and cattle. Desert Bighorn Council Trans. pp. I-6

Dunaway, J. D. 1972. Winter Food Habits of California Bighorn Sheep in the Sierra Nevada. Desert Bighorn Council Trans. pp. 21-29

Escoto, R. M. 1994. Balance del Agua del Suelo en tres Sitios de Estudio en la Sierra San Pedro Martir, Baja California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 96pp.

Fish and Wildlife Service. 1949. Bighorn-Deer Food relationships Southern New Mexico. Journal of Wildlife Management. 13 (4):417-419

Galindo, M. E. M. 2000. Habitos alimentarios del borrego cimarron (*Ovis canadensis cremnobates*) en la Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. Tesis de Maestria. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 84 pp.

Gastil, R. G; R. P. Phillips and E. C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir. 140 pp.

Gildart, B. 1999. Mountain Monarchs Bighorn Sheep. NorthWord Press. Minnetonka, Minnesota. 127pp.

Geist, V. 1971. Mountain Sheep: A Study in Behavior and Evolution. The University of Chicago Press. Chicago. 383pp.

Ginnet, F. T. and L. C. Douglas. 1982. Food Habits of Feral Burros and Desert Bighorn Sheep in Death Valley National Monument. Desert Bighorn Council Trans. pp. 81-86.

Hall, R. E. 1981. The Mammals of North America. 2da edición. A Wiley Interscience Publication. New York. Vol I y II. 1175 pp.

Halloran, F. A. y H. B. Crandell. 1953. Notes on Bighorn Food in the Sonoran Zone. Journal of Wildlife Management. 17(3):318-320.

Hansen, R.M. and P.S. Martin. 1973. Ungulates diets in the lower Gran Canyon. J. Range Manage. 26: 380-381.

Krausman, P. R., B. D. Leopold, R. F. Seegmiller, and S. G. Torres. 1989. Relationships between desert bighorn sheep and habitat in western Arizona. Wildl. Monogr. 102: 1-66.

López, A. G. 1993. Composición Sistematica y Ecologica de la Ornitofauna del habitat del Noroeste

de Baja California, Mexico. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 74 pp.

Lucero, J. E. 1995. Determinación de la calidad nutricional de la flora utilizada como alimento por el grupo etnico Kolew de Arroyo de Leon, Baja California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. 92pp.

Minnich, R; E. Franco-Vizcaino; J. Sosa Ramírez; M. G. Barbour; J. H. Burk and W.J. Barry. 1994. The Potential of the Sierra San Pedro Martir as a Biosphere Reserve. Report to the Project on Natural Protected Áreas of Mexico.

Minnich, R. A; y E. Franco-Vizcaíno. 1999. Protección de la Vegetación y los Regímenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California. Fremontia. Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de Baja California. Edición Especial. 29 pp.

Montoya, L. M. 1998. Evaluación del habitat del borrego cimarron (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot, 1903) con fines de manejo en la Sierra San Pedro Mártit, Baja California, Mexico. Tesis Maestria. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. 94pp

Peña, J. M. y R. Habib de Peña 1980. La Tecnica Microhistológica. Serie Tecnico Científica, volumen I. SARH..1-12 pp.

Reyes, C. S y J. Garcia. 1991. Climatologia de Baja California: Sierra de San Pedro Mártir. Grupo de Meteorología. CICESE. Memorias de la III Semana de la Exploracion y la Historia. 29 pp.

Rodriguez, M. M. 1991. Las Aves de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Memorias de la III Semana de la exploración y la Historia. 41, 44 pp.

Rodriguez, M. M. y G. Ruiz. 1993. Estudio poblacional y de habitat del Borrego Cimarron (*Ovis candensis cremnobates*, Elliot 1904) en Cañada Jaquejel y Arroyo Grande, Baja California, México: Periodo verano y otoño de 1992. Informe tecnico final, convenio SEDESOL-UABC 8472. Ensenada Baja California. 9p.

Ruiz-Campos, G. 1991. Caracterización Limnológica de los Arroyos de la Sierra San Pedro Mártir, como Hábitats de la Trucha Endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann). Facultad de Ciencias Universidad Autónoma de Baja California. Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia. 39, 40 pp.

Russo, J.P. 1956. The desert bighorn sheep in Arizona. Ariz. Game and Fish Wildl. Bull. 1. 153 pp.

Sanchez, D. R. 1976. Analysis of Stomach Contents of Bighorn Sheep in Baja California. Desert Bighorn Council Trans. pp. 21-22

Sandoval, A.V. 1979. Preferred habitat of desert bighorn sheep in the San Andres Mountains, New Mexico. M.S. Thesis, Colorado State Univ., Fort Collins, 242 pp.

Schemnitz, D. S. 1980. Wildlife Management techniques manual. The Wildlife Society. Washington D.C.113-115 pp.

Seegmiller, R.F. and R.D. Ohmart, 1975. Feral burros within desert bighorn habitat. Desert Bighorn Council Trans. pp. 19-45

Seegmiller, R.F. and R.D. Ohmart, 1981. Ecological relationship of feral burros and desert bighorn sheep. Wildl. Monogr. 78: 1-58

Seegrniller, F.R. y R. D. Ohmart. 1982. Desert bighom lamb and adult-yearling diets form western Arizona. Desert Bighorn Council Trans. pp. 34-37.

Sosa, R. J. 1991. Los Bosques de la Sierra de San Pedro Martir. CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. San Pedro Martir. 34 pp.

Todd, J.W. 1972. A literature review on bighom sheep food habits. Colo. Div. of Game, Fish and Parks Spec. Rep. 27. 21 pp.

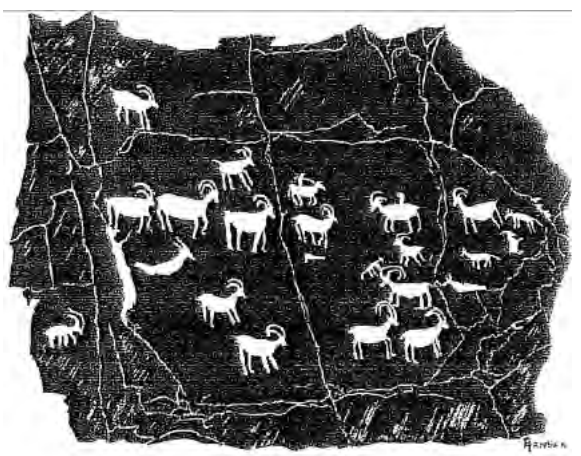
Walker, M.T. 1978. Ecological similarities between feral burros and desert bighorn sheep, Black Mountains, northwestern Arizona. M.S. Thesis, Arizona State Univ., Tempe. 113 pp.

Welsh, H. H. Jr. 1988. *An* Ecogeographic Analysis of the Herpetofauna of the Sierra San Pedro Mártir Region, Baja California, with a Contribution to the Biogeography of the Baja California Herpetofauna. Proc. Calf. Acad of Sci. 46(1):23-32 pp.

Wilson, L..O. 1968.Distribution and ecology of the desert bighorn in southeastern Utha. Ut. Div. Fish and Game Pub. 65-5. 219 pp.

Yoakum, J. 1962. Bighorn Food Habit-Range Relationships in the Silver Peak Range, Nevada. Desert Bighorn Council Trans. pp. 95-102.

Yoakum J. 1966. Comparison of Mule Deer and Desert Bighorn Seasonal Food Habits. Desert Bighorn Council Trans. pp. 65-70.



Cuadro I. Especies consumidas por el borrego cimarrón en la sierra San Pedro Mártir.

Especie	Forma de Vida	Frecuencia	Frecuencia Relativa
Ditaxis lanceolata	Hierba	39	5.51
Bromus ciliatus	Pasto	32	4.52
Ephedra nevadensis	Arbusto	31	4.38
Senecio spartioides	Arbusto	30	4.24
Graminae 1(NI)	Pasto	27	3.81
Galium wigginsii	Hierba	26	3.67
Cardiospermum corindum	Hierba	26	3.67
Eriodictyon angustifolium	Arbusto	25	3.53
Horsfordia newberryi	Sufrutescente	21	2.97
Pinus jeffreyi	Arbol	21	2.97
Ceanothus greggii	Arbusto	20	2.82
Lotus aff. *rigidus*	Hierba	18	2.54
Quercus peninsularis	Arbol	17	2.40
Trixis californica	Sufi-utescente	17	2.40
Salix exigua	Arbol	16	2.26
Erioneuron pulchellum	Pasto	16	2.26
Quercus aff *turbinella*	Arbol	15	2.12
Eriogonium fasciculatum	Arbusto	12	1.69
Simmondsia chinensis	Arbusto	12	1.69
Acalipha californica	Sufrutescente	12	1.69
Phlox austromontana	Hierba	11	1.55
Blefaroneuron tricholepsis	Pasto	11	1.55
Lotus aff. *argophyllus*	Hierba	10	1.41
Carex globosa	Hierba	9	1.27
Nolina palmeri	Suculenta	9	1.27
Abronia villosa	Hierba	9	1.27
Beloperome cnlifornica	Sufrutescente	9	1.27
Lotus aff. *scoparius*	Hierba	8	1.13
Baccharis sergiloides	Arbusto	8	1.13
Astrolepis cochinensis	Hierba	8	1.13
Hyptis emoryi	Arbusto	8	1.13
Bursera hindsiana	Arbusto	8	1.13
Castilleja aff. *foliosa*	Hierba	8	1.13
Janusia gracilis	Hierba	8	1.13
Compositae *1*	Hierba	7	0.99
Salvia pachyphylla	Hierba	7	0.99
Graminae *2*	Pasto	7	0.99
Pasto indeterminado	Pasto	7	0.99
Indeterminada	Hierba	7	0.99
Linanthus melingii	Hierba	7	0.99
Ambrosia ambrosoides	Hierba	7	0.99
Happlopapus arborescens	Arbusto	6	0.85
Acacia greggii	Arbol	6	0.85
Euphorbia palmeri	Hierba	6	0.85

Especies más consumidas

Cuadro I. Especies consumidas por el borrego cimarrón en la sierra San Pedro Mártir.

Encelia farinosa	Sufrutescente	6	0.85
Aristida aff. *fendleriana*	Hierba	5	0.71
Cynodon dactylon	Pasto	5	0.71
Morzardella linioides	Hierba	5	0.71
Janusia jamesii	Hierba	5	0.71
Dalea **sp.**	Hierba	5	0.71
Eriogonium elongatum	Hierba	4	0.56
Cercidium microphyllum	Arbol	4	0.56
Mimulus cardinalis	Hierba	4	0.56
Keckiella anthirrinoides	Arbusto	3	0.42
Philadelphus microphyllum	Arbusto	3	0.42
Lupinus excubitus	Hierba	3	0.42
Ambrosia dumosa	Arbusto	3	0.42
Rhus ovata	Arbusto	3	0.42
Stephanomeria sp.	Hierba	3	0.42
Abies concolor	Arbol	3	0.42
Caulanthus stenocarpus	Hierba	3	0.42
Erigeron foliosum	Hierba	2	0.28
Astragalus sp.	Hierba	2	0.28
Arctostaphylos platyphylla	Arbusto	2	0.28
Monardella macranta	Hierba	2	0.28
Fouqueria splendens	Arbusto	2	0.28
Compositae *2*	Hierba	2	0.28
Allium fimbriatum	Hierba	1	0.14
Heterotheca martirensis	Arbusto	1	0.14
Opuntia sp.	Suculenta	1	0.14
Paeonia californica	Hierba	1	0.14
Ferocactus acanthodes	Suculenta	1	0.14

Especies menos consumidas

Cuadro II. Especies vegetales consumidas por hembras en la sierra San Pedro Mártir.

Especie	Forma de Vida	Frecuencia	Frecuencia Relativa	
Gramínea 1(NI)	Pasto	58	14.46	Especies mas consumidas
Ephedra nevadensis	Arbusto	43	10.72	
Ditaxis lanceolata	Hierba	43	10.72	
Lotus aff. *rigidus*	Hierba	39	9.73	
Pinus jeffreyi	Arbol	31	7.73	
Cardiospermum corindum	Hierba	26	6.48	
Eriodictyon angustifolium	Arbusto	26	6.48	
Bromus ciliatus	Pasto	25	6.23	
Horsfordia newberryi	Sufi-utescente	25	6.23	
Erioneuron pulchellum	Pasto	21	5.24	
Ceanothus greggii	Arbusto	18	4.49	
Galium wigginsii	Hierba	15	3.74	
Senecio spartioides	Arbusto	11	2.74	
Quercus aff. *turbinella*	Arbol	9	2.24	
Trixis californica	Sufrutescente	6	1.50	Especies menos consumidas
Salix exigua	Arbol	4	1.00	
Quercus peninsularis	Arbol	1	0.25	

Cuadro III. Especies vegetales consumidas por machos en la sierra San Pedro Mártir

Especie	Forma de Vida	Frecuencia	Frecuencia Relativa	
Quercus aff. *turbinella*	Arbol	53	10.11	Especies mas consumidas
Ceanothus greggii	Arbusto	52	9.92	
Ditaxis lanceolata	Hierba	49	9.35	
Ephedra nevadensis	Arbusto	49	9.35	
Bromus ciliatus	Pasto	48	9.16	
Eriodictyon angustifolium	Arbusto	48	9.16	
Pinus jeffreyi	Arbol	38	7.25	
Lotus aff. *rigidus*	Hierba	28	5.34	
Trixis californica	Sufrutescente	28	5.34	
Cardiospermum corindum	Hierba	24	4.58	
Erioneuron pulchellum	Pasto	23	4.39	
Quercus peninsularis	Arbol	21	4.01	
Gramínea 1(NI)	Pasto	20	3.82	
Galium wigginsii	Hierba	16	3.05	
Horsfordia newberryi	Sufi-utescente	15	2.86	
Senecio spartioides	Arbusto	14	2.67	Especies menos consumidas
Salix exigua	Arbol	1	0.19	

BIGHORN SHEEP POPULATION SAMPLING IN BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

JORGE ALANIZ-GARCIA, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal, Ensenada, Baja California.

RAYMOND M. LEE, FNAWS, 720 Allen Ave., Cody, Wyoming 82414

Abstract: Air flights are one of the most important survey techniques in wildlife management, for bighorn sheep (*Ovis* canadensis). It has been proven to be quite effective in obtaining population estimates. An evaluation of the bighorn sheep population was achieved from October 18 to the 22, 1999, in the following areas: Sierra Las Tinajas, Cañada Jaquegel, Sierra San Felipe, Sierra Las Pintas, Sierra San Pedro Mártir, Sierra Santa Isabel, Sierra Santa Rosa, Sierra La Asamblea, Sierra Calamajue and El Mármol, in the northern and southern sections of the state, respectively. A total of 13 flights were accomplished by helicopter, with a time of 33 hours 14 minutes, fi-om which 23 hours 45 minutes were used to survey (real observation) the areas in question. A total of 282 sheep were observed in 62 groups, in which the structure of the population was: 33 lambs, 17 young males, 19 young females, 6 males class 1, 16 males class 2, 32 males class 3, 29 males class 4 and 130 ewes. Of the total observations 11.7 % were lambs, 12.76 % were young males and females, 46.1 % were ewes and 29.43 % were rams class 1, 2, 3 and 4.

Key *words*: Population Estimate, bighorn sheep, *Ovis canadensis*, Baja California, Sierra Santa Isabel, Sierra San Pedro Mártir, Sierra Las Pintas.

INTRODUCTION

The bighorn sheep of the desert (*Ovis* canadensis) fi-om the Baja California Peninsula has a high local value, national and international, by its importance in the ecosystems where it inhabits, as well as for its economic value..The population of the bighorn sheep of the desert has decreased drastically during the last 20 years in Baja California. In optimistic evaluations Alvarez (1976) shows a population of 4,500 to 7,800 sheep, thereinafter Monson and Summer (1980) report a population of 1,500 to 3,000 sheep.

In April 1992, personnel of the Bighorn Research Institute of Califoinia accomplished the first census in Baja Califoinia, observing 603 sheep in 68 flight hours, the estimated population was 780 to 1,170 bighorn sheep, the study area included from Sierra Cucapa to Sierra de Santa Isabel (De Forge et al. 1993). In the summer and autumn of 1992, the Universidad Autónoma de Baja California completed a populational study and of habitat in the Arroyo Grande region and Cañada Jaquegel in an area of 900 km2, where 85 sheep were observed in summer and 35 in autumn. In September 1995, the Mexican Foundation for the Conservation of the bighorn sheep and the Foundation for North American Wild Sheep carried out a sampling from Sierra

Cucapá to Sierra La Asamblea in a time of 32.1 hours, observing 279 sheep in this area. In May 1997, the Universidad Autónoma de Baja Califomia sampled the sheep population from Sierra la Sirena to Sierra de San Pedro Martir, in a time of 45 flight hours, observing 64 sheep. Currently this subspecies has been declared under protection from presidential decree issued in December 1990, until the sheep population of Baja California can be estimated and evaluated scientifically (Daily Official, December 24 1990).

METHODOLOGY

The air census is one of the most important techniques in the wildlife management, and mainly for the study of the bighorn sheep, it has been proven to be effective upon obtaining estimates on their populations. An evaluation of bighorn sheep was carried out from October 18 to the 22, 1999, throughout the sierras of the northern and central parts of the Baja California State (Figure 1). A helicopter Hughes 500D was used, with room capacity for a pilot and three passengers, equipped with a geographical locator, the doors were detached fiom the chopper to increase the visibility of the observers. The helicopter overflew at a speed of 80 to 100 km/hr during the search time, speeding down while sheep groups and lonely individuals were spotted.

The arrival and departure times, beginning and end of the observations, general climatic conditions, latitude with geolocator (GLT), longitude (in degrees, minutes and seconds), altitude, as well as the presence of other type of fauna, were all registered to be processed as data. While observing the bighorn sheep an approximation was accomplished in order to count them and to identify sex and age according to the Geist (1971) classification, in which lambs of 0.5 years (Sk) are recognized, juvenile males of 1.5 years (Jm), juvenile females of 1.5 years (Jf), adult females of more than 2 years (Af), and males class 1 of 2.5 years (M1), males class 2 of 3.5 to 6 years (M2), males class 3 of 6 to 8 years (M3), males class 4 of 8 to 16 years (M4), according to the development of the horns.

RESULTS

A total of 13 flights with helicopter were completed, with a flight time of 33 hours 14 minutes, of which 23 hours 45 minutes were of direct observation. The counts were achieved in ten areas where the bighorn sheep is distributed throughout the northern and central parts of the Baja California State. The sampled areas were: Sierra Las Tinajas, Cañada Jaquegel, Sierra San Felipe, Sierra Las Pintas, Sierra. San Pedro Martir, Sierra Santa Isabel, Sierra Santa Rosa, Sierra La Asamblea, Sierra Calamajue, and El Mármol.

There were 282 sheep observed in a total of 62 groups, from which 33 were lambs, 17 were young males, 19 young females, 6 males class 1, 16 males class 2, 32 males class 3, 29 males class 4, and 130 ewes, the population structure is presented in table I; from the whole observation 11.7 % wese lambs, 12.76 % were yearlings, 46.1 % were ewes, and 29.43 % were males class 1, 2, 3, and 4. The proportion for each 100 ewes was presented as 61 rams: 100 ewes: 25 lambs: 27 yearlings. From the 33.3 total flight hours and 282 counted sheep, a general observation rate of 8.5 animals

by flight hour is presented. If we take the 23.8 real observation hours with the same 282 sheep, we end up with a rate of 11.8 animals by flight hour. The percentage of the groups per age/sex for 1992, 1995 and the present study in 1999 is presented in table II.

DISCUSSION

In Sierra Las Tinajas, a total of 25 sheep were observed, from which: 2 are lambs, 2 are male and female juveniles, 1 male class 1, 1 male class 2, 5 males class 3, 4 males class 4, and 10 adult females. In this area no cattle activity was detected. The habitat conditions for the sheep are, food, little water, sloppy ground, refuge and resting places. As for Sierra San Pedro Mártir, a total of 72 sheep were counted, fi-om which: 9 are lambs, 10 are male and female juveniles, 1 male class 1, 2 males class 2, 6 males class 3, 8 males class 4, and 36 adult females. In the study area no cattle activity was detected. The habitat conditions are, enough water, food, sloppy ground, refuge and resting places.

In Sierra San Felipe, 25 sheep were observed, fi-om which: 4 are lambs, 4 are male and female juveniles, 1 male class 1, 1 male class 2, 3 males class 3, 2 males class 4, and 10 adult females. This study area does not present cattle activity. The habitat conditions are, little water, food, sloppy ground, refuge and resting places. Whereas in Sierra Las Pintas only an adult female (> 7-year-old), that was in terrible condition and running with difficulty, was observed. We observed no greater sheep activity in this sierra in spite of relying on plenty of food, water, sloppy ground, refuge, and not presenting cattle activity. However, a great impact in the habitat was present due to the activity of the mining company that operates in this site.

In Sierra Santa Isabel, 125 sheep were observed, from which: 15 are lambs, 15 are male and female juveniles, 3 males class 1, 9 males class 2, 14 males class 3, 11 males class 4, and 58 adult females. This area exhibits a good habitat for bighorn sheep because it offers: food, water, sloppy ground, refuge and resting places and it does not present cattle activity. As for Sierra La Asamblea, 33 sheep were observed, fi-om which: 3 are lambs, 5 are male and female juveniles, 3 males class 2, 3 males class 3, 4 males class 4, and 15 adult females. This area also exhibits a good habitat for bighorn sheep upon presenting: food, water, sloppy ground, refuge and resting places, and cattle activity is not observed.

In the El Marmol area only 1 individual male class 3 was observed. However this area presents great quantity of water, refuge, resting places, food, and no cattle activity is observed. As for Sierra de Santa Rosa, Sierra de Calamajue, Cañada Jaquegel, and Arroyo Grande, not a single sheep was observed.

The previous results and comparisons demonstrate that the present situation of the bighorn sheep is not too fortunate. The historic estimates indicate a general decrease in the number of the bighorn sheep in the Baja California State. As of the data obtained in this census for the sheep sierras of the State, there is a contrast between Sierra Santa Isabel with an abundant population and a favorable populational structure and Sierra Las Pintas in which the alteration of the habitat has made an impact on the population provoking practically the absence of sheep in this zone.

LITERATURE CITED

Alvarez, S. 1976. Status of the bighorn sheep population in Baja California. Desert Bighorn Council Transactions. 20:18-21.

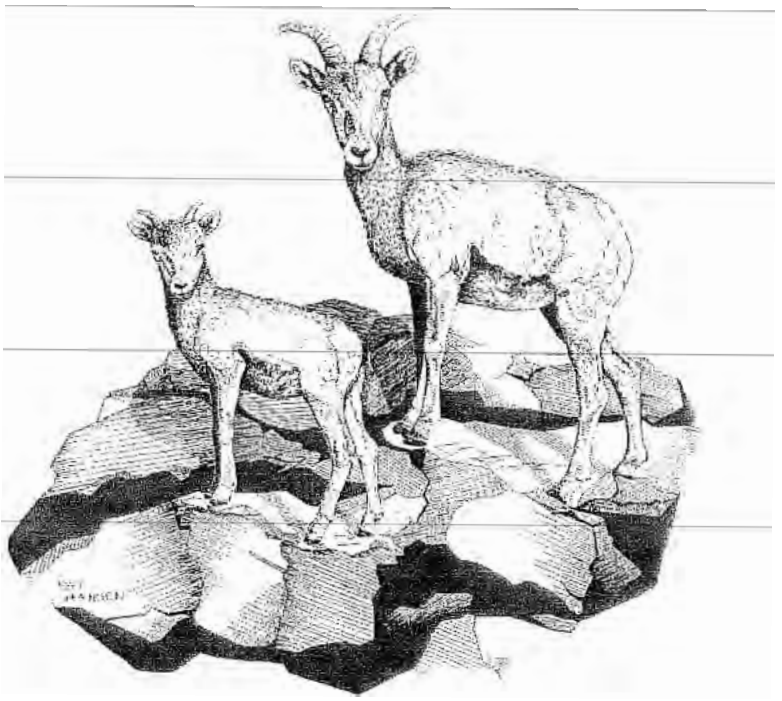
DeForge, J. R., S. D. Osterman, D. E. Toweill, P. E. Cyrog, and E. M. Barrett. 1993. Helicopter survey of peninsular bighorn sheep in northern Baja California. Desert Bighorn Council Transactions 37:24-28

Geist, V. 1968. On delayed social and physical maturation in mountain sheep. Canada Journal of Zoology, 46:899-904

Geist, V. 1971. Mountain sheep. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 383 pp.

Monson, G. And L. Summer, eds. 1980. The desert bighorn. University of Arizona Press, Tucson. 370 pp.

Remington, R., and G. Welsh. 1989. Surveying bighorn sheep. Pages 63-81. in. R. M. Lee. Ed. The desert bighorn sheep in Arizona. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, Arizona. 265 pp.



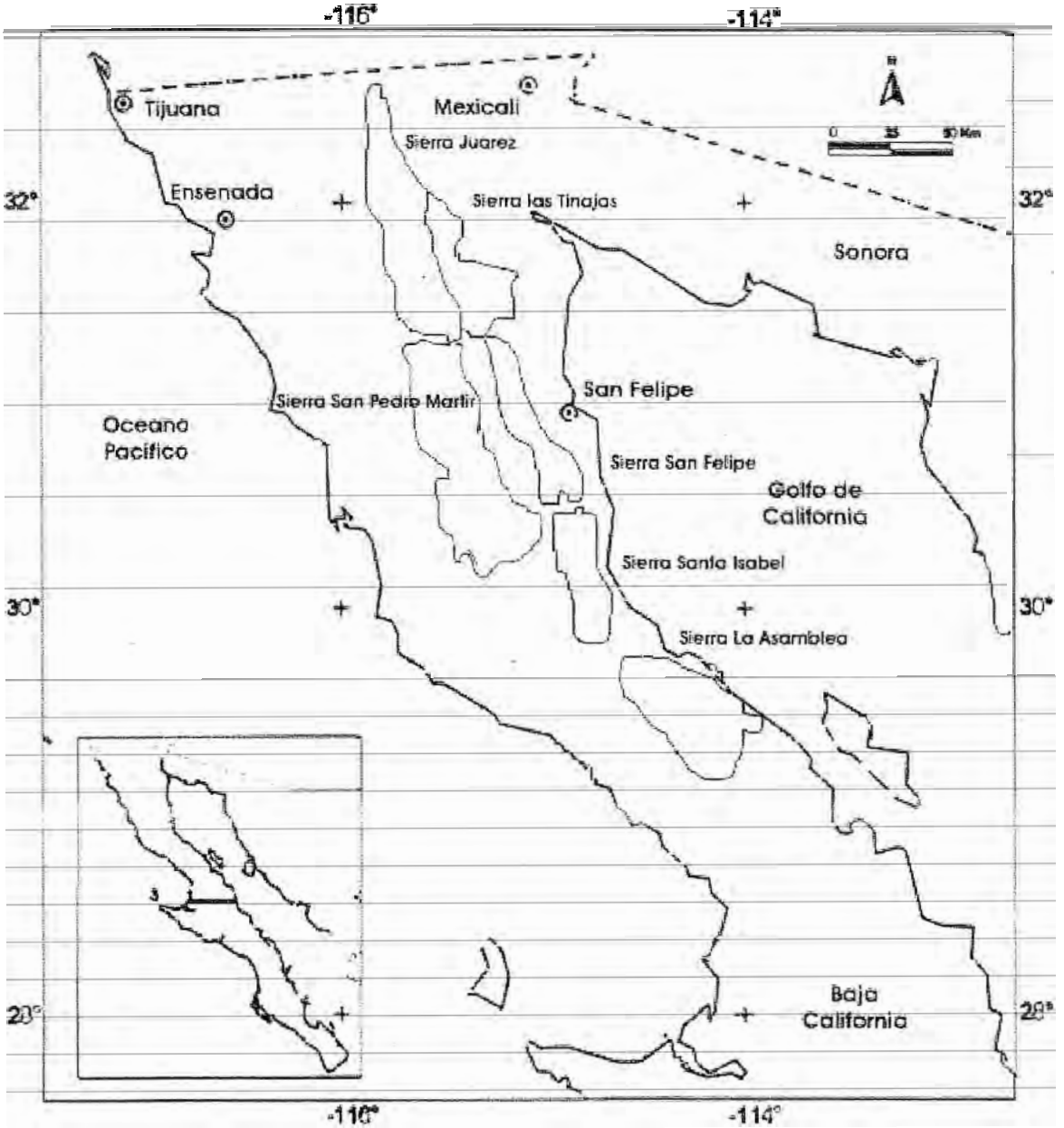


Figure 1. Location of the study area in northeastern Baja California, Mexico.

Table 1. The bighorn sheep (*Ovis canadensis)* population structure observed during the sampling carried out in October 1999, in Baja California, Mexico.

STUDY AREA	M1	M2	M3	M4	HA	Cr	Mj	Hj	TOTAL	GROUPS
SIERRA LAS TINAJAS	1		5	4	10	2	2	0	25	9
C. JAQUEGEL, A. GRANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA LAS PINTAS	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
SIERRA SAN FELIPE	1	1	3	2	10	4	3		25	9
SIERRA SAN PEDRO M.	1	2	6	8	36	9	5	5	72	12
SIERRA SANTA ROSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA SANTA ISABEL	3	9	14	11	58	15	7	8	125	25
SIERRA DE CALAMAJUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA LA ASAMBLEA	0	3	3	4	15	3	2	3	33	5
EL MÁRMOL	0	0	1	0	0	0	0		1	1
POPULATIONAL STRUCTURE	M1	M2	M3	M4	HA	Cr	Mj	Hj		
TOTAL =	6	16	32	29	130	33	17	19	282	62

Table 2. Comparative table of the percentage of the groups per age/sex for 1992, 1995 and the data obtained in the present study of the bighorn sheep in Baja California, Mexico.

Group age/sex	1992	1095	1999
Rams	16.1	*27.2*	23.7
Ewes	*50.2*	48.0	46.8
Lambs	22.4	20.4	11.7
Yearlings	11.3	4.3	12.

MUESTREO POBLACIONAL DE BORREGO CIMARRON EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

JORGE ALANIZ-GARCIA, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal 22800, Ensenada, Baja California.

RAYMOND M. LEE, FNAWS 720 Allen Ave. Cody, Arizona 82414

Resumen: Los vuelos aereos son una de las tecnicas mas importantes en el manejo de fauna silvestre y principalmente para el borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), ha demostrado ser efectivo para obtener estimaciones sobre sus poblaciones. Del 18 al 22 de octubre de 1999, se realizó una estimacibn de borrego cimarron en la zona comprendida entre: Sierra Las Tinajas, Cañada Jaquegel, Sierra San Felipe, Sierra Las Pintas, Sierra San Pedro Mártir, Sierra Santa Isabel, Sierra Santa Rosa, Sierra La Asamblea, Sierra Calamajue y El Mármol, en la parte norte y sur del estado. Se realizaron un total de 13 vuelos con helicóptero, con un tiempo de 33 horas 14 minutos, donde 23 horas 45 minutos fueron de observación real. Se observaron un total de 282 borregos en 62 grupos, donde la estructura de la población es: 33 son crías, 17 son machos jbvenes, 19 hembras jóvenes, 6 machos clase 1, 16 machos clase 2, 32 machos clase 3, 29 machos clase 4 y 130 hembras adultas. Del total de observaciones el 11.7 % son crías, el 12.76 % son machos y hembras jóvenes, el 46.1 % son hembras adultas y el 29.43 % son machos clase 1, 2, 3 y 4.

Palabras clave: Estimación Poblacional, Borrego Cimarrón, *Ovis canadensis*, Baja California, Sierra Santa Isabel, Sierra San Pedro Mártir, Sierra Las Pintas.

INTRODUCCION

El borrego cimarró del desierto (*Ovis canadensis*) de la Peninsula de Baja California tiene un alto valor local, nacional e internacional, tanto por su importancia en los ecosistemas donde habita, como por su valor económico. En los ultimos 20 años la poblacion de borrego cimarron del desierto ha disminuído drásticamente en Baja California. En estimaciones optimistas Alvarez (1976) muestra una población de 4,500 a 7,800 borregos, posteriormente Monson y Summer (1980) reportan una poblacion de 1,500 a 3,000 borregos.

En abril de 1992, personal del Bighorn Research Institute de California realizó el primer censo en Baja California, observando 603 borregos en 68 horas de vuelo, la poblacibn estimada fue de 780 a 1,170 borregos cimarrones , el area de estudio comprendió de la Sierra Cucapa a la Sierra de Santa Isabel (De Forge et al. 1993). En verano y otoño de 1992, la Universidad Autonoma de Baja California realizó un estudio poblacional y de habitat en la region de Arroyo Grande y Cañada Jaquegel en un área de 900 km2, donde se observaron 85 borregos en verano y 35 en el otoño. En septiembre de 1995, la Fundacion Mexicana para la Conservación del Borrego Cimarron y la Fundation for North American Wild Sheep, llevaron a cabo un muestreo desde Sierra Cucapa a

Sierra La Asamblea en un tiempo de 32.1 horas, observando 279 borregos en esta área. En mayo de 1997, la Universidad Autónoma de Baja. California muestreó la población de borrego desde Sierra la Sirena a Sierra de San Pedro Mártir, en un tiernpo de 45 horas de vuelo, observando 64 borregos. Actualmente esta subespecie esta declarada en proteccio a partir del decreto presidencial emitido en Diciembre de 1990, hasta que la población del borrego en Baja California sea estirnada y evaluada cientificamente (Diario Oficial, 24 de Diciembre de 1990).

METODOLOGIA

El censo aereo es una de las técnicas más importantes en el manejo de fauna silvestre, y principalmente para el borrego cimarron ha dernostrado ser efectivo al obtener estimaciones sobre sus poblaciones. Se realizó una estimación de borrego cirnarron del 18 al 22 de octubre de 1999, en las sierras de la parte norte y centro del Estado de Baja California (Figura 1). Se utilizó un helicóptero Hughes 500D, con capacidad para el piloto y tres observadores equipado con posicionador geográfico, a la nave se le desprendieron las puertas para aumentar la visibilidad de los observadores. La nave sobrevolo a velocidad de entre 80 y 100 km/hr en el tiempo de busqueda, bajando de velocidad al momento de localizar grupos de borregos y ejemplares solos.

Se registro el tiempo de salida de la nave y tiempo de llegada, hora de inicio y terrnino de las observaciones, condiciones climaticas generales, y con el geoposicionador (GPS) la latitud, longitud (en grados,minutos y segundos) y la altitud, asi como la presencia de otro tipo de fauna. Al observar borregos se realizó una aproximación con el objeto de contarlos e identificar sexo y edad de acuerdo con la clasificación de Geist (1971), en la que se reconocen crias de 0.5 años (Cr), machos juveniles añeros de 1.5 años (Mj), hembras juveniles añeros de 1.5 años (Hj), hembras adultas de mas de 2 años (HA), y machos clase 1 de 2.5 años (M1), machos clase 2 de 3.5 a 6 años (M2), machos clase 3 de 6 a 8 años (M3), machos clase 4 de 8 a 16 años (M4), de acuerdo con el desarrollo de la cornamenta.

RESULTADOS

Se realizaron un total de 13 vuelos con helicoptero, con un tiempo de 33 horas 14 rminutos de vuelo, donde 23 horas 45 minutos fueron de observación directa Los conteos fueron en diez areas donde se distribuye el borrego cimarrón en la parte norte y centro del Estado de Baja California. Las areas muestreadas heron: Sierra Las Tinajas, Cañada Jaquegel, Sierra San Felipe, Sierra Las Pintas, Sierra San Pedro Mártir, Sierra Santa Isabel, Sierra Santa Rosa, Sierra La Asamblea, Sierra Calaxnajue, y El Marmol.

Se observaron 282 borregos en un total de 62 grupos, de los cuales 33 son crias, 17 son machos jovenes, 19 hembras jovenes, 6 machos clase 1, 16 machos clase 2, 32 machos clase 3, 29 machos clase 4, y 130 hembras adultas, la estructura de la población se presenta en la tabla I; del total de observaciones el 11.7 % son crias, el 12.76 % son machos y hembras jovenes, el 46.1 % son hembras adultas, y el 29.43 % son machos clase 1,2,3,y 4. La proporción para cada 100 hembras se present6 como

61 machos:100 hembras: 25 crias: 27 afieros.

De las 33.3 horas totales de vuelo y los 282 borregos contados, se presenta una tasa general de observacion de 8.5 animales por hora de vuelo. Si tomamos las 23.8 horas de observacion real con los mismos 282 borregos, tenemos una tasa de 11.8 animales por hora de vuelo. En la tabla II se presenta el por-ciento de los grupos de edad /sexo para 1992, 1995 y el presente estudio en 1999.

DISCUSIÓN

En Sierra Las Tinajas, se obsei-varon un total de 25 borregos, donde: 2 son crias, 2 son machos y hembras juveniles, 1 macho clase 1, 1 macho clase 2, 5 machos clase 3, 4 machos clase 4, y 10 hembras adultas. En esta área no se detect6 actividad ganadera. Las condiciones de habitat para el borrego son, alimento, poca agua, terreno con pendientes fuertes refugio y echaderos.

Para Sierra San Pedro Mártir, se contaron un total de 72 borregos, donde: 9 son crias, 10 son machos y hembras juveniles, 1 macho clase 1, 2 machos clase 2, 6 machos clase 3, 8 machos clase 4, y 36 hembras adultas. En el area de estudio no se detectó actividad ganadera. Las condiciones de habitat son, bastante agua, alimento, terreno con fuertes pendientes, refbgio y echaderos.

En Sierra San Felipe, se obsei-varon 25 borregos, donde : 4 son crias, 4 son machos y hembras juveniles, 1 macho clase 1, 1 macho clase 2, 3 machos clase 3, 2 machos clase 4, y 10 hembras adultas. Esta area de estudio no presenta actividad ganadera. Las condiciones de habitat son, poca agua, alimento, terreno con pendientes, refbgio y echaderos.

Para Sierra Eas Pintas, se observó solamente una hembra adulta (> de 7 años) en muy malas condiciones, con dificultad para correr rapidamente. Esta sierra a pesar de contar con alimento, agua, pendientes fuertes, refugio, y no contar con actividad ganadera, no se observó mayor actividad de borregos. Sin enbargo, se presenta un gran impacto en el habitat por la actividad de la compañia minera que opera en este sitio.

En Sierra Santa Isabel, se observaron 125 borregos, donde: 15 son crias, 15 son machos y hembras juveniles, 3 machos clase 1, 9 machos clase 2, 14 machos clase 3, 11 machos clase 4, y 58 hembras adultas. Esta area cuenta con un habitat bueno para el borrego, al presentar: alimento, agua, fuertes pendientes, refugio echaderos, y no presenta actividad ganadera.

Para Sierra La Asamblea, se obsei-varon 33 borregos, donde: 3 son crias, 5 son machos y hembras juveniles, 3 machos clase 2, 3 machos clase 3 , 4 machos clase 4, y 15 hembras adultas. Esta area cuenta con un habitat bueno para el borrego al presentar: alimento, agua, pendientes, refugio, echaderos, y no se obsei-va actividad ganadera.

En el area de El Marmol, solo se observó 1 ejemplar macho clase 3. Sin embargo esta area presenta gran cantidad de agua, refbgio, echaderos, alimento, y no se observa actividad ganadera.

Para la Sierra de Santa Rosa, Sierra de Calamajue, Cañada Jaquegel, y Arroyo Grande, no se observó borrego.

Los resultados y comparaciones anteriores demuestran que la situación presente del borrego cimarron no es halagadora. Las estimaciones históricas indican una disminución general en el número de borregos cimarrones en el Estado de Baja California.

A partir de los datos obtenidos en este estudio para las sierras borregueras del estado, contrastan la Sierra Santa Isabel con una poblacion abundante y una estructura poblacional favorable contra la Sierra Las Pintas en la cual la alteración del habitat ha impactado fuertemente, provocando prácticamente la ausencia de borrego en esta zona.

LITERATURA

Alvarez, S. 1976. Status of the bighorn sheep population in Baja California. Desert Bighorn Council Transactions. 20:18-21.

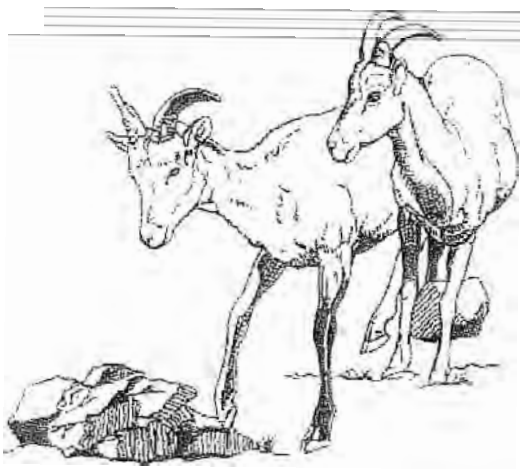
DeForge, J. R., S. D. Osterman, D. E. Toweill, P. E. Cyrog, and E. M. Barrett. 1993. Helicopter survey of peninsular bighorn sheep in northern Baja California. Desert Bighorn Council Transactions 37:24-28

Geist, V. 1968. On delayed social and phisical maturation in mountain sheep. Canada Journal of Zoology, 46:899-904

Geist, V. 1971. Mountain sheep. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 383 pp.

Monson, G. And L. Summer, eds. 1980. The desert bighom. University of Arizona Press, Tucson. 370 pp.

Remington, R., and G. Welsh. 1989. Surveying bighorn sheep. Pages 63-81. in R. M. Lee. Ed. The desert bighorn sheep in Arizona. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, Arizona. 265 pp.



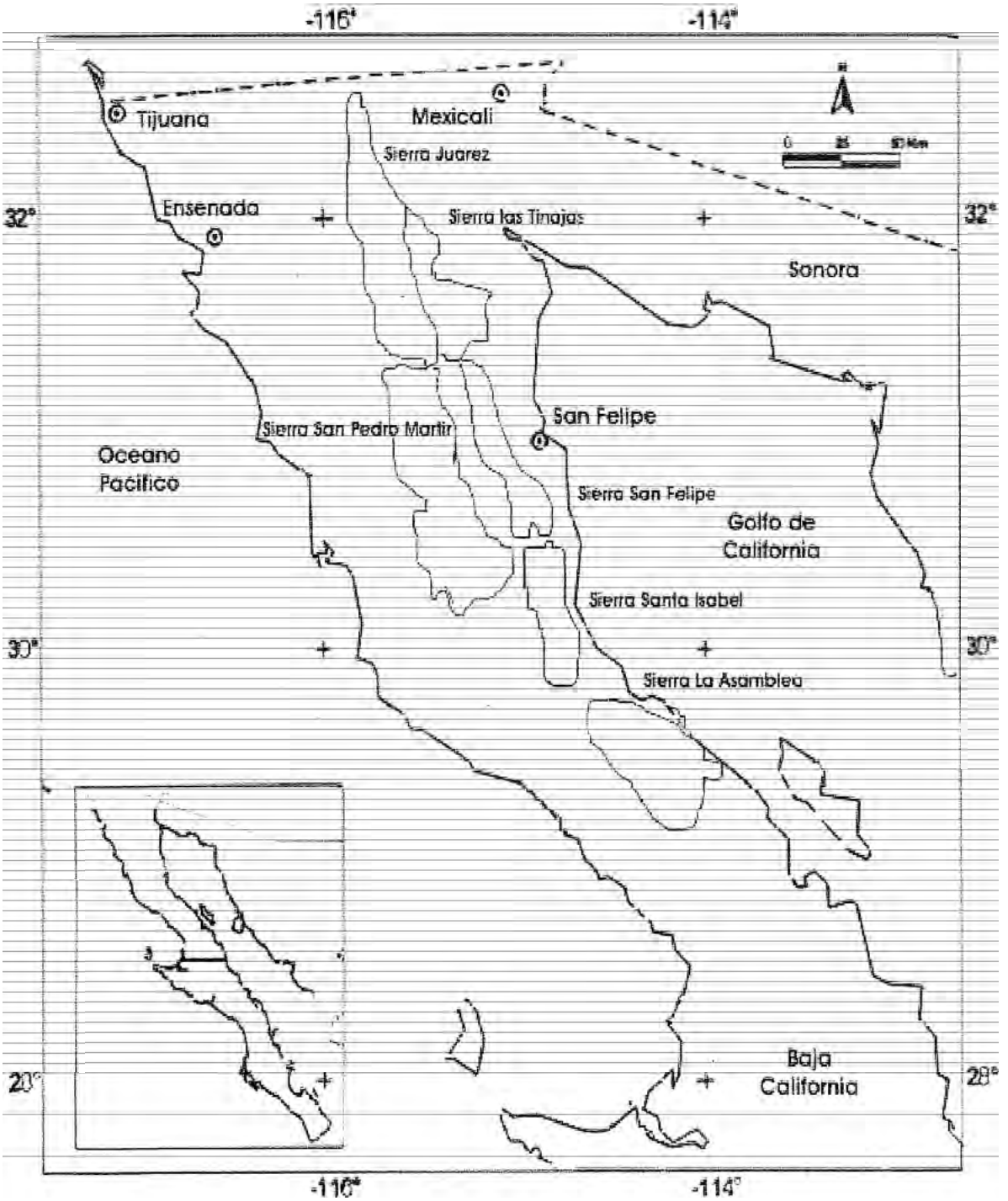


Figura 1. Localización del área de estudio en el norte de Baja California, México.

Tabla I. Estructura poblacional de borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) observada durante el muestreo realizado en octubre de 1999, en Baja California, Mexico.

AREA DE ESTUDIO	M1	M2	M3	M4	HA	Cr	Mj	Hj	TOTAL	GRUPOS
SIERRA LAS TINAJAS	1	1	5	4	1 0	2	2	0 2	5	9
C. JAQUEGEL, A. GRANDE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA LAS PINTAS	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
SIERRA SAN FELIPE	1	1	**3**	2	1 0	4	1	3	25	9
SIERRA SAN **PEDRO** M.	1	2	6	8	36	9	5	5	72	12
SIERRA SANTA ROSA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA SANTA ISABEL	3	9	14	11	58	15	7	8	125	25
SIERRA DE CALAMAJUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SIERRA LA ASAMBLEA	0	3	**3**	4	1 5	3	2	3 3	3	**5**
EL MÁRMOL	0	0	1	0	0	0	0		1	1
ESTRUCTURA POBLACIONAL	M1	M2	**M3**	M4	HA	Cr	Mj	Hj		
TOTAL =	6	16	**32**	29	130	33	17	19	282	62

Tabla II. Tabla comparativa del por-ciento de los grupos de edad /sexo para 1992, 1995 y los obtenidos en el presente estudio del borrego cimarrón en Baja California, Mexico.

Grupo edad/sexo	1992	1095	1999
Macho	16.1	27.2	28.7
Hembra	50.2	48.0	46.8
Cría	22.4	20.4	11.7
Añero	11.3	4.3	12.8

SKULL MORPHOMETRY OF BIGHORN SHEEP *OVIS CANADENSIS CREMNOBATES* AND *OVIS CANADENSIS WEEMSI.*

EVA SALMON PERALTA, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, Mexico.

ROBERTO MARTINEZ GALLARDO, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, Mexico.

RICARDO EATON GONZALEZ, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, Mexico.

Abstract: Cranial measurements of 70 adult male bighorn sheep were compared to determine differences between the desert bighorn sheep subspecies Ovis canadensis *cremnobates* and *Ovis canadensis weemsi* occurring in the Peninsula of Baja California. Discriminant Function Analysis indicated that there were significant differences between subspecies, but not within subspecies. The width of palate scar (WPS), was the only cranial morphometric feature explaining the differences observed between these subspecies; therefore it is considered a robust feature for distinguishing both subspecies. **O. *c.*** *cremnobates* ranges from San Matías, Baja California to Las Virgenes, Southern Baja California and **O.** c. *weemsi* ranges from San Matías, Baja California up to Sierra El Mechudo, Southern Baja California.

Key words: bighom sheep, skull morphometry, Ovis canadensis weemsi, Ovis *canadensis cremnobates*

INTRODUCTION

The subspecies of bighorn sheep were described at the beginning of the last century based on their geographic distribution, color and length of the hair, size of horns, body dimensions, and cranial measurements (Cowan 1940, Buechner 1960, Shackleton 1985). Nevertheless, the taxonomic nomenclature of bighorn sheep of North America, which has been used for over a century (Monson 1980, Hall 1981), was proposed by Cowan (1940). Cowan (1940) recognized seven subspecies for Ovis canadensis: *auduboni*, *californiana*, *canadensis*, *cremnobates*, *mexicana*, *nelsoni* and *weemsi*. He stated that there were significant differences in certain cranial measurements between *cremnobates* and *weemsi* including the average width of the palate and length of the posterior teeth, which were significantly larger in *O. c. cremnobates*. Domínguez (1976) examined skulls of *O.* **c.** *cremnobates* and **O.** c. *weemsi* from Arroyo Grande, Matomí, Sierra San Juan, Sierra La Asamblea, Volcan Las Tres Virgenes and Sierra La Giganta. When comparing measurements of the samples from the various sites, he concluded that there were no differences among them and that the quantity of samples was insufficient to determine the taxonomic status of the subspecies in the Baja California Peninsula.

Within the desert subspecies, **O.** *c. nelsoni* is the subspecies that has been more extensively studied at a morphometric level. Bradley and Baker (1967) found significant differences in the mastoideal width, between populations of the Death Valley in California, the Desert Game Range in Nevada, and fi-om southern Arizona. They also compared **O.** c. *nelsoni* with allopatric

subspecies of *O.* c. califomiana, **O.** c. canadensis, **O.** ***c.*** *cremnobates* and **O.** *c.* mexicana and found significant differences among *O.* c. nelsoni and the other subspecies. They also mention that *O. c.* nelsoni presented a greater divergence from *O.* c. cremnobates than from the other subspecies (Bradley and Baker 1967). Wehausen and Ramey (1993), reevaluated the taxonomy of desert bighorn sheep subspecies, using skulls of *O.* c. californiana, **O.** c. *cremnobates*, **O.** c. mexicana, **O.** c. nelsoni and **O.** c. *weemsi*, as well as original data fiom Cowan (1940). Their conclusions did not support the taxonomy proposed by Cowan (1940), finding significant differences within populations of **O.** ***c.*** nelsoni, as well as substantial differences between the populations in Sierra Nevada and other regions, including the Great Basin adjacent to it. Furtherrnore, they put in synonymy the subspecies californiana, *cremnobates*, *mexicana* and *weemsi* with nelsoni suggesting that *O.* c. nelsoni is a poly-typical taxon with a regional variation, at the morphological and genetic level (Wehausen and Ramey 1993).

Here we use standard morphometric techniques to differentiate the subspecies cremnobates and weemsi distributed along the Baja California Peninsula, allowing us to precisely know its distribution limits and thereby focus conservation and management efforts.

MATERIALS AND METHODS

A total of 70 cranial samples of peninsular bighorn sheep were examined. These skulls are deposited in the mammal collection Coleccion Nacional de Mamíferos (CNM) at the Instituto de Biología of the Universidad Nacional Autónoma de Mexico, in the Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno" and in private depositaries. The cranial measures used:

1) Width of the ex-occipital condyle (WEC): Width of the external part of the ex-occipital condyle.

2) Width of the palate scar (WPS): Amplitude of the thinner part of the palate scar.

3) Width of the maxillary (WM): Distance between the maxillary protuberances and the cranium.

4) Longitude of the series of teeth of the maxillary (LSTM): Taken fiom the inner alveolus border of PM1 to the posterior alveolus border of **M3.**

5) Total longitude of the cranium (TLC): Taken from the most anterior part of the pre-maxillary bones to the most posterior part of the supra-occipital plaque.

The measures were taken with a vernier at a 0.01 rnm precision level, with the exception of the cranium's total, which was taken with a 1 rnm precision level. Data were processed with multivariate statistics, which solely consisted of a Discriminant Function Analysis, with a probability of < 0.095. The analysis was done on the STATISTICA v4.5, 1993 statistics package.

MORPHOMETRIC COMPARISON BETWEEN THE SUBSPECIES *OVIS CANADENSIS CREMNOBATES* AND *OVIS CANADENSIS WEEMSI*

A Discriminant Function Analysis was done to determine the correct taxonomic classification of the samples and to detect those diagnostic variables to distinguish the subspecies. Three groups were considered for this analysis:

OCC *Ovis canadensis cremnobates*: 36 skulls

OCW *Ovis canadensis weemsi:* 11 skulls

CI Classified Incorrectly: 23 skulls

These groups were assigned based on concordance between the collecting site and the assigned subspecies. Groups OCC and OCW complied with both criteria previously mentioned, while the CI did not comply with them.

Distribution of the subspecies, is based on the prohibition decree dated December 1990, which considers *O. c. cremnobates* distributed in the State of Baja California and **O.** *c. weemsi* in the State of Southern Baja California.

Morphometric i of *Ovis canadensis* em in the Baja California Peninsula.

The Discriminant Function Analysis determined if there were cranial morphometric differences between sites as evidence of variation within the **O. *c.*** *cremnobates* subspecies. The sites and number of animals (n) per site are as follows:

A. Sierra San Pedro Martir SSPM, Arroyo Grande AG, Matomí M, San Matías SM and El Rosario ER, Baja California (n = 25.

B. San Luis Gonzaga SLG, Puertecitos P, Sierra La Asamblea SLA and Bahía de Los Angeles BLA, Baja California (n = 16).

C. San Gregorio SG, Santa Rosalia SR and Loreto L, Baja California Sur (n = 11).

Morphometric comparison of *Ovis canadensis weemsi* in the Baja California Peninsula.

A Discriminant Function Analysis was done to determine if there are differences between the craniums of *O. c. weemsi* subspecies. The number of animals from Baja California was 8 and for Baja California Sur was 10.

RESULTS

Morphometric comparison for *vis canadensis cremnobates* and *Ovis canadensis weems* subspecies.

Upon completion of the Discriminant Function Analysis, it was determined that all samples belonging to groups OCC and OCW, were correctly identified; another 15 skulls corresponding to CI group, where determined to be *O.* ***c.*** *cremnobates* (OCC); and 8 samples, as *O.* ***c.*** *weemsi* (OCW).

The analysis determined that there are significant differences between subspecies (Mahalanobis distance= 6.252807; p= < 0.0002).

A canonic variable (CV) was calculated when doing the analysis, which concentrates 100% of the total variation. For this variable, the most discriminant characteristic among the subspecies was the WPS (Standardized coefficients= -1.02339), followed by those characteristics that contributed in similar ratios, and these are the WEC (Standardized coefficients= 0.25361) and WM (Standardized coefficients= -0.14078).

Morphometric comparison of *Ovis canadensis cremnobates* between sites in the Baja California Peninsula.

No significant differences were found in the cranium of *O.* c. cremnobates ($p = < 0.9318$). The graph of the two canonic variables shows evidence of overlap between the sites (Figure 2).

DISCUSSION

This work was done with samples deposited in the mastozoological collections of the Instituto de Biologia of the UNAM and the Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", as well as from private depositaries.

The largest sample size (n = 52), was for **O.** c. cremnobates, due to the fact that 70% of hunting permits for the 1964 – 1990 seasons were granted to the State of Baja California (Perez-Gil et al. 1991), and also that some of the samples from the 1974 to 1980 seasons were deposited in mastozoological collections.

Cranial measurements in this work are not common measures used in morphometric research on bighorn sheep (Cowan 1940, Bradley and Baker 1967, Dominguez 1976, Wehausen and Ramey 1993). However, after reviewing 102 samples deposited in the National Mastozoological Collection of the UNAM, these, cranial characteristics could be measured on the majority of the samples Some of the samples were only mandibles or incomplete craniums. It should be noted that the only characteristic that showed apparent morphometric differences was the Width of the Palate Scar (WPS) and the above mentioned authors have not previously considered this characteristic.

Significant morphometric cranial differences were found between the subspecies of **O.** c. *cremnobates* and **O.** c. weemsi. In the discriminant function analysis, the OCC and OCW groups, formed by the **O.** c. *cremnobates* and **O.** c. weemsi subspecies, where correctly assigned. Of the 23 samples classified incorrectly (CI), 15 samples were assigned to the OCC group and 8 samples to the OCW group. The analysis allowed us to define the assignation of each one of the samples that had been classified incorrectly (CI) in either one of the two subspecies (OCC or OCW). Based on the morphometrics these craniums were considered correctly classified.

The only feature, of the five considered, which explained differences found between the subspecies, was the width of the palate's scar (WPS), which is significantly larger in *O.* c. *cremnobates*. Therefore, it is considered a strong characteristic for the identification of the subspecies.

These results are similar to Cowan's (1940), where cranial morphometric variation between **O.** c. cremnobates and **O.** c. *weemsi* was originally reported. Average palate width and length of posterior teeth are significantly larger in *cremno*bates.

During 1993, Wehausen and Ramey mentioned that Cowan's results (1940) are not valid, because he used samples of different ages and that the size of the sample group used for each subspecies was very low (**O.***c.* cremnobates = 7; **O.** c. *weemsi* = 3). Nevertheless, the conclusion reached by Wehausen and Ramey (1993), who grouped the subspecies *californiana*, *cremno*bates, *mexicana* and weemsi with nelsoni, is not completely valid, because they worked with 57 samples for cremnobates and 5 for weemsi, having a sample size for weemsi that was similar to the one used by Cowan (1940). Therefore this research could have been affected by the difference in the group of samples between the subspecies.

For this work, the size of the sample group for **O.** c. *cremnobates* is 52 samples and 18

for **O.** c. *weemsi.* This is the first research on the morphometry of bighorn sheep using this large a sample size for the *weemsi* subspecies. The results of this work are more reliable, due to the fact that the difference in the number of samples was lower.

Dominguez's (1976) results showed that there were no differences among the Arroyo Grande, Matomi, Sierra San Juan, Sierra La Asamblea, Volcan Las Tres Virgenes and Sierra La Giganta sites. Heconcluded that there were no differences between the subspecies, and that the research material is not sufficient to determine the taxonomic status of the subspecies in Baja California. This is due to the fact that Dominguez did not find morphometric differences in the cranium and did not have samples from the middle part of Baja California peninsula where both subspecies probably occur.

With regard to variation within the subspecies, no significant cranial morphometric differences were found among the researched sites for **O.** c. *cremnobates* and **O. c.** *weemsi.* This corroborates that the analysis results are correct and that the width of the palate's scar (WPS) is a trustworthy and strong characteristic for identification of the subspecies.

Once the samples were correctly assigned, geographic distribution limits were set for each subspecies, based on locations. **O. c.** *cremnobates* is distributed from San Matias, Baja California up to Las Virgenes, Southern Baja California (Figure 3). **O. c. weemsi** is distributed from San Matias, Baja California to Sierra El Mechudo, Southern Baja California (Figure 4). It is important to mention that a sample of *O. c. cremnobates* **was** found in Loreto, Southern Baja California.

The area between San Luis Gonzaga Bay, Baja California and Santa Rosalia, Southern Baja California, may be considered an area of overlap for both subspecies. This is an area of vital importance for the research on these subspecies, because both subspecies are under the same selection pressure and therefore, may establish an intergradient. Therefore, it is extremely important to correctly identify samples taken during hunting.

In the Program for the Conservation of Wildlife and Productive Diversification in the Rural Sector (1997-2000), the creation of sanctuaries for bighorn sheep in the states of Southern Baja California and Sonora is considered. In accordance with the results of this work, we recommend that a sanctuary in Baja California should be established in the area between Bahia de Los Angeles and the El Vizcaino Biosphere Reserve. In this area, both subspecies are present and an intergradient may be established.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the following for providing access to specimens: Coleccion Nacional de Mamiferos at the Instituto de Biologia of the Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Reserva de la Biosfera "El Vizcaino" and in private depositaries. This work was supported by Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia and Universidad Autonoma de Baja California.

LITERATURE CITED

Bradley, W. G. and L. R. Baker. 1967. Range of variation in Nelson bighorn sheep from the Desert Game Range and its taxonomic significance. Desert Bighorn Council Transactions 11:114-140.

Buechner, H. K. 1960. The bighorn sheep in the United States: its past, present, and future. Wildlife Monographs 4:1-172.

Clark, J. L. 1964. The Great Arc of the Wild Sheep. The University of Oklahoma Press, Norman.

Cowan, I. M. 1940. Distribution and variation in the native sheep of North America. The American Midland Naturalist 24(3):505-580.

Davenport, A. 1998. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Endangered Status for the Peninsular Ranges Population Segment of the Desert Bighorn Sheep in Southern California. United States Department of Interior, Fish and Wildlife Service, electronic page http://frwebgate1.access.gpo.gov/cgi-bin/waisgate.cgi?WAISdocID=401651 8785+0+0+0&WAISaction=retrieve

Dominguez, P. 1976. Skull measurements of male desert bighorns from Baja California, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 20:27-29.

Ecological Consulting, Inc. 1993. CAMRIS: Sistema de Mapeo e Inventario de Recursos. Ecological Consulting Inc., Portland, Oregon.

Hall, R. 1981. The mammals of North America. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY 2:1078-1137.

Mellink B., E. 1993. The President spoke. Pp. 201-220 in Counting Sheep: Twenty Ways of Seeing Desert Bighorn (G. P. Nabhan, ed). The University of Arizona Press, Tucson.

Monson, G. and L. Sumner. 1980. The Desert Bighorn: its life history, ecology and management. The University and Arizona Press, Tucson.

Perez-Gil, R., F. Jaramillo, A. M. Muñiz and M. Torres. 1991. Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de Mexico. PG7 Consultores and Comision Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico, Distrito Federal, Mexico.

Pirnentel, R. 1979. Morphometrics: the multivariate analysis of biological data. Kendall Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.

Sandoval, A. W. 1985. Status of bighorn sheep in the Republic of Mexico. Pp. 86-94 in Wild Sheep: Distribution, Abundance, Management and Conservation of the Wild Sheep of the World and Closely Related Mountain Ungulates. Northern Wild Sheep and Goat Council (M. Hoefs. ed.). Yukon, Canada.

Semamap. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. Secretaria de Medio Arnbiente Recurso Naturales y Pesca. Mexico, Distrito Federal, Mexico.

Shackleton, D. M. 1985. *Ovis canadensis* Mammalian species, 230:1-9.

Statsoft Inc. 1995. Statistica for Windows 95. Version 4.5 manual. Statsoft Inc., Tulsa, Oklahoma.

Wehausen, J and R. Ramey. 1993. A Morphometric reevaluation of the Peninsular bighorn subspecies. Desert Bighorn Council Transactions 37:1-10.

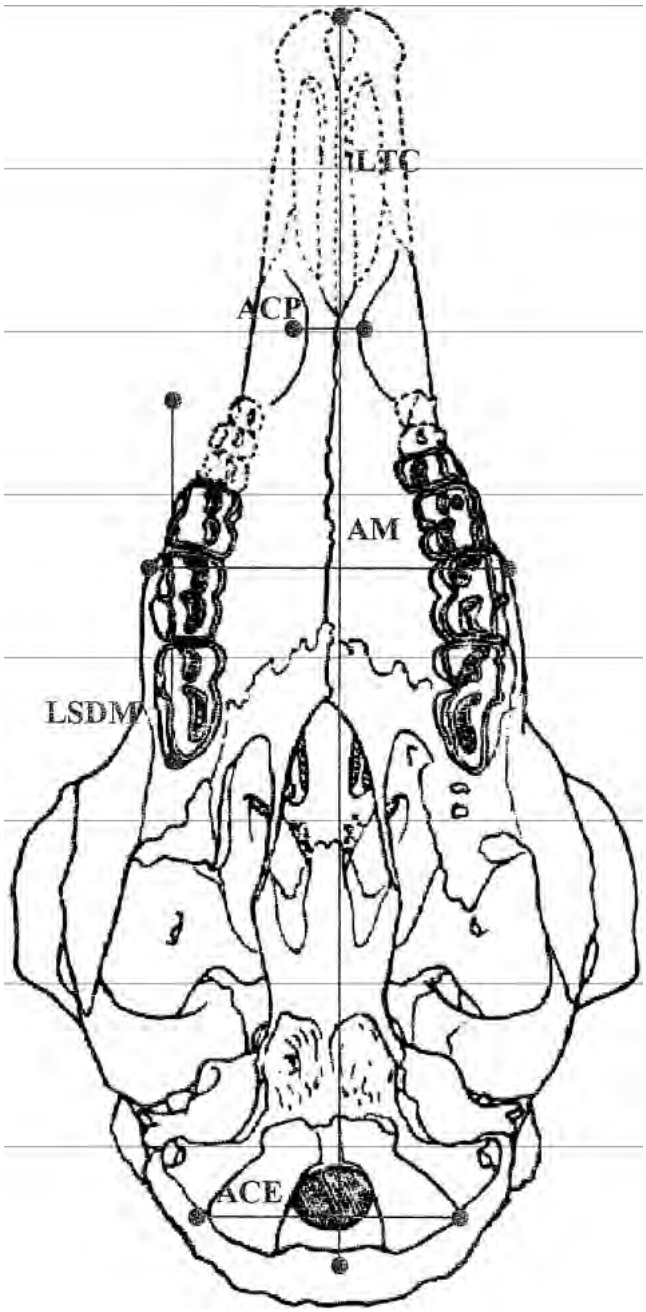


Figure 1. Dorsal view of the skull of *Ovis Canadensis*, that shows the measurements that were taken (Modified from Hall, 1981).

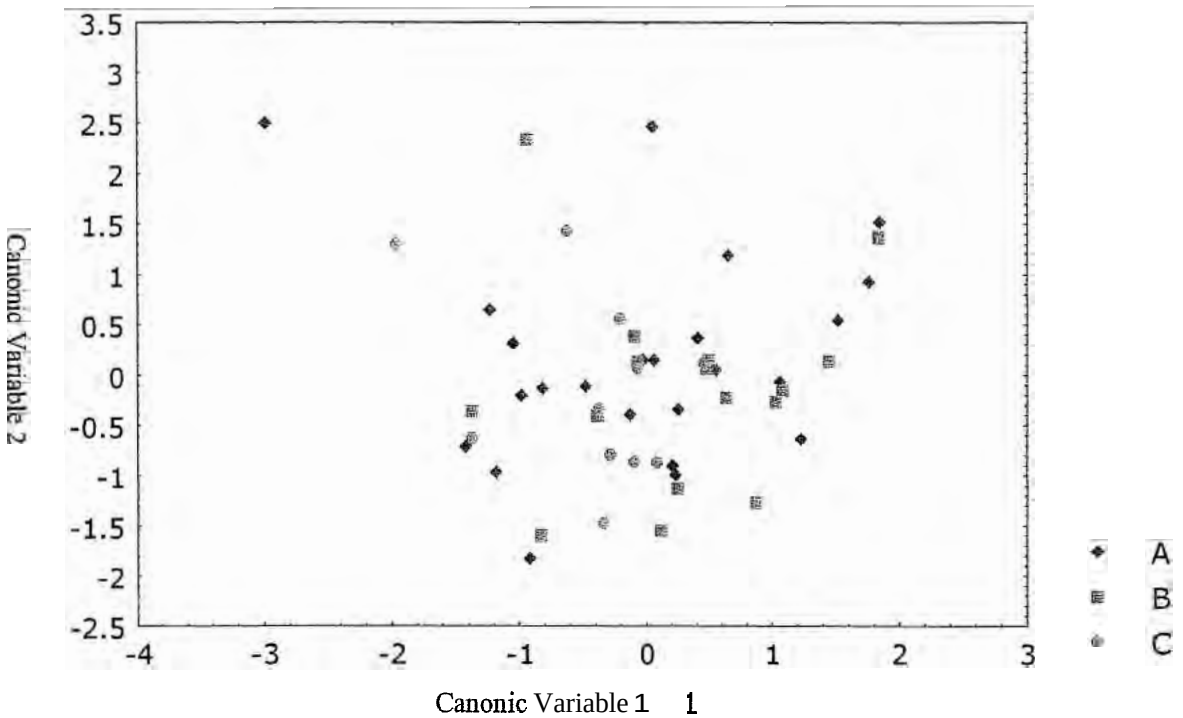


Figure 2. Significant differences were found on the skulls of *O. c. weemsi* (Mahalanobis distance = 0.945062; p= ≤ 0.2074).

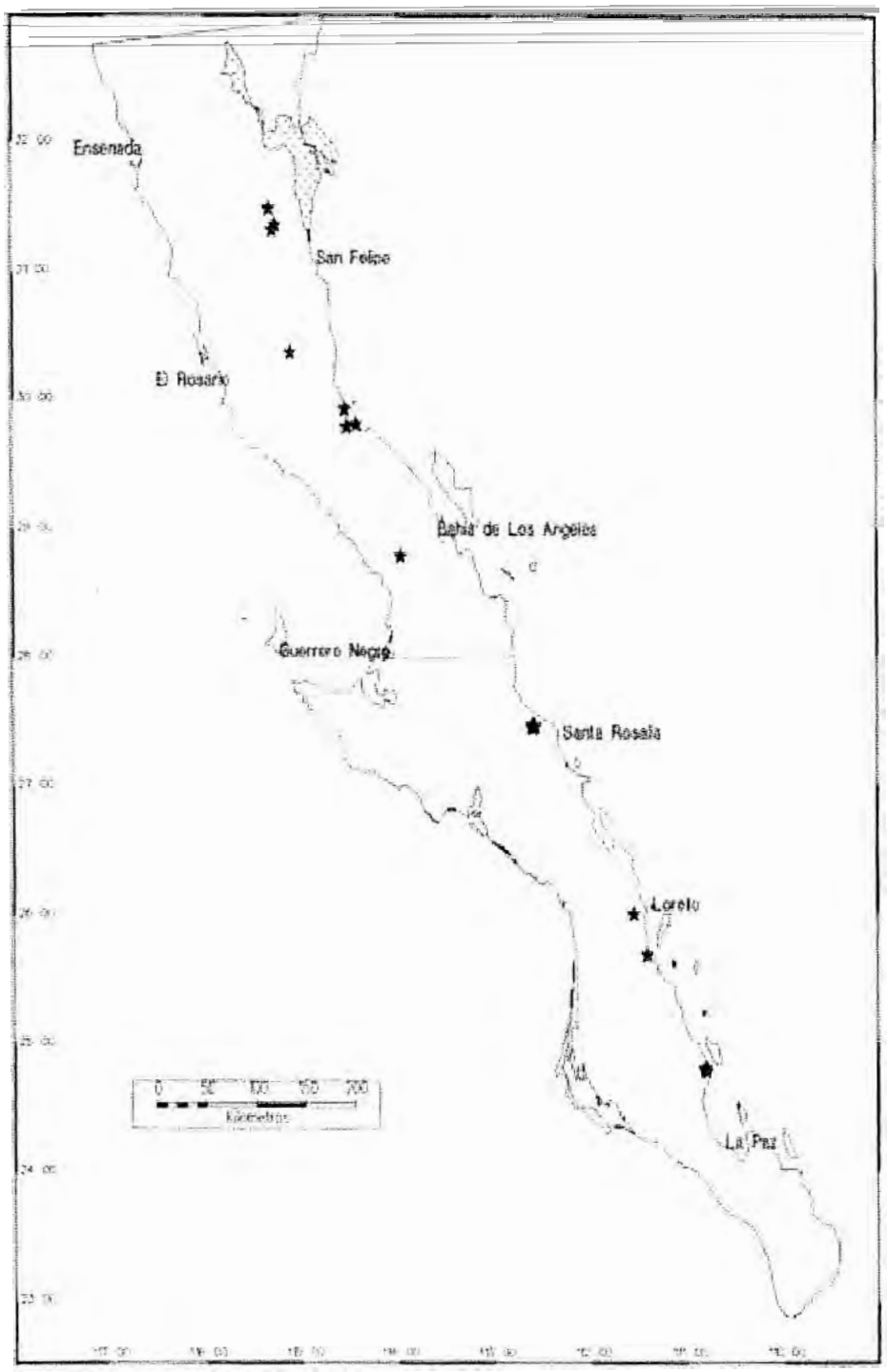


Figure 3. Proposed distribution for *Ovis canadensis cremnobates*.

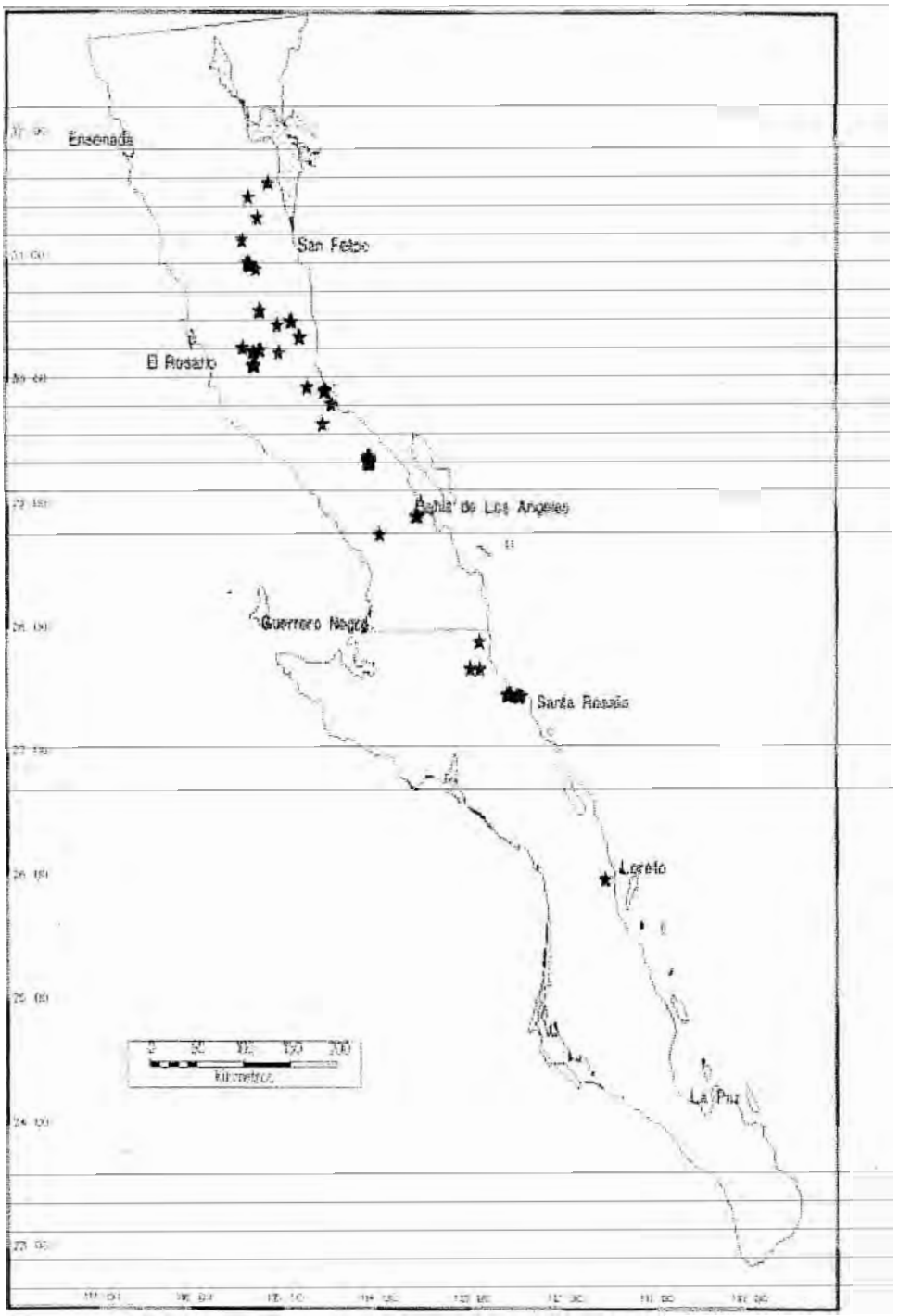


Figure 4. Proposed distribution for *Ovis canadensis weemsi*.

VARIACIÓN MORFOMETRICA DE CRANEOS DE BORREGO CIMARRON *OVIS CANADENSIS CREMNOBATES Y OVIS CANADENSIS WEEMSI*

EVA SALMON PERALTA, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, MX

ROBERTO MARTINEZ GALLARDO, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, MX

RICARDO EATON GONZALEZ, Facultad de Ciencias, Universidad Autonoma de Baja California, km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, MX

Se compararon 5 medidas craneales de 70 ejemplares machos de borrego cimarron (*Ovis* canadensis), con el objetivo de determinar si existen diferencias morfométricas craneales entre las subespecies *Ovis* canadensis cremnobates y *Ovis* canadensis *weemsi* en la peninsula de Baja California, así como determinar la variación local en cada una de ellas. El Análisis de Funciones Discriminantes indica que existen diferencias significativas entre las subespecies pero no dentro de las subespecies. El ancho de la cicatriz del paladar (ACP), es el único caracter morfometrico craneal que explica las diferencias encontradas entre las subespecies, por lo que se considera un caracter robusto para la identificación de las subespecies. El límite de distribución geográfica en función de los registros obtenidos, es para *O.* c. cremnobates desde San Matías, Baja California hasta Las Virgenes, Baja California Sur, mientras que para *O.* c. *weemsi* va desde San Matías, Baja California hasta Sierra El Mechudo, Baja California Sur.

Palabras clave: borrego cimarron, morfometria craneal, *Ovis* canadensis weemsi, Ovis canadensis *cremnoba*tes.

La descripción de las subespecies de *Ovis* canadensis, fie hecha a principios del siglo pasado, y basada en su distribucion geografica, color y largo del pelaje, tamaño de los cuernos, dimensiones del cuerpo y algunas medidas craneales (Cowan, 1940, Buechner, 1960, Shackleton, 1985). Sin embargo, la nomenclatura taxonomica del borrego cimarron de Norteamérica, que ha sido utilizada por más de medio siglo (Monson, 1980, Hall, 1981), fie propuesta por Cowan (1940). Cowan (1940) reconoció para *Ovis* canadensis siete subespecies: auduboni, *californiana,* canadensis, cremnobates, *mexicana,* nelsoni y *weemsi*. Cowan (1940) afirmo que existen diferencias significativas en ciertas medidas craneales entre las subespecies *cremnobates* y *weemsi*, siendo los promedios del ancho del paladar y la longitud de los dientes posteriores significativamente rnayores en *O.* c. *cremnobates*.

Domínguez (1976), examinó ejemplares de *O.* c. *cremnobates* y *O.* c. *weemsi*, de las localidades de Arroyo Grande, Matomí, Sierra San Juan, Sierra La Asamblea, Volcan Las Tres Virgenes y Sierra La Giganta. Al comparar las medidas de los ejernplares de las

diferentes localidades, concluyo que no existen diferencias entre estas y que el numero de muestras fue insuficiente para determinar el estatus taxonomico de las subespecies en la peninsula de Baja California.

Dentro de las subespecies del desierto, **O.** c. nelsoni es la mas estudiada a nivel morfométrico. Bradley y Baker (1967), encontraron diferencias notables en la anchura mastoidea, entre las poblaciones del Valle de la Muerte, California y el Desierto Nacional de la Vida Salvaje, Nevada asi como entre el Valle de la Muerte y el sur de Arizona. Estos autores tambien compararon a *O.* c. *nelsoni* con las subespecies alopatricas californiana, canadensis, cremnobates y mexicana y encontraron diferencias significativas entre *O.* c. nelsoni y las demas subespecies. Tambien mencionan que *O.* ***c.*** nelsoni presentó una divergencia mayor con **O.** c. *cremnobates* que con el resto de las subespecies estudiadas (Bradley y Baker, 1967).

Wehausen y Ramey (1993), reevaluan la taxonomia de las subespecies de borrego cimarron del desierto, utilizando ejemplares de *O.* c. *californiana,* **O.** c. *cremnobates,* **O.** ***c.*** mexicana, **O.** c. *nelsoni* y *O. c. weemsi*, asi como los datos originales de Cowan (1940). Sus resultados no soportan la taxonomia previamente propuesta por Cowan (1940) y encuentran diferencias significativas dentro de las poblaciones de *O. c.* nelsoni, asi como diferencias sustanciales entre las poblaciones de la Sierra Nevada y otras regiones, incluyendo la Gran Cuenca adyacente a ella. Por tanto sinonimizan a las subespecies *californiana*, cremnobates, *mexicana* y *weemsi* con la subespecie nelsoni y sugieren que **O.** ***c.*** nelsoni es un taxón politípico con variacion regional a nivel morfologico y genético (Wehausen y Ramey 1993).

Por tal motivo, el presente estudio pretende aplicar tecnicas morfometricas en el análisis de la variacion inter e intrasubespecifica del borrego cimarron peninsular, que permitan conocer con precision sus lirnites de distribución, y de esta manera enfocar esfuerzos de conservación y manejo.

MATERIALES Y METODO

Se examinaron 70 craneos de ejemplares machos de borrego cimarron peninsular. Estos ejemplares se encuentran depositados en las colecciones mastozoologicas del Instituto de Biologia de la UNAM y de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaino", así como en depositarios particulares. Las medidas craneales utilizadas en este trabajo son (Figura 1):

1) Ancho del condilo exoccipital (ACE): Amplitud de la parte exterior del condilo exoccipital.
2) Ancho de la cicatriz del paladar (ACP): Axnplitud de la parte mas delgada de la cicatriz del paladar.
3) Ancho del maxilar (AM): Distancia tomada entre las protuberancias rnaxilares del craneo.
4) Longitud de la serie de dientes del maxilar (LSDM): Tomada desde el borde mas anterior del alveolo del PM1 hasta el borde mas posterior del alveolo M3.
5) Longitud total del craneo (LTC): Tomada desde la parte más anterior de los huesos premaxilares hasta la parte más posterior de la placa supraoccipital.

Las medidas se tomaron con un vernier a un nivel de precision de 0.01 mm, con excepción de la longitud total del craneo que se tomó con un nivel de precision de 1 mm.
Los datos se procesaron con estadistica multivariada, la cual constó unicamente de Análisis de Funciones Discriminantes, con una probabilidad de < 0.095. El análisis se realizo en el paquete estadistico STATISTICA v4.5, 1993.

Comparacion morfometrica entre las subespecies *Ovis canadensis* y *Ovis canadensis weemsi*

Se realizo un Análisis de Funciones Discrirninantes, para rectificar la correcta clasificacion taxonómica de los ejemplares y para detectar aquellas variables diagnosticas para distinguir subespecies.

En este análisis se consideraron tres grupos:
OCC *Ovis canadensis cremnobates:* 36 ejemplares
OCW *Ovis canadensis weemsi*: 11 ejernplares
IC Incorrectamente Clasificados: 23 ejemplares

Estos grupos fueron asignados de acuerdo a una concordancia entre la localidad de recolecta, la subespecie asignada y el ancho de la cicatriz del paladar del ejemplar. Los grupos OCC y OCW cumplieron con los tres criterios antes mencionados, mientras que el grupo IC no cumplio con alguno de estos.
Las distribuciones de las subespecies, están basadas en el decreto de veda de Diciembre de 1990, el cual considera a O. c. cremnobates con distribución en el Estado de Baja California y O. c. weemsi en el Estado de Baja California Sur.
A diferencia de otros estudios, el ancho de la cicatriz del paladar se tomó en cuenta, debido a la notoria diferenciacion observada entre los craneos de las subespecies.

Comparacion morfometrica de *Ovis canadensis cremnobates* en la Peninsula de Baja California

El Análisis de Funciones Discriminantes se realizo para conocer si existen diferencias morfométricas craneales entre las localidades y de esta rnanera evidenciar la variación dentro de la subespecie *Ovis canadensis cremnobates*. Las localidades *y* el numero de individuos (n) por localidad son como sigue:

A. Sierra San Pedro Martir, Arroyo Grande, Matomí, San Matías y El Rosario, Baja California (n = 25).
B. San Luis Gonzaga, Puertecitos, Sierra La Asamblea y Bahía de Los Angeles, Baja California (n = 16).
C. San Gregorio, Santa Rosalia y Loreto, Baja California Sur (n = 11).

Comparacion morfometrica de *Ovis canadensis weemsi* en la Peninsula de Baja California

Se realizo un Análisis de Funciones Discrirninantes, para conocer si existen diferencias entre los craneos de la subespecie *Ovis canadensis weemsi*. El numero de ejemplares para Baja California es de 8 y para Baja California Sur de 10.

RESULTADOS

Comparacion morfometrica entre las subespecies *Ovis canadensis cremnobates* y *Ovis canadensis weemsi*

Al realizar el análisis de funciones discrirninantes se encontro que el total de ejemplares pertenecientes a los grupos OCC y OCW, heron correctamente identificados; otros 15 ejemplares correspondientes al grupo IC, fueron considerados por el análisis como *O. c. cremnobates* (OCC); y finalmente 8 ejemplares, como *O. c. weemsi* (OCW). El análisis mostro que existen diferencias significativas entre las dos subespecies (Distancia de Mahalanobis= 6.252807; p= < 0.000002).

Al realizar el análisis se calculo una variable canonica (VC) en la cual se concentra el 100 % de la variación total. Para esta variable, el caracter mas discriminante entre subespecies fue el ACP (Coeficientes estandarizados= -1.02339), y enseguida los caracteres que contribuyeron en proporciones similares son el ACE (Coeficientes estandarizados= 0.25361) y el AM (Coeficientes estandarizados= -0.14078).

Comparacion morfometrica de *Ovis canadensis cremnobates* entre localidades de la Peninsula de Baja California

No se encontraron diferencias significativas en los craneos de O. *c. cremnobates* (p= < 0.9318). La grafica de las dos primeras variables canonicas, muestra que existe un evidente traslape entre las localidades (Figura 2).

Comparacion morfometnca de *Ovis canadensis weemsi* entre localidades de la Peninsula de Baja California

No se encontraron diferencias significativas en los craneos de *O. c. weemsi* (Distancia *de* Mahalanobis= 0.945062; p= < 0.2074).

DISCUSIÓN

Este trabajo se realizo con ejemplares depositados en las colecciones mastozoologicas del Instituto de Biologia de la UNAM y de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaino", así como en depositarios particulares, por lo que el tamaiio de muestra fue limitado para cada subespecie y/o localidad.

El tamaiio de muestra mas grande (n = 52), lo presentó *Ovis canadensis cremnobates*, debido a que el 70 % de los permisos de caceria de las temporadas 1964 a 1990, heron otorgados al Estado de Baja California (Pérez-Gil et. al, 1991), y además de que algunos de los ejemplares de las temporadas 1974 a 1980 heron depositados en colecciones mastozoologicas. Esto se ve reflejado en los trabajos sobre morfometria de borrego cimarron del desierto (Cowan 1940, y Wehausen y Ramey 1993), donde la subespecie *cremnobates* presenta el tamaiio de muestra mas grande.

Las medidas craneales en este trabajo no son las medidas comunmente utilizadas en los trabajos sobre morfometria de borrego cimarron (Cowan 1940, Bradley y Baker 1967, Domínguez 1976 y Wehausen y Ramey 1993), sino mas bien el resultado de la revision de 102 ejemplares depositados en la Coleccion Nacional de Mastozoologia del IB-

UNAM, es decir, se eligieron los caracteres craneales que se podían medir en la mayoría de los ejemplares, debido a que algunos registros eran solo mandibulas o craneos incompletos. Cabe mencionar que el unico caracter que presentó diferencias morfometricas aparentes fue el Ancho de la Cicatriz del Paladar (ACP) y que este caracter no habia sido previamente considerado por los autores arriba señalados.

Se encontraron diferencias morfometricas craneales significativas entre las subespecies *Ovis* canadensis cremnoba*tes* y *Ovis* canadensis weemsi. En el análisis de funciones discriminantes, los grupos OCC y OCW, conformados por las subespecies *O.* c. cremnobates y *O.* c. *weemsi*, estuvieron correctamente asignados. De los 23 ejemplares Incorrectamente Clasificados (IC), una vez realizado el analisis, 15 ejemplares fueron asignados al grupo OCC y 8 ejemplares al grupo OCW. El análisis perrnitio definir la asignacion de cada uno de los ejemplares Incorrectamente Clasificados (IC) en cualquiera de las dos subespecies (OCC u OCW) consideradas en el presente estudio, obteniendose de esta manera una asignacion correcta.

El unico caracter, de los cinco aqui considerados, que explico las diferencias encontradas entre las subespecies, fue el ancho de la cicatriz del paladar (ACP), el cual es significativamente mayor en *O.* c. cremnobates, por lo que se considera como un caracter robusto para la identificación de las subespecies.

Estos resultados son sirnilares a los de Cowan (1940), donde se reporta por primera vez la variación morfométrica craneal entre las subespecies cremnobates y weemsi, afirmando que el promedio del ancho del paladar y la longitud de los dientes posteriores son significativamente mayores en weemsi, a pesar de que los datos de sus tablas muestran lo contrario.

En el año de 1993, Wehausen y Ramey, mencionan que los resultados de Cowan (1940) no son válidos, debido a que utilizó ejemplares de diferentes edades y a que el tamaño de muestra que empleó para cada subespecie fue muy bajo (*O.* c. cremnobates = 7; **O.** c. weemsi = 3). Sin embargo, la conclusion a la cual llegaron Wehausen y Ramey (1993), quienes sinonimizaron a las subespecies *californiana*, cremnobates, *mexicana* y weemsi con *nelsoni*, no me parece del todo valida, ya que ellos trabajan con un tamaño de muestra de 57 ejemplares para cremnobates y *5* para weemsi, teniendo para esta ultima subespecie un tamaiio de muestra similar al utilizado por Cowan (1940), por lo que los resultados de su trabajo pudieron haber sido afectados por la diferencia en los tamaiios de muestra entre las subespecies.
En el presente trabajo, el tamaiio de muestra para *O.* c. cremnobates es de *52* ejemplares y para **O.** *c.* weemsi de 18, siendo el primer trabajo sobre morfometria de borrego cimarrón que presenta el tamaño de muestra mas grande para la subespecie weemsi. Los resultados de este trabajo son confiables, debido a que las diferencias entre los tamaños de muestra fueron menores.

Los resultados de Domínguez (1976), muestra. que no existen diferencias entre las localidades de Arroyo Grande, Matomí, Sierra San Juan, Sierra La Asamblea, Volcán Las Tres Virgenes y Sierra La Giganta. Concluyendo que no hay diferencias entre las subespecies, y

que el material de estudio es insuficiente para determinar el estatus taxonornico de las subespecies en Baja California. Esto se debe a que Domínguez, no encontro diferencias morfométricas en los craneos e ignoro que en la parte media de la peninsula de Baja California, probablemente concurren las dos subespecies.

Con respecto a la variación dentro de las subespecies, no se encontraron diferencias morfometricas craneales significativas entre los localidades de estudio de *O.* c. cremnobates y *O.* c. weemsi respectivamente, lo cual nos corrobora que los resultados de los análisis son correctos y que el ancho de la cicatriz del paladar (ACP) es un caracter confiable y robusto para identificar subespecies.

Una vez asignados correctamente los ejemplares, se precisaron los límites de distribución geografica para cada subespecie, en función de los registros obtenidos, *Ovis* canadensis *cremnobates* se distribuye desde San Matías, Baja California hasta Las Virgenes, Baja California Sur (Figura 3. Ovis canadensis weemsi se distribuye desde San Matías, Baja California hasta Sierra El Mechudo, Baja California Sur (Figura 4). Es importante mencionar que se encontro un ejemplar de *O.* c. cremnobates en Loreto, Baja California Sur.

Lo anterior sugiere que las poblaciones tanto de *O.* c. cremnobates como de O. c. weemsi se encuentran probablemente en un proceso de dispersion, una de norte a sur y la otra de sur a norte, respectivamente, por lo que la zona comprendida entre la Bahía de San Luis Gonzaga, Baja California y Santa Rosalia, Baja California Sur, podría considerarse como una zona de confluencia para las dos subespecies. Lo que resulta en una area de vital importancia para el estudio de la especie, ya que aqui ambas subespecies, se supone que se encuentran sometidas a las mismas presiones de selección y por ende podrian llegar a establecer intergrados. Debido a lo anterior, es de suma importancia la correcta identificación de los ejemplares cobrados durante las cacerias.

En el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural (1997-2000), se contempla la creación de Santuarios para borrego cimarron en los Estados de Baja California Sur y Sonora. De acuerdo a los resultados de este trabajo, considero que el santuario debe ser establecido desde el area de Bahia de los Ángeles hasta la Reserva de la Biosfera El Vizcaino, debido a que en esta area se encuentran presentes ambas subespecies y se podrian llegar a establecer intergsados.

AGRADECIMIENTOS

We thank the following for providing access to specimens: Coleccion Nacional de Mamíferos at the Instituto de Biologia of the Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Reserva de la Bihsfera "El Vizcaino" and in private depositaries. This work was supported by Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia I29856B and Universidad Autonoma de Baja California .

LITERTURA CITADA

Bradley, W. G. and L. R. Baker. 1967. Range of Variation in Nelson Bighorn Sheep from the Desert Game Range and its Taxonomic Significance. Desert Bighorn Council Transactions 11:114-140.

Buechner, H. K. 1960. The Bighorn Sheep in the United States: its Past, Present and Future. Wildlife Monographs 4:1-172

Clark, J. L. 1964. The Great Arc of the Wild Sheep. The University of Oklahoma Press, Norman.

Cowan, I, M. 1940. Distribution and Variation in the Native Sheep of North America. The American Midland Naturalist 24(3):505-580.

Davenport, A. 1998. Endangered and Threatened Wildlife and Plants; Endangered Status for the Peninsular Ranges Population Segment of the Desert Bighorn Sheep in Southern California. United States Department of Interior, Fish and Wildlife Service, electronic page http://frwebgatel.access.gpo.gov/cgi-bin/waisgate.cgi?WAISdocID=4016518785+0+0+0&WAISaction=retrieve

Dorninguez, P. 1976. Skull measurements of Male Desert Bighorns from Baja California, Mexico. Desert Bighorn Council Transactions 20:27-29.

Ecological Consulting, Inc. 1993. CAMRIS: Sistema de Mapeo e Inventario de Recursos. Ecological Consulting Inc., Portland, Oregon.

Hall, R. 1981. The mammals of North America. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY 2:1078-1137.

Mellink B., E. 1993. The President Spoke. Pp. 201-220 in Counting Sheep: Twenty Ways of Seeing Desert Bighorn (G. P. Nabhan, ed). The University of Arizona Press, Tucson.

Monson, G And L. Surnner. 1980. The Desert Bighorn: its life History, Ecology and Management. The University and Arizona Press, Tucson.

Perez-Gil, R., F. Jararnillo, A. M. Muñiz And M. Torres. 1991. Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de Mexico. PG7 Consultores and Comision Nacional para el Conocirniento y Uso de la Biodiversidad, Mexico, Distrito Federal, Mexico.

Pirnentel, R. 1979. Morphometrics: The Multivariate Analysis of Biological Data. Kendall Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa.

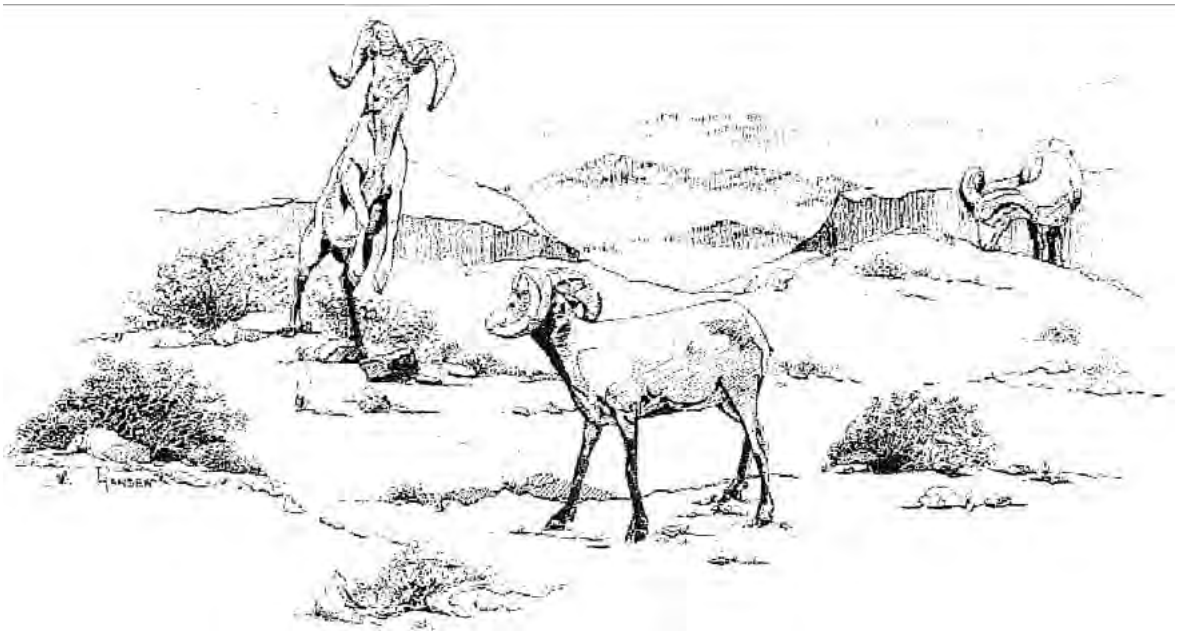
Sandoval, A. W. 1985. Status of Bighorn Sheep in the Republic of Mexico. Pp. 86-94 in Wild Sheep: Distribution, Abundance, Management and Conservation of the Wild Sheep of the World and Closely Related Mountain Ungulates. Northern Wild Sheep and Goat Council (M. Hoefs. ed.). Yukon, Canada.

Semarnap. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. Secretaria de Medio Ambiente Recurso Naturales y Pesca. Mexico, Distrito Federal, Mexico.

Shackleton, D. M. 1985. *Ovis canadensis*. Mammalian species, 230:1-9.

Statsoft Inc. 1995. Statistica for Windows 95. Version 4.5 manual. Statsoft Inc., Tulsa, Oklahoma.

Wehausen, J. And R. Ramey. 1993. A Morphometric Reevaluation of the Peninsular Bighorn Subspecies. Desert Bighorn Council Transactions 37:1-10.



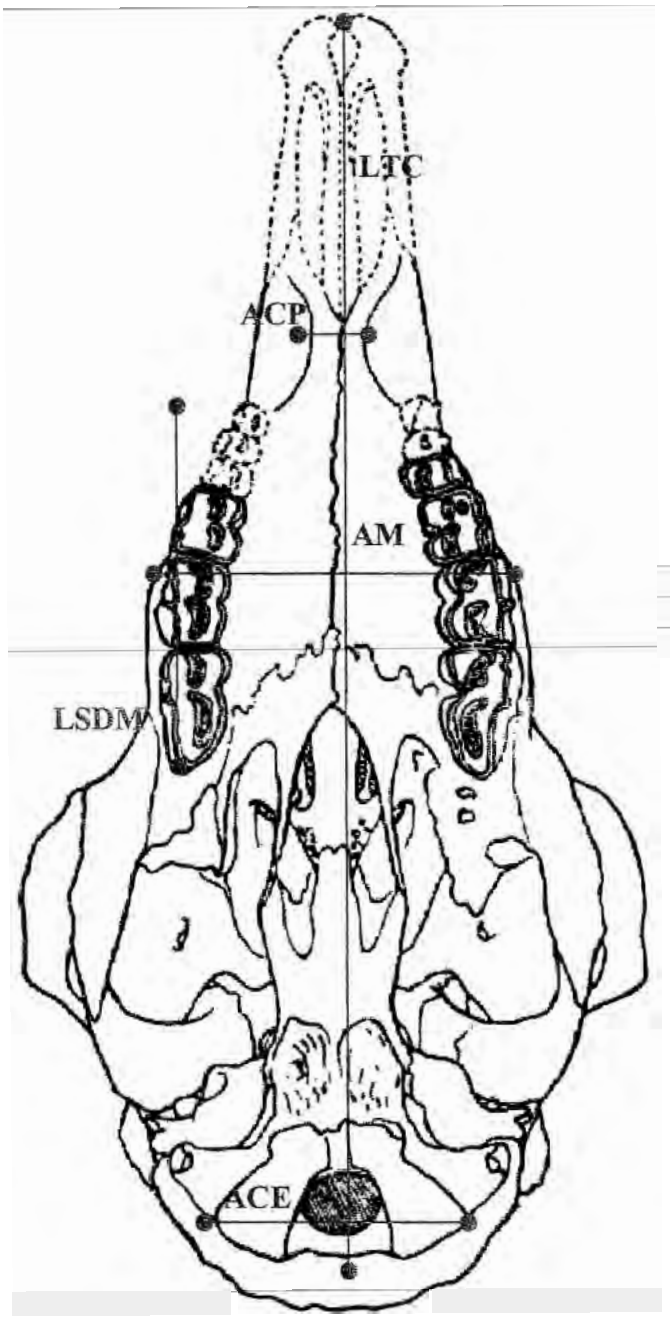


Figura 1. Vista dorsal del craneo de *Ovis canadensis,* en la cual se muestran las medidas tomadas a cada ejemplar (Modificado de may, 1981).

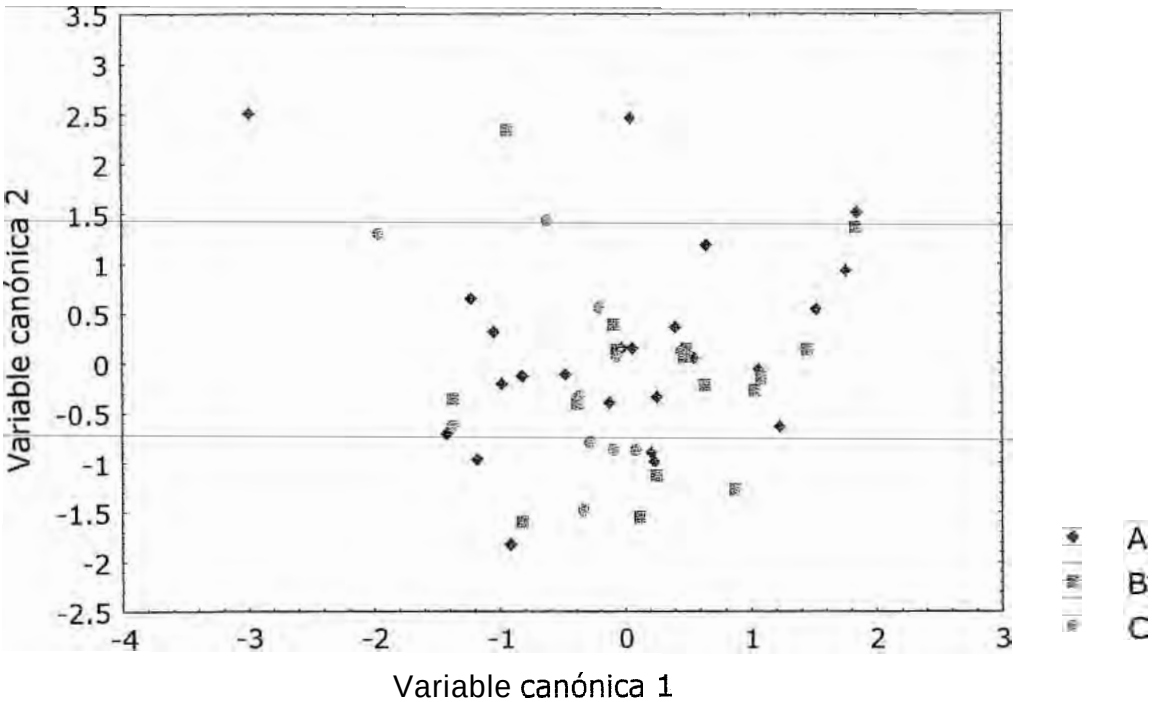
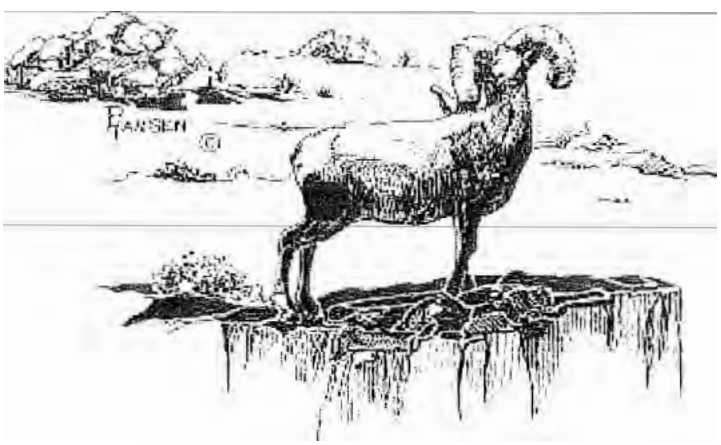


Figura 2. La grafica representa las dos variables canonicas. Primer variable canonica (VCI) Segunda variable canonica (VC2). A= SSPM, AG, M, SM y ER. B= SLG, P, SLA y BLA. C= SG, SR y L.



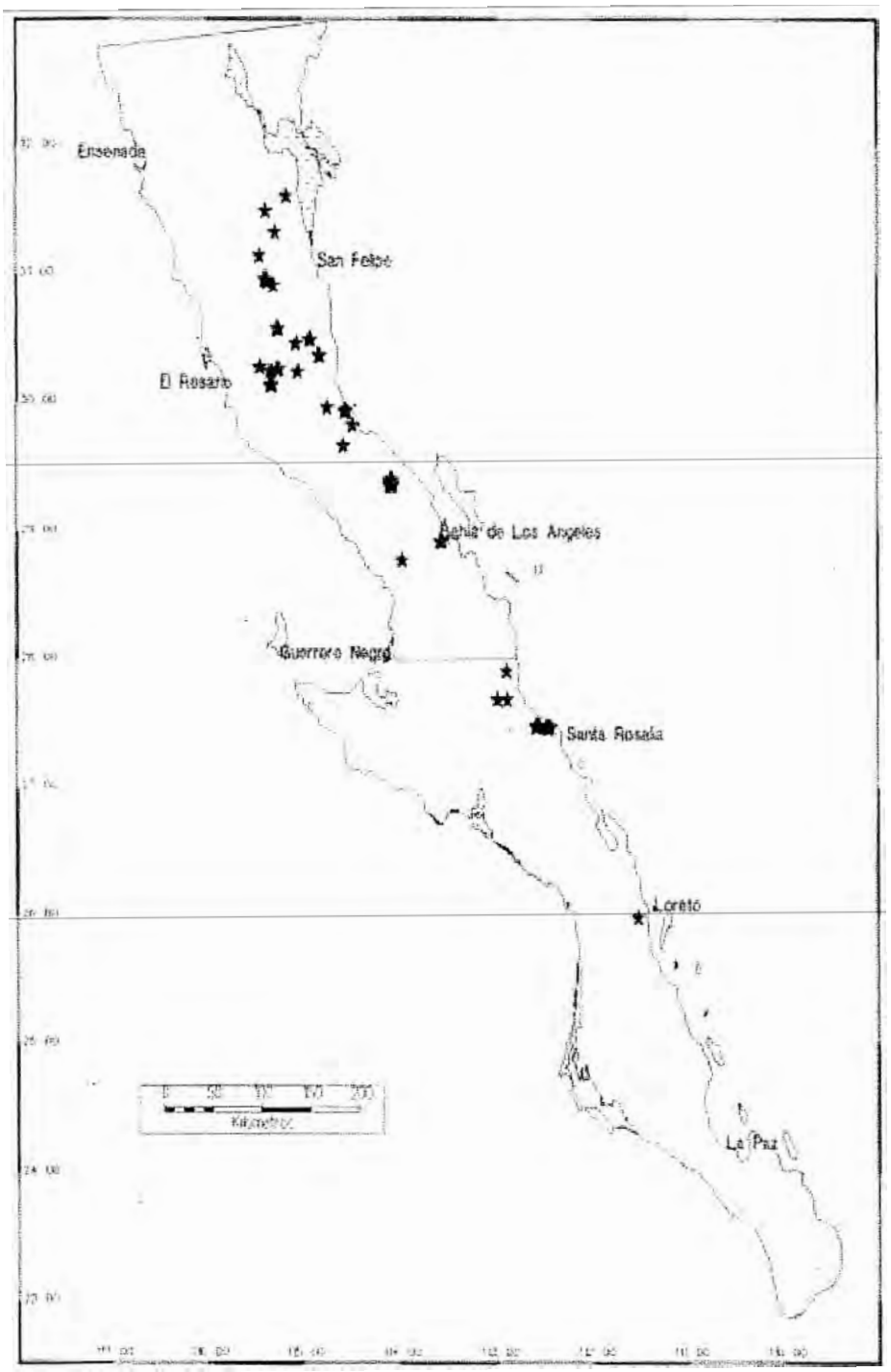


Figura 3. Distribución propuesta para *Ovis canadensis cremnobates.*

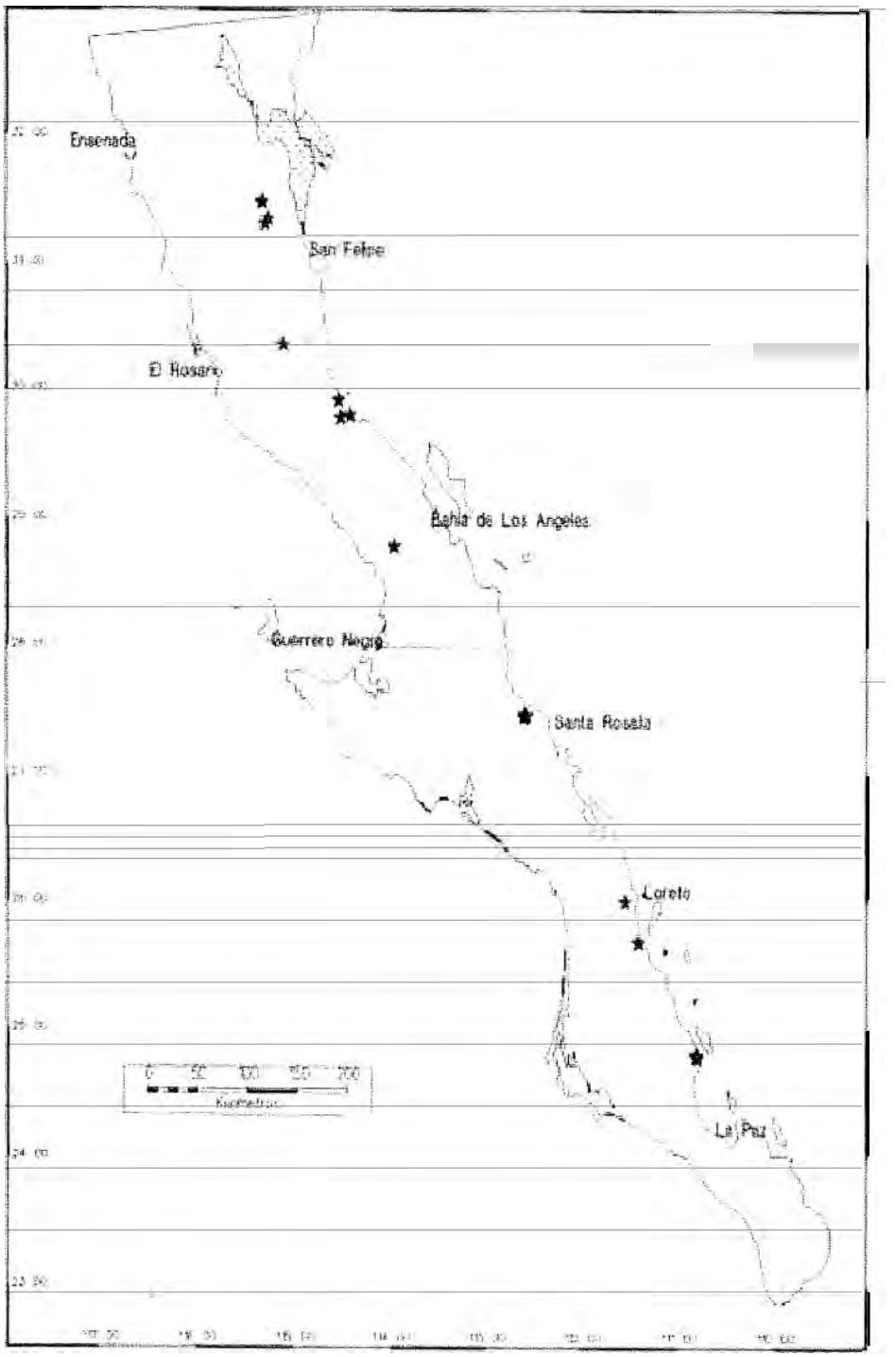


Figura 4. Distribución propuesta para *Ovis canadensis weemsi.*

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY TO DETERMINE STEROID HORMONE LEVELS (P4, T, E2) OF BIGHORN SHEEP (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) PELLET GROUPS IN THE SAN PEDRO MARTIR SIERRA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

SONIA GABRIELA AYALA CANO, Faculty of Sciences, Autonomous University of Baja California. Krn. 103. Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico Z.C. 22800.

ROBERTO MARTINEZ GALLARDO, Faculty of Sciences, Autonomous University of Baja California. Km. 103. Tijuana-Ensenada Highway, Ensenada, Baja California, Mexico Z.C. 22800.

Abstract: An immune-analysis (EIA) was conducted using pellet samples from four species of bovid. The objective was to determine steroid hormone levels (P4, T, E2) in bighorn sheep *(Ovis canadensis cremnobates)* along with reproductive dynamics of the population. Once the EIA was validated, 605 samples from nine sites were analyzed. Samples indicated 311 males and 294 females. Concentrations of each hormone were subjected to a variance analysis and also a multiple range analysis through a Tukey test, using month and elevation. Significant differences were found among hormone concentrations ($p<0.05$). Results indicate that reproductive activity of bighorn sheep varies throughout the year above 1500m.

Key words: pellet samples, sex ratio, reproductive dynamics, bighorn sheep, San Pedro Martir, Baja California.

INTRODUCTION

Reproduction, mortality, and movement determine abundance of populations and many environmental factors influence these characteristics. In an equilibrated population, reproduction compensates natural mortality. To manage a population it is necessary to monitor reproduction events, as well as identify and recognize environmental factors that influence the development of this activity (James and Bailey 1984).

Reproduction determines, in part, structural, physiological and ethological adaptations of the species (Vaughan, 1988). The enormous variation in size and strategies of the life cycle that exists among mammals is related to great differences in reproduction. In mammals, reproduction is characterized by a series of cyclical phenomena that are under nervous and hormonal control (Vaughan, 1988). Therefore, the capacity to recognize reproductive events is essential to understand and improve reproductive dynamics of wild populations (Loskutoff et al. 1993). Knowing steroid hormone levels (through the development of immune-analysis) provides a useful alternative to evaluate the reproductive state of wild species (Shideler et al. 1990). Capturing animals to determine hormone levels through blood analysis is difficult and costly. Collection of pellet samples requires less time and time may be of greater importance when conducting fieldwork (Monfort et al. 1993).

As an antecedent to the above, several studies were recently completed to monitor reproductive activity through the use of pellet steroids in some animal

populations, such as: in the baboon (*Papio cynocephalus cynocephalus*), the measurement of reproductive hormones (P4 and E2) found in feces were used to discriminate between pregnant and non-pregnant ewes (including detection of an early abortion) (Wasser 1996). In another study using maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*), female wolves represented the first know concentration of steroids in canids. We found ovulation and pregnancy in eight out of nine ewes. In this case, the measure of pellet steroids was a useful fertility characterization method for organisms of this species (Waser et al. 1995). Likewise, ferrets (*Mustela nigripes*) were exposed to a natural photoperiod to seasonally monitor the ovarian and testicular cavities in adults, establishing that E2 pellet concentrations are associated with mating activity, P4 concentration increases up to a week after peak reproduction in the trimester and declines during the last phase of gestation period. Rams showed seasonal fluctuations in the excretion of androgens with an increase in concentration approximately two months before ewes commence their estrus period. These results indicate that the analysis done through pellet steroids may be used to evaluate the effect of environmental manipulations in gonad activity and subsequently, help in reproduction strategies in order to improve species conservation (Brown 1997).

In bighorn sheep sexual dimorphism exist. Ewes reach sexual maturity between the first and second year of age, with the minimum reproduction age at 13 months, rams reach their sexual plenitude at almost eight years (Berger 1982). Young, generally one, rarely twins, are born after a gestation period close to 174 to 180 days (Leopold 1977).

The majority of studies (Estes 1976, Millar 1977, Oftedal 1985, Rutberg 1987, Bronson 1989, Hass 1997, Alexander 1974, Berger 1978 and 1979, Flowedew 1987, Deming 1963, Hansen 1967, Sadleir 1969, Buechner 1974, Lenarz 1979, Blood et al. 1970, Jorgenson and Wishart 1984, Bunnell 1980 and 1982, Thompson and Turner 1982, Coblentz 1980, Watson and Radford 1960) on bighorn sheep biology are from different habitat types located in the United States and Canada. These studies focus on the bighorn sheep biology strategies relating to regional ecological variables present in their environment. Few studies have visualized the relationship of reproductive condition of bighorn sheep from pellet samples using different techniques such as the immune-analysis.

In Mexico and particularly in Baja California, there are no studies relating to the different reproductive processes in populations of the sub-species found here. Only direct observation of bighorn sheep through the use of aerial surveys has been done. Observations from aerial surveys may not provide accurate sex ratios because young rams may be confused with ewes, nor do they determine bighorn sheep reproductive condition, which will influence the population management plan. The objective of this work is to standardize a methodology to determine steroid hormone levels P4, T, E2 and reproductive dynamics of bighorn sheep. Currently there is no information that describes this activity in a sequential manner. A comparison was made using sex ratios from a previous study to validate or improve methodologies used in bighorn sheep research.

Bighorn sheep pellet samples were used for an immune-enzymatic research technique (EIA). Through this technique,

aside from determining sex, different steroid hormone levels may be obtained, which determine reproductive physiology and therefore a population's reproductive potential.

Through the use of pellet analysis, we will have a greater understanding of bighorn sheep population reproductive potential with regard to other variables, such as environmental, physiographic and social factors.

STUDY AREA

The San Pedro Martir Sierra is 63,000 hectares and extends from northwest to southeast of the Baja California Peninsula between parallels 30° 30' and 31° 10' northern latitude and meridians 115° 44' and 115° 13' western latitude. This area is 150 krn. southwest of the port of Ensenada and 200 krn. south of the city of Mexicali (Gastil et al. 1975, Minnich et al. 1999, Ruiz-Campos 1991, Reyes and Garcia 1991, Montoya 1998).

One of the reasons why San Pedro Martir Sierra is important from a biological standpoint is due to its origin and geological evolution. The area is part of the Peninsular Mountain Range, which commences in the San Jacinto Mountains in the United States of America and ends towards the middle of the Peninsula. Morphologically, it stands out due to its elevation and territorial extension, being the highest in elevation of the Baja California peninsula, with high plateaus located above 2000m on the northern part and 1900m on the southern part. The highest peak is the Picacho del Diablo (Devil's Peak) at 3095m (Argote 1991, Reyes and Garcia 1991, Escoto 1994).

The San Pedro Martir Sierra is located in the western region of Baja California's Mediterranean region. It is part of a transition zone between Mediterranean climate with winter rains to the northwest with an extremely semi-arid climate with summer rains to the east. This area is the most humid and cold of Baja California, with warm dry summers and cold humid winters (Reyes and Garcia 1991, Sosa 1991, Montoya 1998). Average annual precipitation is 554mm with summer rains predominating over the eastern part of the sierra and winter rains over the west. Precipitation for both seasons also includes snow in the higher elevations of the sierra range. During summer, average temperatures vary from 25°C in the western lower elevations, 15°C in the higher elevations and up to 30°C in the east. In winter, temperatures are very low on the higher elevations of the sierra, with –1.5°C recorded during the month of March at the National Astronomical Observatory (2800m) (Montoya 1998).

Climatic and geographic characteristics, along with ecological variables have created several forest biomes in San Pedro Martir, both xerophytes as well as mesophytes. Numerous micro-environmental conditions exist within this sierra to allow for greater habitat heterogeneity (Sosa 1991, Montoya 1998). As a product of this environmental heterogeneity, San Pedro Martir Sierra is an important refuge for a great number of fauna species. Desert bighorn sheep (*Ovis* canadensis cremnobates) have an economical importance that they share with the black-tail deer (*Odocoileus* hemionus). Other species that occur here are feral donkeys (*Equus asinus*) predators such as the cougar (*Puma* concolor), wild cat (Lynn *rufus*), gray fox (Urocyon *cineroargenteus*), coyote *(Canis latrans)*, badger *(Taxidea taxus)*, skunk (*Spilogate putorius*), raccoon (*Procyon lotor*), ring

tail (*Bassariscus astutus*), and many other species of small mammals, birds, reptiles and amphibious (Hall 1981, Welsh 1988, Ruiz-Campos 1991, Rodriguez 1991, Lopez 1993).

METHODOLOGY

Collection of Biological Material and Evidence of Bighorn Sheep.

Different sites were located in ten areas of the sierra; some of these areas were sampled one to six times during 1997 to 1999. The study area was covered from the bottom of the eastern slope (500m), to elevations 2800m above sea level. Some of the sampled sites were: paths, resting places, watering places, higher and lower elevations of the study area. Many signs of bighorn sheep were found at all locations including footprints, pellets, trails, and loafing areas, at higher elevations as well as along streams. Local residents assured us of having observed bighorn sheep during the middle of the summer along with pellets from 0.5 cm length to 0.4 cm wide. Samples were collected from the above mentioned sites. Each sample site was recorded for location, elevation, age of sign, physical characteristics, water availability, topography, forage availability, temperature, vegetative coverage, date, time, prints, pellets on resting places and paths, and if they were found on sand, grass or big rocks. Each pellet group was taken as an individual sample in accordance to its own characteristics (color, consistency, size, grouped or alone, density, and distance between groups). A total of 1,922 pellet groups were collected during the study period. Each group was placed in a plastic bag with its corresponding data. At the lab they were refrigerated until the corresponding analysis was performed.

LABORATORY ANALYSIS

Standardization of Methods.

A) Tests were performed with P4, T and E2 hormone standards, and with antibodies of three hormones at different dilutions to determine sensitivity: 1/2, 1/4 118, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 11256,

B) Pellet samples from female bighorn sheep (*Ovis canadensis cremnobates)*, goats (Capra *hircus)* and domestic sheep *(Ovis aries)* were used, as well as that of a hybrid male (a cross between a male bighorn sheep and a domestic female sheep) in adults and lambs, both ewes and rams. Fresh and old pellet samples of bighorn sheep with unknown sex were collected to compare steroid concentration once the method is standardized.

C) Different solvents and solutions were prepared, in various quantities and proportions, to prove extraction efficiency in the analysis of domestic and field samples.

D) Extraction of pellet samples and EIA were done as follows:

- Pellets were weighted. Distilledwaterwasadded.
- Pellets were minced.
- Ethylic ether was added.
- Pellets were centrifuged (1000 r.p.m.)
- The organic phase was carefully poured (with the help of a Pasteur

pipette) into another container.
- The organic phase evaporated
- The sample was again suspended in methanol chloroform (2:1).

EIA (immune-analysis)
- The sample (Ag) was placed in PBS-Tween in each well of the ELISA testing plates (leaving 5 wells for each antibody per sample) overnight at room temperature so the protein can passively absorb the plastic.
- The liquid was discarded the following day.
- Each well was washed three times with PBS-Tween.
- The first antibody (P4, T or E2) was added.
- Samples were incubated at 37ºC for one hour.
- Liquid was discarded and each well was washed three times with PBS-Tween.
- The second antibody, IgG anti-rabbit conjugated with phosphates was added.
- Samples were incubated at 37ºC for one hour.
- Each well was washed twice with PBS-Tween.
- Each well was washed twice with distilled water.
- Sustrate (p-nitrophenilphosfate) was added to the solution and incubated at 37ºC.
- NaOH 3M was added to stop reaction.

Each sample's absorbency was quantified at 410 nanometers (nm).

E) Positive and negative controls were done with hormone (P4, T, E2) standards, to compare with readings obtained from problem samples. Positive controls were standards with the first antibody and negatives without the first antibody. Other controls were antibodies to substrate for the positive and antibodies for the negative control but not he substrate.

F) Tests were done with samples from the domestic animals testing with different quantities of samples to see how the levels of hormones were affected, as well as comparing them between domestic adults, yearlings, and lambs.

Once the method's standardization was obtained, a complete analysis of the 605 group field samples was completed (Table 1).

STATISTICAL METHOD

In order to do a comparison of results, a variance analysis was used (ANOVA) and then a multiple range analysis through a Tukey Test with a 95% confidence interval (Zar 1984). First, several matrixes were formed to do the analysis, considering the following as the variables: date (collection months) and elevation, through a multiple variance analysis considering second order interactions. Elevation was grouped as 500 to 1,500m or ≥1,500 to 2,800m and the date was taken for each collection month. Each variable's average F calculation and significance level ($p<0.05$) were obtained. With this information differences among variables with regard to hormone levels by

elevation and for various months were obtained.

RESULTS

Standardization

Once tests were completed with domestic animals in regard to sex, age and known pregnancies, positive results were obtained in all cases and we opted to use dilutions of the three antibodies P4, T and E2 at 11128, since greater absorbency was obtained with this dilution due to a higher concentration dilution of antigens and antibodies. Samples were analyzed fiom six ranches. Results were very similar to those found in works described by Hafez (1996) and Bearden (1982), where young animals present had lower hormone values than adults, which may be because they are not in spermatogenesis. However, this does not happen in every case, since some animals are more precocious than others. Lambs showed higher values than yearlings and adults because prepubescent males have an increase in peak amplitude of LH (leutinizant hormone) and consequently, frequency of LH pulses increase fi-om three or four months of age, while plasmatic hormone concentrations increase lineally. Initially, Leydig cells require a high LH concentration in order to secrete testosterone. This threshold starts declining towards six months of age. In ewes this phenomenon is very similar near puberty with LH or luteotropine peak frequency increases followed by a transitory increase in pre-ovulatory surge, which is related to rut activity during the puberty period. Nevertheless, we have to take into consideration that puberty in both rams as well as ewes is not sexual maturity; therefore reproduction among these individuals is rarely successful.

Finally, we found that hormone levels between adult ewes and rams vary depending on season, elevation, as well as their reproductive stage, for example: during gestation, P4 secretion suppresses rut, estrogen concentrations are low during the first part of gestation, but they increase towards the middle and latter part (Morrison 1981).

Bighorn Sheep Sample Analysis

A total of 605 pellet groups from nine sites (Table 1) were analyzed. The Observatory area had the most samples. P4, T and E2 values discriminated between 294 females and 311 males with concentrations of E2 and T (Tables 2 and 3). Hormone values obtained fiom each sample compared with previously described variables as follows:

1) Greater P4 values detected in female pellet samples during July, August and September suggesting pregnancy periods, while lower levels detected during January, February, March, and October suggest lactation.periods (Table 4).

2) E2 and P4 values detected in female pellet samples related to rut and mating season were higher during June than in October. Clear differences ($p<0.05$) are present both for #2 as well as for P4 with regard to elevation. Greater hormone levels were present in pellet samples fi-om elevations greater than 1500m (Table 5).

3) Greater E2 values detected in female pellet samples during June, July, August, and September suggest the period of rut and mating, while those detected during February, March, and October suggests pregnancy. E2 levels contained in pellet samples are greater in the elevations above 1500m (Table 6).

4) Greater T values detected in male pellet samples during June, August, and September suggest rut and mating periods, in comparison to lower levels detected in January and October. Samples from elevations above 1500m had a higher hormone level (Table 7).

CONCLUSION

Knowledge of reproductive processes of any species that is being studied depends on a variety of factors technical, social, and physical to understand and apply different study methods. Reproductive events are critical to maintain and increase productivity of wild populations with great variation among species with regard to sex ratio, seasonality and reproductive dynamics. Different strategies to monitor reproduction and maintain wild populations depend on knowledge, which can be achieved through research of the animal's reproductive physiology. This study achieved EIA standardization and tested 605 pellet samples. Differences in hormone levels were found depending on time of year and elevation. This information may be directly applied for bighom sheep research to support future research were this method is applied. This technique was developed through the use of the antigen-antibody with antigen hormones found in pellet samples and antibodies commonly known fiom P4, T, and E2. This is the same as the IgG anti-rabbit conjugated with alkaline phosphatase. Results obtained by EIA are very reliable and applicable to determine reproductive dynamics of bighorn sheep. Concentrations of various steroid metabolites in pellet samples, determine reproductive stages of an individual throughout the year and an unlimited number of samples can be analyzed without having to directly handle the animal. We reached the conclusion that it is necessary to use and apply new techniques, to improve our ability to obtain reliable results during field research and improve the future of species conservation in the region.

Method to Determine Sex in Bighorn Sheep.

Sex ratios observed for bighorn sheep can vary depending on elevation, time of year, and species. Older productive ewes tend to have more male progeny, as explained by Briedermann (1992). In this study we found a ratio of sexes slightly favoring males (311:294), although there is great variation depending on the time of year and elevation, which can be attributed to the study area's characteristics. Comparing aerial surveys and the recently implemented EIA through pellet samples, we have determined that with pellet samples we can study a population of bighorn sheep all year long. Aerial surveys can lead to classification mistakes, because a young male may be confused with a female, as explained by Geist (1971). Sometimes yearling rams and 2 year olds rams are hard to distinguish fiom adult ewes, especially during winter, when the fur changes color and genitals and udders are not visible.

The characteristics of the sierras are different; therefore we cannot extrapolate classifications from one sierra to another. Classifications of the bighorn sheep population are biased due to areas surveyed. The majority of the survey flights occur in areas below 1500m. Areas in the San Pedro Martir Sierra are not surveyed because they occur at higher elevations and contain canyons with very steep slopes as well as pine forest. Also, available time for aerial surveys results in

a small sample size to determine the number of individuals in a population or specific area.

Through pellet group analysis we can obtain better information because the majority of the sites can be accessed on foot and at different elevations and seasons. We can also determine if an area has been visited frequently. Pellets collected can be analyzed through the use of precise techniques, without having to have visual contact in order to determine sex ratio, pregnancy and yearly reproductive season(s) in any given area. A sex ratio estimate for a specific area can be obtained through EIA and also information by elevation and seasons for better establishment of the population's reproductive parameters by area. Therefore, efficacy of the method compared to census, gives a greater perspective on current ecological, economical and social characteristics of bighorn sheep.

Reproductive Dynamics of Bighorn Sheep

Results based on collection months and elevation indicates the presence of ewes in estrus as well as pregnant ewes. Considering the gestation period (180 days) and analyzing hormone concentrations, we find that it is very probable that there are two peak births per year, separating gestation periods between one group of ewes and another. Our results are similar to those found in Bon et al. (1993), where two birthing periods were found, the first from the beginning of April to the middle of May, which is when most of the births occur, and the second from the end of May and throughout June. These results are similar to this study, due to the fact that there are two birthing periods and a long rut season.

Ewes and lambs are sighted more often at higher elevations where they find more optimum areas for refuge. Geist (1971) explained that survival of lambs depend on the quality of habitat. Experts on bighorn sheep reproduction have documented that the majority of wild sheep have a mating season that starts when the environment allows for a better survival of neonates; these patterns have developed through natural selection. Seasonal reproduction patterns are present in species with a yearly rut period (monoestro) to species with a series of rut periods, such as the bighorn sheep, which are limited to a time of year (seasonal polyestros) (Bearden 1982). Bearden (1982) and Hafez (1996) document that mating is limited to the rut period, which coincides with ovulation and that the duration of the rut period depends on the species and varies from one female to another. Mating also varies during ovulation in accordance to internal and external factors. Given these characteristics and results obtained from elevations of T and E2 levels during most of the year, we've determined that this population of bighorn sheep does not mate once a year, but synchronizes mating in such a manner that when ewes have just given birth other ewes are starting their estrus cycle, therefore bighorn sheep remain reproductive during most of the year. This is confirmed by Lincon and Short (1980) who found an increase of blood T levels in sheep during the summer for preparation of the rut period. The rut is closely linked to their nutritional situation, corporal weight, P4, T, and E2 peripheral concentrations.

In conclusion, we've found that the population of *Ovis canadensis*

cremnobates in this study area has two birth peaks, one commonly recorded between February and April and another detected during July and September. This may be due to the fact that this population is located in the extreme southern part of species range in the San Pedro Martir sierra and has a higher quality habitat with less strenuous environmental conditions than those found in areas further north. This allows the population to be reproductively active during most of the year. Also, the region's characteristics allow reproduction of bighorn sheep to be successful by virtue of genetic interchange and flow among individuals, even during winter. Bronson (1989) affirms that cold weather generally stimulates rut behavior, but is inhibited during high temperatures.

These results reflect use and application of EIA through pellet samples for the determination of the various reproductive stages in wild sheep. This infoimation may improve future species management and conservation. Information from this study may serve as an antecedent for future studies that may provide more information on the biology of various bighorn sheep populations.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported in part by CONABIO grant FB529/L159/97, CONACYT grant 129856-B and the Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C. for their support. We also thank Patricia Eaton for logistical support. Ricardo Eaton, Eva Salmon and Jesus Lara provided many helpful suggestions on the manuscript.

LITERATURE CITED

Alexander, G. 1974. Birth Weight of Lambs: Influences and Consecuenses. Pp. 215-245, in Ciba Foundation Simposiums on Size at Birth (K. Elliot and J. Knight). Associated Scientific Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 27:1-408 pp.

Argote, D. L. 1991. El pluton de San Pedro Mártir: Una Visita Geologica. Division de Ciencias de la Tierra, CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. Sierra de San Pedro Martir. 25 pp.

Bearden, H. J. 1982. Reproducción Animal Aplicada. Editorial El Manual Moderno. Mexico, D. F. 50-61 pp.

Berger, J. 1978. Social Development and Reproductive Strategies in Bighorn Sheep. Ph. D. Diss; University of Colorado, Boulder (British Columbia, California, and Oregon). 134 pp.

Berger, J. 1979. Weaning Conflict in Desert and Mountain Bighorn Sheep (Ovis canadensis): An Ecological Interpretation. Zeitschrift Fur Tierpsychologie. 50:188-200 pp.

Berger, J. 1982. Female Mating Age and Lamb Survival in Desert Bighorn Sheep (*Ovis* canadensis). Mammalia, (Arizona, California, Nevada, and Utah). 46:183-190 pp.

Blood, D. A; D. R. Flook and W. D. Wishart. 1970. Weights and Growth of Rocky Mountain Bighorn Sheep in Western

Alberta. J. Wildl. Mgmt. 34:451-455 **pp.**

Bon, R; M. Dardaillion and I. Estevez. *1993.* Mating and Lambing Periods As Related to Age of Female Mouflon. Journal of Mamrnalogy. 74(3):752-757 pp.

Borjesson, D. L; W. M. Boyce; I. A. Gardner; J.R. DeForge and B. Lasley. *1996.* Pregnancy Detection in Bighorn Sheep (Ovis canadensis) Using a Pellet Based Enzyme Inmunoassay. Journal of Wildlife Diseases. *32:67-74* pp.

Briedermann, L. 1992. Ergebnisse Von Untersuchungen Zur Reproduktion des Mufflon (*Ovis ammon musimon*). Zeitschrift fur Jagdwissenschaft. *38:16-25* pp.

Bronson, F. H. 1989. MAmmalian Reproductive Biology, University of Chicago, United States of America. *114-120* pp.

Brown, J. L; S. K. Wasser; D. E. Wildt and L. H. Graham. *1994.* Comparative Aspects of Steroid Hormone Metabolism and Ovarian Activity an Felids, Measured Non-invasively in Feces. Biol. Reprod. *51:*776-786 pp.

Buechner, H. K. *1974.* Implications of Social Behavior in the Management of Uganda Kob. Pp. *853-870, in* The Behavior of Ungulates and its Relation to Management (V. Geist and F. Walther, eds.). IUCN, Publ. new series, N.24, Morges, Switzerland. 2:512-940 pp.

Bunnell, F. L. 1980. Factors Controlling Lambing Period of Dall's Sheep. Canadian Journal of Zoology. 58:1027-1031 pp.

Bunnell, F. L. *1982.* The Lambing Period of Mountain Sheep: Hypotheses, and Tests. Canadian Journal of Zoology. *60:1-14* **pp.**

Coblentz, B. E. *1980.* A Unique Ungulate Breeding Pattern. J. Wildl. Mgmt. 44:929-933 pp.

Deming, O. V. *1963.* Bighorn Breeding. Trans. Desert Bighorn Council. 7:92-113 pp.

Escoto, R. M. *1994.* Balance del Agua del Suelo en Tres Sitios de Estudio en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California, Mexico. *96* pp.

Estes, *R. D. 1976.* The Significance of Breeding Synchron in the Wildebeest. East African Wildlife Journal, *14:135-152* pp.

Flowerdew, J. R. *1987.* Mammals, Their Reproductive Biology and Population Ecology. Edward Arnold, Baltimore, Maryland. *241* pp.

Gastil, R. G; R. P. Phillips and E. C. Allison. *1975.* Reconnaissance Geology of the State of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir. *140* pp.

Geist. V. *1971.* Mountain Sheep: A Study in Behavior and Evolution. The

University of Chicago Press, United States of America. 384:107-130 pp.

Hafez, E. S. E. *1996.* Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Editorial McGraw-Hill Interamericana, 6ta edición. Mexico, D. F. Capítulos: *3,* 4, 9, *10 y 15.*

Hall, R. E. *1.981.* The Mammals of North America. 2da edicion. A Wiley Interscience Publication. New York. Vol I y II. *1175* pp.

Hansen, C. G. 1967. Bighorn Sheep Populations of The Desert Game Range. J. Wildl. Mgmt. 31:693-*706* pp.

Hass, C. *1997.* Seasonality of Births in Bighorn Sheep. Journal of Mammalogy. 78(4): *1251-1260* pp.

James, A and T. N. Bailey. *1984.* Principles of Wildlife Management. United States of America. *143-154* pp.

Jorgenson, J. T and W. D. Wishart. *1984.* Growth Rates of Rocky Mountain Bighorn Sheep on Ram Mountain, Alberta. Proc. Northern Wild Sheep and Goat Council. *4,270-284* pp.

Leopold, A. *1977.* Fauna Silvestre de Mexico. Segunda edicion .Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, editorial Pax-Mexico, Mexico, D.F. *598* pp.

Lenarz, M. *1979.* Social Structure and Reproductive Strategy in Desert Bighorn Sheep (*Ovis canadensis mexicana*). Journal of Mammalogy. 60(4):671-678 pp.

Lincoln, G. A and R. V. Short. *1980.* Seasonal Breeding: Natures Contraceptive. REC. Prog. Horm. Res. *36:1-52* pp.

Lopez, A. G. 1993. Composición Sistematica y Ecológica de la Ornitofauna del habitat del Noroeste de Baja California, Mexico. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California. *74* pp.

Loskutoff, N. M; J. E. Ott and B. L. Lasley. 1983. Strategies for Assessing Ovarian Function in Exotic Species. Journal of Zoo Animal Medicine. 14:3-12 pp.

Millar, J. S. *1977.* Adaptive Features of Mammalian Reproduction. Evolution. 31:370-386 pp.

Minnich, R. A; y E. Franco-Vizcaíno. *1999.* Protección de la Vegetación y los Regimenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Martir en Baja California. Fremontia. Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de Baja California. Edición Especial. 29 pp.

Montoya, M. 1998. Evaluación del Habitat del Borrego Cimarrón *(Ovis canadensis cremnobates* Elliot,1903) con Fines de Manejo en la Sierra San Pedro Martir, Baja California- México. Tesis de Maestria. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California. 18,21,22 pp.

Monfort, S. L; C. C. Schwartz and S. K. Wasser. 1993. Monitoring Reproduction in Captive Moose Using Urinary and Pellet Steroid Metabolites. Journal of Wildlife Management. 57:400-407 pp.

Oftedal, O. T. 1985. Pregnancy and Lactation. Pp 215-238, in Bioenergetics of wild herbivores (R. J. Hudson and R. G. White, eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida. 314 pp.

Reyes, C. S y J. Garcia. 1991. Clirnatologia de Baja California: Sierra de San Pedro Martir. Grupo de Meteorologia. CICESE. Memorias de la 111 Semana de la Exploracion y la Historia. 29 pp.

Rodriguez, M. M. 1991. Las Aves de la Sierra San Pedro Martir, Baja California. Memorias de la III Semana de la exploración y la Historia. 41, 44 pp

Ruiz-Campos, G. 1991. Caracterizacion Limnológica de los Arroyos de la Sierra San Pedro Martir, como Habitats de la trucha Endémica *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Everman). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Memorias de la III Sernana de la Exploracion y la Historia. 39, 40 pp.

Rutberg, A. T. 1987. Adaptive Hypotheses of Birth Synchrony in Rumiants: An Interspecific Test. The American Naturalist. 130:692-710 pp.

Sadlier, R. M. F. S. 1969. The Ecology of Reproduction in Wild and Domestic Mammals. Methuen Co; Ltd; London. 3 pp.

Shideler, S. E; C. J. Munro, L. Tell; G. Owitt; L. Laughlin; R. Chatterton and B. L. Lasley. 1990. The Relationship of Serum Estradiol and Progesterone Concentrations to the Enzyme Immunoassay Measurements of Urinary Estrone Conjugates and Immunoreactive Pregnanediol-3-glucuronide in *Macaca mulatta.* American Journal of Primatology. 22:113-122 pp.

Sosa, R. J. 1991. Los Bosques de la Sierra de San Pedro Martir. CICESE. Memoria de la 111 Sernana de la Exploracion y la Historia. San Pedro Martir. 34 pp.

Thompson, R. W and J. C. Turner. 1982. Temporal Geographic Variation in The Lambing Season of Bighorn Sheep. Canadian Journal of Zoology. 60:1781-1793 pp.

Vaughan.T. A. 1988. Mamíferos, editorial interamericana tercera edición, Mexico, D.F. 431, 435, 443, 444, 446 PP

Wasser, S. K; A. D. L. Velloso and M. D. Rodden. 1995. Using Pellet Steroids to Evaluate Reproductive Function in Female Maned Wolves. Journal of Wildlife Management. 59:889-894 pp.

Wasser, S. K. 1996. Reproductive Control in Wild Baboons Measured by Pellet Steroids. Biology of Reproduction. Vol. *55*. N 2. 393-399 pp.

Watson, R. H and H. M. RadFord. 1960. The Influence of Rams on the Onset of Oestrus in Merino Ewes in the Spring. Australian. J. Agric. Res. 8:460-470 pp.

Welsh, H. H. Jr. 1988. An Ecogeographic Analysis of the Herpetofauna of the Sierra San Pedro Mártir Region, Baja California, with a Contribution to the Biogeography of the Baja California Herpetofauna. Proc. Calf. Acad of Sci. 46(1):23-32 pp.

Woodgerd, W. 1964. Population Dynamics of Bighorn Sheep on Wildhorse Island. J. Wild. Mgmt. 28:381-391 pp.

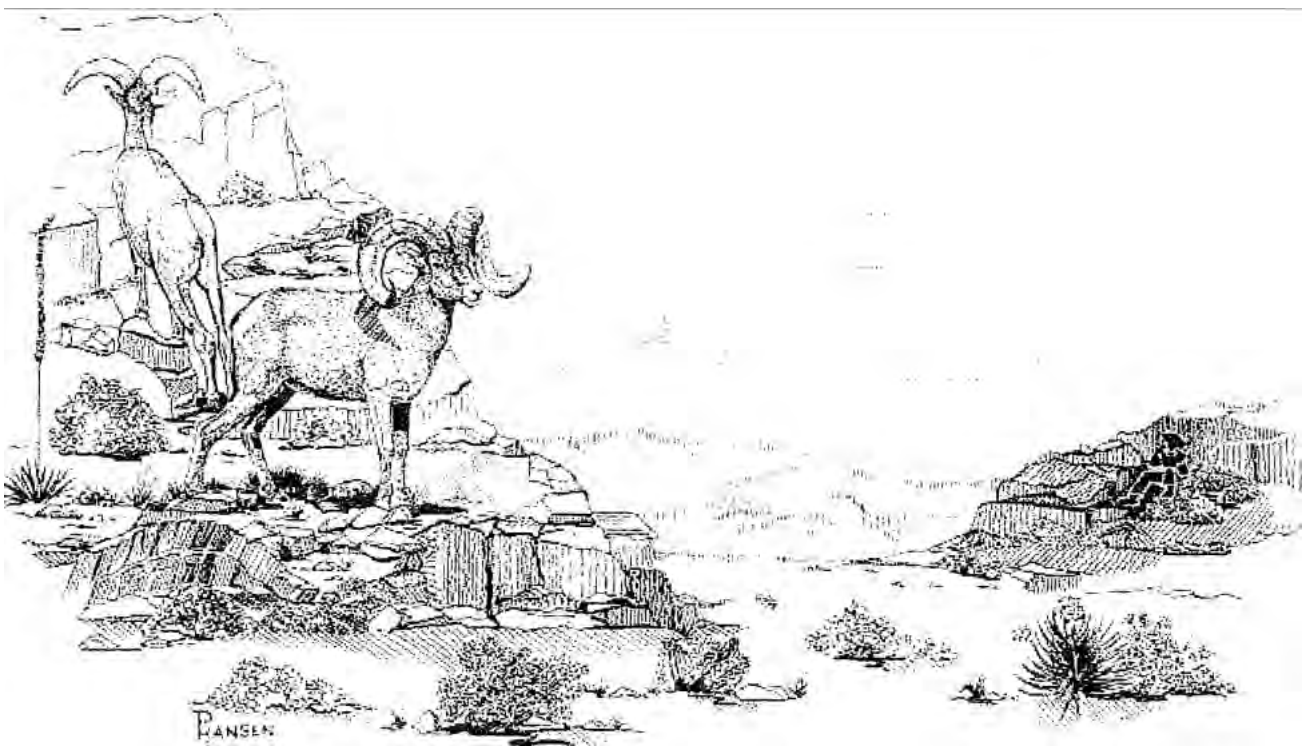


Table 1. Year, month, location, and number of bighorn sheep pellet groups analyzed.

Year	Month	Location	Pellet Groups
1997	November	National Astronomical Observatory	23
1997	December	La Providencia Canyon	26
1998	January	La Esperanza Canyon	8
1998	January	Diablo Canyon	9
1998	January	El Diablito Canyon	5
1998	February	Diablo Canyon	25
1998	March	La Encantada East Canyon	30
1998	March	El Picacho Hill	10
1998	June	Botella Azul Hill	26
1998	June	National Astronomical Observatory	52
1998	July	National Astronomical Observatory	64
1998	August	Botella Azul Hill	51
1998	August	National Astronomical Obsewatory	63
1998	September	National Astronomical Observatory	63
1998	October	La Encantada East Canyon	10
1998	October	Los Colibries Canyon	21
1998	October	Diablo Canyon	54
1999	May	National Astronomical Observatory	65
		TOTAL 9	TOTAL 605

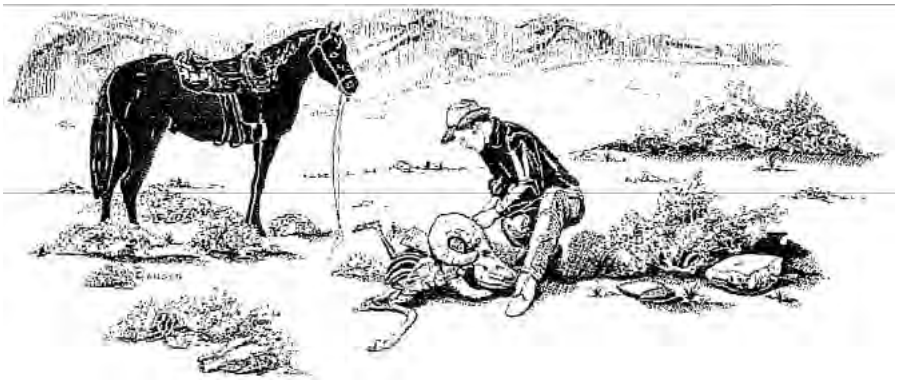


Table 2. Sex identification based on analysis of bighorn sheep pellet groups.

Month	Location	Elevation	Pellet Groups	Male	Females
November 1997	National Astronomical Observatory	↑	23	20	3
December 1997	La Providencia Canyon	↓	26	18	8
January 1998	La Esperanza Canyon	↓	8	6	2
January 1998	Diablo Canyon	↓	9	4	5
January 1998	Diablito Canyon	↓	5	5	0
February 1998	Diablo Canyon	↓	25	1	24
March 1998	La Encantada East Canyon	↓	30	10	20
March 1998	El Picacho Hill	↑	10	9	1
June 1998	Botella Azul Hill	↑	26	16	10
June 1998	National Astronomical Observatory	↑	52	19	33
July 1998	National Astronomical Observatory	↑	64	17	47
August 1998	Botella Azul Hill	↑	51	21	30
August 1998	National Astronomical Observatory	↑	64	45	18
September 2998	National Astronomical Observatory	↑	64	48	15
October 1998	La Encantada East Canyon	↓	10	2	8
October 1998	Los Colibries Canyon	↓	21	3	18
October 1998	Diablo Canyon	↓	54	39	15
May 1999	National Astronomical Observatory	↑	65	28	37
Total			605	311	294

↑ >1500m

↓ <1500m

Table 3. Sex identification of bighorn sheep based on pellets grouped by elevation and season.

	> 1500m	< 1500m	Spring / Summer	Autumn / Winter
Male:female	203:191	108:103	155:176	156:118
Male:female Ratio	52:48	51:49	47:53	57:43

Table 4. Statistical analysis of P4 levels per collection months, and differences found with variables analyzed in Tukey multiple range tests with a $p<0.05$.

	P4 Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Month		22.215	.0000	January [<] July
January	1.1959524			January [<] August
February	2.7976095			January [<] September
March	1.9340791			February [<] July
July	5.6483509			February [<] August
August	6.6870047			February [<] September
September	5.2918380			March [<] July
October	2.2389769			March [<] August
				March [<] September
				July [>] October
				August [>] October
				September [>] October

Table 5. Statistical analysis of E2 and P4 levels related to rut and mating periods per collection months and elevation, and differences found with variables analyzed with Tukey multiple range tests with a $P<0.05$.

	E2 Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Month		3.101	0.139	June [>] October
June	4.4676934			
October	2.7585031			
	P4 Average	Calculated F	Significance level	Differences
Month		2.657	.0296	June [>] October
June	4.2864936			
October	2.1697028			
	E2 Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Elevation		27.352	.0000	<1500m [<] >1500m
<1500m	2.4536163			
>1500m	5.5439464			
	P4 Average	Calculated F	Significance level	Differences
Elevation		127.969	.0000	<1500m[<] >1500m
<1500m	2.2139610			
>1500m	5.8434723			

Table 6. Statistical analysis of E2 levels per collection months and elevation, and differences found with variables analyzed with the Tukey multiple range tests with a $p<0.05$.

	E2 Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Month		21.805	.0000	February [<] June June [>] July
February	1.2779868			February [<] July June [>] August
March	2.9906698			February [<] August June [>] July
June	7.2313439			February [<] September July [<] September
July	5.3858490			March[<] June July [>] October
August	5.6079146			March [<] July August [<] September
September	7.7786959			March [<] August August [>] October
October	3.1527924			March [<] September September [>] October
	E2 Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Elevation		98.377	.0000	>1500m [>] <1500m
<1500m	2.4096483			
>1500m	6.1939753			

Table 7. Statistical analysis of T levels per collection months and elevation, and differences found with variables analyzed with Tukey multiple range tests with a $p<0.05$.

	T Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Month		7.881	.0000	January [<] June
January	3.0819165			January [<] August
June	7.1447634			January [<] September
August	6.9588134			June [>] October
September	7.2375323			August [>] October
October	4.1595278			September [>] October
	T Average	Calculated F	Significance level	Differences found
Elevation		42.998	.0000	>1500m [>] <1500m
<1500m	4.0580137			
>1500m	6.9105650			

DESARROLLO DE UNA METODOLOGIA PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE HORMONAS ESTEROIDES (P4, T, E2) EN EXCRETAS DE LA POBLACION DE BORREGO CIMARRON (*OVIS CANADENSIS CREMNOBATES*) EN LA SIERRA SAN PEDRO MARTIR, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

SONIA GABRIELA AYALA CANO, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Krn.103. Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, C.P. 22800. Baja California, México.

ROBERTO **MARTÍNEZ GALLARDO**, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California. Km.103. Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, C.P. 22800. Baja California, Mexico.

RESUMEN

Se valido un inrnunoensayo (EIA) utilizando excretas de cuatro especies de bovidos, con el objetivo de utilizar dicho EIA para determinar los niveles de horrnonas esteroides (P4, T, E2) en excretas de borrego cimarron (*Ovis canadensis cremno*bates), asi como su dinamica reproductiva y la proporcion de sexos en la poblacion. Una vez validado el EIA se analizo un total de 605 muestras de 9 localidades. Encontrando una proporcion de sexos de 311 machos y 294 hembras. Las concentraciones obtenidas de cada hormona se sometieron a un análisis de varianza de una via y posteriormente a un análisis de rangos multiples mediante la prueba de Tukey, utilizando como variables: la fecha (meses de recolecta), y la altura (1500 a 2800 m.s.n.m y 1500 a 500 m.s.n.m). Se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones de las hormonas ($p<0.05$) de las variables analizadas. Concluyendo que en altitudes por arriba de los 1500 m.s.n.m es donde se presenta una mayor actividad reproductiva del borrego cirnarron a lo largo del año.

Palabras Clave - excretas, proporcion de sexos, dinamica reproductiva, borrego cimarron, San Pedro Martir, Baja California.

INTRODUCCIÓN

La reproducción, mortalidad y movimientos son atributos ernergentes que determinan la abundancia de las poblaciones. Sin embargo, muchos factores del ambiente tienen influencia en estas tres caracteristicas de la poblacion. En una poblacion en equilibrio, la reproduccion compensa la mortalidad natural. Considerando lo anterior, es indiscutible que para el rnanejo de la vida silvestre es necesario monitorear los sucesos de reproduccion, asi como identificar y reconocer los factores ambientales que tienen influencia durante el desarrollo de esta actividad (James y Bailey 1984).
Asi mismo, debido a su importancia para la vida, la reproduccion deterrnina, en parte, las adaptaciones estructurales, fisiológicas y etológicas de las especies (Vaughan 1988). La enorme variación en tamaño y estrategias del ciclo de vida que existe entre los mamiferos se relaciona con grandes

diferencias en la reproduccion. En los mamíferos, la reproduccion se caracteriza por una serie de fenomenos ciclicos que estan bajo control nervioso y hormonal (Vaughan 1988). Por ende, la capacidad de reconocimiento de los eventos reproductivos es esencial para entender y manejar la dinamica reproductiva de las poblaciones silvestres (Loskutoff et al. 1993).

Por lo que, el conocer los niveles de hormonas esteroides (a traves del desarrollo de inrnunoensayos) proporciona una alternativa util para evaluar el estado reproductivo de las especies silvestres (Shideler et al. 1990 en Borjesson et al. 1996). Y dado que el capturar organismos y tomar muestras de sangre es una estrategia dificil y costosa, los metodos por medio de excretas adquieren cada vez una mayor importancia para realizar investigaciones de campo (Monfort et al. 1993).

Como antecedente a lo anterior, recientemente se han realizado varios estudios para monitorear la actividad reproductiva por medio del uso de esteroides fecales en algunas poblaciones de animales, por ejemplo: en el baboon (Papio cynocephalus cynocephalus), la medida de hormonas reproductivas (P4 y E2) encontradas en heces fueron usadas para discriminar entre hembras preñadas y no preñadas (incluyendo la detección de un aborto temprano) (Wasser 1996). En otro estudio, realizado en hembras de lobo de crin (*Chrysocyon* brachyurus), la utilización de este método represento la primera tentativa para conocer las concentraciones de los esteroides en cánidos. Encontrando ovulación y preñez en 8 de 9 hembras. En este caso, la medida de esteroides fecales result6 ser un util medio de caracterización de la fertilidad para los organismos de esta especie (Wasser et al. 1995). Así mismo, hurones (Mus*tela nigripes*) se expusieron a un fotoperiodo natural para monitorear estacionalmente la actividad ovarica y testicular en los organismos adultos, llegando a establecer que la concentracion de E2 fecal esta asociado con la actividad de apareamiento, la concentracion de P4 se incrementa hasta una semana despues de la reproduccion pico del trimestre y que declina en la ultima fase del periodo de gestacion. Los machos por su parte, mostraron estacionalmente fluctuaciones en la excreción de androgenos con un incremento en la concentracion observada mas o menos 2 meses antes de que las hembras entren en el periodo de estro. Estos resultados indican que el análisis por medio de esteroides fecales puede ser usado para evaluar el efecto de las manipulaciones ambientales en la actividad gonadal y subsecuentemente para ayudar en las estrategias de reproducción para mejorar especies en conservación (Brown 1997).

Por otro lado, en el caso especifico del borrego cimarrón, se sabe de manera general que presenta dirnorfismo sexual, es decir, que existen diferencias en el fisico de ambos sexos. Donde las hembras logran la madurez sexual entre el primero y el segundo año de edad, siendo la edad mínima de reproduccion a los 13 meses y los machos llegan a la plenitud sexual casi a los ocho años (Berger 1982). Los hijos, generalmente uno, rara vez gemelos, nacen despues de un periodo de gestacion de cerca de 174 a 180 dias (Leopold 1977).

Asi como tambien se conoce que, la mayoría de los estudios que se han realizado por varios autores (Estes 1976, Millar 1977, Oftedal 1985, Rutberg 1987, Bronson 1989, Hass 1997, Alexander 1974, Berger 1978 y 1979, Flowerdew 1987, Deming 1963, Hansen 1967, Sadleir 1969, Buechner 1974, Lenarz 1979, Blood et al. 1970, Jorgenson y Wishart 1984, Bunnell 1980 y 1982,

Thompson y Turner 1982, Coblentz 1980, Watson y Radford 1960) sobre la biologia de estos organismos, peitenecen a las diferentes poblaciones que se encuentran en habitats de Estados Unidos y Canada, enfocados principalmente a la relación de sus diferentes estrategias y conductas reproductivas con las variables ecologicas que se presentan en su ambiente, y muy pocos trabajos ha visualizado la realización de estudios mucho mas amplios en los cuales se determine a partir de las excretas el estado reproductivo, utilizando para ello diferentes técnicas como el inmunoensayo.

En Mexico y particularmente en Baja California no se tiene ningún tipo de estudio relacionado con los diferentes procesos reproductivos en las poblaciones de la subespecie que aquí se encuentra, sólo se han realizado conteos directos de individuos, por medio de censos aereos, encontrando que la proporción de sexos de la poblacion es favorable a las hembras, lo cual no es del todo confiable ya que se pudiera confundir un macho joven con una hembra, además de que no aportan mucha información que sirva de base para determinar el estado reproductivo del borrego cimarron, mucho menos para llegar a formar parte de un plan de manejo de la pcblacion.

Por esta razon el objetivo del presente trabajo, es el estandarizar una metodologia para determinar los niveles de hormonas esteroides P4, T, E2, y la dinamica reproductiva del borrego cimarron, dado que actualmente no existe información que describa la caracterizacion de esta actividad de una manera secuencial. Además, se realizo una comparacion de los resultados obtenidos en cuanto a la proporcion de sexos, con estudios realizados anteriormente para comprobar o mejorar las metodologias utilizadas en las investigaciones del borrego cimarron de acuerdo con su eficacia.

Para tal efecto, dicho trabajo se realizó por medio de tecnicas indirectas, en este caso el uso de excretas, utilizando como base de la investigación una tecnica inmunoenzimática (EIA). Por medio de dicha tecnica, además de determinar la proporcion de sexos se pueden obtener los niveles de las diferentes hormonas esteroides que participan en la fisiologia reproductiva tanto de los organismos domesticos asi como silvestres, llegando a establecer la dinámica reproductiva de las poblaciones.

Por lo tanto, por medio del uso de excretas se pretende tener un conocimiento mas amplio de lo que esta sucediendo en el aspecto reproductivo relacionado con otras variables, como los factores ambientales, fisiográficos y sociales en una de las poblaciones de borrego cimarrón en Baja California.

AREA DE ESTUDIO

La Sierra San Pedro Martir se encuentra orientada de noroeste a sureste en la Peninsula de Baja California, localizada entre los paralelos 30° 30' y 31° 10' de latitud norte y los meridianos 115° 44' y 115° 13' de latitud oeste, ubicada a 150km. al suroeste del Pueito de Ensenada y 200km. al sur de la ciudad de Mexicali, comprendiendo una extension de 63,000 ha. (Gastil et al. 1975, Minnich et al. 1999, Ruiz-Campos 1991, Reyes y Garcia 1991, Montoya 1998).

Una de las razones por lo que la Sierra San Pedro Martir es importante desde el punto de vista biologico, se debe a su origen y evolución geologica, formando parte de la Cordillera Peninsular que se inicia en las montaiias de San Jacinto en E.U.A. y terminando hacia la mitad de la Peninsula. Morfológicamente se destaca por su altura y

extension territorial, siendo la mayor elevación de la peninsula de Baja California, con altiplanicies que se ubican por amba de los 2,000 m.s.n.m en la parte norte y de 1,900 m.s.n.m en la parte sur; su cumbre mayor es el Picacho del Diablo con 3,095 m.s.n.m (Argote 1991, Reyes y Garcia 1991, Escoto 1994).

La Sierra San Pedro Martir se encuentra enclavada en el límite oriental de la region mediterranea de Baja California. Debido a ello se ubica dentro de una zona de transición entre un clima mediterraneo, al noroeste, con lluvias de invierno y un clirna extremoso semiárido, al Este, con lluvias de verano. Esta zona es la mas humeda y fría de Baja California, con veranos calidos y secos e inviernos fríos y humedos (Reyes y Garcia 1991, Sosa 1991, Montoya 1998). La precipitacion media anual es de 554mm., predominando sobre la parte Este de la sierra las lluvias de verano y en el Oeste las de invierno. En las partes altas de las montañas se capta la precipitacion de ambas estaciones, presentandose en invierno la de mayor magnitud, siendo gran parte de esta en forma de nieve. Durante el verano las ternperaturas promedio varían de 25°C en las partes bajas del Oeste, 15°C en las partes mas altas y hasta 30°C en el Este. En invierno se presentan temperaturas muy bajas en las partes altas de la sierra como en el mes de marzo en el Observatorio Astronomico Nacional (2,800 m) con –1.5°C (Montoya 1998).

Las características climáticas y geograficas, y las variantes ecologicas que de ellas dependen, han permitido la existencia de varios tipos de bosques en San Pedro Martir, tanto xerofilos como mesófilos, generando con ello numerosas condiciones microambientales que hacen de esta sierra una de las de mayor heterogeneidad de habitat (Sosa 1991, Montoya 1998). Y como producto de esta heterogeneidad ambiental, la Sierra San Pedro Martir representa un refugio importante para un gran numero de especies faunisticas entre las que destaca por su importancia económica el borrego cimarron del desierto (*Ovis* canadensis cremnobates) que comparte el area con el venado bura (*Odocoileus* hemionus), especies exóticas como burros ferales (*Equus asinus*) y depredadores como el puma (Puma concolor), gato montes (Lynx *rufus*), zorra gris (Urocyon *cineroargenteus*), coyote (*Canis latrans*), tejón (*Taxidea taxus*), zorrillo (*Spilogale* putorius), mapache (Procyon *lotor*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), entre muchas otras especies de mamíferos menores, aves, reptiles y anfibios (Ver Hall 1981, Welsh 1988, Ruiz-Campos 1991, Rodriguez 1991, Lopez 1993).

METODOLOGÍA

Recolecta del Material Biológico y Evidencias de Borrego Cimarrón.

Se recorrieron diferentes sitios en 10 localidades de la sierra, siendo algunas de estas localidades muestreadas de 1 a 6 veces durante 1997 a 1999. El area de estudio se recorrio desde el pie de ladera del lado este (500 m.s.n.m), hasta las partes mas altas llegando a los 2,800 metros de altura sobre el nivel del mar. Algunos de los sitios muestreados fueron: senderos, echaderos, aguajes, partes altas y partes bajas del area de estudio. En todos los lugares que se recorrieron se encontraron muchas evidencias de borrego, entre ellas, huellas, excretas, senderos, echaderos, etc. tanto en las partes altas como a la orilla de los arroyos. Tambien se obtuvo información verbal de algunas personas aledañas al area de estudio, las cuales aseguran haber visto corderos a mitad del verano y encontrado excretas chicas (desde .5 cm de largo hasta .4 cm de ancho) de dichos organismos. Las muestras se recolectaron en los sitios

anteriormente mencionados. Para cada una de ellas se registro su geoposicion y altitud, si eran recientes o viejas, las caracteristicas fisicas del lugar y diferentes parametros como: altitud, disponibilidad de agua, escarpado del terreno, disponibilidad de alimento, temperatura, cobertura vegetal, entre otros; se anotaron datos tales como fecha y hora del dia, asi como tambien las evidencias de huellas y las mismas excretas sobre los echaderos y senderos, si fueron encontradas sobre arena, pastos o sobre rocas grandes. Cada muestra fie tomada como un grupo individual de acuerdo a las caracteristicas propias de cada una (color, consistencia, tamaño, si estaban agrupadas o solas, si eran muchas o unas cuantas, la distancia que habia entre un grupo y otro, etc.). En total se recolectaron 1,922 grupos de excretas durante el tiempo que duro el estudio. Cada grupo se coloco en una bolsa de plástico con sus respectivos datos para llevarlos al laboratorio, ya una vez ahí se rnantuvieron en refrigeración hasta realizarse su respectivo analisis.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Estandarización del Método

A) Primeramente se realizaron pruebas con estandares de las hormonas P4, T, E2, y los anticuerpos de estas tres hormonas a diferentes diluciones: 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, para probar la sensibilidad del método.

B) Para llevar acabo dicha estandarizacion se utilizaron excretas de una hembra de borrego cimarron (*Ovis canadensis cremnobates*), de chivos (*Capra hircus*) y borregos domesticos (*Ovis aries*), y de un macho híbrido (de la cruza de un borrego cimarron y de una borrega doméstica) en adultos, jovenes y corderos tanto en hembras como en machos. Así mismo, tambien se recolectaron excretas frescas y viejas de borrego cimarron de sexo desconocido para realizar una comparacion entre ambas respecto a la concentración de los esteroides una vez estandarizado el método.

C) Se prepararon los diferentes solventes y soluciones en varias cantidades y proporciones para probar la eficiencia de la extraccion en el análisis de las muestras recolectadas de los organismos dornesticos y aquellas recolectadas en el campo (muestras problema).

D) La extraccion de las excretas y el EIA se realizaron de la siguiente manera:

- Se pesaron las heces.
- Se les agrego agua destilada.
- Se machacaron perfectamente.
- Se les agrego eter etílico.
- Se centrifugaron (1000 r.p.m.).
- Se virtio cuidadosamente la fase orgánica (con ayuda de una pipeta pasteur) a otro recipiente.
- Se evaporo la fase orgánica.
- Se resuspendio la muestra en cloroformo metanol (2:1).

EIA (Inmunoanalisis)

- Se coloco la muestra **(Ag)** en PBS-Tween en cada uno de los pozo de las placas para pruebas de ELISA (quedando 5 pozos para cada anticuerpo por muestra) durante toda la noche a temperatura ambiente, para que la proteina absorbiera pasivamente al plástico.
- Al dia siguiente se descartó el liquido.
- Cada pozo se lavo 3 veces con PBS-Tween.
- Se agrego el primer anticuerpo (P4, T o E2).
- Se incubaron a 37° C por una hora.

◆ Posteriormente se descartó el líquido y cada pozo se lavo 3 veces con PBS-Tween.
◆ Se agregó el segundo anticuerpo IgG anti-conejo conjugado con fosfatasa.
◆ Se incubaron a 37° C por una hora.
◆ Se lavo cada pozo 2 veces con PBS-Tween.
◆ Se lavo cada pozo 2 veces con agua destilada.
◆ Se les agrego a cada pozo la solución de sustrato (p-nitrofenilfosfatasa) y se incubaron a 37° C.
◆ Y por ultimo se les agrego NaOH 3M para detener la reacción.
La absorbencia de cada muestra se cuantifico a 410 nanometros (nm).

E) Se realizaron controles positivos y negativos con los estandares de las hormonas (P4, T, E2) para compararlos con l a .lecturas de las muestras problema. Los controles positivos consistieron en colocar los estandares con el primer anticuerpo y los negativos sin el primer anticuerpo. Los demas controles consistieron en colocar desde los anticuerpos hasta el sustrato para el positivo, y el control negativo solo contenía los anticuerpos, pero no el sustrato.

F) Una vez obtenido lo anterior se realizaron los ensayos con las muestras de los organismos domesticos, probando con diferentes cantidades de muestras para ver como afectaba en los niveles de hormonas detectados, asi como tambien se comparó entre organismos domesticos adultos, jovenes y corderos.

Una vez obtenida la estandarizacion del método se realizo el análisis completo para las muestras obtenidas en el carnpo, analizando en total 605 grupos de muestras (Cuadro 1).

MÉTODO ESTADÍSTICO

Para llevar a cabo una comparacion de los resultados se utilizo el análisis de varianza de una via (ANOVA) y posteriormente un análisis de rangos multiples mediante la prueba de Tukey con un intervalo de confianza de 95 % (Zar 1984).
Primeramente se formaron varias matrices para realizar el análisis considerando como variables: la fecha (meses de recolecta) y la altura, mediante un análisis de varianza multiple considerando interacciones de segundo orden. La altura se agrupo en dos clases (de los 500 a los 1,500 m.s.n.m y de los 1,500 a los 2,800 m.s.n.m), la fecha se tomo por cada mes de recolecta. Se obtuvo el promedio, la F calculada, el nivel de significancia ($p<0.05$) de cada variable. Con esta información, se determinaron las diferencias entre las variables respecto a los niveles de las hormonas en las alturas y los diferentes meses muestreados en cada localidad.

RESULTADOS

Estandarización del Método.

Una vez realizados los ensayos con los organismos domesticos de sexo, edad y preñez conocidos se obtuvieron resultados positivos en todos los casos y se optó por utilizar las diluciones de los tres anticuerpos P4, T y E2 a 1/128, ya que en esta dilucion se obtuvo una buena absorbancia en relación con la dilucion mas concentrada del antígeno y el anticuerpo. En total se analizaron muestras de 6 ranchos, encontrando grandes diferencias entre los organismos. Los resultados que se obtuvieron son muy semejantes a los encontrados en los trabajos descritos por Hafez (1996) y Bearden (1982), en donde los organismos jovenes presentan en algunas

ocasiones valores mas bajos de las hormonas que los organismos adultos, lo cual se puede deber a que muchas veces todavia no se encuentran en espermatogenesis, pero esto no sucede en todos los casos, ya que unos organismos son mas precoces que otros. Por otro lado, los corderitos presentaron valores mas altos que los jóvenes y los adultos, debido a que los machos prepuberes presentan un aumento de la amplitud de los picos de LH (hormona leutinizante) y consecuentemente la frecuencia de los pulsos de LH aumentan desde los 3 o 4 meses de edad, y las concentraciones plasmaticas de la hormona se incrementan de manera lineal. Inicialmente las celulas de Leydig requieren una elevada concentracion de LH para la secrecion de testosterona. Este umbral comienza a declinar hacia los 6 meses de edad aproximadamente. En las hembras este fenomeno es muy semejante, dado que, con el acercamiento de la pubertad, la frecuencia de los picos de LH o luteotropina aumenta, seguida de un aumento transitorio en la oleada preovulatoria de la misma, que se relaciona con estro conductual durante el periodo puberal. Sin embargo, hay que tener en cuenta que tanto en el macho como en la hembra la pubertad no es la madurez sexual, por lo que la reproducción entre estos individuos pocas veces llega a tener éxito.

Por ultimo, se encontro que los niveles de las hormonas entre hembras y machos adultos varían dependiendo tanto de la temporada, de la altitud, asi como del estado reproductivo en el que se encuentren, es decir, si estan o no en periodo de celo, de gestacion, etc, como lo describe Morrison (1981), por ejemplo: en la gestacion la secrecion continua de P4 suprime el estro, las concentraciones de estrogenos son bajas durante la primera parte de la gestacion pero aumenta a la mitad y ultima parte de la misma.

Análisis de las Muestras de Borrego Cimarrón.

En total se analizaron 605 muestras de 9 localidades (Cuadro 1), siendo la localidad del Observatorio la de mayor numero de muestras. Siguiendo el protocolo antes descrito para el análisis de las muestras, se obtuvieron los valores de P4, T y E2, discriminando entre hembras y machos con la concentracion de E2 y T. Encontrando, 311 machos y 294 hembras en cuanto a la proporción de sexos (Cuadros 2 y **3).**

Respecto a los valores de las hormonas obtenidas en cada muestra, estos se compararon con las variables descritas anteriormente en el método estadistico, donde se encontro lo siguiente:

1) Los mayores valores de P4 detectados en las excretas de hembras, en los meses de julio, agosto y septiembre sugieren la época de preñez, mientras que los bajos niveles detectados en los meses de enero, febrero, marzo y octubre sugieren la epoca de lactancia (Cuadro 4).

2) Los valores de E2 y P4 detectados en las excretas de hembras relacionado con la epoca de celo y apareamiento, fueron mas altos en el mes de junio que en el mes de octubre. Y como se puede apreciar, se presentan claras diferencias ($p<0.05$) tanto para el E2 como para la P4 en cuanto a la altura, siendo mayores los niveles de las hormonas contenidas en las excretas en la altura **2** (por arriba de los 1,500 metros) (Cuadro 5).

3) Los mayores valores de E2 detectados en las excretas de hembras, en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre sugieren la epoca de celo y apareamiento, mientras que los detectados en los meses de febrero,

marzo y octubre sugieren la epoca de preñez. Respecto a la altura, los niveles de E2 contenidos en las excretas son mayores en la 2 (cuadro 6).

4) Los mayores valores de T detectados en las excretas de machos, en los meses de Junio, Agosto y Septiembre sugieren la epoca de celo y apareamiento, en comparacion con los bajos niveles detectados en los meses de enero y octubre. Así mismo, en la T la altura 2 tiene los mayores niveles de esta hormona contenida en las excretas (Cuadro 7).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El conocimiento de los procesos reproductivos de cualquier especie en estudio, implica una gran variedad de factores tanto tecnicos, sociales, así como materiales, entre otros, para poder entender y aplicar los diferentes metodos utilizados para dicho trabajo. Los sucesos reproductivos son criticos para mantener e incrementar la productividad de las poblaciones silvestres, en las cuales hay una gran variación entre especies en cuanto a la proporcion de sexos, estacionalidad y dinamica reproductiva. Por tanto, las diferentes estrategias para monitorear la reproducción y mantener las poblaciones silvestres dependen del conocirniento empleado y adquirido durante su estudio, mismas que se pueden lograr a través de las investigaciones sobre la fisiologia reproductiva de los organismos. Como un ejemplo de ello, en el presente estudio se logró la estandarizacion del EIA aplicándose a 605 muestras en las cuales se encontraron diferencias en los niveles de las hormonas de unos meses a otros y por alturas, la obtencion de estos resultados se podrán aplicar directamente en la investigación del borrego cimarron, misma que servirá de apoyo para futuras investigaciones donde se aplique este método. Dicha técnica se desarrollo por medio del antigeno-anticuerpo, siendo el antígeno las hormonas que se pudieran encontrar en las excretas, y los anticuerpos fueron los ya comúnmente conocidos de P4, T y E2, desarrollados *en* suero de conejos, al igual que el IgG anti-conejo conjugado con fosfatasa alcalina. Los resultados obtenidos por medio de la tecnica del EIA son de gran confiabilidad y aplicacion para llegar a establecer la dinámica reproductiva del borrego cimarron, ya que proporciona las concentraciones de los diferentes metabolitos esteroides en excretas, por medio de los cuales se pueden definir las diferentes etapas reproductivas en las que se encuentran los individuos a lo largo del año, además de que se pueden analizar un numero ilimitado de muestras sin tener que trabajar directarnente con el organismo. Finalmente, se llego a la conclusion que es necesario la utilización y aplicacion de nuevas técnicas, como esta, para un mejor desarrollo del trabajo y la obtencion de resultados confiables en las investigaciones de campo y en los diferentes organismos silvestres, mismas que sirvan para un mejor manejo y aprovechamiento de las especies cinegeticas de la region, así como para su conservación.

Metodologias empleadas en la determinacion de la proporcion de sexos en el estudio del borrego cimarrón.

La proporcion de sexos varía entre las diferentes altitudes, localidades, entre las diferentes especies y especialrnente entre las hembras reproductivas, es decir, la edad a la cual se estan reproduciendo, ya que algunas veces en las hembras viejas la descendencia tiende mas hacia los machos, como lo explica Briedermann (1992). En este trabajo se encontro una proporcion de sexos favoreciendo ligeramente a los machos (311:294), aunque hay una gran variación

respecto a la época del año y altitud, lo que se puede atribuir a las caracteristicas del área de estudio, la cual es un ambiente heterogeneo que propicia que se establezcan grupos familiares. Por otra parte, realizando una comparacion entre el método tradicionalmente utilizado en el estudio del borrego cimarron de esta region, por medio de los cuales se obtiene la proporcion de sexos de los organismos en las diferentes sierras de la localidad, como lo es el censo aereo, y el recientemente implementado, EIA por medio de excretas, hemos detectado que con este ultimo se puede estudiar una poblacion de organismos a lo largo de todo un año, caso contrario a lo que ocurre por medio de los censos, dado que dicho método puede caer en errores de registros, ya que se puede confundir a un macho joven con una hembra, como lo explica Geist (1971) dado que algunas veces los machos jovenes y algunos de 2 años son dificiles de distinguirse entre las hembras adultas, especialmente en el invierno cuando el pelaje cambia de color y los genitales y las ubres no son visibles. Asi mismo, las caracteristicas de las sierras son diferentes, por lo que no se puede extrapolar datos de una sierra a otra, además de que la mayoría de las veces se vuela a una cierta altura (hasta los 1500 m), y en el caso de la sierra San Pedro Martir, la cual presenta las mayores altitudes de las sierras en el estado, presenta caiiones y pendientes muy pronunciadas asi como una zona de pinos, por lo que esta zona no se considera durante los censos, ocasionando con ello un sesgo bastante fuerte en los resultados, por otra parte el tiempo empleado en los censos no son lo suficientemente buenos como para llegar a determinar el numero de individuos para una poblacion o area determinada, ya que no todos los organismos son vistos en tan poco tiempo.

En cambio, mediante el uso de las evidencias indirectas se puede obtener información mucho mas clara y fidedigna, ya que se pueden recorrer a pie la gran mayoría de las localidades y sobre todo a diferentes alturas y temporadas, al igual de que se puede observar si el lugar a sido o es frecuentemente visitado por los organismos en diferentes tiempos. Aunado a esto se pueden analizar las muestras recolectadas por medio de técnicas precisas, sin tener que ver directamente al organismo, para determinar la proporcion de sexos, la presencia de preiiez y la (o las) temporada(s) reproductiva(s) al aiio de cualquier area. Como se puede apreciar, por medio del EIA no solo se puede obtener una estimación de la proporcion de sexos para un area determinada, si no que además se pueden comparar los resultados por alturas y temporadas para un mejor establecimiento de los parametros reproductivos de la poblacion, de acuerdo a las caracteristicas propias de cada lugar. Por tanto la eficacia del método utilizado en este trabajo comparado con los censos es de mayor perspectiva y aplicación, dadas las caracteristicas ecológicas, economicas así como las sociales en las cuales se encuentra actualmente el borrego cimarron.

Dinámica reproductiva del borrego cimarron.

De acuerdo a los resultados obtenidos por los meses de recolecta y la altura, estos nos pueden estar indicando la presencia de hembras receptivas (o en celo) al igual que hembras preñadas. Considerando el tiempo de gestacion (180 dias) y analizando las concentraciones de las hormonas, encontramos que muy probablemente se esten presentando dos picos de nacimientos al año, quedando separados los periodos de gestacion entre un grupo de hembras y otro, teniendo en cuenta que no todas las hembras son receptivas ya que se presentan desde corderas, jovenes y adultas. Nuestros resultados se asemejan a los encontrados en un estudio hecho por Bon et al. (1993)

donde distinguieron dos periodos de nacimientos, presentandose el primero a principios de abril hasta mediados de mayo, que es cuando ocurren casi todas los nacimientos, y el segundo se presenta a finales de mayo y todo junio, en las hembras que se reproducen a finales del otoño. Estos resultados son similares a los encontrados en el presente estudio, dado el hecho de que se presentan dos epocas de nacimientos y una temporada larga de celo. Por otra parte, tambien se detectó que las hembras y los corderos aparecen mas a medida que aumenta la altura, hecho que se atribuye a las caracteristicas del lugar, en donde encuentran mas areas optimas como refugio, esto mismo es sustentado por Geist (1971) explicando que la sobrevivencia de los corderos depende de la calidad del habitat. Los expertos en la reproduccion de los animales han documentado que la mayoría de las especies silvestres tienen una estacion de apareamiento que se inicia cuando el medio permite una mejor sobrevivencia de los neonatos, estos patrones se han desarrollado a traves de la selección natural de muchas generaciones. Los patrones de reproduccion estacional van desde especies que tienen un periodo estrual al afio (monoestro) a especies que tienen una serie de ciclos estruales, como lo es el borrego cimarrón, limitados a una epoca del año (poliestros estacionales) (Bearden 1982). De igual manera Bearden (1982) y Hafez (1996) documentan que el apareamiento se limita al tiempo del estro, en el que coincide con la ovulación y que la duracion del estro depende de la especie y varia ligeramente de una hembra a otra de la misma especie, la duracion del estro, y que el momento de la ovulación tambien varían de acuerdo con factores internos y externos. Dadas estas caracteristicas y los resultados obtenidos en los cuales se presentan elevaciones de los niveles de T y E2 durante la mayor parte de aiio, tenemos que esta poblacion de borrego cimarrón no sólo se aparea durante una epoca del afio, si no que se sincroniza de tal manera que cuando unas hembras acaban de parir las otras hembras empiezan a entrar en celo y a aparearse, por tanto se tornan reproductivos durante la mayor parte del aiio. Estos datos se confirman con los que obtuvieron Lincon y Short (1980), encontrando un aumento de los niveles de T en sangre en borregos, durante el verano, como resultado de la preparación de los organismos para el celo; periodo que esta muy estrechamente relacionado con el estado nutricional, peso corporal, y las concentraciones perifericas de P4, T y E2.

Como conclusion se tiene que, en el area de estudio la poblacion de ***Ovis canadensis*** *cremnobates* presenta dos picos de nacimientos, el ya comunmente registrado entre febrero y abril y el detectado entre julio y septiembre, esto probablemente este dado por el hecho de encontrarse en el extremo sureño de la distribución de la especie, asi como tambien por el hecho de que en la sierra San Pedro Mártir los borregos encuentran un habitat de alta calidad y condiciones ambientales menos estresantes que las que se encuentran en las poblaciones de esta especie en areas mas norteñas y por lo tanto esto permite a la poblacion estudiada tener actividad reproductiva durante la mayor parte del afio. Así mismo las caracteristicas de esta region permiten que la reproduccion de esta poblacion de borrego cimarron sea exitosa al haber intercambio y flujo genético entre los individuos aun en la epoca de invierno, dicho argumento es sustentado por Bronson (1989), el cual afirma que la conducta de celo generalmente es estimulada por el frío, pero se inhibe con las altas temperaturas.

El reflejo de estos resultados demuestra la utilidad y aplicacion del EIA, por medio de excretas, para la determinación de las diferentes etapas reproductivas en los

organismos silvestres, lo cual nos proporciona valiosa informacion que se podra usar para tener mejores herramientas en el manejo y conservación de las especies, lo cual aporta mucha mas información que en un momento dado pueden servir de antecedentes para posteriores estudios que llevaran a conocer mas detalladamente lo que sucede en las diferentes poblaciones de borrego cimarron.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado en parte por la CONABIO mediante el convenio FB529/L159/97, por CONACYT mediante el convenio 129856-B y los apoyos otorgado por la Dirección General de Investigación y Posgrado, U.A.B.C.. Nosotros tambien agradecemos a Patricia Eaton por su apoyo en la traduccion y revision del trabajo. Ricardo Eaton, Eva Salmon y Jesus Lara ayudaron para la elaboración del manuscrito con sugerencias y la lectura crítica del mismo.

LITERATURA CITADA

Alexander, G. 1974. Birth Weight of Lambs: Influences and Consecuenses. Pp. 215-245, in Ciba Foundation Simposiums on Size at Birth (K. Elliot and J. Knight). Associated Scientific Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 27:1-408 pp.

Argote, D. L. 1991. El pluton de San Pedro Mártir: Una Visita Geológica. Division de Ciencias de la Tierra, CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. Sierra de San Pedro Mártir. 25 pp.

Bearden, H. J. 1982. Reproducción Animal Aplicada. Editorial El Manual Moderno. Mexico, D. F. 50-61 pp.

Berger, J. 1978. Social Development and Reproductive Strategies in Bighorn Sheep. Ph. D. Diss; University of Colorado, Boulder (British Columbia, California, and Oregon). 134 pp.

Berger, J. 1979. Weaning Conflict in Desert and Mountain Bighorn Sheep (*Ovis* canadensis): An Ecological Interpretation. Zeitschrift Fur Tierpsychologie. 50:188-200 pp.

Berger, J. 1982. Female Mating Age and Lamb Survival in Desert Bighorn Sheep (*Ovis canadensis*). Mammalia, (Arizona, California, Nevada, and Utah). 46:183-190 pp.

Blood, D. A; D. R. Flook and W. D. Wishart. 1970. Weights and Growth of Rocky Mountain Bighorn Sheep in Western Alberta. J. Wildl. Mgmt. 34:451-455 pp.

Bon, R; M. Dardaillion and I. Estevez. 1993. Mating and Lambing Periods As Related to Age of Female Mouflon. Journal of Mammalogy. 74(3):752-757 pp.

Borjesson, D. L; W. M. Boyce; I. A. Gardner; J.R. DeForge and B. Lasley. 1996. Pregnancy Detection in Bighorn Sheep (Ovis canadensis) Using a Fecal Based Enzyme Inmunoassay. Journal of Wildlife Diseases. 32:67-74 pp.

Briedermann, L. 1992. Ergebnisse Von Untersuchungen Zur Reproduktion des Mufflon (*Ovis ammon musimon*).

Zeitschrift fur Jagdwissenschaft. 38:16-25 pp.

Bronson, F. H. 1989. MAmmalian Reproductive Biology, University of Chicago, United States of America. 114-120 pp.

Brown, J. L; S. K. Wasser; D. E. Wildt and L. H. Graham. 1994. Comparative Aspects of Steroid Hormone Metabolism and Ovarian Activity an Felids, Measured Non-invasively in Feces. Biol. Reprod. 51:776-786 pp.

Buechner, H. K. 1974. Implications of Social Behavior in the Management of Uganda Kob. Pp. 853-870, in The Behavior of Ungulates and its Relation to Management (V. Geist and F. Walther, eds.). IUCN, Publ. new series, N.24, Morges, Switzerland. 2:512-940 pp.

Bunnell, F. L. 1980. Factors Controlling Lambing Period of Dall's Sheep. Canadian Journal of Zoology. 58:1027-1031 pp.

Bunnell, F. L. 1982. The Lambing Period of Mountain Sheep: Hypotheses, and Tests. Canadian Journal of Zoology. 60:1-14 pp.

Coblentz, B. E. 1980. A Unique Ungulate Breeding Pattern. J. Wildl. Mgrnt. 44:929-933 pp.

Deming, O. V. 1963. Bighorn Breeding. Trans. Desert Bighorn Council. 7:92-113 pp.

Escoto, R. M. 1994. Balance del Agua del Suelo en Tres Sitios de Estudio en la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California, Mexico. 96 pp.

Estes, R. D. 1976. The Significance of Breeding Synchron in the Wildebeest. East African Wildlife Journal, 14:135-152 pp.

Flowerdew, J. R. 1987. Mammals, Their Reproductive Biology and Population Ecology. Edward Arnold, Baltimore, Maryland. 241 pp.

Gastil, R. G; R. P. Phillips and E. C. Allison. 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California. The Geological Society of America, Inc. Memoir. 140 pp.

Geist. V. 1971. Mountain Sheep: A Study in Behavior and Evolution. The University of Chicago Press, United States of America. 384:107-130 pp.

Hafez, E. S. E. 1996. Reproducción e Inseminacion Artificial en Animales. Editorial McGraw-Hill Interamericana, 6ta edicion. Mexico, D. F. Capítulos: 3, 4, 9, 10 y 15.

Hall, R. E. 1981. The Mammals of North America. 2da edicion. A Wiley Interscience Publication. New York. Vol I y II. 1175 pp.

Hansen, C. G. 1967. Bighorn Sheep Populations of The Desert Game Range. J. Wildl. Mgrnt. 31:693-706 pp.

Bass, C. 1997. Seasonality of Births in Bighorn Sheep. Journal of Mammalogy. 78(4): 1251-1260 pp.

James, A and T. N. Bailey. *1984.* Principles of Wildlife Management. United States of America. *143-154* pp.

Jorgenson, J. T and W. D. Wishart. *1984.* Growth Rates of Rocky Mountain Bighorn Sheep on Ram Mountain, Alberta. Proc. Northern Wild Sheep and Goat Council. *4,270-284* pp.

Leopold, A. *1977.* Fauna Silvestre de Mexico. Segunda edición .Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, editorial Pax-Mexico, Mexico, D.F. *598* pp.

Lenarz, M. *1979.* Social Structure and Reproductive Strategy in Desert Bighorn Sheep (*Ovis canadensis mexicana*). Journal of Mammalogy. 60(4):671-678 pp.

Lincoln, G. A and R. V. Short. *1980.* Seasonal Breeding: Natures Contraceptive. REC. Prog. Horm. Res. *36:1-52* pp.

Lopez, A. G. 1993. Composición Sistematica y Ecologica de la Ornitofauna del habitat del Noroeste de Baja California, Mexico. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California. *74* pp.

Loskutoff, N. M; J. E. Ott and B. L. Lasley. *1983.* Strategies for Assessing Ovarian Function in Exotic Species. Journal of Zoo Animal Medicine. 14:3-12 pp.

Millar, J. S. *1977.* Adaptive Features of Mammalian Reproduction. Evolution. 31:370-386 pp.

Minnich, R. A, y E. Franco-Vizcaíno. *1999.* Protección de la Vegetación y los Regimenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Martir en Baja California. Fremontia. Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de Baja California. Edición Especial. *29* PP.

Montoya, M. *1998.* Evaluación del Habitat del Borrego Cimarrón (*Ovis canadensis cremnobates* Elliot,*1903)* con Fines de Manejo en la Sierra San Pedro Mártir, Baja California-Mexico. Tesis de Maestria. Campus Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California. *18,21,22* pp.

Monfort, S. L; C. C. Schwartz and S. K. Wasser. *1993.* Monitoring Reproduction in Captive Moose Using Urinary and Fecal Steroid Metabolites. Journal of Wildlife Management. 57:400-407 pp.

Oftedal, O. T. 1985. Pregnancy and Lactation. Pp *215-238, in* Bioenergetics of wild herbivores (R. J. Hudson and R. G. White, eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida. *314* PP.

Reyes, C. S y J. Garcia. *1991.* Climatologia de Baja California: Sierra de San Pedro Martir. Grupo de Meteorologia. CICESE. Memorias de la III Semana de la Exploración y la Historia. *29* pp.

Rodriguez, M. M. *1991.* Las Aves de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California. Memorias de la III Semana de la exploración y la Historia. *41,* 44 pp.

Ruiz-Campos, G. 1991. Caracterización Lirnnologica de los Arroyos de la Sierra San Pedro Martir, como Habitats de la trucha Endémica

Oncorhynchus mykiss nelsoni (Everman). Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Baja California. Memorias de la 111 Semana de la Exploración y la Historia. 39, 40 pp.

Rutberg, A. T. 1987. Adaptive Hypotheses of Birth Synchrony in Rumiants: An Interspecific Test. The American Naturalist. 130:692-710 pp.

Sadlier, R. M. F. S. 1969. The Ecology of Reproduction in Wild and Domestic Mammals. Methuen Co; Ltd; London. 3 pp.

Shideler, S. E; C. J. Munro, L. Tell; G. Owitt; L. Laughlin; R. Chatterton and B. L. Lasley. 1990. The Relationship of Serum Estradiol and Progesterone Concentrations to the Enzyme Immunoassay Measurements of Urinary Estrone Conjugates and Immunoreactive Pregnanediol-3-glucuronide in *Macaca mulatta*. American Journal of Primatology. 22:113-122 pp.

Sosa, R. J. 1991. Los Bosques de la Sierra de San Pedro Martir. CICESE. Memoria de la III Semana de la Exploración y la Historia. San Pedro Mártir. 34 pp.

Thompson, R. W and J. C. Turner. 1982. Temporal Geographic Variation in The Lambing Season of Bighorn Sheep. Canadian Journal of Zoology. 60:1781-1793 pp.

Vaughan.T. A. 1988. Mamíferos, editorial interamericana.tercera edición, Mexico, D.F. 431, 435, 443, 444, 446 pp.

Wasser, S. K; A. D. L. Velloso and M. D. Rodden. 1995. Using Fecal Steroids to Evaluate Reproductive Function in Female Maned Wolves. Journal of Wildlife Management. 59:889-894 pp.

Wasser, S. K. 1996. Reproductive Control in Wild Baboons Measured by Fecal Steroids. Biology of Reproduction. Vol. 55. N 2. 393-399 pp.

Watson, R. H and H. M. RadFord. 1960. The Influence of Rams on the Onset of Oestrus in Merino Ewes in the Spring. Australian. J. Agric. Res. 8:460-470 pp.

Welsh, H. H. Jr. 1988. An Ecogeographic Analysis of the Herpetofauna of the Sierra San Pedro Martir Region, Baja California, with a Contribution to the Biogeography of the Baja California Herpetofauna. Proc. Calf. Acad of Sci. 46(1):23-32 pp.

Woodgerd, W. 1964. Population Dynamics of Bighorn Sheep on Wildhorse Island. J. Wild. Mgmt. 28:381-391 pp.

Cuadro 1. Numero de grupos de excretas de borrego cimarron analizados por mes de recolecta y localidad.

Año	Mes	Localidad Muestreada	Grupos de excretas
1997	Noviembre	Observatorio Astronómico Nacional	23
1997	Diciembre	Cañón La Providencia	26
1998	Enero	Cañón La Esperanza	8
1998	Enero	Cañón Del Diablo	9
1998	Enero	Caño El Diablito	5
1998	Febrero	Cañón Del Diablo	25
1998	Marzo	Cañón La Encantada Este	30
1998	Marzo	Cerro El Picacho	10
1998	Junio	Cerro Botella Azul	26
1998	Junio	Observatorio Astronómico Nacional	52
1998	Julio	Observatorio Astronómico Nacional	64
1998	Agosto	Cerro Botella Azul	51
1998	Agosto	Observatorio Astronomico Nacional	63
1998	Septiembre	Observatorio Astronómico Nacional	63
1998	Octubre	Cañón La Encantada Este	10
1998	Octubre	Cañón Los Colibries	21
1998	Octubre	Cañón Del Diablo	54
1999	Mayo	Observatorio Astronomico Nacional	65
		TOTAL 9	TOTAL605

Cuadro 2. Proporcion de machos y hembras encontrados en los grupos de excretas analizados de borrego cimarron.

Fecha	Localidad	Altura	M. Analizadas	Macho	Hembra
Noviembre 1997	Observatorio Astronomico Nacional	↑	23	20	3
Diciembre 1997	Cañón La Providencia	↓	26	18	8
Enero 1998	Cañón La Esperanza	↓	8	6	2
Enero 1998	Caiion Del Diablo	↓	9	4	5
Enero 1998	Cañón Del Diablito	↓	5	5	0
Febrero 1998	Cafion Del Diablo	↓	25	1	24
Marzo 1998	Cañón La Encantada Este	↓	30	10	20
Marzo de 1998	Cerro El Picacho	↑	10	9	1
Junio 1998	Cerro Botella Azul	↑	26	16	10
Junio 1998	Observatorio Astronomico Nacional	↑	52	19	33
Julio 1998	Observatorio Astronomico Nacional	↑	64	17	47
Agosto 1998	Cerro Botella Azul	↑	51	21	30
Agosto 1998	Observatorio Astronomico Nacional	↑	64	45	18
Septiembre 1998	Observatorio Astronomico Nacional	↑	64	48	15
Octubre 1998	Cañón La Encantada Este	↓	10	2	8
Octubre 1998	Cañón Los Colibries	↓	21	3	18
Octubre 1998	Caiion Del Diablo	↓	54	39	15
Mayo 1999	Observatorio Astronomico Nacional	↑	65	28	37
	Total		***605***	**311**	**294**

↑= Por arriba de los 1500 metros sobre el nivel del mar.

↓= Por abajo de los 1500 metros sobre el nivel del mar.

Cuadro 3. Proporcion de machos y hembras encontrados en los grupos de excretas analizados de borrego cimarron por alturas y temporadas.

	Por arriba de los 1500 metros	Por debajo de los 1500 metros	Primavera/verano	Otoño/invierno
Proporción macho:hembra	203:191	108:103	155:176	156:118

Cuadro 4. Análisis estadistico de los niveles de P4 por meses de recolecta. Y diferencias encontradas con las variables analizadas en la prueba de rangos multiples de Tukey con una $p<0.05$.

	Promedio de P4	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas
Fecha		22.215	.0000	Enero [<] Julio
Enero	1.1959524			Enero [<] Agosto
Febrero	2.7976095			Enero [<] Septiembre
Marzo	1.9340791			Febrero [<] Julio
Julio	5.6483509			Febrero [<] Agosto
Agosto	6.6870047			Febrero [<] Septiembre
Septiembre	5.2918380			Marzo [<] Julio
Octubre	2.2389769			Marzo [<] Agosto
				Marzo [<] Septiembre
				Julio [>] Octubre
				Agosto [>] Octubre
				Septiembre [>] Octubre

Cuadro 5. Análisis estadistico de los niveles de E2 y P4 relacionados con la epoca de celo y apareamiento por meses de recolecta y altura. Y diferencias encontradas con las variables analizadas en la prueba de rangos multiples de Tukey con una $p<0.05$.

	Promedio de E2	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas
Fecha		3.101	.0139	Junio [>] Octubre
Junio	4.4676934			
Octubre	2.7585031			
	Promedio de P4	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias
Fecha		2.657	.0296	Junio[>] Octubre
Junio	4.2864936			
Octubre	2.1697028			
	Promedio de E2	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas
Altura		27.352	.0000	1 [<] 2
1	2.4536163			
2	5.5439464			
	Promedio de P4	F calculada	Nivel de Significancia	Diferencias
Altura		127.969	.0000	1 [<] 2
1	2.2139610			
2	5.8434723			

Cuadro 6. Análisis estadistico de los niveles de E2 por meses de recolecta y altura. Y diferencias encontradas con las variables analizadas en la prueba de rangos múltiples de Tukey con una $p<0.05$.

	Promedio de E2	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas	
Fecha		21.805	.0000	Febrero [<] Junio	Junio [>] Julio
Febrero	1.2779868			Febrero [<] Julio	Junio [>] Agosto
Marzo	2.9906698			Febrero [<] Agosto	Junio [>] Octubre
Junio	7.2313439			Febrero [<] Septiembre	Julio [<] Septiembre
Julio	5.3858490			Marzo [<] Junio	Julio [>] Octubre
Agosto	5.6079146			Marzo [<] Julio	Agosto [<] Septiembre
Septiembre	7.7786959			Marzo [<] Agosto	Agosto [>] Octubre
Octubre	3.1527924			Marzo [<] Septiembre	Septiembre [>] Octubre
	Promedio de E2	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas	
Altura		98.377	.0000	2 [>] 1	
1	2.4096483				
2	6.1939753				

Cuadro 7. Análisis estadistico de los niveles de T por meses de recolecta y altura. Y diferencias encontradas con las variables analizadas en la prueba de rangos multiples de Tukey con una $p<0.05$.

	Promedio de T	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas
Fecha		7.881	.0000	Enero [<] Junio
Enero	3.0819165			Enero [<] Agosto
Junio	7.1447634			Enero [<] Septiembre
Agosto	6.9588134			Junio [>] Octubre
Septiembre	7.2375323			Agosto [>] Octubre
Octubre	4.1595278			Septiembre [>] Octubre
	Promedio de T	F calculada	Nivel de significancia	Diferencias encontradas
Altura		42.998	.0000	2 [>] 1
1	4.0580137			
2	6.9105650			

GENETIC ANALYSIS OF FECES FOR ESTIMATING SIZE OF A SONORAN DESERT MOUNTAIN LION POPULATION

TED MCKINNEY, Arizona Game and Fish Department, 2221 West Greenway Road, Phoenix, Arizona 85023

BRAD MCRAE, School of Forestry and Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Flagstaff. Arizona

Abstract: We conducted a preliminary study to genotype mountain lions (Puma *concolor*) using muscle and fecal samples collected in the Upper Sonoran Desert, Arizona under drought conditions. We successfully genotyped individuals at 14 microsatellite loci using DNA isolated fi-om muscle samples, but we were able reliably to amplify microsatellites from only one of 10 fecal samples, successfully amplifying 2 of 2 trial loci in that sample. A survey of researchers experienced with genetic analysis of mountain lion feces to identify individuals revealed that the procedure is problematic and generally yields unreliable results. Our findings suggest that molecular genetic techniques to genotype individual mountain lions using feces presently offer little management level utility for estimating population size in the Upper Sonoran Desert.

Key words: mountain lion, population size, feces, DNA, noninvasive genetic sampling, microsatellite, *Puma concolor*

Population size is difficult for wildlife biologists to estimate, and they often must rely on raw counts or indices with uncertain relevance to known population sizes to estimate this fundamental biological parameter. Recently, noninvasive techniques have been suggested for use by field biologists to identify individuals via genetic analysis of feces or hair and estimate size of free-ranging animal populations (Kohn and Wayne 1997, Wasser et al. 1997, Haig 1998, Waits and Leberg 1999, Mills et al. 2000, Mowat and Strobeck 2000). Kohn et al. (1999) used fecal genotypes to estimate population size of coyotes (*Canis latrans*) in the Santa Monica Mountains, California. Ernest et al. (2000) also used microsatellite genotypes obtained fi-om mountain lion (Puma concolor) fecal DNA to identify individuals and derive a minimum estimate of population size in the Yosemite Valley region of California.

Analysis of microsatellites for individual identification is in its infancy (Haig 1998), and Parker et al. (1998) observed that information needed to begin using new molecular techniques often is not reported fully in journal articles but rather is found only within the confines of different laboratories. Taberlet and Luikart (1999) recommended that a pilot study should be conducted prior to initiating an extensive study involving non-invasive molecular sampling methods. A pilot study will allow biologists to assess technical difficulties and the probability of obtaining identical genotypes given known allele frequency distributions.

Preliminary results (Arizona Game and Fish Department [AGFD] unpublished

data) obtained fi-om radio-collared desert bighorn sheep (*Ovis* canadensis *mexicana*) indicate that predation by mountain lions may have contributed to a recent decline of this ungulate in central Arizona. We initiated a preliminary investigation in this region to evaluate use of polymerase chain reaction (PCR) amplification of microsatellite loci obtained using mountain lion fecal DNA to identify individual animals and desive an estimate of population size.

METHODS

We tested the use of fecal genotypes for a population of mountain lions in the Mazatzal Mountains, northeast of Phoenix, Arizona. Vegetation in the area is primarily Sonoran Desert scrub below 1,000 m elevation, with chaparral at higher elevations (Urness et al. 1971, McKinney et al. 2001). Drought has prevailed in the study area since 1994, and median rainfalls during summer and winter, respectively, have been about 7 and 15 cm (McKinney et al. 2001). Mean temperatures are about 10° C in winter and 30° C in summer.

We collected presumed mountain lion feces of unknown age opportunistically along washes and in mountainous terrain between 8 December 1998 and 25 January 2001. We placed scats in plastic bags in the field and stored them frozen until analysis. We selected 10 scats randomly fiom 15 collected between March and May 1999 for genetic analysis. We also collected muscle tissue samples fiom mountain lions killed by sport hunters in the study area and throughout Arizona between November 1999 and Januaiy 2001 as part of an ongoing mountain lion genetics study. We took tissue samples fiom freshly killed animals held by hunters and taxidermists and preserved the samples in vials with desiccant for transport to the laboratory, where they were frozen at -20° C. We also contacted numerous researchers with experience in assessment of mountain lion fecal DNA to determine generality of success using molecular techniques.

We extracted DNA from 5-10 mg of desiccated tissue samples using the Puregene Genomic DNA Isolation Kit (Gentra Systems, Minneapolis, MN) following the solid tissue protocol. For fecal samples, we extracted DNA in replicate fi-om each sample using two protocols. For the first protocol, we extracted DNA fiom 10-20 mg of fecal material using QIAmp columns (Qiagen), following Qiagen's protocol for isolation of genomic DNA from stool using the QIAmp tissue kit, eluting DNA in 50ul Tris-EDTA buffer. In order to test whether further purification of DNA extracts would improve results, we repeated DNA extraction fi-om each sample using a second protocol, which mimicked the first but further treated samples using the Geneclean Kit (Bio 101 Inc.), which uses silica beads to bind DNA and eliminate contaminants.

We ran at least one amplification of each tissue DNA extract in PCR reactions with flourescently labeled primers for 14 microsatellite regions (FCA035, FCA043, FCA052, FCA077, FCA82, FCA090, FCA096, FCA105, FCA126, FCA290, FCA144, FCA166, FCA221, and FCA229) selected fi-om loci characterized for the domestic cat (Menotti-Raymond et al. 1999). We used the reaction conditions described in Menotti-Raymond et al. (1999) with

each set of reactions, including a positive control (tissue DNA with known allele sizes) and a negative control (deionized water). We selected two of the more reliable loci, FCA077 and FCA096, for trials with fecal DNA. Primers for these loci had worked well with DNA isolated from tissue samples and from mountain lion hair and fecal material in previous trials (B. McRae, unpublished data). We ran at least one amplification of each fecal DNA extract in PCRs using conditions identical to those used with tissue DNA, but with lower annealing temperatures (52°C vs. 55°C) and increased cycle numbers (50 vs. 30) due to lower DNA quantity and quality. We included two positive controls (mountain lion fecal DNA and hair DNA that had been extracted fi-om samples taken outside of the study area and had reliably amplified in previous trials) and a negative control (deionized water) in each set of reactions.

Our experience had indicated that the presence of PCR inhibitors in fecal samples were often responsible for failed amplification and that diluting DNA samples could improve amplification by reducing the concentration of inhibitors. We therefore tested fecal DNA samples at undiluted, and 1:10 and 1:100 dilution levels, using 5ul of diluted DNA per reaction.

We electrophoresed amplification products fi-om tissue DNA on 6% polyacrylamide gels using an Applied Biosystems (ABI) 377 Automated DNA sequencer and analyzed allele sizes using ABI Genescan and Genotyper software. Because our work with fecal samples was preliminary, we electrophoresed amplification products fi-om fecal DNA on 2% agarose gels.

We evaluated products for presence of lion-like alleles based on allele size ranges derived from tissue DNA analyses and fiom previously published studies (Driscoll 1999, Culver et al. 2000, Ernest et al. 2000).

RESULTS

We collected 61 presumed mountain lion scats; most (59/61 = 97%) were completely desiccated and of unknown age. One fresh scat was found on 28 September 2000 and estimated to be less than 12 h old; a second collected on 8 December 2000 likely was about 1-2 wk old (personal observation). We collected tissue samples fiom four and 56 mountain lions, respectively, killed by hunters on the study area and in other locations.

We successfully amplified alleles for each of the 14 microsatellite loci fiom the 60 tissue samples, including the four samples from our study area (data not shown). In contrast, only one of the 10 fecal samples yielded amplification of mountain lion-like alleles at more than one dilution level or for both loci (Table 1). Both replicate extractions of this sample amplified for both loci at at least two dilution levels, as did all control fecal and hair samples. In general, we saw higher amplification success with a higher dilution of DNA template, and with replicates treated with the Geneclean prep, indicating that PCR Inhibitors were negatively affecting our results.

The nine scats fi-om which no DNA was amplified were collected in areas of desert scrub vegetation; the single fecal sample fiom which DNA was amplified was collected in chaparral at about

2,000-m elevation. The predominant food item in most (5110) of the scats analyzed for DNA was rabbit, including the sample fi-om which DNA was amplified; other scats contained javelina (*Peccari tajacu*; 1/10), cattle (1110), and rodent (2110).

Only two researchers who were contacted personally indicated successful amplification of DNA from mountain lion fecal samples. Most reported that use of genetic molecular techniques with fecal samples of the predator is problematic and generally unsuccessful (Table 2).

DISCUSSION

Our results confirm amplification of rnicrosatellite DNA using mountain lion tissue samples (Culver 1999, Culver et al. 2000, Ernest et al. 2000, Walker et al. 2000). However, our findings indicate that use of mountain lion fecal material collected under field conditions as a source of DNA to identify individual animals and estimate population size is problematic. Our results support the conclusions of other researchers we interviewed; most of who reported that molecular analysis of mountain scats generally yields poor results.

If DNA extracted fi-om a mountain lion scat is readily genotypable, we suggest it may be reasonable to expect amplification at least two dilution levels for one locus or one dilution level each for two loci. If this assumption were correct, our results would indicate that only one of the 10 fecal samples we analyzed could be considered promising for future genotyping work. Furthermore, DNA from this sample and the fecal control amplified at all dilutions for the replicate purified with the Geneclean prep, and at 10X and 100X dilutions for the non-purified replicate. This suggests that our results are fairly robust and repeatable and are not likely due to cross contamination.

Sample contamination fi-om dietary sources may inhibit DNA amplification in fecal extracts, requiring appropriate extraction methodology to improve results (Kohn and Wayne 1997, Wasser et al. 1997, Taberlet et al. 1999, Waits and Leberg 1999). For example, contamination by rabbit in mountain lion fecal samples may inhibit DNA amplification (G. Mowatt, Wildlife Genetics International, Edmonton, Alberta, Canada, personal communication). Higher amplification success in our study with DNA from Geneclean preps and with diluted DNA indicates presence of PCR inhibitors.

Several studies have reported successful genotyping of individual animals using feces, hair, and other noninvasive DNA sources. Differences in species examined, molecular methods used, and environmental conditions likely account for variability in success of fecal analyses. Kohn et al. (1999) identified individual coyotes and estimated population size using DNA extracted fi-om completely desiccated scats, which likely were less than about 17 weeks old. Out of 238 feces analyzed, 79% yielded coyote mitochondria1 DNA, and 48% were successfully typed for three canid-specific microsatellite loci. Ernest et al. (2000) Isolated DNA from 32 presumed mountain lion or bobcat (Lynx *rufus*) scats ranging in age from under 12 h to over 2 weeks and found that DNA did not amplify in 53% of samples. Twelve samples (38%) yielded mountain lion

genotypes, and three (9%) displayed bobcat-type genotypes. In general, felid scats may not have the same stability as canid scats (D. Foran, George Washington University, personal communication). Moreover, our DNA extraction methods differ from those used by Ernest et al. (2000). Our lower success rate, compared to Ernest et al. (2000), may be attributable to extraction procedures, greater age of scats, error in species identification, or differences in environmental conditions and collection and preservation methods.

Mountain lion densities likely are comparatively high on the study area (AGFD unpublished data), but fresh mountain lion scats can be difficult to find and may be exposed to ambient conditions for prolonged periods prior to collection. Kohn et al. (1999) emphasized that feces must be easily found and recovered in order to estimate population size using genetic analysis. In general, collection of fresh feces will enhance sample quality, and DNA in older samples may become more degraded and more difficult to amplify (Taberlet et al. 1999). Direct solar radiation and warmer temperatures above freezing promote DNA degradation (Foran et al. 1997). Although ages of the mountain lion scats we collected are unknown, almost all were greater than one month old (Cunninghamet al. 1999). Kohn et al. (1999) estimated that coyote scats persisted on their study area in the Santa Monica Mountains of southern California for about 17 to 31 weeks. We believe that many of the scats we collected exceeded this age based on repetitive searches of locations where we found feces. If fresher mountain lion feces are collected, DNA may be amplified with better success than we observed (Ernest et al. 2000), and successful amplification likely declines rapidly as scats age (S. Talbot, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, personal communication).

Felids have very short gastrointestinal transit times (Ernest et al. 2000), and amplification of mountain lion fecal DNA is dependent on presence in the scat of cells shed from the intestinal lining (Kohn and Wayne 1997). The amount of DNA available for genotyping using feces may be only a few nanograms or even picograms (Taberlet and Luikart 1999). Moreover, DNA in field-collected feces typically is degraded (Kohn and Wayne 1997, Kohn et al. 1999). The genetic molecular technique used with fecal samples is expensive, difficult, and problematic. Samples may be too degraded to allow amplification or contain compounds that inhibit PCR, and much of the DNA present in scats may be from microbes (Kohn and Wayne 1997, Parker et al. 1998, Taberlet and Luikart 1999, Ernest et al. 2000, Mills et al. 2000).

We believe that conditions in Sonoran Desert scrub areas promote rapid degradation of DNA in mountain lion scats and conclude that analysis of DNA in field-collected fecal samples for this predator do not provide a viable, or at least cost-effective, method for identifying individuals and estimating population size. However, the use of non-invasive genetic techniques is in its infancy, and new techniques are being developed more rapidly than they can be incorporated into studies of population ecology (Parker et al. 1998).

Insights from our study are tempered by small sample size and restricted spatial and temporal scales, and our findings indicate that more extensive research is needed to fully assess use of genetic analysis of mountain lion feces to estimate population size. Such research may require intensive pilot studies (Taberlet and Luikart 1999), development of an isolated laboratory facility dedicated to analysis of degraded or dilute DNA (Kohn and Wayne 1997, Kohn et al. 1999, Taberlet et al. 1999), extracting and amplifying DNA samples in replicate, and even development of new methodologies. Based on our preliminary investigation, we suggest that molecular techniques for DNA-based analysis of mountain lion scats in the Upper Sonoran Desert presently offer little management level utility for estimating population size. Resource managers should carefully evaluate whether investment in molecular genetic analysis of mountain lion fecal samples is worthwhile, due to difficulty in collecting fresh feces, limitations associated with genetic identification of individuals, costs, and requirements for intensive pilot studies.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support for this project was provided by the Arizona Desert Bighorn Sheep Society and through the Federal Aid in Wildlife Restoration Act, Project W-78-R. This work would not have been possible without the support of Dr. Paul Keim, Northern Arizona University Department of Biological Sciences, who generously provided supplies, advice, and the use of his lab for the genetic work. We also thank Joseph Busch, Northern Arizona University Department of Biological Sciences, for his review of earlier drafts of this manuscript.

LITERATURE CITED

Culver, M. 1999. Molecular genetic variation, population structure, and natural history of free-ranging pumas (Puma *concolor*). Ph.D. dissertation, University of Maryland, College Park.

Culver, M. W. E. Johnson, J. Pecon-Slattery, and S. J. O'Brien. 2000. Genomic ancestry of the American Puma (Puma *concolor*). Journal of Heredity 91:186-197.

Cunningham, S. C., C. R. Gustavson, and W. B. Ballard. 1999. Diet selection of mountain lions in southeastern Arizona. Journal of Range Management 52:202-207.

Driscoll, C. 1999. A characterization of microsatellite loci variation in Panthera *leo*, *Acinonyx jubatus*, and Puma *concolor*. M.S. thesis, Hood College, Frederick, Maryland.

Ernest, H. B., M. C. T. Penado, B. P. May, M. Syvanen, and W. M. Boyce. 2000. Molecular tracking of mountain lions in the Yosemite Valley region in California: genetic analysis using microsatellites and faecal DNA. Molecular Ecology 9:433-441.

Foran, D. R., S. C. Minta, and K. S. Heinemeyer. 1997. DNA-based fecal analysis of hair to identify species and individuals for population research and monitoring. Wildlife Society Bulletin 25:840-847.

Haig, S. M. 1998. Molecular contributions to conservation. Molecular Techniques in Ecology 79:413-425.

Kohn, M. H., and R. K. Wayne. 1997. Facts from feces revisited. Trends in Ecology and Evolution 12:223-227.

Kohn, M. H., E. C. York, D. A. Kamradt, G. Haught, R. M. Sauvojot, and R. K. Wayne. 1999. Estimating population size by genotyping faeces. Proceedings of the Royal Society of London, B 266:657-663.

McKinney, T., T. W. Smith, and J. D. Hanna. 2001. Precipitation and desert bighorn sheep in the Mazatzal Mountains, Arizona. Southwestern Naturalist.

Menotti-Raymond, M., V. A. David, L. A. Lyons, A. A. Schaafer, J. F. Tomlin, M. K. Hutton, and S. J. O'Brien. 1999. A genetic linkage map of microsatellites in the domestic cat *(Felis catus)*. Genomics 57:9-23.

Mills, L. S., J. J. Citta, K. P. Lair, M. K. Schwartz, and D. A. Tallrnon. 2000. Estimating animal abundance using noninvasive DNA sampling: promise and pitfalls. Ecological Applications 10:283-294.

Mowat, G., and C. Strobeck. 2000. Estimating population size of grizzly bears using hair capture, DNA profiling, and mark-recapture analysis. Journal of Wildlife Management 64:183-193.

Parker, P. G., A. A. Snow, M. D. Schug, G. C. Booton, and P. A. Fuerat. 1998. What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. Ecology 79:361-382.

Taberlet, P., and G. Luikart. 1999. Non-invasive genetic sampling and individual identification. Biological Journal of the Linnean Society 68:41-55.

Taberlet, P., L. P. Waits, and G. Luikart. 1999. Non-invasive genetic sampling: look before you leap. Trends in Ecology and Evolution 14:323-327.

Urness, P. J., W. Green, and R. K. Watkins. 1971. Nutrient intake of deer in Arizona chaparral and desert habitats. Journal of Wildlife Management 35:469-475.

Walker, C. W., L. A. Harveson, M. T. Pittman, M. E. Tewes, and R. L. Honeycutt. 2000. Microsatellite variation in two populations of mountain lions *(Puma concolor)* in Texas. Southwestern Naturalist 45:196-203.

Waits, J. L., and P. L. Leberg. 1999. Advances in the use of molecular markers for studies of population size and movement. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference 64:191-201.

Wasser, S. K., C. S. Houston, G. M. Koehler, G. G. Cadd, and S. R. Fain. 1997. Techniques for application of faecal DNA methods to field studies of Ursids. Molecular Ecology 6:1091-1097.

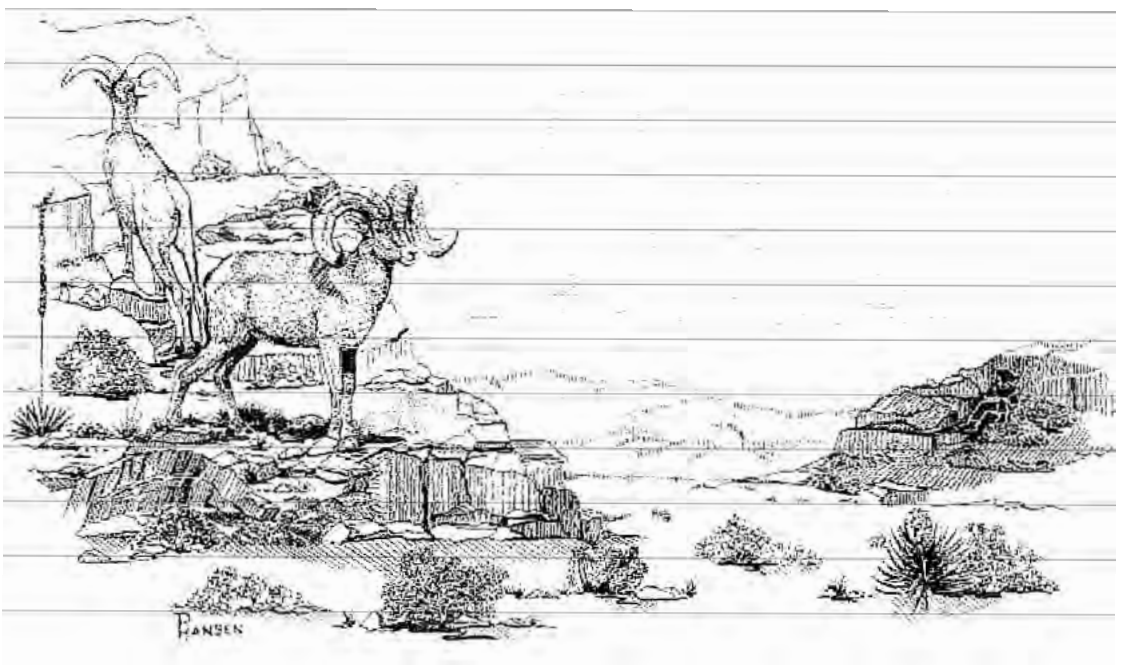


Table 1. Replicates of each fecal DNA extract that amplified mountain lion-like alleles for each microsatellite locus at three dilutions. 1) Replicate without Geneclean prep, 2) Replicate with Geneclene prep. Blanks indicate failure to amplify. Amplifications with an asterisk (*) denote allele sizes likely too small to be mountain lion, with presence of other bands suggesting amplification of bacterial or other contaminant DNA.

	Locus		FCA077			FCA096	
	Dilution level	I x	10x	100x	I x	10x	100x
	1						
	2						2
	3					2*	2*
	4						
Fecal	5		2				
Sample	6						2
Number	7						
	8						
	9						
	10	2	1,2	1,2	2	1,2	1,2
	puma hair control	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	puma fecal control	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	negative control		N/A	N/A		N/A	N/A

Table 2. Organizations of researchers contacted regarding experience and results obtained with DNA amplification and individual identification using mountain lion fecal samples.

Organization	Comment
New Mexico Game and Fish Department, Albuquerque	No luck analyzing scats; good results with tissue DNA.
LGL, Ltd., Anchorage, AK	Genetic analysis of scats not applicable at management level. Requires more effort than warranted. Better luck with hair samples.
VA Tech, Fisheries and Wildlife, Blacksburg, VA	Successful DNA extraction with 2 of 3 scats of unknown age which were analyzed using Ernest et al. (2000) protocol
U. of New Mexico, Albuquerque	Very poor results with scats, not doing any more scat work
U. of California, Davis	Very difficult technique, often 6-10 replicates needed to get results good as using hair or muscle. Cost likely $100-200/sample.
George Washington U., Washington, D.C.	Degradation of scats always a problem. Amplifying nuclear DNA may be difficult.
Nat. Park Service, Grand Canyon, AZ	Not comfortable with results obtained. Personal communication with other labs indicates similar experience.
Wildlife Genetics Intl., Edmonton, Alberta	Amplification of microsatellites does not work well with presently available techniques. Not reliable.
Idaho Game and Fish Department	Scats very difficult to work with; direct experience with bears. Generally seems to be great difficulty working with lion scats.
USGS, Anchorage, AK	Scats very problematic, fresh scats essential. Genetic analysis of scats is a long way from being useful to field biologists.

ANALISIS GENETICO DE HECES FECALES PARA ESTIMAR EL TAMAÑO POBLACIONAL DE UNA POBLACION DE LEON DE MONTAÑA DEL DESIERTO SONORENSE

TED **MCKINNEY**, Arizona Game and Fish Department, 2221 West Greenway Road, Phoenix, Arizona 85023

BRAD MCRAE, School of Forestry and Department of Biological Sciences, Northern Arizona University, Flagstaff. Arizona

Resúmen: Llevamos a cabo un estudio preliminar para determinar el genotipo de leones de montaiia (Puma concolor) usando muestras de musculo y fecales, colectadas en el Alto Desierto Sonorense en Arizona, bajo condiciones de sequia. Obtuvirnos los genotipos de los animales para 14 loci de microsatelites usando ADN tomado de las muestras de musculo, y podimos amplificar microsatelites de solo una de las 10 muestras fecales, exitosamente amplificamos 2 de 2 loci de prueba en esa muestra. Preguntando entre los investigadores con experiencia sobre análisis geneticos en heces fecales de leon de montaña para identificar individuos, resulta que el procedimiento es problematico y generalmente produce resultados no confiables. Nuestros resultados sugieren que actualrnente las tecnicas de genética molecular para genotipos individuales de leones de montaña usando heces fecales ofrecen poca utilidad para su manejo como estirnador del tamaño poblacional en el Alto Desierto Sonorense.

Palabras Clave: leon de montaiia, tamafio de poblacion, heces fecales, ADN, muestreo genetico no invasivo, microsatélite, Puma *concolor*

El tamaño poblacional es dificil de estimar para los biologos de vida silvestre, y frecuéntemente tienen que basarse en conteos generales o indices con una relevancia incierta para conocer tamaiios poblacionales como parámetro biologico fundamental. Recientemente, tecnicas no invasivas han sido sugeridas para ser usadas por biologos de campo para identificar individuos através de análisis geneticos de heces fecales o pelo y estimar el tamaño poblacional de poblaciones de animales silvestres (Kohn y Wayne 1997, Wasser et al. 1997, Haig 1998, Waits y Leberg 1999, Mills et al. 2000, Mowat y Strobeck 2000). Kohn et al. (1999) usaron Genotipos fecales para estimar el tamaño poblacional en coyotes (*Canis* latrans) en las montañas Santa Mónica en California. Ernest et al. (2000) tambien usaron genotipos microsatelite de leon de montaña (Puma *concolor*) de ADN fecal para identificar individuos y derivar una estimación minima de tamaño poblacional en la region del Valle Yosemite en California.

El análisis de microsatélites para identificación de individuos esta todavia en la etapa de infancia (Haig 1998). Parker et al. (1998) observaron que la información necesaria para empezar a usar nuevas tecnicas moleculares fiecuentemente no es reportada en artículos de revistas cientificas, sino que se encuentra confinada a diferentes laboratorios. Taberlet y Luikart (1999) recomendaron que se debería hacer un

estudio piloto antes de iniciar un estudio extenso involucrando metodos de muestreo molecular no invasivo. Un estudio piloto permitirá a los biologos eveluar las dificultades tecnicas y la probabilidad de obtener genotipos identicos dadas las distribuciones de frecuencia de alelos conocidas.

Los resultados prelirninarios (Arizona Game and Fish Department [AGFD] datos no publicados) obtenidos de borregos cimarron (*Ovis canadensis mexicana*) con collares transrnisores indican que la depredación por leones de montaña puede haber contribuido a una disminución reciente de este ungulado en la parte central de Arizona. Iniciamos una investigación preliminar en esta region para evaluar el uso de la amplificación por reacción en cadena de polimerasa (PCR) de loci microsatelite usando ADN fecal de leon de montaña para identificar animales individuales y derivar una estimación del tamaño poblacional.

METODOS

Probamos el uso de genotipos fecales para una poblacion de leones de montaña en las montañas Mazatzal. Al noreste de Phoenix, Arizona. La vegetación en el area es primariamente matorral desertico Sonorense debajo de los 1,000 m. de elevación con chaparral a elevaciones mas altas (Umess et al. 1971, McKinney et al. 2001). Condiciones de sequía han prevalecido en el area de estudio desde 1994 y la mediana de lluvia durante el verano e invierno ha sido de 7 y 17 cm. respectivamente (McKinney et al. 2001). Las temperaturas medias son de 10°C en el invierno y de de 30°C en el verano.

Colectamos muestras de heces fecales de león de montaña de edades desconocidas de manera oportunistica a lo largo de cañadas y en terrenos montafiosos entre el 8 de Diciembre de 1998 y el 25 de Enero del 2001. Se colocaron las muestras en bolsas de plástico durante las visitas de campo y se almacenaron congelandolas hasta su posterior analisis. Seleccionamos 10 muestras al azar de 15 que se colectaron entre Marzo y Mayo de 1999 para estudios geneticos. Tambien colectamos muestras de tejido muscular de leones de montaña muertos por cazadores en el area de estudio y por todo Arizona enttre Noviembre de 1999 y Enero de 2001 como parte de un estudio genético sobre león de montaña. Tomamos muestras de animales recientemente muertos en posesion de cazadores y taxidermistas y las preservamos en frascos viales con desecador para transportarlas al laboratorio, donde fueron congeladas a –20°C. Tambien contactamos a numerosos investigadores con experiencia en la evaluación de ADN fecal de león de montaña para determinar las posibilidades de éxito usando tecnicas moleculares.

Extrajimos ADN de 5 a 10 mg. de muestras de tejidos disecados usando el Puregene Genomic DNA Isolation Kit (Gentra Systems, Minneapolis, MN), siguiendo el protocolo de tejido sólido. Para muestras fecales, extrajimos ADN en replica de cada muestra usando dos protocolos. Para el primer protocolo, extrajimos ADN de 10 a 20 mg. de material fecal usando columnas QIAmp (Qiagen), siguiendo el protocolo Qiagen para aislamiento de ADN genómico de muestras fecales usando el kit para tejidos QIAmp, diluyendo ADN en 50 ul de buffer Tris-EDTA. Para probar si una

purificación adicional de extractos de ADN mejoraría los resultados, repetimos la extracción de ADN de cada muestra usando un segundo protocolo, el cual imitó el primero pero se trataron las muestras adicionalmente con el Geneclean Kit (Bio 101 Inc.), el cual usa cuentas de silica para unir ADN y eliminar contaminantes.

Realizamos al menos una amplificacion de cada extracto de ADN de tejido en reacciones PCR con primers (iniciadores) marcados con fluorescencia, para 14 regiones microsatelitales (FCA035, FCA043, FCA052, FCA077, FCA82, FCA090, FCA096, FCA105, FCA126, FCA290, FCA144, FCA166, FCA221 y FCA229) seleccionadas de loci caracterizados para el gato doméstico (Menotti-Raymond et al. 1999). Usamos las condiciones de reaccion descritas en Menotti-Raymond et al. (1999) con cada set de reacciones, incluyendo un control positivo (ADN de tejidos con tamaño de alelos conocidos) y un control negativo (agua deionizada). Seleccionamos dos de los loci mas confiables, FCA077 y FCA096, para pruebas con ADN fecal. Los primers para estos loci habian trabajado bien con el ADN aislado de muestras de tejido y de pelo de leon de montaña y material fecal en pruebas anteriores (B. McRae, datos sin publicar). Corrimos al menos una amplificacion de cada extracto de ADN fecal en PCRs usando condiciones identicas a aquellas usadas con ADN de tejido, pero con temperaturas mas bajas (52°C vs. 55°C) y un mayor numero de ciclos (50 vs. 30) debido a la menor cantidad y calidad de ADN. Incluimos dos controles positivos (ADN fecal y de pelo de leon de montafia que habian sido extraidos de muestras tomadas fuera del area de estudio y habian sido amplificados confiablemente en pruebas anteriores) y un control negativo (agua deionizada) en cada set de reacciones.

Nuestra experiencia nos enseñó que la presencia de inhibidores PCR en muestras fecales fueron frecuentemente responsables por la fallida amplificacion y que las muestras de ADN diluido podrian mejorar la amplificacion reduciendo la concentración de inhibidores. Por lo tanto, probamos muestras de ADN fecal sin diluir, asi como con niveles de dilución de 1:10 y 1:100, usando 5 ul de ADN diluido por reaccion.

Procedimos entonces a hacer una electroforesis de los productos de amplificacion de muestras de ADN de tejido en 6% de gels de polyacrylamide usando un Applied Biosystems (ABI) 377 Automated DNA sequencer y analizamos tamaños de alelos usando los programas ABI Genescan y Genotypes. Debido a que nuestro trabajo con muestras fecales fue preliminar, electroforisamos los productos de amplificación de ADN fecal con 2% de gel de agarosa. Evaluamos estos productos para detectar la presencia de alelos como de leon basado en las variaciones de tamafios de alelos derivados de los análisis de ADN de tejido de estudios previamente publicados (Driscoll 1999, Culver et al. 2000, Ernest et al. 2000).

RESULTADOS

Durante el estudio, colectamos 61 muestras aparentement de heces fecales de leones de montaña. La mayoría (59/61 = 97%) fueron desecadas y de edad desconocida. Una muestra fresca fue encontrada el 28 de Septiembre del

2000 y se estimo que tenía menos de 12 hr. de haber sido libarada; una segunda muestra fue colectada el 8 de Diciembre del 2000 y probablemente tenia entre una y dos semanas de haber sido liberada (observación personal). Colectamos muestras de tejido de cuatro leones matados por cazadores en el area de estudio y de 56 leones en otras localidades.

Exitosamente amplificamos alelos para cad.uno de los 14 loci microsatelitales provenientes de 60 muestras de tejidos, incluyendo las cuatro muestras del area de estudio (no se muestran los datos). En contraste, solo una de las 10 muestras fecales resultaron en amplificaciones de alelos como de leon de montaiia en mas de un nivel de dilucion o para ambos loci (Tabla 1). Ambas extracciones de replica de esta muestra amplificaron para ambos loci en al menos dos niveles de dilucion, de la misma manera que las muestras de pelo y fecales lo hicieron. En general, observamos mayor exito de amplificacion con una dilucion mas alta de ADN de referencia y con replicas tratadas con el preparado de Geneclean, lo que nos indica que los inhibidores de PCR heron negativos, afectando nuestros resultados.

Las nueve muestras de heces fecales para las cuales no se amplifico ADN, fueron colectadas en areas de vegetación de matorral desertico; mientras que la unica muestra fecal para la cual se amplificó ADN, fue colectada en chaparral aproximadamente a 2,000 m. de elevación. La dieta predorninante en la mayoría de las heces (5 de 10) analizadas para ADN fue conejo, incluyendo la muestra para la cual el ADN fue amplificado. Otras heces contenieron javalí (Peccari *tajacu*; 1/10), ganado (1110) y roedores (2/10).

Solo dos de los investigadores contactados personalmente, señalaron haber tenido exito en la amplificacion de ADN de muestras de heces fecales de leon de montaiia. La mayoría reportaron que el uso de tecnicas geneticas moleculares con muestras fecales de un depredador, es problemetica y generalmente sin exito (Tabla 2).

DISCUSION

Nuestros resultados confirman la amplificacion de ADN microsatelital usando muestras de tejido de leon de montaña (Culver 1999, Culver et al. 2000, Ernest et al. 2000, Walker et al. 2000). Sin embargo, nuestros resultados indican que el uso de material fecal de leon de montaiia colectado bajo condiciones de campo, como hente de ADN para identificar animales individuales y tamaiio poblacional es problematico. Nuestros resultados apoyan la conclusion a que llegaron otros investigadores que entrevistamos; la mayoría de ellos reportaron que el análisis molecular de heces de león de montaña generalmente tiene resultados muy pobres.

Si el ADN extraido de heces de leon de montaiia es facilmente genotipable, sugerimos que puede ser razonable esperar una amplificacion de al menos dos niveles de dilucion por un locus o un nivel de disolucion para dos loci. Si esto es con-ecto, nuestros resultados indicarían que una de las 10 muestras fecales que analizamos, podría ser considerada prometedora para futuros trabajos de genotipo. Además, el ADN de esta muestra y del control fecal se

amplificaron a todos los niveles de dilución para el replicado purificado con la preparación Geneclean y a diluciones de 10X y 1OOX para la replica no purificada. Esto sugiere que nuestros resultados son razonablemente sólidos y repetibles y que probablemente no son debido a contaminacion cruzada.

La contarninacion de muestras con elementos de la dieta, pueden inhibir la amplificacion de ADN en muestras de extractos fecales, requiriendo una metodologia de extraccion adecuada para mejorar los resultados (Kohn y Wayne 1997, Wasser et al. 1997, Taberlet et al. 1999, Waits y Leberg 1999). Por ejemplo, la contaminacion por conejo en muestras fecales de leon de montaña puede inhibir la amplificacion de ADN (G. Mowatt, Wildlife Genetics International, Edmonton, Alberta, Canada, comunicacion personal). El mayor exito en la amplificación en nuestro estudio con ADN del preparado Geneclean y con el ADN diluido, indica la presencia de inhibidores de PCR.

Varios estudios han reportado la exitosa obtencion del genotipo de animales usando heces, pelo y otras hentes de ADN no invasivas. Las diferencias en las especies examinadas, los metodos moleculares usados y las condiciones ambientales probablemente influyeron en la variabilidad del exito en los análisis fecales. Kohn et al. (1999) identifico coyotes individuales y estimo el tamaño de la poblacion usando extractos de ADN de heces completamente secas, las cuales heron producidas menos de 17 semanas. De las 238 heces analizadas, 79% produjeron ADN mitodondrial de coyote y 48% fueron exitosamente tipificadas para tres loci microsatelitales específicos de caninos. Ernest et al. (2000) aislaron ADN de 32 heces de sujetos que se creia eran leones de montaiia o linces (Lynx *rufus*) variando en el tiernpo en que fueron producidas, desde 12 horas hasta 2 semanas y encontrtaron que el ADN no se amplifico en 53% de las muestras. Doce muestras (38%) produjeron genotipos de leon de montaiia y tres (9%) mostraron genotipos del tipo de lince. En general, las heces de felinos puede que no tengan la misma estabilidad que las heces de canidos (D Foran, George Washington University, com. personal). Mas aun, nuestros metodos de extraccion de ADN difieren de aquellos usados por Ernest et al. (2000). Nuestra baja tasa de exito comparada con la de Ernest et al. (2000), puede ser atribuible a los procedimientos de extraccion, el mayor tiempo de las muestras, errores en la identificación de especies, o diferencias en las condiciones medioambientales, así como los metodos de colecta y preservación.

Las densidades de leon de montaña probablemente son comparativamente mas altas en el area de estudio (AGFD datos no publicados), aunque encontrar heces frescas de leon de montaña puede ser dificil y las heces pueden estar expuestas a condiciones ambientales por periodos prolongados previos a la colecta. Kohn et al. (1999) enfatizaron que las heces deben ser facilmente encontradas y recuperadas para estimar el tamaño poblacional usando análisis geneticos. En general, la coleccion de heces frescas mejorara la calidad de la muestra y el ADN en muestras de mayor tiempo pueden estar mas degradadas y mas difíciles de amplificar (Taberlet et al. 1999). La radiación solar directa y las temperaturas mas calurosas arriba del

punto de congelacion, promueven la degradación de ADN (Foran et al. 1997). Aunque las edades de las heces de los leones de montaña que colectamos son desconocidas, casi todas fueron de mas de un mes de haber sido producidas (Cunningham et al. 1999). Kohn et al. (1999) estimaron que las heces fecales de coyote persistieron en su area de estudio en las Montaiias de Santa Monica en el sur de California, entre 17 y 31 semanas. Creemos que muchas de las heces que colectamos, excedieron esta tiemppo basado en busquedas repetidas de las localidades donde encontramos heces. Si las heces de leon de montaiia son colectadas mas frescas, el ADN puede ser amplificado con mejor exito de lo que obtuvimos (Ernest et al. 2000) y la exitosa amplificacion probablemente disminuye rapidamente a medida que avanza la edad de las heces (S. Talbot, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, corn. personal).

Los felinos tienen tiempos muy cortos de tránsito gastrointestinal (Ernest et al. 2000) y una amplificacion de ADN fecal de leon de montaiia es dependiente de la presencia en las heces de celulas desprendidas de la cubierta intestinal (Kohn y Wayne 1997). La cantidad de ADN disponible para genotipos usando heces fecales puede ser de tan solo unos pocos nanogramos o aun picogramos (Taberlet y Luikart 1999). Mas aun, el ADN en heces colectados de campo tipicamente esta degradado (Kohn y Wayne 1997, Kohn et al. 1999). La tecnica de genética molecular usada con muestras fecales es muy cara, dificil y problematica. Las muestras pueden estar muy degradadas para permitir la. amplificacion o contener compuestos que inhiben el PCR y mucho del ADN presente en las heces puede provenir de rnicrobios (Kohn y Wayne 1997, Parker et al. 1998, Taberlet y Luikart 1999, Ernest et al. 2000, Mills et al. 2000).

Creemos que las condiciones de areas de matorral del Desierto Sonorense promueven la rapida degradacion de ADN en las heces de leon de montaiia y concluimos que el análisis de ADN de rnuestras fecales colectadas en el campo para este depredador, no provee un método viable, al menos que sea eficiente en su costo, para identificar individuos y estimar el tamaiio poblacional. Sin embargo, el uso de tecnicas geneticas no invasivas esta aún en su período de infancia y nuevas tecnicas estan siendo desarrolladas mas rapidamente de los que pueden ser incorporadas en los estudios de ecologia de poblaciones (Parker et al. 1998).

Los conocirnientos adquiridos en nuestro estudio son limitados, dado el pequeiio tamaño de muestra y lo restringido de las escalas de tiempo y espacio. Nuestros resultados indican que se necesita una investigacion mas extensa para verdaderamente evaluar el uso del análisis genético de leon de montaiia para estimar el tamaiio poblacional. Dicha investigacion puede requerir estudios piloto intensos (Taberlet y Luikart 1999), el desarrollo de un laboratorio de aislamiento dedicado al análisis de ADN degradado o diluido (Kohn and Wayne 1997, Kohn et al. 1999, Taberlet et al. 1999), extrayendo y amplificando muestras de ADN en replica y aun el desarrollo de nuevas tecnologias. Basados en nuestra investigacion primaria, sugerimos que las técnicas moleculares para el análisis de ADN en muestras fecales de leon de montaña en el Alto Desierto Sonorense ofrecen actualrnente poca utilidad a nivel

de manejo para estimar el tamaño poblacional. Los manejadores de recursos deben evaluar cuidadosamente si vale la pena el invertir en estudios geneticos basados en muestras fecales de leon de montaña, debido a la dificultad en colectar muestras frescas. Las limitaciones asociadas con la identificacibn genética de individuos, los costos y los requerimientos para los estudios piloto intensos.

AGRADECIMIENTOS

Apoyo financiero para este psoyecto fue proveido por la Arizona Desert Bighorn Sheep Society y através de la Federal Aid in Wildlife Restoration Act, Project W-78-R. Este trabajo no hubiera sido posible sin el appoyo del Dr. Paul Keim, de la Northern Arizona University Department of Biological Sciences, quien generosamente proveyó material, su consejo y el uso de su laboratorio para los análisis geneticos. También agracedemos a Joseph Busch, Northern Arizona University Department of Biological Sciences, por la revision de los primeros borradores de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

Culver, M. 1999. Molecular genetic variation, population structure, and natural history of free-ranging pumas (Puma concolor). Ph.D. dissertation, University of Maryland, College Park.

Culver, M. W. E. Johnson, J. Pecon-Slattery, and S. J. O'Brien. 2000. Genomic ancestry of the American Puma (*Puma* concolor). Journal of Heredity 91:186-197.

Cunningham, S. C., C. R. Gustavson, and W. B. Ballad. 1999. Diet selection of mountain lions in southeastern Arizona. Journal of Range Management 52:202-207.

Driscoll, C. 1999. A characterization of microsatellite loci variation in Panthera *leo*, *Acinonyx jubatus*, and *Puma* concolor. M.S. thesis, Hood College, Frederick, Maryland.

Ernest, H. B., M. C. T. Penado, B. P. May, M. Syvanen, and W. M. Boyce. 2000. Molecular tracking of mountain lions in the Yosemite Valley region in California: genetic analysis using microsatellites and faecal DNA. Molecular Ecology 9:433-441.

Foran, D. R., S. C. Minta, and K. S. Heinemeyer. 1997. DNA-based fecal analysis of hair to identify species and individuals for population research and monitoring. Wildlife Society Bulletin 25:840-847.

Haig, S. M. 1998. Molecular contributions to conservation. Molecular Techniques in Ecology 79:413-425.

Kohn, M. H., and R. K. Wayne. 1997. Facts from feces revisited. Trends in Ecology and Evolution 12:223-227.

Kohn, M. H., E. C. York, D. A. Kamradt, G. Haught, R. M. Sauvojot, and R. K. Wayne. 1999. Estimating population size by genotyping faeces.

Proceedings of the Royal Society of London, B 266:657-663.

McKinney, T., T. W. Smith, and J. D. Hanna. 2001. Precipitation and desert bighorn sheep in the Mazatzal Mountains, Arizona. Southwestem Naturalist.

Menotti-Raymond, M., V. A. David, L. A. Lyons, A. A. Schaafer, J. F. Tomlin, M. K. Hutton, and S. J. O'Brien. 1999. A genetic linkage map of rnicrosatellites in the domestic cat (*Felis catus*). Genornics 57:9-23.

Mills, L. S., J. J. Citta, K. P. Lair, M. K. Schwartz, and D. A. Tallmon. 2000. Estimating animal abundance using noninvasive DNA sampling: promise and pitfalls. Ecological Applications 10:283-294.

Mowat, G., and C. Strobeck. 2000. Estimating population size of grizzly bears using hair capture, DNA profiling, and mark-recapture analysis. Journal of Wildlife Management 64:183-193.

Parker, P. G., A. A. Snow, M. D. Schug, G. C. Booton, and P. A. Fuerat. 1998. What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. Ecology 79:361-382.

Taberlet, P., and G. Luikart. 1999. Non-invasive genetic sampling and individual identification. Biological Journal of the Linnean Society 68:41-55.

Taberlet, P., L. P. Waits, and G. Luikart. 1999. Non-invasive genetic sampling: look before you leap. Trends in Ecology and Evolution 14:323-327.

Umess, P. J., W. Green, and R. K. Watkins. 1971. Nutrient intake of deer in Arizona chaparral and desert habitats. Journal of Wildlife Management 35:469-475.

Walker, C. W., L. A. Harveson, M. T. Pittman, M. E. Tewes, and R. L. Honeycutt. 2000. Microsatellite variation in two populations of mountain lions *(Puma concolor)* in Texas. Southwestern Naturalist 45:196-203.

Waits, J. L., and P. L. Leberg. 1999. Advances in the use of molecular markers for studies of population size and movement. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference 64:191-201.

Wasser, S. K., C. S. Houston, G. M. Koehler, G. G. Cadd, and S. R. Fain. 1997. Techniques for application of faecal DNA methods to field studies of Ursids. Molecular Ecology 6:1091-1097.

Tabla 1. Replicas de cada extracto de ADN fecal que amplificó alelos como de leon de rnontaiia para cada locus microsatelital en trtes niveles de dilucion. 1) Replica sin preparado Geneclean, 2) Réplica con preparado Geneclene. Los espacios vacios indican fallas en la amplificacion. Las amplificaciones con un asterisko (*) denotan tamaños de alelo posiblemente muy pequeño para ser leon de montaña, con presencia de otras bandas sugiriendo amplificacion bacteriana u otro ADN contaminante. N/A= No aplica.

	Locus		FCA077			FCA096	
	Nivel de dilución	lx	1Ox	100x	lx	1Ox	100x
	1						
	2						2
	3					2*	2*
	4						
Fecal	5		2				
Muestra	6						2
Numero	7		1				
	8						
	9						
	10	2	1,2	1,2	2	1,2	1,2
	Control de pelo de leon	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Control de muestra fecal de leon	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Control negativo		N/A	**N/A**		N/A	N/A

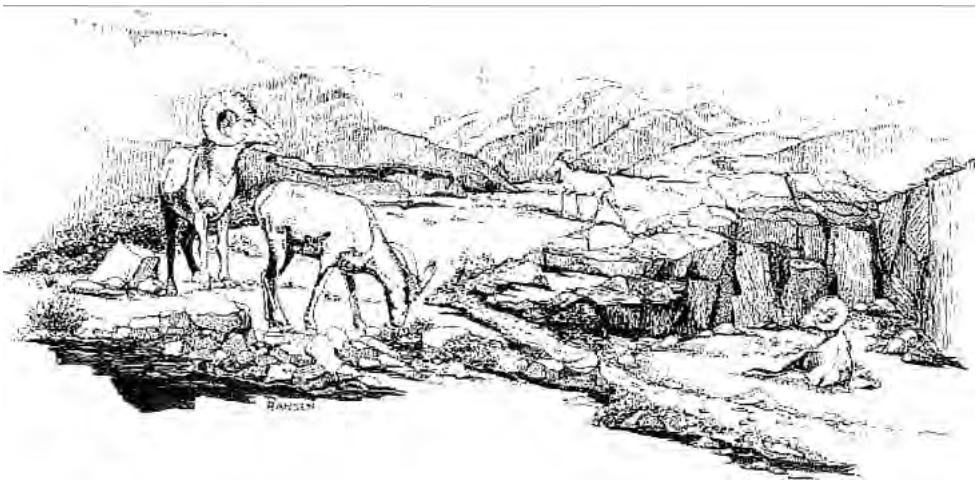


Tabla 2. Organizaciones de investigadores contactados para saber su experiencia en obtener amplificacion de ADN e identificación de individuos usando muestras de heces fecales de leon de montaña.

Organización	Comentario
New Mexico Game and Fish Department, Albuquerque	No hubo suerte en analizar heces; buenos resultados con ADN de tejidos.
LGL, Ltd., Anchorage, AK	Los análisis geneticos de heces no tienen aplicacion para manejo. Se requiere un gran esfuerzo, sin garantizar los resultados. Se tienen mejores resultados con muestras de pelo.
VA Tech, Fisheries and Wildlife, Blacksburg, VA	Extracción exitosa de ADN en 2 de 3 heces de individuos de edad desconocida que fueron analizados usando el protocolo de Ernest et al. (2000)
U. of New Mexico, Albuquerque	Resultados muy pobres usando heces; ya no trabajamos mas con heces.
U. of California, Davis	Una técnica muy dificil, casi siempre de 6 a 10 réplicas se necesitan para obtener buenos resultados como usando musculo o pelo. El costo es quizás de $100 a $200 dolares por muestra.
George Washington U., Washington, D.C.	La degradación de heces es siempre un problema. Amplificar ADN nuclear puede ser dificil.
Nat. Park Service, Grand Canyon, AZ	No muy agusto con los resultados obtenidos. Comunicaciones personales con otros laboratorios indican resultados similares.
Wildlife Genetics Intl., Edmonton, Alberta	La amplificacion de microsatelites no trabaja bien con las tecnicas disponibles. No es confiable.
Idaho Game and Fish Department	Las heces son muy dificiles de trabajar; experincia directa con osos. Generalmente es muy dificil trabajar con heces de león de montaña.
USGS, Anchorage, AK	Las heces son muy problematicas. Es necesario trabajar con muestras frescas. Los análisis genéticos para heces distan todavia de ser utiles para los biologos de campo.

THE PRESENT AND FUTURE OF THE SAN ANDRES BIGHORN.

MAR4 WEISENBERGER, USFWS San Andres National Wildlife Refuge.

The San Andres National Wildlife Refuge desert bighorn sheep (Ovis canadensis mexicana) population had dwindled down to a suspected single animal by 1997. The population was estimated at nearly 200 animals in the late 1970's, at which point a scabies (Psoroptes spp.) outbreak was discovered. The bighorn population subsequently declined over the past two decades to a single ewe. During the 1993 and 1997 captures, this ewe had clinical signs of scabies and was treated accordingly with Ivermectin. In September 1999 the ewe was captured and tested for scabies with negative results. The following November, six rams were translocated from the New Mexico Department of Game and Fish Red Rock Wildlife Area captive breeding facility and released throughout the San Andres Mountains as part of a two-year Sentinel Ram Project. The Project has two goals: 1) to determine whether extant bighorn inhabit the San Andres Mountains, and 2) to determine whether the sentinel rams obtain scabies. The rams were fitted with radio-collars that have both VHF and satellite capabilities: All bighorn, including the ewe, will be captured every four to six months by helicopter to be tested for scabies, and will be monitored intensively for visual observations during the project.

PRESENTE Y FUTURO DEL BORREGO CIMARRON DE SAN ANDRES.

MARA WEISENBERGER, USFWS San Andres National Wildlife Refuge.

La poblacion de borrego cimarron del desierto del Refugio Nacional de Vida Silvestre de San Andres (*Ovis canadensis mexicana*) se ha disminuído hasta, lo que parece, un solo animal remanente en 1997. Para finales de los 70s, la poblacion se estimo cerca de los 200 animales y es cuando una epidemia de sarna (*Psoroptes* spp.) fue descubierta. Subsecuentemente, la poblacion de borrego disminuyó durante las siguientes dos decadas hasta llegar a una sola hembra. Durante las capturas de 1993 y 1997 esta hernbra present6 señales clínicas de sarna y se le trato con Ivermectin. En Septiembre de 1999, la hembra fué capturada y evaluada para la presencia de sarna, aunque los resultados fueron negativos. Para Noviembre del mismo año, seis borregos machos heron traslocados provenientes de las instalaciones para reproducción en cautiverio del Area de Vida Silvestre de Red Rock perteneciente al Departamento de Caza y Pesca de Nuevo Mexico y liberados en las Montañas San Andres como parte de un programa piloto (borrego fundador) a dos años. El projecto tiene dos objetivos: 1) determinar si aun existen borregos cimarrón en las Montañas San Andres y 2) determinar si estos borregos presentan sarna. A cada uno de los borregos se le coloco un collar radio-transrnisor con capacidades VHY y de satélite. Todos los borregos, incluyendo a la hembra, seran capturados a intervalos entre cuatro y seis meses utilizando un helicóptero para hacerles las pruebas de sarna y seran intensamente monitoreados con observaciones visuales durante el psoyecto.

BIGHORN SHEEP RESEARCH AT THE PINACATE AND GREAT ALTAR DESERT BIOSPHERE RESERVE

EDUARDO E. **LÓPEZ,** IMADES, Reyes y Aguascalientes sin. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

RAFAELA PAREDES, IMADES, Reyes y Aguascalientes sin. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

JIM DE **VOS,** Arizona Game and Fish Department, 2221 W. Greenway Rd., Phoenix, AZ 85023

RAYMOND M. LEE, 720 Allen Ave., Cody, Wyoming 82414

RAYMOND E. **SCHWEINSBURG,** Arizona Game and Fish Department, 2221 W. Greenway Rd., Phoenix, AZ 85023

ELVIRA ROJERO DÍAS, Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas, Av. Aquiles Serdan No. 180 esq. con Rosales. Colonia Centro. 83000 Hennosillo, Sonora, Mexico

GABRIEL **VALENCIA,** IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

ANDRÉS VILLARREAL, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

CARLOS CASTILLO, Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas, Av. Aquiles Serdan No. 180 esq. con Rosales. Colonia Centro. 83000 Hermosillo, Sonora, Mexico.

MARTÍN FRANCO, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

TERESA **SOLÍS**, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

Abstract: Bighorn Sheep (Ovis canadensis mexicana) are considered a key species for conservation. From 1995 to 1998 IMADES, SEMARNAT, Arizona Game and Fish Department, and the El Pinacate Biosphere Reserve have collaborated to provide an assessment of bighorn sheep population by monitoring the quality of their habitat within the El Pinacate Reserve to accomplish the following objectives:

To strengthen working relationships at a multi-institutional level, regarding a wildlife resource considered part of the fauna shared by both countries.

- To generate basic scientific information on a wildlife species, which may be used for management in and outside the reserve.

To generate basic scientific information on sheep movements, habitat quality and use-availability of habitat including human activity impacts.

INTRODUCTION

In Sonora, bighorn sheep (Ovis canadensis mexicana) inhabit the desert mountains of the state's northwestern portion, from El Pinacate (EP) and Great Altar Desert Biosphere Reserve (GADBR), to the outskirts of Bahia Kino (Kino Bay) a fishing town located 107 km west of the city of Hermosillo.

Desert bighorn sheep play an important biological, ecological, as well as economic role in the EP and GADBR. They are a cultural resource and potential source of foreign currency for the community, as well as for the reserve.

Basic biological information such as, habitat factors or components (topography, vegetation, water, competition, human impacts) habitat quality and availability for bighorn sheep, is fundamental to manage bighorn populations scientifically. This information will improve our knowledge and success in its management. This research will establish a foundation for future management strategies.

It is important to understand the direct impacts of human activities on a species population and habitat. This is presently one of the great challenges of wildlife research. The reserve is not free from such impacts. One of its responsibilities is to conduct research to obtain scientific information for understanding and mitigation of deteriorating processes.

Despite the biological, ecological, aesthetic and economic importance of this animal species in Northwestern Mexico, research on the species has been very sporadic and unpublished. This paper will contribute knowledge about the management of bighorn sheep within the El Pinacate Reserve and the Great Altar Desert Biosphere Reserve, including bighorn sheep range outside the reserves.

In Mexico, there are very few studies related to evaluating the quality of the habitat and the populations of desert bighorn sheep. This is in gross contrast to studies for this same desert subspecies conducted in the United States in relation to human influence and infrastructure (Hicks and Elder 1979, Ough and de Vos 1984, Miller and Smith 1985, Krausman and Leopold 1986, Alderman et al. 1989, Scott et al. 1990, Cunningham and de Vos 1992, Ebert and Douglas 1994, Bristow et al. 1996).

Studies performed in the El Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve are even fewer. Most of them have been superficial evaluations of the bighorn sheep population with vesy general descriptions of the habitat (Russo 1965, May 1973, Mendoza 1976, González et al. 1985).

Since 1992, the Ecological Center of Sonora (presently IMADES), in collaboration with the Arizona Game and Fish Department, has conducted studies related to this species. These range from aerial census in helicopters (Lee and Lopez-Saavedra 1993 and 1994) to telemetry monitoring, disease detection, and habitat quality evaluations.

STUDY AREA

The study area within the EP and GADBR occurs on a volcanic shield, within an area of approximately 317 km^2 (Figure 1). Craters, ash cones, and soils with lava spills and flows characterize this area. The

elevation of the highest peak is 1,206 m. The vegetation is classified as microphylum desert within the Lower Valley of the Colorado River (Brown 1980) subdivision of the Sonoran Desert. Main plants are creosote bush (Larrea *divaricata)* and white bursage (Ambrosia *dumosa*). Mean summer and winter temperatures are 30°C and 12°C, respectively. Average annual rainfall amounts to 165 mm with seasonal averages of 72 mm in summer and 48 mm in winter.

METHODS

From December 1997 to January 1999 the study area was visited approximately eight days each month. Sightings of bighorns or groups within the study area were recorded on data sheets. Two methods were used to collect four types of data.

Telemetry Observations

Historical: In 1995, IMADES, together with the Arizona Game and Fish Department captured eight bighorn sheep (three rams and five ewes) that were equipped with radio collars. These animals were relocated eleven times each, using radio telemetry from a fixed-wing aircraft provided by the Arizona Game and Fish Department.

Present: Radio collared bighorn sheep were located on foot, while touring the area.

Direct Obsewations

Historical: The records of direct observations, which the operational staff record during surveillance tours, were obtained in collaboration with the El Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve staff. Additional records date back to 1994 and 1997.

Present: Direct observations were obtained during the project's execution.

Data recorded in field formats included: 1) observation number, 2) identification number, 3) frequency, 4) Time, 5) Date, 6) latitude and longitude, 7) elevation, 8) slope, 9) aspect, 10) topography, 11) plant cover (estimated), 12) Observation Period, 13) adult male, 14) juvenile male, 15) adult female, 16) juvenile female, 17) young, 18) activity during observation (Appendix I).

Habitat Quality Model

A habitat quality model was prepared based on the methods developed for the evaluation of the bighorn sheep habitat (Hansen 1980, Cunningham 1989, Ebert and Douglas 1994). The model developed by the Arizona Game and Fish Department (Cunningham 1989) was used for evaluating the desert bighorn sheep population.

This model evaluates the topography, vegetation, rainfall, human use, free available water, habitat competition and fragmentation. The area being studied was divided into one km^2 grids where each factor was evaluated with an assigned score, color, or figure pattern using Arc View 3.0.

When adding the values for the six components, a score of 110 is the maximum value for any cell. The total value of the cell is classified within a range that identifies it as poor (0-20), fair (21-40), good (41-80) or excellent (81-110) quality habitat (Appendix I).

HOME RANGE

The historical registers (aerial telemetry) were located or superimposed on a topographic base map at a 1:50,000 scale

prepared by INEGI and the Home Range was calculated through the Minimum Convex Polygon technique, using the CAMRIS geographical information system (3.46 Version; 1992). The base map (Topographic 1:50,000) of the area of the study was digitalized in ILWIS (1.3 Version). The format and printing of the maps was done using the Arc View program (3.0 Version). The layer of home range data was superimposed on that of the habitat quality model in order to schematically evaluate the degree of coincidence between home ranges and habitat quality types (using SIG- Arc View 3.0).

STATISTICAL ANALYSIS

Use-Availability of Habitat Components

Values for elevation, slope, and aspect for the study area were obtained by digitalizing contour lines from 1:50,000 topographical maps using two geographic information systems (GIS) ILWIS (1.3 version) and Arc View (3.0 version). The digitalized information was processed with ILWIS generating a raster or digital elevation map. The raster map was processed GIS and the values were obtained in krn^2 and percentages.

After bighorn sheep frequencies (use) and the sex ratios for each of the topographical components (availability) were obtained, the null hypothesis (Hol) that the sheep use the components according to their availability was evaluated. A Chi-square goodness of fit test (χ^2) was used to test habitat use verse availability and Bonferroni intervals (Neu et al. 1974, Byers et al. 1984) were calculated when use was greater than availability. If the ratio of the area available within a particular range or type was outside confidence limits, Jacobs' D index (Jacobs 1974) was calculated. This index indicates the magnitude of selection or nonuse of habitat types. These values range from –1 for the maximum evasion to +1 for the minimum selection.

Use-Availability of Habitat Quality

In order to validate the habitat quality model, the number of sheep locations for each type of habitat quality (excellent, good, fair, and poor) was compared to the amount of available habitat. A Chi-square analysis (goodness of fit test) was used to test the null hypothesis (Ho2) that sheep use quality habitat types proportionally to their availability (Neu et al. 1974).

Once the significance was detected ($p \leq 0.05$) Bonferroni simultaneous confidence intervals (Byers et al. 1984) were calculated to determine which type of habitat is selected, evaded or used proportionally to its availability. Jacobs' D' test was used in order to measure the magnitude (-1 to +1) of avoidance or selection, respectively.

RESULTS

Use-Availability of Habitat Components

A total of 136 bighorn sheep observations were analyzed for habitat, elevation, slope, aspect and topography. There was a significant difference (X^2= 136.84 in for 2g.l. $p< 0.00$) in selection of habitat use by bighorn sheep based on elevation. Bighorn sheep avoided areas <300 m in elevation (D'=-0.6) and selected areas in excess of their availability above 600 m (D'=+0.6) (Table 1).

There was a significant difference (X^2= 4219.69, 2g.l. $p< 0.00$) in habitat selection verse availability in regards to slope. Bighorn sheep evaded (D'=-0.9) the 0 to 30% slope ranges and selected areas within

the 31 and 60% slope range (D'=+0.9) (Table 1).

There was no significant difference (X^2= 2.4, 3g.l. p< 0.47) in habitat selection by bighorn sheep based on aspect. Therefore the Bonferroni reliability limits were not calculated and Jacobs' D' test was not applied (Table 1).

The null hypothesis that sheep use habitat components (elevations and slope) in direct proportion to their availability is rejected. This does not apply for the aspect component, which was used proportionally to its availability.

Habitat Quality Model

A total of 317^2 km were analyzed for a habitat quality model using criteria presented in Appendix I. A total of 191^2 km were classified as poor (60%), 75^2 km as fair (23%), and 51^2 km as good (17%). No areas were classified as excellent (Figure 2).

Three bighorn sheep observations (2.7%) were located in habitat classified as poor, 28 observations in fair habitat (25%), and 80 observations (72%) in good habitat.

The sheep did not use habitat types in proportion to their availability (X^2= 293.76, g.l.=2, n= 111, p< 0.00). The null hypothesis that sheep generally use the habitat in proportion to availability within the study area is rejected.

HOME RANGE

El Pinacate Mountains

Eight bighorn sheep (three males and five females) were located with aerial surveys between August 1995 and May 1996. Eleven locations were obtained for each animal. The average home range was 45' km (5^2 km to 200^2 km). The average home range for males was 89^2 km (5^2 km to 200^2 km). Female average home range was 19' km (10^2 km to 27^2 km) (Table 3).
By superimposing the home ranges on the habitat quality model, schematically we can see that males as well as females used the habitat classified as good and fair, except for males whose frequency was 9.410. Males moved among the mountains and traveled through large extensions of habitat classified as poor (Figure 2).

DISCUSSION

Topographical components exert greater influence on aspects of bighorn sheep biology by influencing habitat selection for protection, loafing, and reproduction. This investigation is similar to previous bighorn sheep studies (Dood and Smith 1988, Wakeling and Miller 1989, Bristow et al. 1996, Lopez et al. 1999) which found that steep slopes (>60%) and high elevations (>300 m) provide protection for bighorn sheep and their young, against predators and stressing climate factors, such as extreme temperatures, rain, and strong winds.

In our study area low scores were given for areas with more than 600^2 m of area and slopes greater than 60% however higher scores were given for some areas with a significant proportion of flat land. This may be attributed to the adjacent good to excellent habitat, which would influence the distribution of the sheep historically observed within the study area. This can be illustrated if look at the Pico-Johnson mountain range. A similar habitat evaluation study was performed in the range by Lopez et al. 1999. Despite the fact that the area is approximately 190^2 km (60% of our study area) bighorn sheep were observed at a rate of 66 individuals/1.5 helicopter

hour, whereas 25 individuals/1.5 helicopter hour, were observed in the El Pinacate (Lee and Lopez 1993 and 1994) The habitat quality model for the Pico-Johnson mountain range indicates that this range has more habitat with topographical features and plant types which are more favorable to bighorn sheep (Lopez et al. 1999) than the El Pinacate area.

The habitat quality model can be considered a good predictive model for sheep distribution. There were 72% of the sheep sightings within habitat classified as good. Using this model, no areas were classified as excellent quality (Table 2). This is important if we consider that other models for Sonora (Lopez et al. 1999) and the Reserve (Lopez 1999) include habitats that have been classified as excellent. The main variable or component that dictates the excellence of the habitat in the previous studies is the topographical variable called "rugged terrain" which consists of slopes and high elevations, along with canyons and rock outcrops with escape cover for bighorn sheep.

The origin of the volcanic shield, characterized by its lava spills and flows, did not allow the formation of this type of terrain, creating rather flat surfaces with relatively subtle elevation gradients, in comparison to the granite-type mountain ranges and craters that provide escape cover.

These conditions determine the movements of bighorn sheep within a determined area. This is evident when comparing the home ranges for bighorn sheep in the Pico-Johnson mountain range (Lopez et al. 1999), which occur in excellent quality habitats although in an area proportion than our study area. The average home range in the Pico-Johnson mountain range is 5^2 krn and the home range for sheep in the El Pinacate mountain range is 45^2 km (Table 3). The bighom sheep of the El Pinacate move greater distances to accomplish their ecological requirements, such as finding water, forage, mating and lambing areas. This is evident fiom data presented in figure 2 where most of the home ranges in the habitat quality model circumscribe habitats classified as good.

CONCLUSIONS

It is important to consider any management activity within the El Pinacate Reserve related to habitat occupied bighorn sheep since any change to the habitat components could bring about changes in the population's number and structure.

It is necessary to have more studies related to the evaluation and dynamics of bighorn sheep populations in the EP and GADBR. This is important if we consider the reserve as the core area for conserving bighorn sheep. It is necessary to know the number of bighorn sheep, their behavior as well as their population structure because of the economic importance of bighorn sheep. Financial sources for bighorn sheep conservation, as well as that of other natural resources within the reserve are dependent on monies generated through conservation of bighorn sheep.

More specific studies indicating how to manage the resources within bighorn sheep habitat are required. Studies related to their nutrition, such as available vegetation and free water are needed. A study of the bighorn sheep diet and determining the importance of the available fiee water in the area is also urgent. Obtaining information on these variables will enable us to establish better management strategies.

It is necessary to have a better understanding of the different types of habitat, considered poor to excellent for bighorn sheep; and finally, the availability to obtain larger scale maps from 1:50,000 to 1:20,000 would increase our understanding of the study area.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the financial support of CONABIO (Project L112), and the technical support of INE, SEMARNAT, the Arizona Game and Fish Department, U.S. Fish and Wildlife Service, Foundation for North American Wild Sheep, and the Arizona Desert Bighorn Sheep Society.

LITERATURE CITED

Alderman, J . A., P. R. Krausman and B. D. Leopold. 1989. Diel Activity of Female Desert Bighorn Sheep in Western Arizona. J. *Wildl. Manage. 53* (1):264-271.

Bristow, D. K., J. A. Wennerlund, R. E. Schweinsburg, R. J. Olding and R. E. Lee. 1996. Habitat Use and Movements of Desert Bighorn Sheep Near the Silver Bell Mine, Arizona. Arizona Game and Fish Department, Tech.Rep.25. 1-57.

Byers, C . R., R .K. Steinhorst, and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *J. Wildl. Mange. 48:*1050-1053.

Cunningham, S. C. 1989. Evaluation of Bighorn Sheep Habitat. ed Raymond Lee. in : The Desert Bighorn Sheep in Arizona. Arizona Game and Fish Dept. Phoenix.

Cunningham, S. C. and J. C. de Vos. 1992. Mortality of Mountain Sheep in the Black Canyon Area of Northwest Arizona. *Desert Bighorn Council Trans. 36:* 27-29.

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

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

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

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

Gonzalez, A., P. Gallina and S. Alvarez. 1985. Wild Bighorn Sheep and Pronghorn Antelope in the Pinacate, Sonora: A Dwindling Resource.233-242. in.

Whitehead, E., C. Hutchinson, B. Timmermann and R.G. Varady. (Eds). Arid Lands Today and Tomorrow. Procc. Intl. Research and Development Corp. Tucson, Az.

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

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

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

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

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

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

Lopez, E.E. R.M. Lee. J.C. deVos. R.E. Schweinsburg y G. Luna. 1999. Relación Uso-Disponibilidad de Cornponentes Topograficos y un Modelo de Calidad del Habitat para el Borrego Cimarrón, en Sonora, Mex. Acta Zool. Mex.76:

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

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

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

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

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

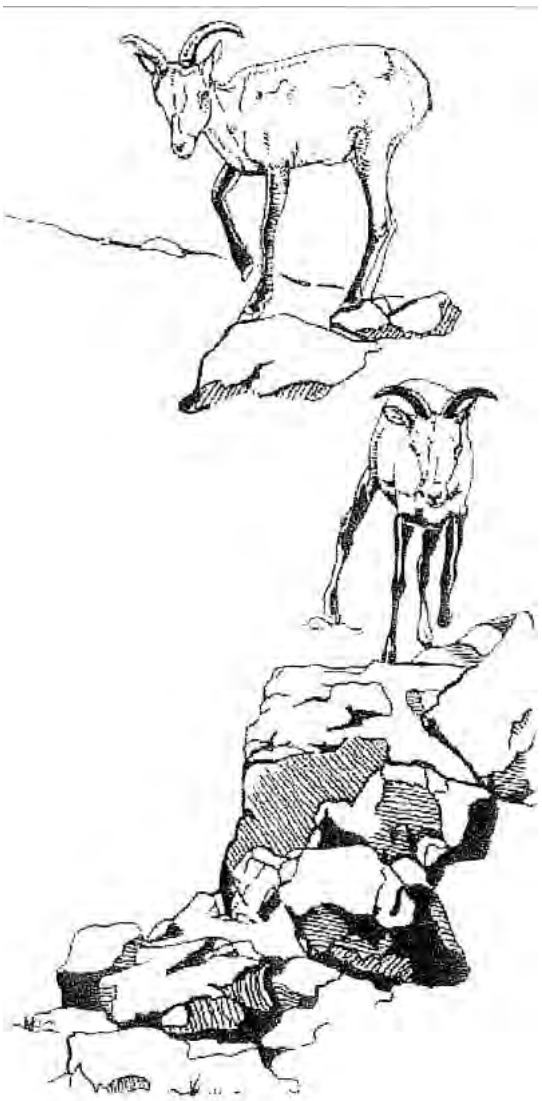
Russo, J.P. 1965. A Preliminary Recconaissance and Evaluation of the Wildlife in the Pinacate Region, Sonora, Mexico. Desert Bighom Council Transaction. 15-18.

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

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

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

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



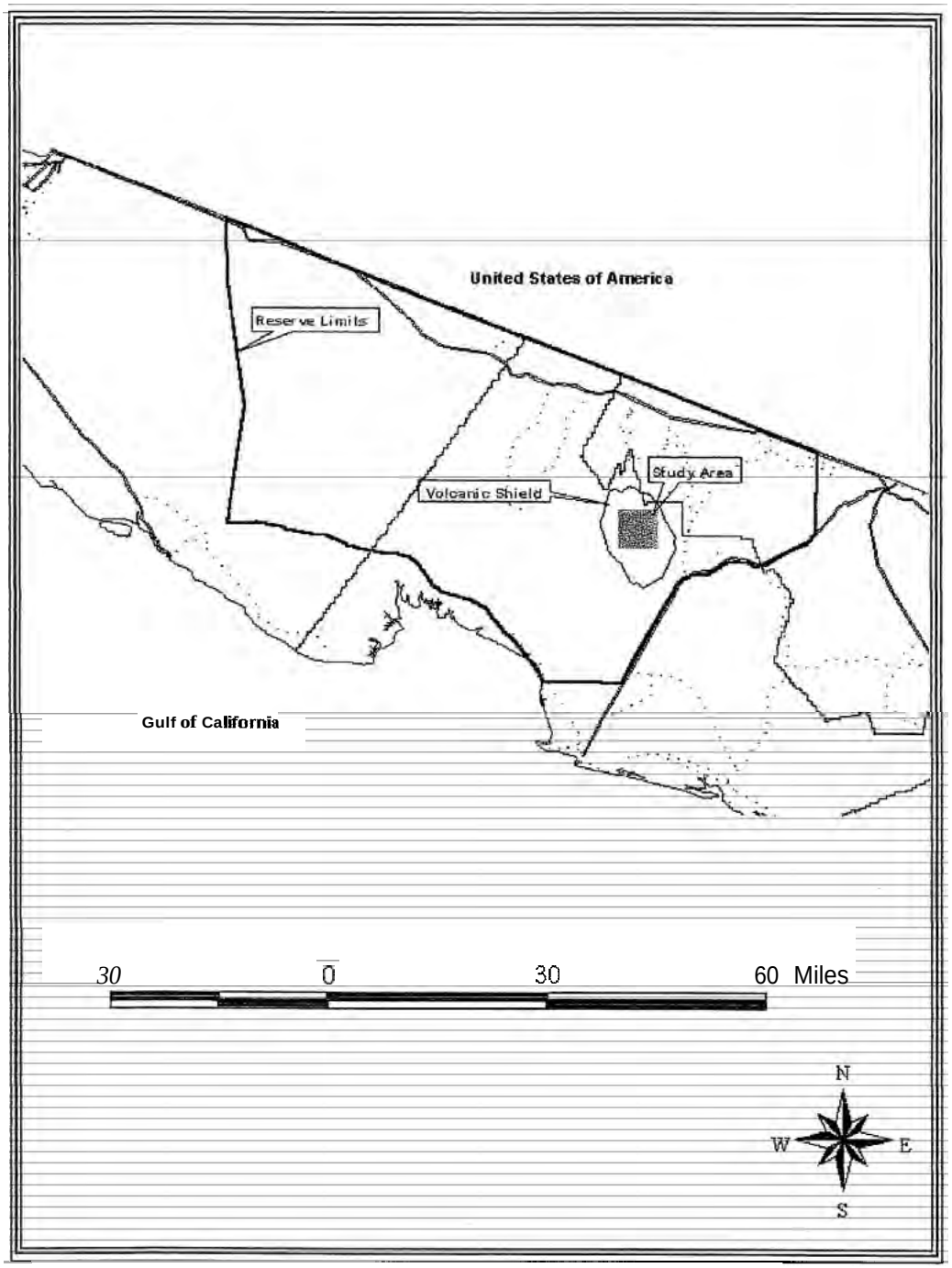


Figure 1. Study area within the Pinacate Reserve.

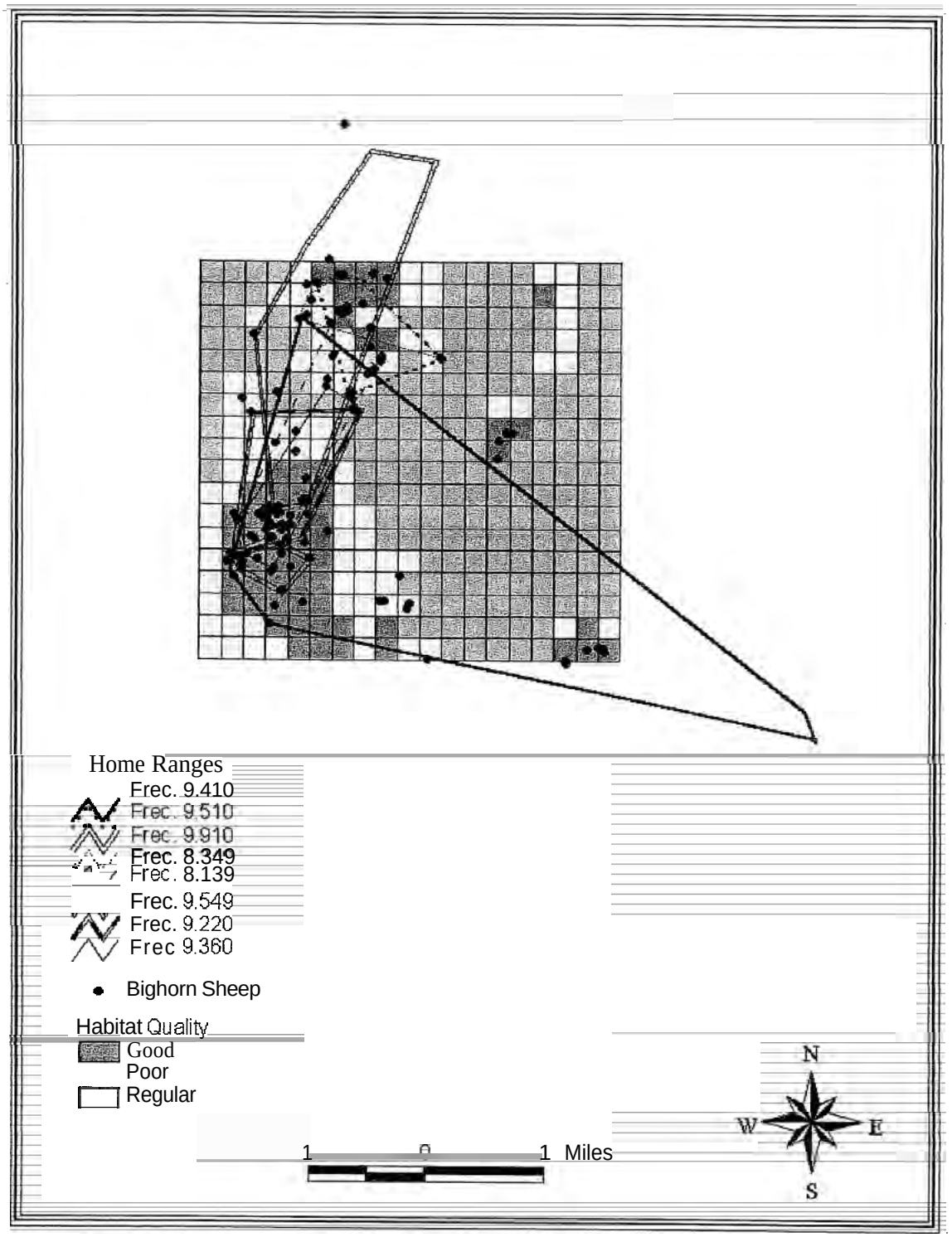


Figure 2. Study area habitat quality and home ranges of bighorn sheep within the Pinacate Reserve.

Table 1. Habitat components and their availability w i t h the El Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve.

Components	Area in km^2	Relative Ratio (pr.)	Sighting Frequency	Species Frequency	Ratio by Range	Bonferroni Reliability Intervals	Jacobs D'
Elevation 0-300 m	158	.464	21	63	.154	0.079≤pr≤ 0.228	-0.6
300-600 m	135	.390	55	53	.404	0.303 ≤pr≤ 0.504	=
> 600 m	47	.130	60	17	.441	0.338≤pr≤ 0.543	0.6
X^2= 136.84, gl=2, n= 136, p< 0.00							
Slope 0-30%	338.12	.988	62	134	.455	0.352≤pr≤ 0.557	-.9
31-60%	3.7	.010	71	1.3	.522	0.419 ≤pr≤ 0.624	.9
> 60%	0.08	.0002	3	.02	.022	- .008 ≤pr≤ 0.52	=
X^2= 4219.69, gl=2, n= 136, p< 0.00							
Aspect 0-90^0	92	.372	57	50	.419	-	-
91-180^0	91	.367	42	49.9	.308	-	-
181-270^0	27	.110	14	15	.102	-	-
271-359^0	37	.149	23	20	.169	-	-
X^2= 2.4, gl=2, n= 136, p< 0.475							

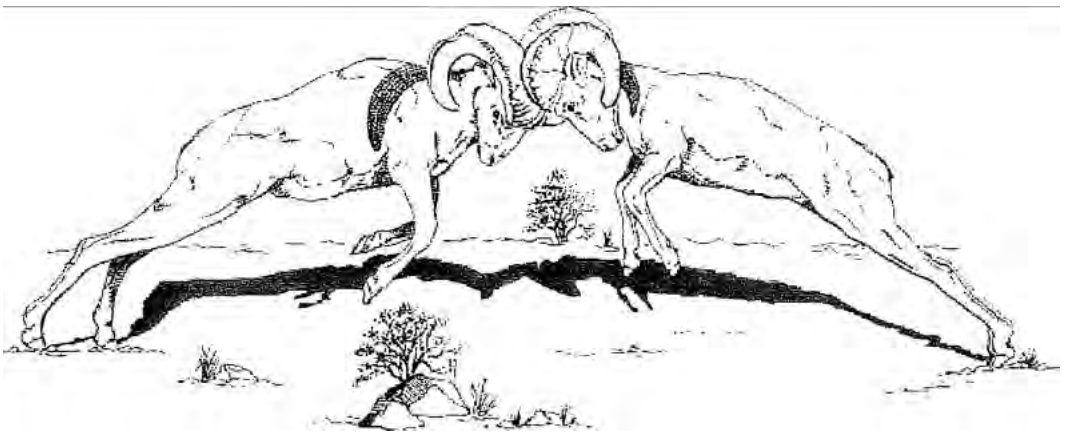


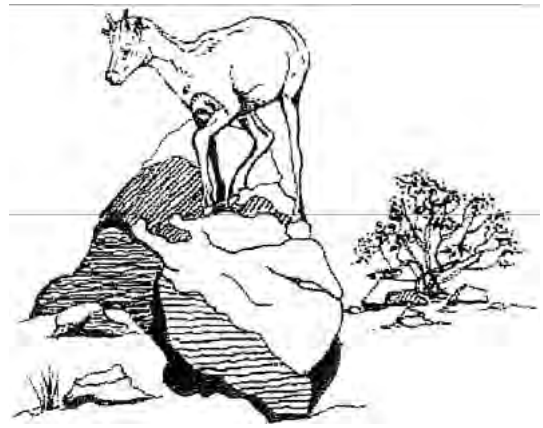
Table 2. Habitat types and their availability within the El Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve.

Habitat types	Area in km^2	Relative Ratio (pr.)	Sighting Frequency	Sp. Frequency	Sighting Ratio	Bonferroni Reliability Intervals	Jacobs D'
Excellent		0	0	0	0	0	0
Good	51	.160	80	17.76	.720	0.617≤pr≤ 0.822	0.86
Fair	75	.236	28	26.19	.252	0.153≤pr≤ 0.350	=
Poor	191	.602	3	66.82	.027	-0.009≤pr≤ 0.063	-0.9

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

Table 3. Frequency, sex, age, and home range for bighorn sheep in the El Pinacate and Great Altar Desert Biosphere Reserve.

Frequency	Sex	**Age** (in years)	Home Range in km^2
9.249	female	3	24
9.360	female	9	17
8.349	female	*6*	10
8.139	female	4	27
9.510	female	6	**16**
9.910	male	2	*5*
9.410	male	2	200
8.725	male	8	62



APPENDIX I: Bighorn Sheep Habitat Evaluation Criteria.

Topography:

- 0 – Flat terrain 1.6 km from slopes >60%.
- 5 – Low hills or mountain range (>100 < 300 m) with slopes >60% 1.6 km from high rugged mountains.

  10 – Low, steep slopes > 60% 1.6 km from high rugged mountains.
- 15 – Medium-high mountain range (>300 <600 m) with steep slopes 1.6 km from rugged terrain.
- 20 – Medium-high mountain range with steep slopes >60% within 1.6 km of canyons and rock outcroppings between mountains.
- 25 – High mountain range (>600 m) with steeply sloped terrain, canyons, cliffs and rock outcroppings between mountains.

Vegetation:

The classification and evaluation of the vegetation was mainly based on results obtained from observations of the most abundant species from Turner and Brown's work (1994) for Sonoran Desert communities and Ezcurra et al. (1987) and Felger (1992) for habitat communities on the El Pinacate.

- 0 – Dune, plain or sandbank vegetation; 0-10% slopes; open cover ≤15%; dominant plant species: *Ambrosia dumosa, Aristida californica, Larrea trivaricata, Prosopis glandulosa* and large presence of annuals such as *Abronia villosa, Eriogonum trichopes, Logloisia setossima, Oenothera primaveris*.

- 5 – Vegetation of desert downward slope and xeroriparian systems (washes): with 10 to 20% slopes: 10 to 50% plant cover; dominant plant species: *Larrea divavicata, Ambrosia deltoidea, A. Dumosa, Encelia farinosa, Cercidium floridum, Prosopis glandulosa, Olneya tesota.*

- 10 – Vegetation of high mountain ranges with slopes over 60%; associations of *Ambrosia dumosa, Larrea divaricata, Jatropha cuneata* and succulents such as *Agave deserti, Ferrocactus cilindraceus, Opuntia basilaris, and Yucca whipplei* dominate the area.

Rain:

Average annual rainfall and seasonality were obtained from two weather stations near the study area as well as from descriptive works of Ezcurra and Rodriguez (1986) and Turner and Brown (1994).

- 0 – From 60 – 120 mm annually, mainly in winter.

- 5 – From 120 – 160 mm annually; mainly in summer.

- 10 – From 160 to 200 mm annually; bimodal type.

15 – Over 200 mm annually; bimodal type.

The following categories for human usage, competition, continuity and expansion of the habitat are similar to those established in previously developed models.

Human Use:

0 – High human presence (>1000/year) and high economic potential; mining, livestock or agriculture, less than 300 m from a highway with a large amount of traffic.

5 – Medium human presence (100-1000/year), with restricted economic potential and little infrastructure >300 - <500 m from *a* highway.

- 10- Low human presence (<100/year), with low or restricted economic potential, >500 – <1000 m from the highway.

- 15 – Relatively no human presence and without economic potential. Only human presence in regard to the surveillance and management of bighorn sheep more than 1 km from a main highway or without presence of any type of roads.

Water sources:

- 0 – Irregular or almost none throughout the year; or regular source, but on flat land more than 1 km fi-om land with steep slopes and rugged terrain.
- 5 – Regular (50%), mainly in winter, or due to human construction, but with obstruction and 1 km from steeply sloped and rugged terrain.
- 10 - Regular (50%), mainly in summer, or due to human construction, on contoured terrain without barriers and less than 1 km from steeply sloped and rugged terrain.
- 15 - Perennial and sufficient, or due to human construction and on steeply sloped and rocky terrain.

Competition:

- 0 – Frequent use by farm animals, mainly goats, domesticated sheep, cows, donkeys, horses, dogs, etc.
- 5 – Temporary presence of farm animals; and some native and wild animals.
- 10 – More used by deer and other native ungulate species than by sheep.
- 15 – Without present or historical presence of farm animals and very few native ungulates.

Habitat Potential:

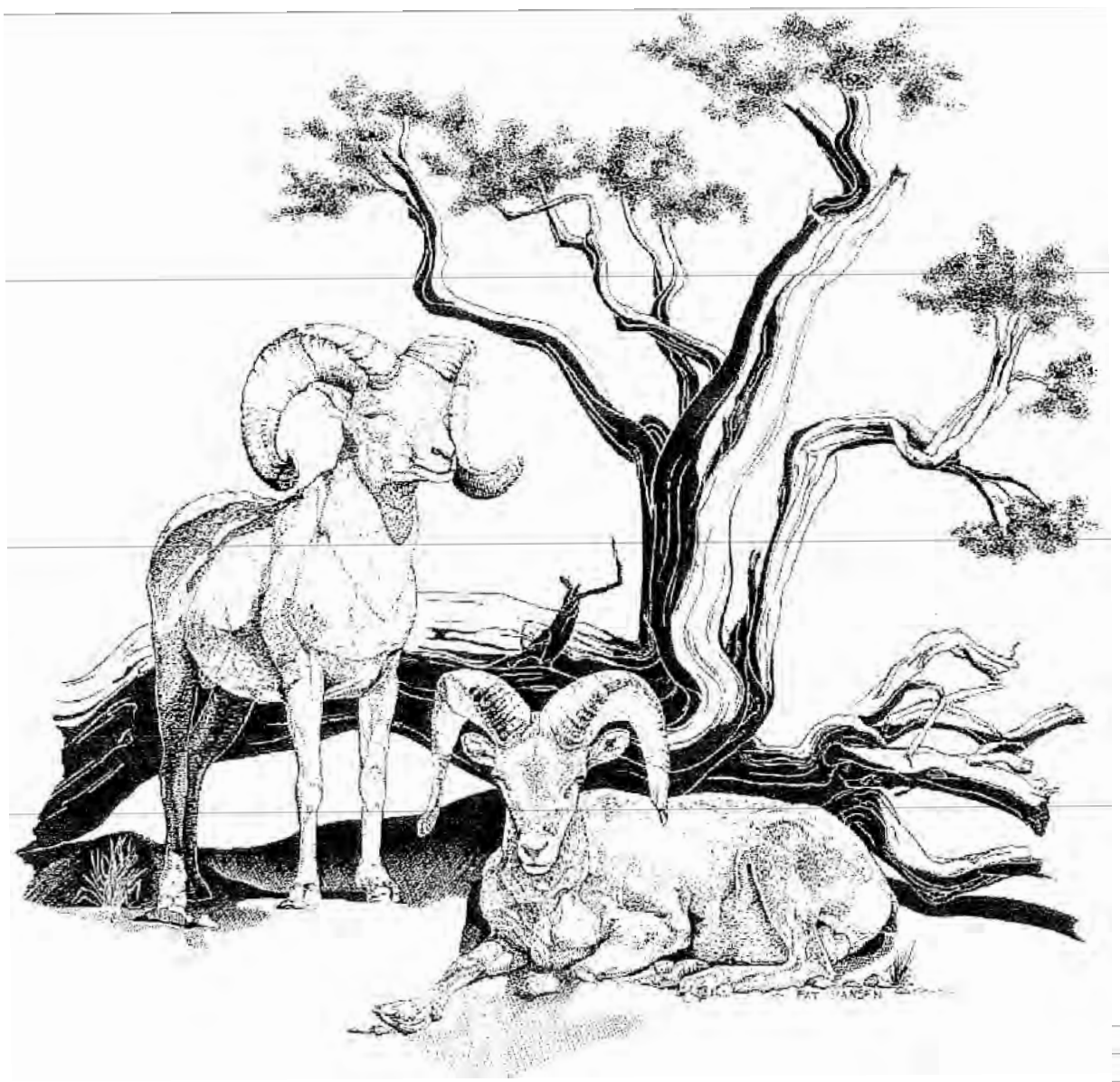
For the definition of small, medium and large areas, 27 mountain ranges located within the present distribution of bighorn sheep were used. These areas were digitalized from topographical maps at a 1:50,000 scale and analyzed through a geographic information system (GIS).

- 0 – Small area habitat (>1 - < 15^2 km); fenced or with barriers of human infrastructure or separated by more than 300 km of flat terrain.
- 5 – Medium-size habitat (>15 - <60^2 km); good habitat separated by 1.5 to 3 km of flat terrain with dense plant cover. Only cut by dirt road.
- 10 – Medium-size habitat; good sheep habitat separated by flat land between 0.5 to 1.5 km and cut only by trails.
- 15 – Wide habitat (>60 km); good sheep habitat, separated from adjacent good habitat by 0.5 km of gently contoured terrain.

In accordance with the sums of the values for each of the seven components evaluated for each cell (1^2 km), a value of 0 to 110 points can be assigned to a cell. Once each of these cells is

totaled and all of the cells are included in a habitat quality classification that designates excellent, good, fair, or poor habitat conditions for bighorn sheep.

SCORE	CLASSIFICATION
0-20	POOR
21 - 40	FAIR
41 - 80	GOOD
81 - 110	EXCELLENT



INVESTIGACIONES DEL BORREGO CIMARRON EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL PINACATE Y GRAN DESIERTO DE ALTAR

EDUARDO E. LÓPEZ, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

RAFAELA PAREDES, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

JIM DE VOS, Arizona Game and Fish Department, 2221 W. Greenway Rd., Phoenix, AZ 85023

RAYMOND M. LEE, 720 Allen Ave., Cody, Wyoming 82414

RAYMOND E. SCHWEINSBURG, Arizona Game and Fish Department, 2221 W Greenway Rd., Phoenix, AZ 85023

ELVIRA ROJERO DÍAS,

GABRIEL VALENCIA, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

ANDRÉS VILLARREAL, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hesmosillo, Sonora, Mexico

CARLOS CASTILLO, Comision Nacional de Areas Naturales Protegidas, Av. Aquiles Serdan No. 180 esq. con Rosales. Colonia Centro. 83000 Hermosillo, Sonora, Mexico.

MARTÍN FRANCO, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

TERESA SOLÍS, IMADES, Reyes y Aguascalientes s/n. Colonia San Benito 83000, Hermosillo, Sonora, Mexico

RESUMEN: El Borrego Cimarron (Ovis canadensis mexicana) es considerada como una de las especies claves y como objeto de conservación, con fines de seguimiento de sus poblaciones, dentro de la Reserva del Pinacate, así dentro de un periodo de tiempo entre 1995 y 1998, el IMADES, SEMARNAT, Arizona Game And Fish Department, y la administración de la Reserva de la Biosfera del Pinacate, participaron colaborativamente en realizar actividades de seguimiento poblacional y evaluación de calidad del habitat del borrego cimarron, principalmente con el fin de poder cumplir con los siguientes objetivos:

- Fortalecer lazos de trabajo, de carácter multi-institucional, en torno a una especie de fauna silvestre considerada fauna compartida a nivel binacional. Cumplir con algunos de los objetivos de la Reserva en el

sentido de generar informacion cientifica basica, sobre una especie de vidasilvestre, informacion con posibilidades de ser utilizada para el rnanejo del borrego, tanto dentro como fuera de la Reserva.

- Y en general generar informacion cientifica básica, sobre el movimiento, calidad y uso-disponibilidad de los componentes de su habitat e impacto humano, en torno a una especie de gran interes publico.

Se agradece a la CONABIO (Financiamiento a Proyecto L112), INE-SEMARNAT, Arizona Game and Fish Department, U.S Fish and Wildlife Service, Foundation for The North American Wild Sheep Nacional y Capitulo Arizona, por su apoyo tecnico y financiero.

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

Son muy pocos los estudios en Mexico relacionados con la evaluación de la calidad del hábitat y de las poblaciones de

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

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

El Centro Ecologico de Sonora (hoy IMADES) en colaboracion con el Departamento de Pesca y Caza del Estado de Arizona, ha realizado desde 1992 constantes estudios relacionados con esta especie, estos van desde censos aéreos en helicóptero (Lee y Lopez -Saavedra, 1993;1994) hasta seguimiento por telemetria, detección de enfermedades y evaluación de calidad del habitat .

AREA DE ESTUDIO

El área dentro de la RBEPyGDA donde principalmente se concentro el estudio, se caracteriza por ser un escudo volcanico con un area de ≈ 317 km² (Ver Fig.1) caracterizado por crateres y conos de ceniza y suelos de derrame de lava. El pico mas alto alcanza los 1,206 msnm. Segun su tipo de vegetación se clasifica como desierto micrófilo y dentro de la subdivision del Desierto Sonorense, denominada Valle Bajo del Río Colorado (Brown, 1980), la principal asociacion de plantas la definen la gobernadora y hierba del burro (*Larrea divaricata y Ambrosia dumosa*). Las temperaturas medias de verano y de invierno son de 30°C y 12°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 165 mm, con medias estacionales de 72 mm en el Verano y de 48 mm en Invierno.

METODOLOGIA(S)

Trabajo de Campo

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

Registros por Telemetria: Dos modalidades.

- **Históricos:** En 1995 el IMADES en colaboracion con el Departamento de Pesca y Caza del Estado de Arizona capturaron y equiparon a 8 borregos cimarrones (3 machos y 5 hembras) con collares radiotransmisores, mismos que fueron relocalizados (11 veces cada animal/ 88 registros en total) utilizando radioreceptores (tecnica de telemetria) adaptados a una avioneta del Departamento de Pesca y Caza de Arizona.

- **Actuales:** Tomando en cuenta que los collares transmisores aún funcionaban para este estudio, fueron utilizados para localizar los grupos de borrego cimarron dentro del area de estudio, en este caso las relocalizaciones se

realizaron a pie durante los recorridos dentro del area.

Registros Directos: Dos modalidades

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

- **Actuales:** Estos heron obtenidos durante la ejecucion del proyecto.

Los datos que principalrnentese registraron en los formatos de campo tueron:
1. - No. de Observacion, 2. - No. de Identificación, 3. - No. de Frecuencia (cuando sea aplicable) 4. - Hora, 5. - Dia, 6. - Mes, 7. - Año, 8. - Coordenadas (lat. long.), 9. - Elevación, 10. - Pendiente, 11. - Orientación, 12. - Topografia, 13. - Cobestura vegetal (estimada), 14. - Tiempo de Observacion, 15. - Macho Adulto, 16. - Macho Juvenil, 17. -Hembra Adulta, 18. - Hembra Juvenil, 19. - Crias, 20. - Tipo de Actividad al Momento de la Observacion. (Ver Apendice I).

TRABAJO DE GABINETE

Modelo de Calidad del Habitat

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

Fundamentalmente, en este modelo se evaluan los mismos factores y/o criterios mencionados en los anteriores modelos, tales como; topografia, vegetación, precipitación, uso humano, agua libre disponible, competencia y continuidad del habitat (para una explicación mas detallada ver Apendice I). En este caso se dividio el area de estudio en cuadros (rejilla) de 1 Km², en los cuales se evaluaron los factores antes mencionados y se asigno un puntaje, así como un color o patron de figura (utilizando ArcView 3.0) para cada uno de ellos.

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

AMBITOS HOGAREÑOS

Los registros históricos (telemetria aerea) heron ubicados o sobrepuestos en un mapa base topografico 1:50,000 de INEGI, y el Ambito Hogareño fue calculado mediante la tecnica del Poligono Convexo Mínimo, utilizando el sistema de información geografica CAMRIS (Vers. 3.46; 1992). El mapa base (Topografico 1:50,000) del area de estudio fue digitalizado en ILWIS (Vers. 1.3). El formato e Impresión de los mapas se realizaron utilizando el paquete ArcView (Vers. 3.0). Se sobrepuso la capa de datos de los rangos caseros contra la del modelo de calidad del habitat con el fin de evaluar esquematicamente el grado

de coincidencia entre los ambitos hogareños y las clases de calidad del habitat (utilizando SIG- ArcView 3.0).

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

Uso-Disponibilidad de Componentes del Hábitat

Los valores (tanto en hectareas como en porcentaje) para los subcomponentes altitud, pendiente y orientacion para la totalidad del area de estudio, se obtuvieron mediante la digitalización de las curvas de nivel de mapas topograficos 1:50,000 (de INEGI), utilizando dos sistemas de informacion geografica (SIG) ILWIS (Ver.1.3) y ArcView (Ver. 3.0). Con el primero, se proceso la información digitalizada generándose un mapa raster o mapa de elevación digital, con el segundo SIG, se proceso el mapa raster y se obtuvieron los valores, tanto en km² como en porcentajes de los subcomponentes anteriormente mencionados.

Una vez obtenidos los valores de frecuencias de registros de borrego cimarron (uso) y las proporciones disponibles para cada uno de los componentes topográficos (disponibilidad), se procedio a evaluar la hipótesis nula (Ho1) de que los borregos utilizan los componentes, según su disponibilidad dentro del area de estudio. Esto se probo mediante una prueba de Ji-cuadsada de bondad de ajuste (χ^2); cuando el uso difirio de la proporcion disponible, se calcularon los intervalos de Bonferroni (Neu **et** *al.*, 1974; Byers **et** al., 1984). Si la proporcion del area disponible dentro de un rango o clase en particular, se encontraba fuera de los limites de confianza entonces se calculo el índice D de Jacobs (Jacobs 1974), el cual nos indica la magnitud de la seleccion o evasion por paste del borrego hacia dicha clase. Estos valores van de -1 para maxima evasion, hasta +1 para máxima selección.

Uso-Disponibilidad de clases de Calidad del Hábitat

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

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

Resultados

Uso Disponibilidad de Componentes del Hábitat

Un total de 136 registros heron analizados, con relación a sus cornponentes del habitat altitud, pendiente, orientacion y topoforma. Para el caso del componente altitud se encontró que si existe diferencia significativa (X^2= 136.84, para 2g.l. p< 0.00) en cuanto a lo usado por el borrego

y lo disponible en el area de estudio, teniendose que los borregos evadieron el rango de los 0 a 300 msnm (D'= -0.6), mientras que las altitudes mayores a los 600 msnm fberon utilizadas mas de lo disponible (D'= +0.6) (Ver Cuadro 1).

De la misma forma la pendiente, mostro diferencias significativas (X^2= 4219.69 , 2 g.l., p<0.00) en cuanto a su uso y disponibilidad, por parte del borrego cimarrón, observandose que los animales evadieron (D'= -0.9) drasticarnente los rangos de pendiente de 0 a 30%. Mientras que las zonas entre 31 y 60% de pendiente fueron altamente seleccionadas (D'= +0.9) (Ver Cuadro 1).

El componente orientación, no registró diferencia significativa (X^2= 2.4, 3gl, p<0.47) en cuanto a su uso por parte del borrego, por lo que no se calcularon los limites de confianza de Bonferroni ni la prueba D'de Jacobs. (Ver Cuadro 1).

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

MODELO DE CALIDAD DEL HÁBITAT Y AMBITOS HOGAREÑOS

Modelo de Calidad dell Hábitat

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

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

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

Ambitos Hogareños (Sierra El Pinacate)

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

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

DISCUSIÓN

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

Algo notable en nuestra area de estudio son los valores relativamente bajos de terrenos con areas mayores de 600 metros, pendientes mayores de *60%* y el valor alto de terrenos planos o sin aspecto, lo cual repercute probablemente, en la calidad del habitat (principalmente en los tipos Bueno y Excelente) y que a la vez influye en los bajos numeros de borregos registrados historicarnente dentro de la zona, esto se puede constatar si observamos que en la sierra conocida como Pico-Johnson en la cual se realizó un estudio similar (Lopez et al., 1999) se observa que a pesar de que esta presenta un área de ≈ 190 km² *(60%* del área total para nuestro estudio 317 km²) se ha registrado una tasa de 66 individuos/1.5 horas de vuelo en helicóptero mientras que para El Pinacate se ha registrado un total de 25 individuos/1.5 horas de vuelo (Lee y Lopez, 1993 y 1994); asimismo, es notable que en el modelo de calidad del habitat realizado para la Sierra Pico-Johnson, presenta mayores y mejores opciones topográficas y de cobertura de vegetación (Lopez et al., 1999), que el de El Pinacate.

El modelo de calidad del habitat puede ser considerado como un modelo Bueno de capacidad de predicción, tomando en cuenta que el 72% de los avistamientos de borregos fueron registrados dentro del rango de habitat clasificado como Bueno, algo notable en este modelo es que no se pudo clasificar ninguna área como de Excelente calidad (Cuadro 2); lo anterior es importante, si tomamos en cuenta que para otros modelos realizados en Sonora (Lopez et al., 1999), e incluso dentro de la misma Reserva (Lopez, 1999) sí incluyen habitat clasificado como de Excelente calidad. La principal variable o componente que dicta la excelencia del habitat en los anteriores trabajos, es la variable topografica orientada hacia terrenos de alta pendiente y grandes alturas denominados "escabrosos", con topoformas compuestas por cañones y salientes rocosas de diferentes tamaños, igualmente estos son conocidos como terrenos de escape para el borrego.

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

Hasta cierto punto, lo anterior en mayor o menor grado determina y condiciona los movimientos que los borregos realizan dentro de un area determinada, esto se puede corroborar si comparamos los

ámbitos hogareiios obtenidos para la Sierra Pico-Johnson (Lopez et al., 1999) que sí presenta habitat de calidad Excelente en un área menor a la del area aqui estudiada, en donde se observa que el ambito hogareiio promedio para la zona Pico-Johnson es de 4.64 km², rnientras que para la Sierra El Pinacate es de 44.8 km² (Cuadro 3). Especulamos que lo anterior nos indica que los borregos de la Sierra El Pinacate realizan movimientos mas largos con el fin de poder cumplir con sus requerimientos ecologicos, tales como encontrar habitat de buena calidad de donde obtener agua, forraje, para apareamiento y en el caso de las hembras parto y cuidado de las crias; igualmente esto se puede constatar esquematicamente al observar la Figura 2 en donde se puede apreciar que la mayor parte de las areas de los ambitos hogareños circunscriben habitat clasificado como Bueno en el modelo de calidad de hábitat para la zona.

CONCLUSIONES

- Es importante que cualesquier actividad de manejo, dentro de la Reserva de El Pinacate, relacionada con los cornponentes del habitat de mayor uso por el borrego así como de las zonas clasificadas como buenas para el mismo, sean tomadas en cuenta, ya que cualesquier cambio en dichos componentes traería como consecuencia cambios en el numero y estructura de la poblacion.

- Hacen falta estudios relacionados con la evaluación y dinamica de las poblaciones de borrego cimarron en la RBEPyGDA; lo anterior es importante si consideramos a la Reserva como un centro de conservacion de este recurso, por lo que, es necesario saber cuanto se tiene y como se comportan sus numeros y su estructura poblacional a lo largo del tiempo. Principalmente, para este recurso debido a su importancia económica ya que puede generar recursos economicos para su conservacion y la de otros recursos naturales y del habitat en la Reserva.

- No existen y por ende hacen falta estudios especificos que indiquen como utiliza los recursos del habitat el borrego, los relacionados con su alimentacion como son la vegetación y el agua libre disponible, urge un estudio de su dieta y de la determinación de la importancia del agua libre disponible en la zona para el borrego. La obtencion de información sobre estas variables nos permitiria establecer mejores estrategias de manejo.

- Hace falta entender mejor la relación del borrego con los diferentes tipos de habitat, de pobres a excelentes para él; asimismo, mejorar la escala (de 1:50,000 a 1:20,000) con el fin de obtener modelos de calidad del habitat mas finos y que proporcionen información que no se puede apreciar a una escala de 1:50,000.

BIBLIOGRAFÍA

Alderman, J . A., P. R. Krausman and B. D. Leopold. 1989. Diel Activity of Female Desert Bighorn Sheep in Western Arizona. *J. Wildl.* Manage. 53 (1):264-271.

Bristow, D. K., J. A. Wennerlund, R. E. Schweinsburg, R. J. Olding and R. E. Lee. 1996. Habitat Use and Movements of Desert Bighorn Sheep Near the Silver Bell Mine, Arizona. Arizona Game and Fish Department, Tech.Rep.25. 1-57.

Byers, C . R., R .K. Steinhorst, and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *J. Wildl. Mange. 48:*1050-1053.

Cunningham, S. C. 1989. Evaluation of Bighorn Sheep Habitat. ed Raymond Lee. in : The Desert Bighorn Sheep in Arizona. Arizona Game and Fish Dept. Phoenix.

Cunningham, S. C. and J. C. de Vos. 1992. Mortality of Mountain Sheep in the Black Canyon Area of Northwest Arizona. *Desert Bighorn Council Trans. 36:* 27-29.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

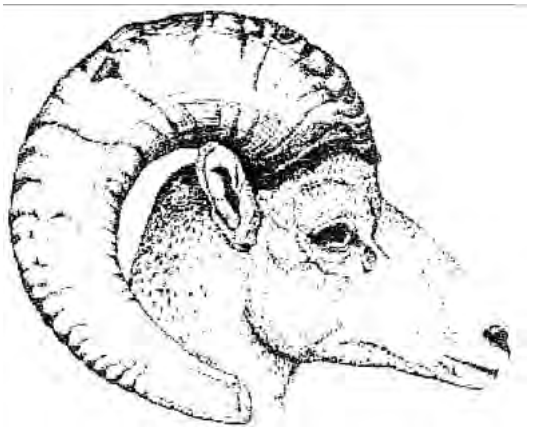
Russo, J.P. 1965. A Preliminary Recconaissance and Evaluation of the Wildlife in the Pinacate Region, Sonora, Mexico. Desert Bighorn Council Transaction. 15-18.

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

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

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

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



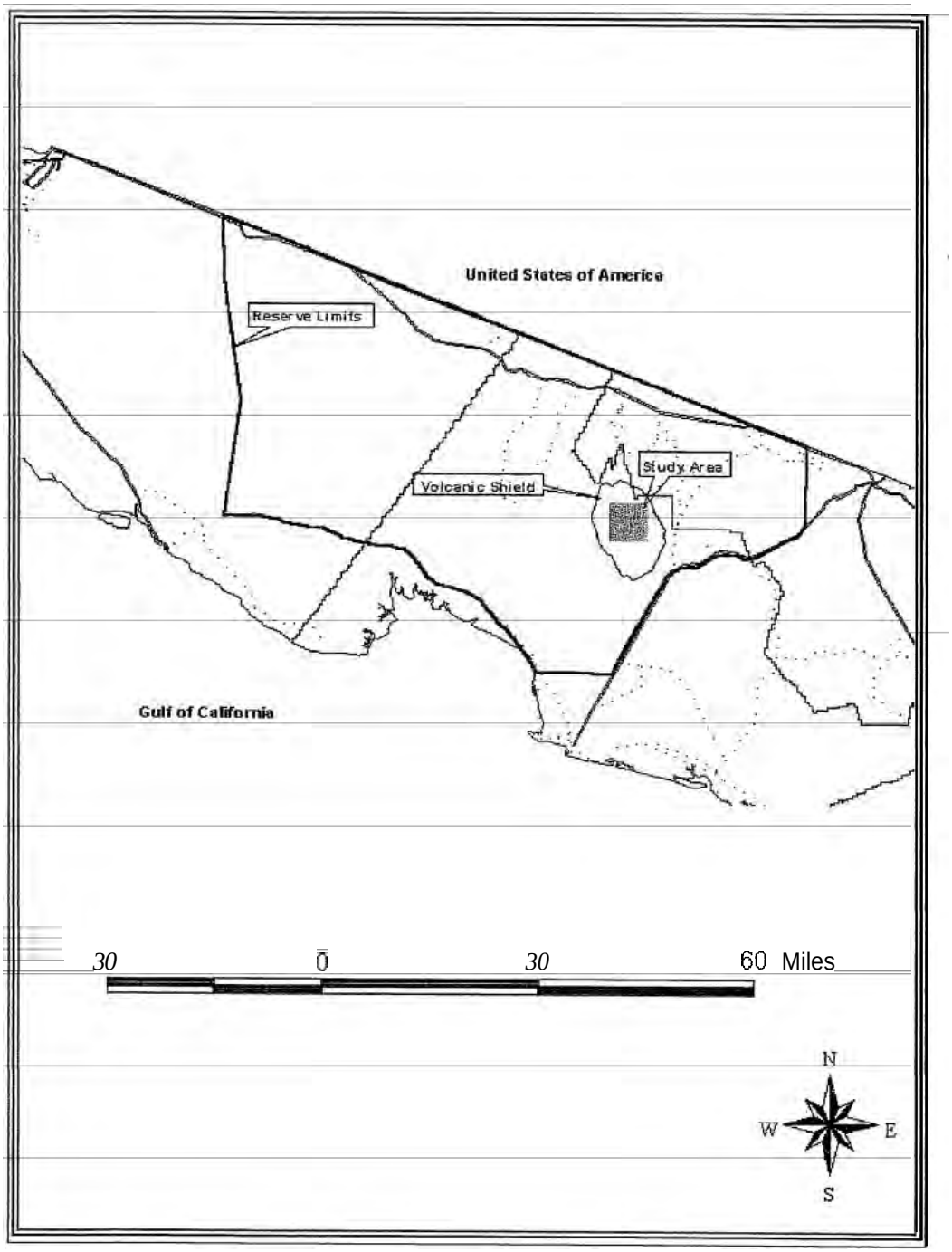


Figure 1. Study area within the Pinacate Reserve.

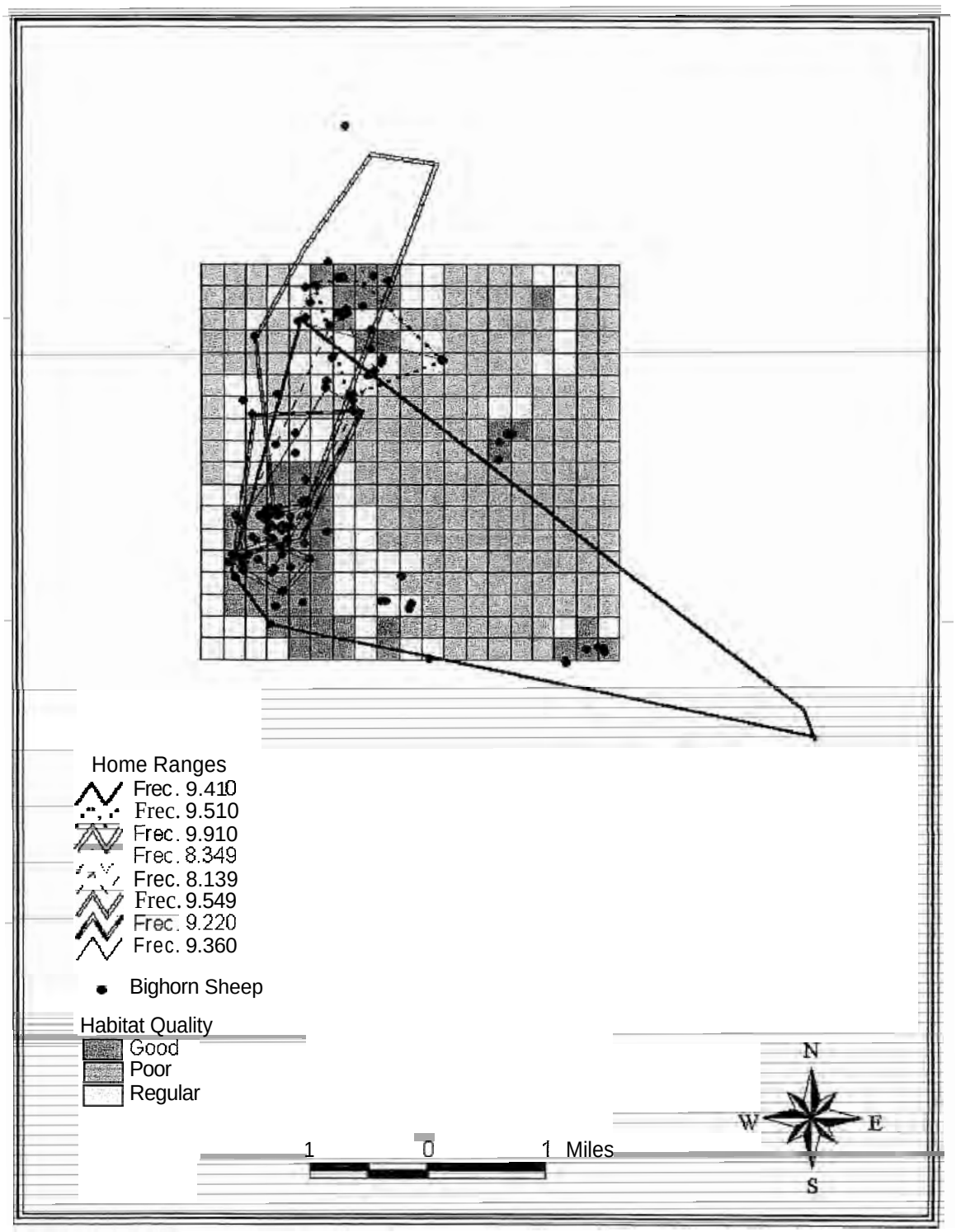


Figure 2. Study area habitat quality and home ranges of bighorn sheep within the Pinacate Reserve.

Cuadro 1.- Rangos de Componentes del Habitat y su Uso según su Disponibilidad dentro del Area de Estudio para Borrego Cimarrón en la RBEPyGDA.

Rangos	Area total en km²	Prop. relativa (pr)	Frec. Obs.	Frec. Esp.	Prop. por rango	Intervalos de Bonferroni	D' Jacobs
*Altitud 0 - 300	158	.464	21	63	.154	0.079≤pr≤ 0.228	-0.6
300-600	135	.390	55	53	.404	0.303≤pr≤ 0.504	=
>600 m	47	.130	60	17	.441	0.338≤pr≤ 0.543	0.6

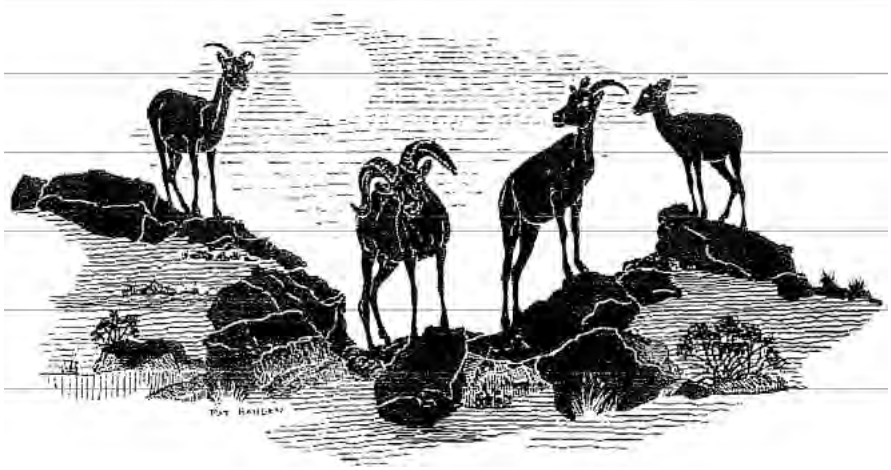
X^2= 136.84, gl=2, n=136, p<0.00

Pend. 0-30	338.12	.988	62	134	.455	0.352≤pr≤ o.557	-.9
31-60	3.7	.010	71	1.3	.522	0.419≤pr≤ 0.624	.9
≥ 60%	0.08	.0002	3	.02	.022	-.008≤pr≤ .052	=

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

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

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



En este caso solamente el habitat clasificado como Regular fue utilizado en proporción a su disponibilidad (Ver Cuadro 2).

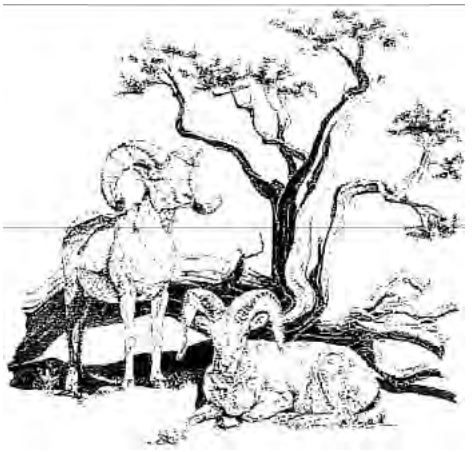
Cuadro 2.- Uso-Disponibilidad de la Calidad del Habitat para Borrego Cimarron en la Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar.

Tipos de Habitat	Área en Km²	Prop. relativa (pr)	Frec. Ob.	Frec. Esp.	Prop. Ob.	Intervalos de Confianza. de Bonferroni	D'de jacobs
Excelente	0	0	0	0	0	0	0
Bueno	51	.160	80	17.76	.720	0.617≤pr≤0.822	0.86
Regular	75	.236	28	26.19	.252	0.153≤pr≤0.350	=
Pobre	191	.602	3	166.82	1.027	-0.009≤pr≤0.063	-0.9

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

Cuadro 3.- Muestra la Frecuencia, Sexo, Edad y el Tamaño del Ambito Hogarefio (Area en km²) de los Borregos Cimarrones de la RBEPyGDA.

Frecuencia	Sexo	Edad (en afios)	Area en km²
9.249	Hembra	3	23.52
9.360	Hembra	9	17.20
8.349	Hembra	6	9.43
8.139	Hembra	4	27.00
9.510	Hembra	6	16.20
9.910	Macho	2	4.67
9.410	Macho	12	199.06
8.725	Macho	8	61.83



APENDICE I.-

CRITERIOS DE EVALUACION DEL HABITAT PARA BORREGO CIMARRON

TOPOGRAFIA: Tipo de Terreno

- 0 - Terreno plano o poco ondulado; a mas de 1.6 km. de terreno con pendiente pronunciada >60%.

  5 - Cerros bajos o Sierra baja (>100<300 m) alta pendiente >60%, a mas de 1.6 km. de Sierra alta escabrosa.

- 10 - Cerros bajos, de alta pendiente >60%, entre 1.6 km. de distancia de Sierra alta escabrosa.

  15 - Sierra mediana (>300<600 m) de alta pendiente, a mas de 1.6 km. de terreno escabroso.

  20 - Sierra mediana; de gran pendiente >60%. a menos de 1.6 km., con caiiones y salientes intercostales.

- 25 - Sierra alta (>600 m), terreno de gran pendiente con cañones, acantilados y salientes intercostales.

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

Asignándose los siguientes criterios:

VEGETACION: Tipos de vegetación.

- 0 - Vegetacion de Dunas, Planicies o Medanos; pendientes de 0-10%; cobertura abierta<15%; Dominancia de plantas como *Ambrosia dumosa, Aristida californica, Larrea divaricata, Prosopis glandulosa, y* con alta presencia de anuales como; *Abronia villosa, Eriogonum trichopes, Logloisia setosissima, Oenothera primaveris.*

- 5 - Vegetacion de Bajadas Deserticas y sistemas Xeroriparios (arroyos): con pendientes de 10 a 20%; cobertura vegetacional de 10 a 50%; dominan especies como *Larrea divaricata, Ambrosia deltoidea, A. dumosa, Encelia farinosa, Cercidium floridum, Prosopis glandulosa, Olneya tesota.*

- 10 - Vegetacion de sierras altas, de pendientes mayores de 60%; Dominan asociaciones de *Ambrosia dumosa, Larrea divaricata, Jatropha cuneata, y* suculentas *y* rosetófilas como; *Agave deserti, Ferocactus cilindraceus, Opuntia basilaris, Yucca whipplei.*

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

PRECIPITACION (Humedad ambiental):

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

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

USO HUMANO :

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

FUENTES DE AGUA : Disponibilidad

0 - Irregular o casi nula durante todo el año; o fuente regular pero en terreno plano a mas de 1 km. de terreno con pendiente alta y terreno escabroso.

- 5 - Regular (50%) principalmente en Invierno; o de construccion humana pero con obstrucción y a 1 km. de distancia de terreno con pendiente alta y escabroso.
- 10 - Regular(50%) principalmente en Verano; o de construccion humana, en terreno undulado, sin barreras y a menos de 1 km. de distancia de terreno de alta pendiente y escabroso.
- 15 - Perenne y suficiente; o de construccion humana y en terreno con alta pendiente y rocoso.

COMPETENCIA: (Principalmente con otros ungulados). .

- 0 - Uso frecuente por animales domesticos particularmente; chivos, cabras, borrego domestico, vacas, burros, caballos, perros etc.

  5 - Presencia de animales domesticos en forma temporal: y algunos animales nativos y ferales.

- 10 - Mas utilizado por venado y otras especies de ungulados'nativos que por el borrego.

- 15 - Sin presencia actual o histórica, de animales domésticos y muy pocos ungulados nativos.

CONTINUIDAD DE HABITAT Y POTENCIAL DE EXPANSION : Area

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

- 0 - Habitat de área pequeña (>1km²<15 km²); cercado o con barreras de infraestructura humana, o separados por mas de **3** km. de terreno plano.

- 5 - Habitat de tamaño mediano (>15 km²<60 km²); de buen habitat separado de 1.5 **3** km. de terreno plano, con alta cobertura vegetal. Cortado solarnente por camino de terraceria.

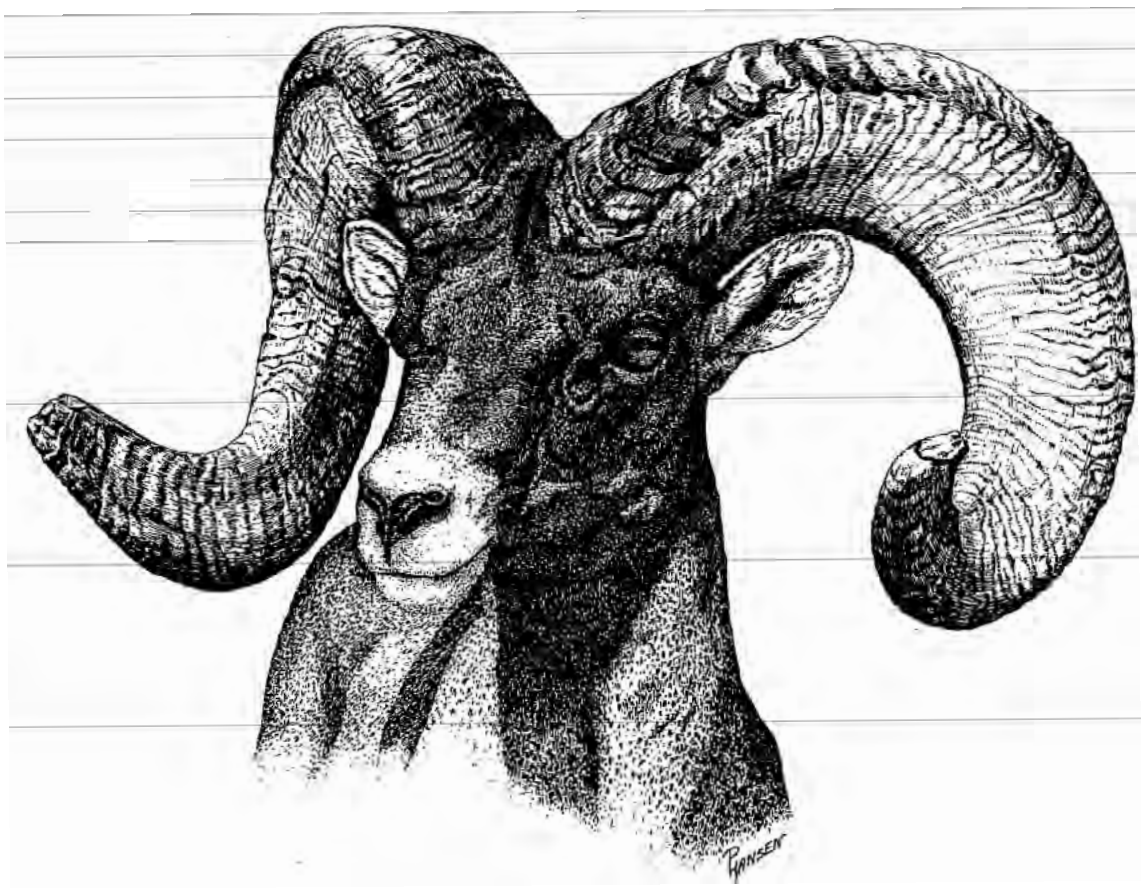
  10 - Habitat de tamaño mediano; de buen habitat borreguero separado por terreno plano a una distancia entre .5 a 1.5 km. Cortado solamente por veredas.

- 15 - Habitat amplio (>60 km.); de buen habitat borreguero, separado de otro buen habitat por menos de .5 km. de terreno ondulado.

Así, según las sumatorias de los valores para cada uno de los criterios de los siete componentes, que se evaluan para cada una de las celdas (km²), es un valor mínimo de 0 hasta un valor máximo de 110 puntos, que pueden ser asignados a una celda determinada, una vez que cada una de las celdas cuenta con su valor total, estas son clasificadas en rangos de calidad del habitat que describen si es Excelente, Bueno, Regular y Pobre, quedando de la siguiente manera:

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

PROGRAM



PROGRAM

45" REUNIÓN DEL CONSEJO DEL BORREGO CIMARRÓN DEL DESIERTOHOTEL ARAIZA INN HERMOSILLO, SONORA 18 Al 21 De Abril De 2001

April 18	
1500 hrs.	Registration (Registro de participantes)
1800 hrs.	Ice Breaker (Rompe hielo)
April 19	
0830 hrs.	Welcome to participants (Inauguración)
0900 hrs. State Reports. (Reportes por Estados.)	
0900-0920 hrs	State Report fi-om Arizona
0920-0940 hrs	State Report fi-om California
0940-1000 hrs	State Report from New Mexico
1000 hrs.	Break
1020 hrs. State Reports.	
1020-1040 hrs	State report from Texas
1040-1100 hrs	State report from Utah
1100-1120 hrs.	Analysis of the current situation of the knowledge of peninsular bighorn sheep (Ovis canadensis csernnobates) and its implications for the conservation and management in the State of Baja California. Ricardo Eaton Gonzalez B. y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC Análisis de la situación actual del conocimiento sobre borrego cimarron peninsular *(Ovis canadensis cremnobates) y sus* implicaciones para la conservación y el manejo en el estado de Baja California Ricardo Eaton Gonzalez B. y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC
1120-1140 hrs.	Present situation of the desert bighorn sheep (Ovis canadensis rnexicana) in the State of Chihuahua, Mexico. Ramiro Uranga Thomas, La Guarida, A.C. Situación actual del borrego cimarrón (Ovis canadensis mexicana) en el Estado de Chihuahua, México Ramiro Uranga Thomas, La Guarida, A.C.
1140-1200 hrs.	Status of bighom sheep management programs in Coahuila, Mexico. 2000. Alejandro Espinosa Treviño y Andrew V. Sandoval, CEMEX, Mexico SA de CV

	Situación Actual del borrego cimarron (*Ovis* canadensis) en el estado de Coahuila, Mexico Alejandro Espinosa Treviño y Andrew V. Sandoval, CEMEX, Mexico SA de CV
1200 hrs	Break (Lunch)
1300 hrs. Technical Session	
1300-1320 hrs.	Diagnosis about federal wildlife management (an analysis). Fernando Clemente, SEMARNAT y Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP Diagnóstico sobre la administración federal de vida silvestre, un analisis. Fernando Clemente, SEMARNAT y Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP
1320-1340 hrs.	Habitat use by the desert bighorn sheep (Ovis canadensis weernsi) on El Carrnen Island, Baja California Sur, Mexico Alejandro Espinosa Treviño, Ovis, A.C.; Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados; Sergio Jiménez, OVIS, A.C. y Raul Valdez, NMSU. Uso del habitat por el borrego cimarron (Ovis *canadensis weemsi*) en la Isla del Carmen, Baja California Sur, Mexico Alejandro Espinosa Treviño, Ovis, A.C.; Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados; Sergio Jirnenez, OVIS, A.C. y Raul Valdez, NMSU
1340-1400 hrs	Identification of preferred sites of bighorn sheep in Sierra San Pedro Martir, Baja California, using random walk simulation. Jose de Jesus Lara Tejeda, Roberto Martinez Gallardo y Mariana Montoya Lizarraga, Facultad de Ciencias, UABC. Simulación de la caminata aleatoria para estimar areas de preferencia del borrego cirnarron en la Sierra de San Pedro Martir, Baja California Jose de Jesus Lara Tejeda, Roberto Martínez Gallardo y Mariana Montoya Lizarraga, Facultad de Ciencias, UABC.
1400-1420 hrs.	Feeding habits of bighorn sheep (Ovis canadensis crernnobates) in Sierra San Pedro Mártir, Baja California, Mexico. Edith Galindo Manriquez y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC. Habitos alimentarios del borrego cimarron (Ovis canadensis crernnobates) en la Sierra de San Pedro Martir, Baja California, Mexico Edith Galindo Manriquez y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC

1420-1500 hrs.	Population Bighorn Sheep sampling (Ovis canadensis) in Baja California, Mexico. 1999 Jorge Alaníz Garcia, Facultad de Ciencias, UABC; Raymond Lee, AGFD; y Jorge Ramirez Acosta, UPN. Estimación poblacional del borrego cimarron (*Ovis canadensis*) en Baja California, Mexico, para 1999 Jorge Alaníz Garcia, Facultad de Ciencias, UABC; Raymond Lee, AGFD; y Jorge Ramírez Acosta, UPN.
1500-1520 hrs.	Break
1520-1540 hrs.	Use of water sources by the desert bighorn sheep in Sonora, Mexico. Cesar A. Olguín Hernandez, UACh,, Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP, Sergio Jimenez L. OVIS,A.C.; y Mateo Vargas Hernandez, UACh. Uso de fuentes de agua por el Borrego Cimarron en Sonora, Mexico Cesar A. Olguin Hernandez, UACh,, Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP, Sergio Jimenez L. OVIS,A.C.; y Mateo Vargas Hernandez, UACh.
1540-1600 hrs.	Skull morphometry of bighorn sheep (Ovis canadensis cremnobates y Ovis canadensis weernsi). Eva Salmon Peralta, Ricardo Eaton Gonzalez y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC. Variación morfométrica de cráneos de borrego cimarron (Ovis *canadensis* cremnobates y *Ovis* canadensis weemsi) Eva Salmon Peralta, Ricardo Eaton Gonzalez y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias, UABC.
1600-1620 hrs.	Development of a methodology in order to determine steroid hormone levels (P4, T, E2) in excretas of bighorn sheep population (Ovis anadensis crernnobates) in Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. Sonia G. Ayala Cano y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias UABC Desarrollo de una metodologia para determinar los niveles de hormonas esteroides (P4, T, E2) en excretas de la poblacion de borrego cimarron (Ovis canadensis *cremnobates*) en la Sierra de San Pedro Martir, Baja California, México. Sonia G. Ayala Cano y Roberto Martinez Gallardo, Facultad de Ciencias UABC
1620-1640 hrs.	Diet composition of desert bighorn sheep (Ovis canadensis weernsi) in Sierra El Mechudo, Baja California Sur. Fernando González S., UANL; Sergio Álvarez Cardenas, CIBNOR y Luis A. Tarango Arambula, Colegio de Postgraduados, SLP.

	Composición de la dieta del borrego cimarron (Ovis canadensis weemsi) en la Sierra El Mechudo, Baja California Sur Fernando González S., UANL; Sergio Álvarez Cárdenas, CIBNOR y Luis A. Tarango Arambula, Colegio de Postgraduados, SLP
1640-1700 hrs.	Sexual segregation of desert bighorn sheep in Sonora, Mexico. Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP; Paul R. Krausman U of A; Raul Valdez, NMSU; Sergio Jimenez L, OVIS,A.C. y Fernando Clemente Sanchez SEMARNAT. Segregación sexual del Borrego Cimarron en Sonora, Mexico Luis A. Tarango Arámbula, Colegio de Postgraduados, SLP; Paul R. Krausman U of A; Raul Valdez, NMSU; Sergio Jimenez L, OVIS,A.C. y Fernando Clemente Sanchez SEMARNAT.
1700 hrs.	End of session

April 20

0840 hrs. Technical Session

0840-0900 hrs	DNA-based analysis of feces for estimating size of a Sonoran desert mountain lion population. Ted McKinney AGFD and Brad McRae School of Forestry, NAU.
0900-0920 hrs.	Population aspects and habitat of desert bighorn sheep in Sierra El Mechudo, Baja California Sur, Mexico. Sergio Álvarez Cardenas, Israel Guerrero Cardenas, Sara C. Díaz, Patricia Gallina Tessaro, Fernando Gonzalez S. y Raymond M. Lee. CIBNOR, S.C Aspectos de la poblacion y el habitat del borrego cimarron de la Sierra de El Mechudo, Baja California Sur, Mexico Sergio Álvarez Cardenas, Israel Guerrero Cardenas, Sara C. Diaz, Patricia Gallina Tessaro, Fernando Gonzalez S. y Raymond M. Lee. CIBNOR, S.C
0920-0940 hrs.	Feeding habits of mountain lion *(Puma concolor*) in northwestern Sonora, Mexico. Octavio Rosas R. y D. Daniel NMSU; Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados. Habitos alimentarios del puma (Puma *concolor)* en el noroeste de Sonora, Mexico. Octavio Rosas R. y D. Daniel NMSU; Luis A. Tarango, Colegio de Postgraduados.
0940-1000 hrs.	Geographic Information Systems and bighorn sheep. Luis A. Tarango Arambula, Colegio de Postgraduados, SLP; Diego Valdez Zamudio, UNISON, Sergio Jimenez Lezama, OVIS,A.C. y German Mendoza M, Colegio de Postgraduados.

	Los sistemas de información geografica y el borrego cimarron. Luis A. Tarango Arambula, Colegio de Postgraduados, SLP; Diego Valdez Zamudio, UNISON, Sergio Jimenez Lezama, OVIS,A.C. y German Mendoza M, Colegio de Postgraduados.
1000-1020 hrs.	Break
1020 hrs. Technical Session	
1020-1040 hrs	Supplemental bighorn releases, a trigger for population expansion? James C. de Vos, Jr., John Hervert and Bob Henry, AGFD
1040-1100 hrs	The present and the future of the San Andres Bighorn. Mara Weisenberger, USFWS San Andres NWR.
1100-1120 hrs	Bullion Mountain Bighorn, a case study. Dick Weaver, California Dept. of Fish and Game.
1120-1140 hrs.	Conservation of Bighorn sheep in Mexico: a vision. Carlos Manterola y Piña, Unidos para la Conservacion, A.C. La Conservacion del Borrego Cimarron en Mexico: una vision. Carlos Manterola y Piña, Unidos para la Conservacion, A.C.
1140-1200 hrs.	Research about bighom sheep at El Pinacate y Gran Desierto de Altar Biosphere Reserve in Sonora. Eduardo Lopez Saavedra, Rafaela Paredes, IMADES Investigaciones del borrego cimarron en la reserva de la biosfera de El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Sonora Eduardo Lopez Saavedra, Rafaela Paredes, IMADES
1200-1300 hrs	Break (Lunch)
1300 hrs. Technical Session	
1300-1320 hrs.	The vegetation at Tiburón Island and its relationship with desert bighom sheep. Seri Indians, Sonora La vegetación en la isla Tiburón y su relación con el borrego cimarron. Tribu Seri, Sonora
End of technical Sessions	
1530-1700 hrs	Business meeting
1800 hrs.	Dinner (Free)
April 21	
0900-1300 hrs.	Field Trip (Visit to Centro Ecologico de Sonora)
1300-1315 hrs.	Coming back to the Hotel
Departure	

44 a. REUNION DEL CONSEJO DEL BORREGO CIMARRON DEL DESIERTO

LISTA DE ASISTENCIA

Name	Organization	Mailing Address	Phone (Work)	Phone (Home)	email
Alejandro Espinoza	CEMEX	Independ. #901 ote. Monterrey	(8) 305 1827	(8) 376 2508	alespinoza@cemex.com o alespino@hotmail.com
Andrew Sandoval	CEMEX	Independ. #901 ote. Monterrey	(505) 3872605	(505) 3872605	
Francisco Javier Cinco	IMADES	Reyes y Aguascalientes	(62) 103662 y 103663		fcincofontes@hotmail.com
Jose Arroyo Ortega	AMAVISI	Tabasco #106 Hermosillo Son.	(62) 14-34-08	(62) 16-33-97	amavisison@hotmail.com
Diego Valdez Zamudio	UNISON	L. Gomez #138 Hermosillo Son.	213- 8006	216-6552	valdez103@hotmail.com
Luis Antonio Tarango Arambula	Colegio de Posgraduados	Iturbide #73 Salinas de Hidalgo San Luis Potosi C.P. 78600	(496) 31063	(496) 30240	ltarango22@hotmail.com
Octavio C. Rosas Rosas	Universidad Estatal de Nuevo México	Las Cruses Nuevo México	(505)6463719	(505) 5270723	orosasro@nmsu.edu
Raúl Valdez	Universidad Estatal de Nuevo México	nmsu,box #3003, msc 4901, LC, NM 88003	(505) 646 3719	(505) 5248719	rvaldez@nmsu.edu
Jesús Vicente Bustamante	Ystela del Sur Pueblo	#502 Pine Sisken Laredo Texas			
Ramiro Uranga Thomas	Rancho la Guarida	Trasviña y Retes 2104 Chihuahua, Chihuahua C.P. 31240	4131903	200648	ruranga t@yahoo.com.mx
Michael T. Pittman	Texas Park Wild Life	#905 w ave. B alpine Tx 79830	(915) 8373251	(915) 8375696	blackgapwm@overland.net
Clary Edson Brewer	Texas Park Wild Life	#905 w ave. B alpine Tx 79830	(915) 3642228	(915) 4263325	emwmq@overland.net
Joe Cresto	Bureau of land Management	#82 E. Dog wood Moad, Utah 84532	435-259-2114	435-259-5006	joe_cresto@blm.gou
Francisco Javier Navarro Dewar	Area se Protección de flora y founa Islas del Golfo de California	Bahia de Bacochibampo S/N, Fracc. Lomas de Cortez, Guaymas, Son	(622) 1-03-00		isla_gc@enlase.gym.itesm.mx
Francisco L. Villa Martinez	ASOCIES A.C.	Nayarit #47 Loc. 7 Hermosillo, Son.	(62) 151131	(62) 202147	asociesa@infosel.net.mx
Dale Toweill	Idalio Fish and Game	Po Box 25 Boise, ID. 83707	208-334-2920	208-373-0900	dtoweill@idfg.state.id.us
Marco Antonio González Vizcarra	Delegación Federal Semarnat-BCS	Melchor Ocampo #1045 C.P. 23070 La Paz, B.C.S.	01-112-3-93-27	01-112-2-53-11	bsc_medamb@semarnat.gob.mx
Aaron Esliman Salgado	Sociedad de Historia Natural Niparaja A.C.	Alvaro Obregón y Melchor Ocampo #460 2do. Piso Loc. 209 Col. Centro La Paz BCS-México	01-112-21171	01-112-21298	niparaja@prodigy.net.mx
Bill Bates	Utah División y Wildife Resowrces	475 Wi Price River Dr. Price, Utah 84501	435-636-0262	435-637-4768	bbates@state.tu.us
Malcolm Bechelani D.	Angadi	Calle Real #25 Villa Satelite	2-16-56-26	2-16-06-36	mbechela@rtn.uson.mx
Mara Weisenberger	U.S. Fish and Wildlife Service	P.O. Box 756 Las Cruces, NM 88004	(505) 382-5047	(505)382-0968	mara_weisenberger@fws.gou
Guy D. Wagner	U.S. Fish and Wildlife Service	2730 Loker Ave. West Carlsbad, CA 92008	(760) 431-9440	(760) 716-7768	guy_wagner@fws.gou

44 a. REUNIÓN DEL CONSEJO DEL BORREGO CIMARRÓN DEL DESIERTO
LISTA DE ASISTENCIA

Name	Organization	Mailing Address	Phone (Work)	Phone (Home)	email
Sergio Jimenez	Organización Vida Silvestre, A.C.	Ave. Ricardo Mrgain 440 Col. Valle del Cmpestre Garza Garcia Nuevo León México	(8) 329-1629	(8) 329-1629	sjimenez@dvis.org.mx
Ross Holey	National Park Service	601 Nevada Hwy Boulder City NV. 89005	702 293 8950	702 293 7816	ross_haley@nps.gou
Ted McKinney	Arizona Game and fish	2221 w Greenway Phoenix Arizona 85310	602-789-3248		tmckinney@gf.state.az.us
James €. Devos Jr.	Arizona Game and fish	2221 w Greenway Phoenix Arizona 85310	602-789-3247		jdevos@gf.state.az.us
Dr. Eric Rominger	New México Game and Fish (Contract Biologist)	P.O. Box 704 Santa Fé, NM 87504 USA		(505) 992-8651	erominger@msn.com
Richard A. Weaver	Retired	HCGI Box 590 Glenwood NM 88039		(505) 539-2398	mrbighorn@gilanet.com
Ernesto Zaragoza Iberri	ASOCIES	A. Rodriguez #90 Guaymas Son.	62220644	62210710	solimar@tetakawi.net.mx
M.V.Z. Roberto Noriega	Rancho "Noche Buena"	Calle Ley 57 #29, colinas 83143 Hermosillo Son. México	(62) 11-03-99		no time
Raymundo Fuentes Amparano	Federacion Mexicana de Caza	Ignacio Romero y Tlaxcala #119 Col. San Benito Hermosillo, Son.	2-10-54-96	2-12-24-04	ecosonora@hotmail.com
José Alejandro Zepeda Orantes	Federación Mexicana de Caza A.C.	Ignacio Romero 119 esq. Tlaxcala Col. Sm Benita Hermosillo Son.	2-10-54-96	2-11-54-62	jazo748@starmedia.com
J. Martín Franco Ahumada	Rancho Cirios	Morelia y Galeana #147	2-18-68-92		no tiene
Roberto Martinez	Facultad de Ciencias Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California	(6) 1744560		tron@faro.ens.uabc.mx
Jose de Jesús Lara Tejeda	Facultad de Ciencias Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California, México	(6) 1744560		jlara@faro.ens.uabc.mx
Ricardo Eaton	Facultad de Ciencias Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California México	(6) 1744560		reaton@faro.ens.uabc.mx
Eva Salmón	Facultad de Ciencias Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California, México	(6) 1744560		esalmon@faro.ens.uabc.mx
Sonia Ayala	Facultad d Ciencias Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California, México	(6) 1744560		m300884@faro.ens.uabc.mx
Jorge Alaníz	Facultad de Ciencios Universidad Autonoma B.C.	Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada Baja California, México	(6) 1744560		jalaniz@faro.ens.uabc.mx
Ines Gurrola Diaz	Patrocipes	Periferico Oriente	540055	(62) 600215	henman1910@yahoo.com
Manuel Henriquez Martinez	Patrocipes	Periférico Oriente	540055	(62) 600215	henman1910@yahoo.com
Goldtein Elise	Dep Game and New México Fish	#408 Galisteo, Santa Fé NM 87504	(505) 8279927		egoldstein@state.nm.us

44 a. REUNIÓN DEL CONSEJO DEL BORREGO CIMARRÓN DEL DESIERTO
LISTA DE ASISTENCIA

Name	Organization	Mailing Address	Phone (Work)	Phone (Home)	email
Armando Aparicia	Particular	Bernardino de Sahagun #42	(62)182073	(62) 182073	tqrtx@cybermex.net
Carlos Manterola	Unidos por la Conservacian	Prado Nte. #324 Col Lomas México D.F.	(5) 5508559	(5) 5204500	uni2@infosel.net.mx
Carlos Hugo Alcalá Galuán	INIFAP-Universidad of Arizona	4904 E Lee St. Tucson Az. 85712	(520) 621-1959	(520) 318-4351	carlos@ag.arizona.edu
Jorge Luis Artee Freander	ALCAMPO	Blvd. Hidalgo #41, colonia centenario Hermosillo Son.	12-55-10		hunting@alcampo.com.mx
Javier Artee V.	ASOCIES	Blvd. Hidalgo #39 Hermosillo Son.	2-17-30-55 2-12-55 10	2-16-97-12	hunting@alcampo.com.mx
Francisco Freander Martinez	Prestador Particular de Servicios Abientales	Veracruz #46 Otr., Col. 5 de Mayo Hermosillo, Son.	2-15-02-51	2-10-38-34	freander@prodigy.net.mx
Eduardo Ernesto Lopez Saavedra	IMADES	Reyes y Aguascalientes s/n Hermosillo, Son.	2-10-36-62	2-61-90-10	elopez@cideson.mx
Derren Divine	CCSN	#37 Stone Cress Henderson, NV 89014	(702) 651-4459	(702) 617.6732	darren_divine@ccsn.nevada.edu
Daniel Zavaleta	Centro Cinegítico Integrado S.C.	Av. Sauzales #44	525-671-2064		huntmexico.com
Carlos González Hermosillo	Centro Cinegítico Integrado S.C.	Av. Sauzales #44	525-671-2064		huntmexico.com
Felipe Rodriguez García	Equipo técnico COMCA A.C Seri	Progreso #20 B Bahía Kino Sonora	(624) 20557	(624)2 05 56	no tiene
Humberto Romero Morales (Indigena)	Comunidad Indigena COMCA A.C	Progreso #20 B carretera Bahía Kino Sonora Km 107	(624)20557	(624)20556	no tiene
Emilo A. López Morales	Equipo técnico COMCA A.C Seri	Progreso # 20 B Bahía Kino Sonora Km 107	(624)2 05 57	(624) 2 05 56	no tiene
Gonzalo Saúl Torres Morales	Equipo técnico COMCA A.C Seri	Km 107 carretera Hermisillo-Bahía Kino	(624)2 05 57	(624)2 05 56	no tiene
Martin Enrique Barnett (Indigena)	Equipo técnico COMCA A.C Seri	Km 107 carretera Hermisillo-Bahía Kino	(624)2 05 57	(624) 2 05 56	no tiene

CRITERIA FOR DESERT BIGHORN RESEARCH FUNDING FROM THE HANSEN-WELLES SCHOLARSHIP

Eligibility:

1. Any organization or person submitting a project and / or program proposal shall be an active member of the Desert Bighorn Council, or shall be sponsored in writing by an active current member of the Desert Bighorn Council.

2. Proposed projects and / or programs must be for the benefit of desert bighorn sheep, or desert bighorn sheep habitat.

3. Graduate Students must be accepted as an advanced degree candidate at an accredited college or university and have an advisor in an appropriate department (i.e. Wildlife Management, Science, Zoology, etc.).

Submission Requirements :

1. Must have demonstrated desert bighorn experience or be supervised by an individual with such experience.

2. Must submit:
   a. An acceptable research project outline, Including:
      i. in-depth literature review,
      ii. clearly stated objectives,
      iii. comprehensive research methods,
      iv. time frame for all work,
      v. resume of appropriate experience
      vi. written approval fi-om appropsiate state / federal agency
      vii. complete budget
   b. A brief critique of the student and proposed project from the student's major professor.

3. Proposals must be submitted to the Desert Bighorn Council Technical Staff Chairman for consideration prior to December 31 of each year.

4. Proposals will be screened by the Technical Staff of the Desert Bighorn Council and presented to the membership at the annual business meeting for final selection of the recipient(s).

5. Recipients must sign a contractual agreement with the Desert Bighorn Council stating that results of the research project will either be published in a refereed journal and / or presented at the Desert Bighorn Council for inclusion ion the Transactions within a 5-year period following receipt of funds from the Hansen-Welles Scholarship. The Technical Staff of the Desert Bighorn Council will determine acceptability of the publication.

6. Upon completion of the project and / or program, a complete accounting of the funds expended will be forwarded to the Technical Staff of the Desert Bighorn Council. None of the funds awarded are to be used for administrative purposes by the sponsoring college, university, or agency, or for travel to meetings.

SUGGESTED RESEARCH PROPOSAL OUTLINE:

1. TITLE: A concise, clear, and specific description of the proposed research.

2. APPLICANT: Name, address, and telephone number of applicant plus signatures of pertinent people; i.e. advisor, sponsor.

3. TIME PERIOD: Proposed initiation and completion dates for the project.

4. OBJECTIVES: A clear, concise, and complete presentation of primary research objectives.

5. INTRODUCTION: An in-depth presentation of the research, including an extensive review of the pertinent literature.

6. METHODS AND PROCEDURES: A statement of working plans, methods to be used, or experimental design.

7. JUSTIFICATION: A description or statement as to the importance for the proposed research, and qualifications of the principal investigator(s) to undertake the project. Include what would be lost if the project is not funded.

8. FACILITIES AND EQUIPMENT: A list of facilities and / or equipment needed and available.

9. BUDGET: Amount requested from Council and amount needed for entire proposal.

10. PERSONNEL: A list of qualified persons assisting or supporting the applicant.

11. PUBLICATION: Potential journals or other publications in which anticipated results from the proposed research might be published.

DESERT BIGHORN COUNCIL MEETINGS 1957 - 2001

Year	Location	Chairperson	Secretary	Treasurer	Transactions Editor
1957	Las Vegas, NV	M. Clair Albous			
1958	Yuma, AZ	Gale Monson & Warren Kelly			
1959	Death Valley, CA	M. Clair Albous	Fred Jones	Fred Jones	
1960	Las Cruces, NM	Warren Kelly	Fred Jones	Fred Jones	
1961	Hermosillo, MX	Jon Akker	Ralph Welles	Ralph Welles	
1962	Grand Canyon, AZ	James Blaisdell	Charles Hansen	Charles Hansen	Charles Hansen & L. Fountein
1963	Las Vegas, NV	Al Jonez	Charles Hansen	Charles Hansen	Jim Yoakum
1964	Mexicali, MX	Rudulfo Corzo	Charles Hansen	Charles Hansen	Charles Hansen & D. Smith
1965	Redlands, CA	John Goodman	John Russo	John Russo	Jim Yoakum
1966	Silver City, NM	Cecil Kennedy	John Russo	John Russo	Jim Yoakum
1967	Kingman, AZ	Claude Lard	John Russo	John Russo	Jim Yoakum
1968	Las Vegas, NV	Ray Brechbill	John Russo	John Russo	Jim Yoakum
1969	Monticello, UT	R. & B. Welles	W. G. Bradley	W. G. Bradley	Jim Yoakum
1970	Bighop, CA	William Graf	W. G. Bradley	W. G. Bradley	Jim Yoakum
1971	Santa Fe, NM	Richard Weaver	Tillie Barling	Tillie Barling	Jim Yoakum
1972	Tucson, AZ	George Welsh	Doris Weaver	Doris Weaver	Charles Hansen
1973	Hawthorne, NV	Warren Kelly	Doris Weaver	Doris Weaver	Juan Spillet
1974	Moab, UT	Carl Mahon	Lanny Wilson	Lanny Wilson	Juan Spillet
1975	Indio, CA	Bonnar Blong	Lanny Wilson	Lanny Wilson	Charles Hansen
1976	Bahia Kino, MX	Mario Luis Cossio	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1977	Las Cruces, NM	Jerry Gates	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1978	Kingman, AZ	Kelly Neal	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1979	Boulder City, NV	Bob McQuivey	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1980	St. George, UT	Carl Mahon	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1981	Kerrville, TX	Jack Kilpatric	Peter Sanchez	Peter Sanchez	Charles Hansen
1982	Borrego Sprs., CA	Mark Jorgensen	Rick Brigham	Rick Brigham	Charles Hansen
1983	Silver City, NM	Andrew Sandoval	Rick Brigham	Rick Brigham	Charles Hansen
1984	Bullhead City, AZ	Jim deVos, Jr.	Rick Brigham	Rick Brigham	Charles Hansen
1985	Las Vegas, NV	David Pullman, Jr.	Rick Brigham	Rick Brigham	Charles Hansen
1986	Page, AZ	Jim Guymon	Bill Dunn	Bill Dunn	Paul Krausman
1987	Van Horn, TX	Jack Kilpatric	Bill Dunn	Bill Dunn	Paul Krausman
1988	Needles, CA	Vernon Bleich	Don Armentrout	Don Armentrout	Paul Krausman
1989	Grand Junction, CO	Jerry Wolfe	Don Armentrout	Don Armentrout	Paul Krausman
1990	Hermosillo, MX	Raul Valdez	Don Armentrout	Don Armentrout	Paul Krausman
1991	Las Cruces, NM	Bill Montoya	Don Armentrout	Don Armentrout	Paul Krausman
1992	Bullhead City, AZ	Jim deVos, Jr.	Stan Cunningham	Stan Cunningham	Paul Krausman
1993	Mesquite, NV	Kathy Longshore	Charles Douglas	Charles Douglas	Walter Boyce
1994	Moab, UT	Jim Guymon	Charles Douglas	Charles Douglas	Walter Boyce
1995	Alpine, TX	Doug Humphries	Charles Douglas	Charles Douglas	Ray Boyd
1996	Holtville, CA	Andy Pauli	Charles Douglas	Charles Douglas	Ray Boyd
1997	Grand Junction, CO	Dale Reed & Van Graham	Steve Torres	Charles Douglas	Raymond Lee
1998	Las Cruces, NM	Eric Rominger & Dave Holdermann	Darren Divine	Charles Douglas	Raymond Lee
1999	Reno, NV	Rick Brigham & Kevin Hurley	Darren Divine	Charles Douglas	Allen and Harriet Thomas
2000	Bullhead City, AZ	Ray Lee & Jim deVos	Darren Divine	Charles Douglas	Jon Hanna
2001	Hermosillo, Sonora, Mexico	Carlos Castillo & Jim de Vos	Darren Divine	Charles Douglas	Jon Hanna

DESERT BIGHORN COUNCIL MEMBERSHIP LIST – 2001

Lawrence Abeita
Hualapi Wildlife Fish and Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-0550
(520) 769-2224

David Altman Jr.
TX Parks and Wildlife
P.O. Box 1441
Van Horn, TX 79855
(915) 283-8184
Altman@telstar1.com

Brian Anthony
AZ Game and Fish
7200 E. University
Mesa, AZ 85207
(480) 981-9400

Donald Armentrout
BLM
2950 Riverside Drive
Susanville, CA 96130
(530) 257-0456
darmentr@ca.blm.gov

Peter Bangs
University of Arizona
HC 32, Box 191
Truth or Consequences, NM 87901
(520) 591-7105
pbangs@ag.arizona.edu

Gary Barcom
ADBSS
P.O. Box 2208
Payson, AZ 85547
(520) 474-5221

Jack Barnitz
BLM – Las Cruces
1800 Marquess
Las Cruces, NM
(505) 525-4310
jack_barnitz@blm.gov

Jim Bauer
CDFG
P.O. Box 1203
Julian, CA 92036
(760) 213-5491
jimbauer@hotmail.com

Vern Bleich
CDFG
407 W. Line St.
Bishop, CA 93514
(760) 872-1137
predators@,telis.org

Clay Brewer
TX Parks and Wildlife
P.O. Box 343
Fort Davis, TX 79734
(915) 364-2228
emwma@overland.net

William "Rick" Brigham
BLM
P.O. Box 71478
Reno, NV 81570
(775) 885-6143
wbrigham@nv.blm.gov

Mark Brown
AZ Game and Fish
9140 E 28th St.
Yuma, AZ 85365
(520) 342-0091
mbrown@gf.state.az.us

Bill Broyles
Southwest Center U of A
1052 N. Highland Ave.
Tucson, AZ 85721-0185
(520) 292-1487
Bibroyles@aol.com

Jesus Bustamante
Chilicote Ranch, Tiqua Indian Res.
P.O. Box 17579
El Paso, TX 79917
(915) 860-7105

Robert Campbell
SCBS
1725 Snughaven Ct.
Las Vegas. NV 89108
(702) 647-0907

Raul Candelaria Jr.
Tiqua Indian Reservation
P.O. Box 17579
El Paso, TX 79917
(915) 860-7105

Marguerite Carpenter
6260 N. Palm #117
Fresno, CA 93704
(559) 439-7669

Kevin Cobble
San Andres NWR
P.O. Box 756
Las Cruces, NM 88004
(505) 382-5047
kevin_cobble@fws.gov

Joe Cresto
BLM
474 Nicholas Ln
Moab, UT 84532
(435) 259-2114
Joe_Cresto@ut.blm.gov

Faylynn Crook
Hualapi Wildlife Fish and Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-0550
(520) 769-2224

Scott Crozier
Hualapi Wildlife Fish and Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-0550
(520) 769-2224

Michael Dee
LA Zoo
5333 Zoo Drive
Los Angeles, CA 90027
(323) 644-4254

Jim DeForge
Bighorn Institute
P.O. Box 262
Palm Desert, CA 92261-0262
(760) 346-7334
BI@BighornInstitute.org

James deVos Jr.
AZ Game and Fish
2221 W. Greenway Rd.
Phoenix, AZ 85023
(602) 789-3247
jdevos@gf.state.az.us

Darren Divine
CCSN
3200 East Cheyenne Ave
S2B
North Las Vegas, NV 89030-4296
(702) 651-4459
Darren_divine@ccsn.nevada.edu

Chuck Douglas
USGS BRD
1444 Rawhide Rd.
Boulder City, NV 89005
(702) 895-3219
Douglas@ccmail.nevada.edu

Gunnar Erickson
AZ Game and Fish
5325 N. Stockton Hill Rd.
Kingman, AZ 86401
(520) 692-7700 x138

Art Fuller
AZ Game and Fish
5325 N. Stockton Hill Rd.
Kingman, AZ 86401
(520) 692-7700 x114

Bruce Garlinger
EREMICO Biological Services
211 Snow Street
Weldon, CA 93283-9998
(760) 378-4278
homebru2@aol.com

Jeff Grandison
UT Div.Wildlife Resources
Box 606
Cedar City, UT 84720
(435) 865-6100

Anita Greene
274 E. Barstow Apt D
Fresno, CA 93710
(559) 439-5616

Ross Haley
Lake Mead NRA
601 Nevada Highway
Boulder City, NV 89005
(702) 293-8950

Jon Hanna
AZ Game and Fish
7200 E. University
Mesa, AZ 85207
JHanna@gf.state.az.us

Patricia Hansen
170 Jessie St.
Kenwood, CO 95452
(707) 528-2229

David Heft
BLM
198 Neel Avenue
Socorro, NM 87801
(505) 835-0412
dheft@nm.blm.gov

Bob Henry
AZ Game and Fish
9140 E. 28th St.
Yuma, AZ 85365
(520) 342-00941
bhenry@gf.state.az.us

Steve Hill
SCBS
3201 Woodstown St.
Bakersfield, CA 93312
(661) 588-7517
sdhill@igalaxy.net

Bill Hook
ADBSS
15907 E. Kim Dr.
Fountain Hills, AZ 85268
(480) 816-6306

Kevin Hurley
WY Game and Fish
356 Nostrum Road
Thermopolis, WY 82443
(307) 864-9375
khurley@trib.com

Jennifer Jackson
Hualapi Wildlife Fish and Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-0550
(520) 769-2224

Mark Jorgensen
CA State Parks
200 Palm Canyon Dr.
Borrego Springs, CA 92004
(760) 767-4962
mjorgensen@parks.ca.gov

Robert Jurgens
6111 Chuckanut
Bend, OR 97702
(541) 382-4984

Jim Karpowitz
UT Div. of Wildlife Resources
2549 So. 660 W.
Price, UT 84501
(435) 613-0653
jkarpowi@state.ut.us

Ron Kearns
KOFA NWR
356 West First St.
Yuma, AZ 85364
(520) 783-7861 x11
ron_kearns@fws.gov

Hans Koening
AZ Game and Fish
2990 Dogwood Circle
St George, UT 84790
(435) 673-6149
hkoeninmg@infowest.com

Paul Krausman
Univ of Arizona
1330 E. South Campus Dr.
(520) 621-3845
krausman@ag.arizona.edu

Ray Lee
FNAWS
720 Allen Ave.
Cody, Wyoming 82414
rlee@fnaws.org

Kathy Longshore
USGS BRD
4505 Maryland parkway Box 454004
Las Vegas, NV 89154-4004
(702) 895-3219
longshore@usgs.gov

Scott McCarthy
USFWS – Carlsbad
2730 Loker Ave. West
Carlsbad, CA 92008
(760) 431-9440
scott_mccarthy@fws.gov

Ted McKinney
AZ Game and Fish
2221 W. Greenway Rd.
Phoenix, AZ 85023
(602) 789-3248
tmckinney@gf.state.az.us

Kathleen McCoy
Navajo Fish and Wildlife
P.O. Box 1480
Window Rock, AZ 86515
(502) 871-7065

Brady McGee
USFWS
P.O. Box 756
Las Cruces, NM 88004

John Morgart
Cabeza Prieta NWR
1611 N. Second Ave.
Ajo, AZ 85321
(520) 387-6483
john_morgart@fws.gov

Nancy Nicolai
BLM
1661 S. 4th St.
El Centro, CA 92243
(760) 337-4400
nnicolai@ca.blm.gov

Ron Olding
AZ Game and Fish
555 N. Greasewood Rd.
Tucson, AZ 85745
(520) 628-5376 x142
rolding@gf.state.az.us

Stacey Ostermann
VM:PMI 1126 Haring Hall
University of California
One Shields Avenue
Davis, CA 95616-8739
(530) 752-4629
sdostermann@ucdavis.edu

Zack Parsons
TESF – Armendaris Ranch
HC 32 Box 191
Truth or Consequences, NM
87901
(505) 740-0935
nmrpi@riolink.com

Andy Pauli
CDFG
21091 Sioux Rd.
Apple Valley, CA 92308
(760)-240-1372
apauli@dfg.ca.gov

Robert Price
AZ Game and Fish
8407 N. Sapphire Dr.
St. George, UT 84770
(435) 574-3923
rprice@infowest.com

Ryan Riley
Hualapi Wildlife Fish and
Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-
0550
(520) 769-2224

Eric Rominger
NM Dept Game and Fish
P.O. Box 704
Santa Fe, NM 87504
(505) 992-8651
ERominger@email.msn.com

Esther Rubin
UC Davis
14508 Fruitvale Rd.
Valley Center, CA 92082
(760) 751-8981
esrubin@ucdavis.edu

Joan Scott
AZ Game an'd Fish
555 N. Greasewood
Tucson, AZ 85745
(520) 628-5672 x133
jscott@gf.state.az.us

Dave and Nike Stevens
Stevens Wildlife
15300 Horse Creek Rd
Bozeman, MT 59715
(406) 686-4283

Elroy Taylor
USGS BRD
970 Lusk St.
Boise, ID 83706
(208) 426-5202
bighorn@eagle.boisestate.edu

Steve Torres
CDFG
1416 Ninth St.
Sacramento, CA 95814
(916) 653-7889
storres@dfg.ca.gov

Lee Upham
BLM
2850 Youngfield St.
Lakewood, CO 80215
(303) 980-1674

Shawn Wagner
AZ Game and Fish
5325 N. Stockton Hill Rd.
Kingman, AZ 86401
(520) 692-7700 x143

Dick and Doris Weaver
HC 61 Box 590
Glenwood, NM 88039
(505) 539-2378
mrbighorn@gilanet.com

John Wehausen
White Mtn Research Station
1417 Bear Creek Dr.
Bishop, CA 93514
(760) 873-4563
johnw@wmrs.edu

Mara Weisenberger
San Andres NWR
P.O. Box 756
Las Cruces, NM 88004
(505) 382-5047
mara_weisenberger@fws.gov

George Welsh
AZ Game and Fish (Retired)
1954 Golden Gate Ave.
Kingman, AZ 86401
(520) 753-3612
margeo@kingman.com

Jim Witham
AZ Game and Fish
5325 N. Stockton Hill Rd.
Kingman, AZ 86401
(520) 692-7700 x108

Bruce Zeller
USFWS – DGR
1500 N. Decatur
Las Vegas, NV 89108
(702) 375-4006

Ben Zimmerman
Hualapi Wild. Fish and Parks
P.O. Box 550
Peach Springs, AZ 86434-
0550

INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTIONS TO THE DESERT BIGHORN COUNCIL TRANSACTIONS

GENERAL POLICY: Original papers relating to desert bighorn sheep ecology and management are published in the DESERT BIGHORN COUNCIL TRANSACTIONS. All papers presented at the Council's annual meetings are eligible for publication. There are 3 types of papers published in the TRANSACTIONS: technical papers; state reports; and opinions, comments, and case histories or notes. Technical papers are peer reviewed. State reports are edited for syntax and style. Opinions, comments, and case histories and notes provide for philosophical presentations and the presentation of ideas and concepts. Some of these papers are also peer reviewed. Preliminary papers will also be published if they are complete enough to provide new information. Additional papers may be published when reviewed and approved by the Editorial Board. Papers must be submitted to the Editor at or before the Council's annual meeting to be considered for the current edition of *The Transactions.*

COPY: Use good quality white paper 215 x 280 mm (8.5 x 11 inches), or size **A4.** Do not use "erasable," light weight, or mimeo bond paper. Double space throughout, with 3-cm margins. Do not hyphenate at the right margin. Type the name and complete address of the person who is to receive editorial correspondence in the top left comer of page 1. On succeeding pages, type the senior author's last name in the top left corner and the page number in the top right corner. The author's name and affiliation at the time the study was performed follows the title. Present address, if different, should be indicated in a footnote on the first page. Keep 1 copy. Submit 4 good xerographic copies. Do not fold any copy.

STYLE: Proceed from a clear statement of purpose through introduction, study area, methods, results, and discussion. Sequence of contents: title, authors, abstract, key words, introduction, study area, methods, results, discussion, literature cited, tables, and figures. Follow the *CBE Style Manual: a guide for authors, editors, and publishers in the biological sciences,* Fifth edition revised and expanded, 1983 (Counc. Biol. Eds., Inc., Bethesda, MD 20814), except for specific style items that differ in recent issues of *The Transactions. Consult the* 1988 TRANSACTIONS and Manuscript guidelines for the Journal of Wildlife Management (J. Wildl. Manage. 52 [1, Suppl.] for example of prevailing style.

Title: The title should be concise, descriptive, and ≤ 10 words. Use vernacular names of organisms.

FOOTNOTES: Use only for author's address if it differs from the byline address, and in tables.

ACKNOWLEDGEMENTS: Include acknowledgements at the end of the introduction as an untitled paragraph.

SCIENTIFIC NAMES: Vernacular names of plants and animals should be accompanied by the appropriate scientific names (in parentheses) the first time each is mentioned.

ABSTRACT: An abstract of about 1-2 typed lines per typed page of text should accompany all articles. The abstract should be an informative digest of significant content. It should be able to stand alone as a brief statement of problems examined, the most important findings, and their utility.

KEY WORDS: Place key words below the abstract. Supply 6-12 key words for indexing: vernacular and scientific names of principal organisms, geographic area, phenomena and entities studied, and methods.

REFERENCES: Authors are responsible for accuracy and completeness and must use the style in *The Transactions* since 1986. Avoid unnecessary references. Order multiple references consecutively by date. Show page numbers for quotations, paraphrases, and for citations in books or bulletins unless reference is to the entire publication. Cite unpublished reports only if essential. Include source, paging, type of reproduction, and place published reports are filed parenthetically in the text.

LITERATURE CITED: Use capital and lower case letters for authors' last names, initials for given names. Abbreviate titles of serial publications according to references endorsed in the 1983 *CBE* manual, p. 54. Show issue number or moth only if pagination is not consecutive throughout the volume. Consult *The Transactions* since 1986 for examples of current style.

TABLES: Prepare tables in keeping with the size of the pages. Tables should be self-explanatory and referenced in the text. Short tables with lists of pertinent comments are preferred to long tables. Start each table on a separate page and continue onto 1 or more pages as necessary. Double space throughout. Omit vertical lines. Identify footnotes by roman letters. Do not show percentages within small samples (N or $n \leq 26$).

ILLUSTRATIONS: Illustrations and drawings must be in india ink or equivalent on 215 x 280 mrn (8.5 x 11 inches) white drafting paper or tracing cloth. Make all letters and numbers large enough to be ≥ 1.5 mm tall when reduced. Lettering size and style when reduced should be the same in all figures. Only essential photographs for half-tone illustrations will be acceptable. Submit prints of good contrast on glossy paper. Type captions on a separate page in paragraph form. On the back of each illustration, lightly write the senior author's name, figure number and "Top."

PROOF: All papers will be reviewed for acceptability by the Editorial Board and 2 outside reviewers. Submit papers to Jon Hanna ,7200 East University, Mesa, Arizona 85207. When papers are returned to authors for revision, please return corrected manuscripts within 30 days. Galley proofs should be returned within 72 hours.

TRANSMITTAL LETTER: When the manuscript is submitted, send a letter to the Editor, stating the intent to submit the manuscript exclusively for publication in *The Transactions*. Explain any similarities between information in the manuscript and that in any other publications or concurrent manuscripts by the same author(s), and furnish a copy of such manuscripts or publications.