

Etología aplicada al manejo de especies amenazadas: el caso del turón de patas negras (*Mustela nigripes*)

Astrid Vargas¹, Dean Biggins² and Brian Miller³

¹ US Fish & Wildlife Service, National Black-footed Ferret Conservation Center 4 10 Grand Ave., Ste 315, Laramie, Wyoming 82070, USA. astrid_vargas@hotmail.com

² US Geological Survey, Midcontinent Ecological Science Center, 4512 Mc Murry, Fort Collins, Colorado, 80525-3400, USA.

³ Denver Zoological Gardens, 2300 Steele Street, Denver, Colorado 80205, USA

Recibido: 26 enero 1999; aceptado: 15 junio 1999.

Resumen. Los turones de patas negras (*Mustela nigripes*) son considerados como uno de los mamíferos más amenazados del mundo. La última población silvestre fue descubierta en 1981 en Meeteetse, Wyoming, y en 1985 se extinguió debido a una epidemia de moquillo canino en combinación con una epidemia de peste bubónica. Antes de su extinción total en la naturaleza, se lograron capturar 18 individuos para comenzar un programa de cría. La cría en cautividad se ha llevado a cabo con éxito y, durante los últimos 11 años han nacido más de 2600 turones en centros de propagación. Desde 1991, aproximadamente 870 turones han sido reintroducidos en 5 áreas de distribución histórica original repartidas entre los estados de Wyoming, Montana, Dakota del Sur, y Arizona. La investigación científica ha sido, y continúa siendo, una herramienta crítica para dirigir el Programa de Recuperación. Los estudios etológicos llevados a cabo tanto con turones cautivos como con turones reintroducidos han demostrado que un entorno cautivo naturalístico, especialmente durante las etapas iniciales del desarrollo de estos carnívoros, ayuda a desarrollar conductas necesarias para la supervivencia en la naturaleza. Dicho entorno ayuda a los turones a refinar sus técnicas de caza, a reconocer las madrigueras de los perritos de la pradera como un refugio donde establecerse y como una vía de escape frente al acoso de depredadores, y a mejorar su forma física. A raíz de estos estudios, se han readaptado las técnicas de manejo de turones cautivos para ayudar a llevar a cabo la recuperación de esta especie de un modo más eficaz y rentable.

Abstract. *Ethology applied to management of endangered species: the case of the black-footed ferret (Mustela nigripes).* Black-footed ferrets are considered one of the world's most endangered mammals. The last wild population was discovered in 1981 in Meeteetsee, Wyoming, and, in 1985 it collapsed due to an epizootic of canine distemper in combination with sylvatic plague. Prior to the extinction of the last remnant population, 18 wild black-footed ferrets were captured to initiate captive propagation efforts. Captive breeding has been successful and, during the last 11 years, more than 2600 black-footed ferrets have been born in captive breeding centers. Since 1991, approximately 870 ferrets have been reintroduced in 5 areas located within the ferret's original geographic distribution, including sites in Wyoming, Montana, South Dakota, and Arizona. Scientific research has been, and continues to be, a critical tool to direct recovery efforts. Studies in applied ethology conducted on captive and reintroduced ferret populations have demonstrated that a naturalistic captive environment, particularly during early developmental periods, enhances the expression of behaviors necessary for survival in nature. Ferrets raised in a naturalistic environment develop better predatory skills, are able to recognize prairie dog burrows as a home and shelter from predators, and are more physically fit. Results from these studies have been adapted into management strategies to help implement a more cost-effective road to black-footed ferret recovery.

Key words: black footed ferret, *Mustela nigripes*, prairie dog, captive breeding, reintroduction, naturalistic environment, predatory behaviour.

Introducción

El turón de patas negras (*Mustela nigripes*) es el carnívoro en mayor peligro de extinción de Norteamérica. Este mustélido subsiste a base de perritos de las praderas (*Cynomys spp.*) y utiliza las madrigueras de este roedor como vivienda y refugio. Tan sólo hace un siglo, los turones, junto con los perritos de las praderas, ocupaban una vasta extensión a lo largo de las Grandes Planicies de Norteamérica, desde el Norte de Canadá hasta el sur de México (Anderson et al., 1986). El costo de esta gran dependencia en el ecosistema formado por los perritos de la pradera ha sido la extrema vulnerabilidad al deterioro medioambiental. En los últimos cien años este ecosistema se ha visto muy alterado debido a campañas de envenenamiento exhaustivas (Miller et al., 1994) y a la peste bubónica (*Yersinia pestis*), enfermedad bacteriana introducida en Norte América a finales del siglo pasado y que es letal para los turones (Williams et al., 1994). La resultante fragmentación del hábitat dejó colonias de perritos de las praderas que eran demasiado pequeñas o demasiado separadas entre sí para mantener poblaciones viables de turones de patas negras. En el presente, tan sólo queda un 2% del hábitat original (Miller et al., 1994).

La última población silvestre del turón de patas negras fue descubierta en Meeteetse, Wyoming (EEUU) en septiembre de 1981, aunque en 1985 este núcleo se extinguió a causa de una epidemia de moquillo canino en combinación con una epidemia de peste bubónica (Williams et al., 1988; Biggins et al., 1997). En un último esfuerzo por salvar la especie, se intentó capturar a todos los ejemplares que quedaban en estado silvestre, lo que dio lugar a un programa de cría en cautividad con los 18 individuos capturados. El programa de cría ha sido fructífero y en estos momentos existen 7 centros de cría funcionando, con buenos resultados, en Estados Unidos y Canadá (Vargas et al., 1996). Durante los últimos 11 años han nacido más de 2600 turones en cautividad de los cuales se han liberado más de 800 animales en áreas de distribución histórica de la especie (Vargas et al., 1999). La cría en cautividad ha proporcionado una oportunidad excelente para estudiar aspectos biológicos sobre esta especie que serían muy difíciles de estudiar con turones silvestres.

Los efectos de la cría en cautividad en el desarrollo de conductas naturales no están todavía muy claros, y existe gran variabilidad entre individuos de una misma especie y entre distintas especies. Sabemos que el entorno que se crea en cautividad influye profundamente en el desarrollo de las conductas animales. A pesar de ello, los objetivos y necesidades del programa, suelen diferir de los objetivos del programa de reintroducción. Los animales cautivos se crían y tratan con gran cuidado y mínimo riesgo para asegurar una reproducción rápida y de forma continua. Sin embargo, cada vez hay una mayor evidencia de que al cabo del tiempo los animales mantenidos en cautividad sufren pérdidas de adaptabilidad a la vida silvestre, aunque todavía hay pocos conocimientos sobre la naturaleza, el grado, las consecuencias y la irreversibilidad de mantener animales en cautividad

durante muchas generaciones (Clark & Galef, 1977; Derrickson & Snyder, 1992).

En el programa de recuperación del turón de patas negras se han estudiado diversos aspectos que influyen en el desarrollo de conductas necesarias para que los animales nacidos y criados en cautividad, puedan sobrevivir en la naturaleza. Dicho programa se ha ido modelando conforme a resultados obtenidos a partir de la investigación científica, y los estudios etológicos han sido críticos para marcar las directrices de dicho programa. En este manuscrito presentaremos los resultados de distintas investigaciones etológicas que recalcan cómo las experiencias vividas por los animales cautivos desde su nacimiento hasta su madurez pueden afectar al desarrollo de conductas necesarias para la supervivencia en la naturaleza. También se hablará de la necesidad de integrar la investigación realizada con los animales cautivos y la realizada con los animales reintroducidos para conseguir un programa eficaz de conservación.

La importancia del entorno en cautividad

En muchas especies de mamíferos, la división neuronal y formación de sinapsis sigue llevándose a cabo después del nacimiento. Numerosos estudios han demostrado que un entorno enriquecido (con mayor estímulo), especialmente durante las primeras fases del desarrollo, puede alterar positivamente la morfología del cerebro (Greenough & Juraska, 1979; Rosenzweig, 1979). Los cerebros de animales criados en este tipo de entornos tienen un mayor peso, al igual que un mayor número de conexiones sinápticas (Greenough & Juraska, 1979). Estos cambios en la morfología cerebral, van asociados a cambios positivos en la conducta animal (mayor capacidad de respuesta, curiosidad e instinto exploratorio; Rosenzweig, 1979). Por ejemplo, ratas criadas en ambientes enriquecidos fueron capaces de escapar de modelos de depredadores de un modo más rápido y eficaz que ratas criadas en ambientes empobrecidos (Renner, 1988).

Para determinar los efectos del enriquecimiento ambiental en cautividad para los turones de patas negras, se realizaron una serie de experimentos. El objetivo principal de esta investigación era averiguar los efectos de la experiencia depredatoria y el entorno cautivo para el desarrollo de las técnicas de caza de los turones (Vargas & Anderson, 1999a). De los cuatro grupos experimentales, dos fueron criados en jaulas enriquecidas (providas de túneles, piedras y cajas) que se cambiaban de lugar semanalmente para ofrecer un ambiente dinámico y estimulante. Dentro de estos dos grupos, uno recibió hamsters (*Mesocricetus auratus*) vivos tres veces por semana durante cuatro meses y el otro grupo recibió igualmente hamsters, pero esta vez muertos, tres veces por semana. Los otros dos grupos experimentales fueron criados en jaulas empobrecidas (sin ningún tipo de mobiliario), y mientras uno de ellos recibió hamsters vivos, el otro recibió hamsters muertos siguiendo la misma pauta que en los grupos de jaulas enriquecidas. Se sometió a los animales a una prueba depredatoria a los cuatro meses de edad (edad en la que los turones se

independizan de sus madres y comienzan a formar territorios propios) para determinar la influencia del entorno y la experiencia depredatoria en las habilidades de caza de los turones.

Los resultados demostraron que los animales con experiencia depredatoria previa desarrollaron una mayor habilidad para cazar hamsters. A su vez, los animales criados en jaulas enriquecidas demostraron una habilidad significativamente superior para cazar hamsters que aquellos turones criados en jaulas empobrecidas (Vargas & Anderson, 1999a). Es posible, que los turones criados en un ambiente con mayor estímulo, aunque nunca hubieran tenido la oportunidad de matar presas vivas, tengan una mayor capacidad para identificar a un hamster como un tipo de presa adecuado.

Este estudio, al igual que otros (Carlstead, 1992; Shepherdson et al., 1998), indica que las jaulas enriquecidas conducen a cambios positivos en la conducta animal y aumentan la capacidad de resolver problemas en aquellos animales mantenidos en cautividad. Asimismo, esto influye en la capacidad de supervivencia cuando los turones cautivos son reintroducidos en el nuevo y dinámico ambiente que presenta el hábitat natural de las colonias de perritos de las praderas. A su vez, diversos estudios indican que entornos cautivos artificiales conducen a la domesticación progresiva (Clark & Galef, 1977, 1980; Derrickson & Snyder, 1992; Snyder et al 1996) y a la pérdida paulatina de conductas naturales en generaciones sucesivas de animales silvestres mantenidos en cautividad (Dean Biggins, datos no publicados).

Desarrollo de preferencias alimentarias

La impronta o troquelado es un proceso de aprendizaje que requiere que los animales sean expuestos a un estímulo específico durante un periodo crítico de su desarrollo. La impronta es un tipo de aprendizaje permanente y asegura que cierta información específica esté a disposición del animal antes de ser aplicada por primera vez (Immelmann, 1975). Los animales que no sean expuestos a dicho estímulo durante la fase crítica de desarrollo puede que sean capaces de desarrollar las pautas de conducta específicas cuando lleguen a su madurez, pero lo harán de modo menos eficaz (Gossow, 1970; Caro, 1979).

En el caso de los turones de patas negras, se ha logrado establecer la existencia de un periodo crítico para el desarrollo de preferencias alimentarias. Este fenómeno se basa en los estudios realizados por Apfelbach (1978, 1986), que demostró que los hurones domésticos (*Mustela putorius furo*) preferían el olor de aquellas presas a las que habían sido expuestos durante el segundo y tercer mes de vida. Apfelbach (1986) demostró que este desarrollo de preferencias alimenticias es un tipo de impronta y que está relacionado con cambios morfoestructurales en las sinápsis del bulbo olfatorio. Debido a la extrema dependencia de los turones sobre los perritos de las praderas, era importante determinar si la dieta recibida durante los primeros meses de vida influiría en las preferencias alimenticias de los turones adultos.

Para determinar los efectos de la dieta en el desarrollo de preferencias alimenticias de turones de patas

negras, elegimos tres grupos experimentales a los que ofrecimos tres regímenes dietéticos durante un periodo entre los 60 y los 90 días de vida. Tanto antes de los 30 como después de los 90 días, los turones recibieron la dieta estándar (60% de pienso de visón mezclado con un 40% de conejo; ver Vargas & Anderson 1996a). Dentro de los tres grupos experimentales, uno recibió la dieta standard, otro grupo recibió perritos de las praderas tres veces por semana (y dieta estándar el resto de los días), y otro recibió perritos de las praderas a diario durante la probable fase crítica para el desarrollo de preferencias alimenticias. Cuando los turones cumplieron los seis meses de edad, fueron expuestos a un test de preferencias, en el que podían elegir la dieta standard o perritos de la pradera (Vargas & Anderson, 1996a). Los resultados demostraron que a mayor proporción de perritos en la dieta mayor era la preferencia por este tipo de alimento. Es decir, que la mayor parte de los turones que recibieron la dieta estándar eligieron dicha dieta, mientras que los que recibieron perritos de la pradera a diario durante la fase crítica, prefirieron perritos a pesar de haber recibido otro tipo de dieta tanto antes como después del periodo de impronta. Los turones que recibieron perritos tres veces por semana no demostraron ninguna preferencia específica.

Se concluyó que, a pesar de la gran dependencia de los turones por perritos de la pradera, su preferencia por este tipo de presa no es innata, sino que se adquiere durante un periodo crítico durante el desarrollo de las crías de turón (Vargas & Anderson, 1996a). Estos resultados condujeron a cambios en el manejo de los turones criados en cautividad, especialmente en el manejo de todos los individuos destinados a ser reintroducidos en su medio natural. Desde la primera reintroducción de 1991, todos los turones criados en cautividad reciben perritos de las praderas desde los 60 días de vida hasta su suelta.

Uso del hábitat

En el programa de recuperación del turón de patas negras se han investigado los efectos de distintos ambientes cautivos y de distintos métodos de suelta en el comportamiento de los turones tanto antes como después de su reintroducción en la naturaleza. Entre otros aspectos, se comparó la conducta de los turones que habían sido criados en las jaulas típicas del programa de cría con animales que habían sido criados en instalaciones al exterior (instalaciones de entrenamiento, a las que nos referiremos como instalaciones naturalísticas). La jaulas utilizadas para criar turones en cautividad tenían 1.2 x 1.2 m de superficie con acceso a dos cajas nido de 0.39 x 1.22 x 0.61 m (Vargas & Anderson, 1996b). Las instalaciones naturalísticas comprendían un área desde 18 a 280 m², con una profundidad entre 1.2-2.4 m y con perritos de la pradera vivos y establecidos en una compleja red de madrigueras creadas por ellos mismos (Biggins et al., 1998).

Tras su liberación en el campo, los turones fueron seguidos por medio de técnicas de radio-telemetría (Biggins et al., 1993, 1998, 1999). Los resultados de este seguimiento indicaron que los turones entrenados en instalaciones naturalísticas (con madrigueras y perritos

de las praderas) demostraron tener conductas necesarias para la supervivencia en la naturaleza. Por ejemplo, estos animales se movían de un modo más eficaz por la superficie de la pradera, es decir entrando en madrigueras con frecuencia y pasando el menor tiempo posible en la superficie. A su vez, la mayoría de estos animales se quedaron en el área de mayor densidad de presas, sin dispersarse mucho de la zona principal de reintroducción (Biggins et al., 1993, 1998, 1999). Al desplazarse distancias cortas de modo rápido, los turones disminuyen en gran medida sus posibilidades de encuentro con depredadores, y por tanto aumentan su probabilidad de supervivencia. Por el contrario, dos terceras partes de los turones criados en jaulas normales se dispersaron a zonas lejanas inmediatamente después de la suelta, estableciéndose finalmente en áreas donde las densidades de perritos eran más bajas (Biggins et al., 1993, 1999). Este tipo de dispersión puede indicar una incapacidad inicial para reconocer las madrigueras de los perritos como un lugar donde vivir. Por el contrario, los animales expuestos a madrigueras y perritos antes de su liberación fueron más aptos para reconocer las madrigueras como un buen lugar para establecerse. Nuestros resultados demuestran que el tipo de entorno y las experiencias que viven los turones cautivos durante su desarrollo influyen de modo importante en su modo de utilizar el hábitat tras su reintroducción a la naturaleza.

Huir de los depredadores

Las conductas necesarias para evitar de un modo eficaz el acecho de un depredador suponen tanto el reconocimiento del depredador en sí como una correcta y eficaz respuesta de escape. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EEUU y el Zoo Nacional de Washington, D.C., colaboraron durante 2 años en un programa de investigación en el que utilizaron turones siberianos (*Mustela eversmanni*) como especie nodriza del turón de patas negras (Miller et al., 1991 a y b). El objetivo de esta investigación consistió en determinar qué factores afectaban en mayor medida la supervivencia del turón de patas negras. Entre otras variables, se midieron las conductas de "huida de la presa al acecho de depredadores". Se midieron las respuestas de huida de los turones siberianos con depredadores simulados, aéreos y terrestres (Miller et al., 1991). Como depredador terrestre se utilizó un tejón (*Taxidea taxus*) disecado montado en un camión a control remoto y como depredador aéreo, un búho real (*Bubo virginianus*) disecado que era lanzado desde lo alto y planeaba por encima de los turones. Al tiempo en que se exponía a los turones a estos ataques simulados, se les suministraba un estímulo negativo suave, cargando pistolas con gomas elásticas y disparándolas sobre los turones cuando el depredador se acercaba; de este modo se intentaba evitar que se habituaran a la presencia de estos depredadores (Miller et al., 1991a).

Los turones demostraron tener una respuesta innata a los depredadores a partir de los 4 meses de vida (Miller et al., 1991 a). Un sólo estímulo negativo conseguía mejorar la respuesta de escape, pero la memoria de

los turones era corta (no más de 1 semana). Los turones siberianos aprendieron de modo más efectivo cuando se les sometió a la presencia de un perro vivo, y en este caso recordaron la experiencia durante un período de 2 semanas (Miller et al., 1992). Pero a pesar de haber aprendido a huir de un perro vivo, los turones liberados no llegaron a sobrevivir más tiempo que aquellos turones que no tuvieron ninguna experiencia con depredadores. Desde un punto de vista evolutivo es lógico que una pauta de conducta tan urgente como la huida de depredadores tenga un fuerte componente innato. Sin embargo, tanto los turones siberianos como los de patas negras, criados en ambientes naturalísticos, desarrollaron pautas de comportamiento que les ayudaron a reducir el contacto con posibles depredadores (Miller et al., 1993, 1998; Biggins et al., 1998, 1999). El valor de un ambiente cautivo enriquecido para el desarrollo de técnicas de huida puede que no dependa de un simple estímulo negativo con un determinado depredador sino de otros factores tales como un buen reconocimiento del hábitat (es decir, aprender a identificar las madrigueras de los perritos como vía de escape), con el desarrollo de pautas de actividad y movimientos naturales y con el desarrollo de una buena forma física.

Comportamiento de caza

Dado que los turones son noctámbulos y viven bajo tierra, la depredación sobre los perritos de la pradera es muy difícil de observar en estado silvestre. En un principio se creía que, como otros mustélidos, los turones de patas negras mataban a sus presas con un mordisco en la nuca. Se realizaron investigaciones sobre la ontogénesis del comportamiento depredatorio de los turones que revelaron que, de hecho, este es el modo en que los turones matan a presas pequeñas. Por ejemplo, los turones matan hamsters con un eficaz mordisco en la nuca, lo que asegura una rápida ruptura de la médula espinal y por tanto produce la muerte instantánea de la presa (Vargas & Anderson, 1999a). Sin embargo, los turones matan a los perritos de la pradera, que son su presa principal, de un modo muy distinto. Por la noche y dentro de las pequeñas madrigueras de los perritos, los turones se deslizan por encima de su presa que está dormida y los despiertan con un toque en el flanco, el perrito entonces levanta la cabeza y el turón dirige un poderoso mordisco a la garganta de su presa; este mordisco produce en el perrito una condición de anoxia severa que lo mata en menos de un minuto (Vargas & Anderson, 1999b). Se comprobó que todos los perritos de la pradera que murieron en cautividad por ataque de turón, lo hicieron por un mordisco en la garganta que les produjo la muerte por asfixia.

Las conclusiones de este trabajo demostraron que la orientación del mordisco que produce la muerte es innata en el turón, la presa pequeña siempre recibe el mordisco en la nuca, mientras que las presas de mayor tamaño lo reciben en la garganta (Vargas & Anderson 1999a, 1999b). A pesar de que la orientación del mordisco que produce la muerte sea innata, se intentó determinar el efecto de la experiencia en el desarrollo de las

habilidades de caza. Esto se consiguió exponiendo a los turones a perritos de la pradera vivos, una vez por semana durante cuatro semanas consecutivas (cuatro pruebas en total). La eficacia a la hora de matar perritos de la pradera, medida como el lapso de tiempo transcurrido entre el contacto visual con el perrito y la muerte de dicha presa, mejoró en gran manera (un 70%) de la primera prueba a la segunda. A partir de la segunda prueba, la eficacia a la hora de matar perritos mejoró ligeramente pero no de forma significativa (Vargas & Anderson, 1999b).

A partir de estos estudios se concluyó que tanto la madurez como la experiencia juegan un papel importante en el desarrollo de las conductas depredatorias del turón de patas negras. Un entorno naturalístico ofrece a los turones la oportunidad de adquirir experiencias con perritos de la pradera vivos y les enseña a orientarse en las intrincadas madrigueras de éstos. Este tipo de ambiente también puede ayudar a los turones jóvenes a aprender a atacar presas en el momento adecuado de su desarrollo, lo que en definitiva redundará en una mejora de su eficacia predatoria durante la madurez.

El uso de la etología como parte del manejo adaptativo en el programa del turón de patas negras

Los estudios etológicos han sido críticos a la hora de desarrollar las directrices del programa de recuperación del turón de patas negras. Los estudios discutidos en este manuscrito han ayudado a mejorar el mantenimiento y la tasa reproductiva de los animales en cautividad, para refinar métodos de suelta y para mejorar la supervivencia de los animales reintroducidos. Los índices de supervivencia de turones reintroducidos demuestran que los turones expuestos a condiciones naturalísticas antes de la suelta tienen una probabilidad de supervivencia a largo plazo hasta 10 veces superior que los turones criados en jaulas (Biggins et al., 1998). Basándose en los estudios aquí discutidos, el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EEUU estipuló en 1997 que todos los turones destinados a ser reintroducidos han de ser entrenados en instalaciones naturalísticas. Este tipo de instalaciones sirven como fuente de ejercicio físico, fomentan una exposición natural a parásitos que más tarde encontrarán en la naturaleza (ej. garrapatas y pulgas), exponen a los animales a oscilaciones en el fotoperíodo y en las condiciones climáticas, lo que ayuda al desarrollo de ritmos de actividad más naturales. El contacto con las madrigueras agudiza la capacidad de huida de las presas al acoso de los depredadores y mejora las habilidades de búsqueda y captura de presas. Asimismo, crecer en un entorno naturalístico facilita que los turones aprendan conductas naturales, necesarias para su supervivencia, durante períodos críticos de su desarrollo. Por tanto, el Equipo de Recuperación del Turón de Patas Negras recomienda que el mayor número posible de turones sean criados en instalaciones naturalísticas y que aquellos turones nacidos en jaulas típicas de cría (ver descripción en la sección «La importancia del entorno en cautividad»), sean trasladados a instalaciones naturalísticas

tan pronto como sea posible; preferiblemente, antes de los 90 días de edad. Siguiendo esta misma línea, cuatro áreas de reintroducción, Arizona, Dakota del Sur, Colorado-Utah y Montana, han decidido establecer instalaciones naturalísticas para la cría y el entrenamiento de turones cautivos destinados a ser liberados en dichas áreas.

La información de los datos de campo ha sido esencial para mejorar las estrategias de cría en cautividad y reintroducción del turón de patas negras. Nuestros estudios demuestran que la etología puede servir para mejorar técnicas de manejo y de reintroducción y por tanto ayudar a llevar cabo de forma eficaz la recuperación de especies amenazadas. Consideramos de suma importancia el mantener una base de datos precisa sobre las conductas de animales cautivos destinados a ser reintroducidos, tanto antes como después de la suelta; esto proporcionará información importante que ayudará a mejorar las técnicas de reintroducción. También queremos enfatizar la importancia de hacer un seguimiento intensivo de los animales reintroducidos para poder evaluar cuales son las causas de mortalidad y las bases para la supervivencia. El número de animales que llegan a reproducirse en libertad será la mejor prueba del éxito obtenido y por tanto el seguimiento de los animales tras su liberación es absolutamente esencial. Las experiencias que se obtengan en las primeras sueltas ayudarán a mejorar las estrategias de cría y de suelta para futuras reintroducciones y así se podrá alcanzar la vía más rentable y eficaz para la recuperación de especies cautivas destinadas a la reintroducción. Finalmente, recomendamos la formación de un equipo de especialistas que ayuden a evaluar y resolver los problemas que surjan durante el programa de recuperación, así evitaremos que prevalezca una sola filosofía y se aumentará la creatividad y la diversidad de opiniones. El equipo ha de utilizar el método científico y ha de someter el programa a una constante evaluación de sus políticas.

El turón de patas negras es en realidad un síntoma de un ecosistema en peligro de extinción. El ecosistema formado por los perritos de la pradera es un oasis de diversidad biológica en las vastas planicies de Norteamérica, albergando un número de especies hasta 38 veces mayor que las estepas herbáceas no ocupadas por perritos (Clark, 1989). Utilizando al turón de patas negras como especie bandera, esperamos ayudar a proteger a una especie clave, el perrito de la pradera, que en estos momentos, y por razones políticas, no disfruta de protección legal. Por tanto, una efectiva recuperación del turón de patas negras, ayudará a proteger a un gran número de especies que dependen del ecosistema de los perritos de la pradera para su supervivencia.

Agradecimientos. El Programa de Recuperación del Turón de Patas Negras es un proyecto complejo, en el que han intervenido más de 30 organizaciones y un gran número de individuos. Queremos agradecer la colaboración de todos aquellos involucrados en la protección y recuperación de este fascinante mustélido. Las fuentes de financiación para llevar a cabo los estudios mencionados provinieron del US Fish and Wildlife Service, USGS Biological Resources Division, Smithsonian Institution,

National Fish & Wildlife Foundation, Wildlife Preservation trust International, Wyoming Cooperative Fish & Wildlife Research Unit, Wyoming Game & Fish Department, Bureau of Land Management, Chevron USA, the Legacy Program of the US Department of Defense, and PIC technologies. Mención especial merecen todos aquellos zoológicos que contribuyeron a la cría de turones en cautividad para su reintroducción. Estos son: USFWS National Black-footed Ferret Conservation Center (anteriormente conocido como el WGF D Sybille Research Unit), el Parque Zoológico Nacional-Conservation and Research Center, el Zoo de Omaha, los Jardines Zoológicos de Louisville, el Zoo de Phoenix, el Zoo de Cheyenne Mountain, y el Zoo de Toronto. Apreciamos enormemente la dedicación de todos los profesionales que trabajaron en las áreas de reintroducción de Dakota del Sur, Montana (Charles Russell National Wildlife Refuge y la Reserva Indígena de Ft. Belknap Indian Reservation), Arizona, Wyoming, and Colorado-Utah. Aunque no hay espacio para nombrar al gran número de biólogos y técnicos que ayudaron a llevar a cabo distintos aspectos de los estudios aquí mencionados, su valiosa ayuda es sinceramente apreciada.

Bibliografía

- Anderson, E., Forrest, S.C., Clark, T.W. & Richardson, L., 1986. Paleobiology, biogeography and systematics of the Black-footed Ferret. *Great Basin Nat. Memoirs*, 8:11-62.
- Apfelbach, R., 1978. A sensitive phase for the development of olfactory preference in ferrets (*Mustela putorius f. furo* L.). *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 43:289-295.
- Apfelbach, R., 1986. Imprinting on prey odors in ferrets (*Mustela putorius f. furo* L.) and its neural correlates. *Behav. Proc.*, 12:363-381.
- Biggins, D. E., Miller, B. J., Clark, T. W. & Reading, R.P., 1997. Management of an endangered species: The black-footed ferret. In: *Principles of Conservation Biology*: 420-426 (G. K. Meffe, C. R. Carroll, and Contributors, Eds.). Second Edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Biggins, D., Godbey, J., Hanebury, L., Marinari, P., Matchett, R. & Vargas, A., 1998. Survival of Black-footed Ferrets. *J. Wildl. Manage.*, 62:643-653.
- Biggins, D., Vargas, A., Godbey, G. & Anderson, S., 1999. Influence of pre-release experience on reintroduced Black-footed Ferrets. *Biol. Conserv.* (in press).
- Biggins, D.E., Godbey, J. & Vargas, A., 1993. Influence of pre-release experience on reintroduced black-footed ferrets (*Mustela nigripes*). U.S. Fish and Wildlife Service Report, 27 May 1993. USFWS - National Ecology Research Center, Ft. Collins, Colorado. 20 pages.
- Carlstead, K., 1992. Stress, stereotypic pacing, and environmental enrichment in leopard cats (*Felis bengalensis*). Pages 104-111 in AAZPA/CAZPA Annual Conference Proceedings.
- Caro, T.M., 1979. Relations of kitten behaviour and adult predation. *Z. Tierpsychol.*, 51:158-168.
- Clark, M.M., & Galef, B.G., 1977. The role of the physical rearing environment in the domestication of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*). *Anim. Behav.*, 25:298-316.
- Clark, M.M., & Galef, B.G., 1980. Effect of rearing environment on adrenal weights, sexual development, and behavior of gerbils: an examination of Richter's domestication hypothesis. *J. Comp. Phys. Psych.*, 94:857-863.
- Clark, T.W., 1989. Conservation biology of the endangered black-footed ferret (*Mustela nigripes*). Wildlife Preservation Trust International Special Scientific Report 3. 175pp.
- Derrickson, S.R. & Snyder, N.F.R., 1992. Potentials and limits of captive breeding in parrot conservation. In: *New World Parrots in crisis: Solutions from conservation biology*: 133-163 (S.R. Beissinger & N.F.R. Snyder, Eds.). Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Gossow, H., 1970. Vergleichende verhaltensstudien an Marderartigen I. über Lautäußerungen und zum Beuteverhalten. *Z. Tierpsychol.*, 27:405-480.
- Greenough, W.T. & Juraska, J.M., 1979. Experience induced changes in brain fine structure: Their behavioral implications. In: *Development and evolution of brain size: Behavioral implications*: 263-294 (M.E. Hahn, C. Jensen & B.C. Dudek, Eds.). New York: Academic Press.
- Immelmann, K., 1975. Ecological significance of imprinting and early learning. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 6:15-37.
- Miller, B., Biggins, D., Hanebury, L., & Vargas, A., 1993. Reintroduction of the black-footed ferret. In: *Creative conservation: Interactive management of wild and captive animals*: 455-464 (G. Mace, P. Olney & A. Feisner, Eds.). London: Chapman and Hall.
- Miller, B., Biggins, D., Hanebury, L., Conway, C. & Wemmer, C., 1992. Black-footed ferrets-rehabilitation of a species. *Wildl. Rehab.*, 9:183-192.
- Miller, B., Biggins, D., Vargas, A., Hutchins, M., Hanebury, L., Godbey, J., Anderson, S., Wemmer, C. & Oldemeyer, J., 1998. The captive environment and reintroduction. In: *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*: 92-112 (D. Shepherdson, J. Mellen, & M. Hutchins, Eds.). Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Miller, B., Biggins, D., Wemmer, C., Powell, R., Calvo, L. & Wharton, T., 1991. Development of survival skills in captive-raised Siberian polecats (*Mustela eversmanni*) II: Predator avoidance. *J. Ethol.*, 8:95-104.
- Miller, B., Biggins, D., Wemmer, C., Powell, R., Hanebury, L., Horn, D. & Vargas, A., 1991. Development of survival skills in captive-raised Siberian polecats (*Mustela eversmanni*) I: Locating prey. *J. Ethol.*, 8:89-94.
- Miller, B., Ceballos, G. & Reading, R., 1994. Prairie Dogs, Poison, and Biotic Diversity. *Conserv. Biol.*, 8:677-681.
- Renner, M.J., 1988. Learning during exploration: the role of behavioral topography during exploration in determining subsequent adaptive behavior. *Int. J. Comp. Psychol.*, 2:43-56.
- Rosenzweig, M.R., 1979. Responsiveness of brain size to individual experience: Behavioral and evolutionary implications. In: *Development and Evolution of Brain Size: Behavioral Implications*: 263-294 (M.E. Hahn, C. Jensen & B.C. Dudek, Eds.). New York: Academic Press.
- Shepherdson, D., Mellen, J. & Hutchins, M. (Eds), 1998. *Second nature: Environmental enrichment for captive animals*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Snyder, N.F., Derrickson, S.R., Beissinger, S.R., Wiley, J.W., Smith, T.B., Toone, W.D. & Miller, B., 1996. Limitations

- of captive breeding in endangered species recovery. *Cons. Biol.*, 10:338-348.
- Vargas A, Lockhart, M., Marinari, P., & Gober, P., 1996. The reintroduction process: Black-footed Ferrets as a case study. In: *Proceedings for the American Zoo and Aquarium Association Western Regional Conference*: 829-834, May 15-19, 1996, Denver, Colorado.
- Vargas, A. & Anderson, S.H., 1996a. The effects of diet on Black-footed Ferret (*Mustela nigripes*) food preference. *Zoo Biol.*, 15:105-113.
- Vargas, A. & Anderson, S.H., 1996b. Growth and development of captive-raised Black-footed Ferrets (*Mustela nigripes*). *Am. Midl. Nat.*, 135:43-52.
- Vargas, A. & Anderson, S.H., 1999a. Effects of experience and cage enrichment on predatory skills of Black-footed Ferrets (*Mustela nigripes*). *J. Mammal.*, 80(1):263-269.
- Vargas, A. & Anderson, S.H., 1999b. Ontogeny of Black-footed Ferret predatory behavior towards Prairie Dogs. *Can. J. Zool.*, (in press).
- Vargas, A., Gober, P., Lockhart, & Marinari, P., 1999. Black-footed Ferrets: Recovering an endangered species in an endangered habitat. In: *Mustelids in a Modern World: Conservation Aspects of Human-Carnivore Interactions* (H. Griffith, Ed.). England: Hull University Press (in press).
- Williams, E. S., Mills, K., Kwiatkowski, D. R., Thorne, E. T. & Boerger-Fields, A., 1994. Plague in a black-footed ferret (*Mustela nigripes*). *J. Wildl. Dis.*, 30:581-585.
- Williams, E. S., Thorne, E. T., Appel, M. J. G. & Belitsky, D. W., 1988. Canine distemper in black-footed ferrets (*Mustela nigripes*) from Wyoming. *J. Wildl. Dis.*, 24:385-398.