

## DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE CÁNIDOS SILVESTRES EN AMBIENTES ESTEPARIOS DE LA PATAGONIA, ARGENTINA

A. TRAVAINI<sup>1</sup>, S. C. ZAPATA<sup>2</sup>, C. ZORATTI<sup>3</sup>, G. SORIA<sup>3,4</sup>,  
F. ESCOBAR<sup>3</sup>, G. AGUILERA<sup>3</sup> y P. COLLAVINO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones de Puerto Deseado, Universidad Nacional de la Patagonia Austral. CONICET. Avenida Lotufo S/N. 9050 Puerto Deseado. Santa Cruz, ARGENTINA

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones de Puerto Deseado, Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Avenida Lotufo S/N. 9050 Puerto Deseado. Santa Cruz, ARGENTINA

<sup>3</sup>Monumento Natural Bosques Petrificados, Casilla de Correos 198, 9011 Caleta Olivia. Santa Cruz, ARGENTINA

<sup>4</sup>Dirección actual, Parque Nacional Las Quijadas. Casilla de Correos 147, 5700 San Luis, ARGENTINA

### RESUMEN

La gestión de la fauna silvestre debe basarse en sólida información de base. Ello incluye el seguimiento de poblaciones para ayudar a mantenerlas en tamaños próximos a aquellos previamente fijados. El desarrollo de programas de seguimiento requiere de una considerable planificación y evaluación estadística antes de su implementación. El objetivo de nuestro trabajo fue desarrollar un programa de seguimiento para dos especies de cánidos silvestres en Patagonia: el zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) y el zorro gris (*P. griseus*). Tratamos de averiguar, utilizando el programa MONITOR, cual debería ser el esfuerzo de muestreo anual para detectar una disminución del 50% de la población actual en los próximos 5 años (esto es una tasa anual de -12,94%), o en los próximos 10 años (una tasa anual de -6.70%), satisfaciendo una potencia mínima del 80%. El trabajo de campo se realizó en el área protegida "Monumento Natural Bosques Petrificados", Provincia de Santa Cruz, Argentina. Como estimador de la abundancia de los zorros se utilizaron las visitas a líneas de estaciones de cebado. El costo ambiental de cometer un error de Tipo II es mayor que el de cometer uno de Tipo I, por lo que utilizamos alternativamente tres niveles de  $\alpha$ : 0.05, 0.10 y 0.15. Probamos también un esfuerzo de muestreo (número de líneas de estaciones de cebado) creciente, activándolas una, dos y hasta tres veces por año. Como valores iniciales para alimentar el programa MONITOR utilizamos la media y desviación estándar del índice de visita a cada una de las 20 líneas que se instalaron en el área de estudio. Para detectar una disminución del 50% en cinco años cualquier programa de seguimiento poblacional deberá basarse al menos en dos repeticiones anuales de las estaciones de cebado. Un programa de seguimiento accesible a las disponibilidades del área protegida sería aquel diseñado para detectar una disminución del 50% en diez años (-6.7% anual), con un  $\alpha$  de 0.10 y un esfuerzo de 16 líneas, activadas una vez por año y revisadas durante dos o tres noches consecutivas. Se proponen alternativas para utilizar solo la primer noche de muestreo, de forma que los resultados sean luego comparables con los de experiencias de estaciones de olor en otras regiones de la Patagonia. La puesta en marcha de programas como el aquí presentado servirán para la toma de decisiones a organizaciones encargadas de la gestión de la fauna silvestre, autorizando o prohibiendo extracciones destinadas al mercado peletero. Servirían también para conocer a tiempo incrementos poblacionales, permitiendo así tomar medidas preventivas tendentes a disminuir conflictos con la actividad ganadera.

**Palabras Clave:** abundancia relativa, seguimiento, carnívoros, zorro colorado, zorro gris, *Pseudalopex culpaeus*, *Pseudalopex griseus*, tendencia poblacional, potencia, Patagonia, estaciones de cebado.

## ABSTRACT

Wildlife management decisions should be based on solid baseline information, with monitoring populations as a necessary activity whenever the management objective is maintaining abundance at a previously stated level. Developing a monitoring program requires careful experimental and statistical considerations in order to get confidence about its capability in detecting predefined trends. Our objective was to develop a monitoring program for two canid species (the Grey Fox *Pseudalopex griseus* and the Culpeo Fox *P. culpaeus*), based on visitation indices to bait stations. Using MONITOR software we estimated the sampling effort necessary to detect a 50% decrease in their populations during the next 5 years (annual rate of -12,94%) and during the next 10 years (annual rate of -6,70%), with a minimum power of 80%. We assume that the environmental cost of making a Type II error (failing to detect a real population trend) is greater than that of making a Type I error (sounding a false alarm) and used three alpha levels 0.05, 0.10 and 0.15. We also tested an increasing sampling effort (number of bait stations lines), and activating them during one, two and up to three times in a single year. We fed the MONITOR program with the mean visitation index to the 20 transects activated on several occasions during the previous year in the study area. In order to detect a 50% decrease over the next 5 years, any monitoring program should be based on at least two annual replicates of the bait stations. A monitoring program accessible to the protected area manpower and financial resources and considering the conservation status of the target species would be one developed to detect a 50% decrease over the next 10 years, activating 16 lines once a year, during two or three consecutive nights and an alpha of 0.10. We also discuss alternatives to use only the first night of visit in order to assimilate bait stations to scent stations and make these results comparable with other studies in Patagonia, Argentina.

Monitoring programs like the one presented here would be valuable to help managers when deciding about harvest quotas for the fur trade, or anticipating conflicts and solutions with sheep rangers by detecting increasing trends in Culpeo populations.

**Key Words:** relative abundance, monitoring, carnivores, culpeo fox, gray fox, *Pseudalopex culpaeus*, *Pseudalopex griseus*, trends, power, Patagonia, bait stations.

## INTRODUCCIÓN

Tanto ecólogos teóricos como aplicados buscan permanentemente pruebas rigurosas y objetivas que les permitan hacer inferencias confiables de sus observaciones (Anderson *et al.* 2000). En este contexto, la gestión de fauna silvestre debe basarse en información sólida. Así, el mantener poblaciones en tamaños próximos a los prefijados debe hacerse con el auxilio de programas específicos de seguimiento (Bowden *et al.* 2000). Seguimiento, en un sentido amplio, se refiere a la colección y análisis repetido de observaciones sobre la condición de alguna cantidad o atributo dentro de un área y período predefinido, incluyendo el interés por detectar cambios importantes en esa condición (Thompson *et al.* 1998). Aunque conceptualmente sencilla, la tarea del seguimiento de poblaciones en el tiempo puede dificultarse, e incluso arruinarse, si no se basa en un cuidadoso diseño tanto de los estimadores de abundancia elegidos como del protocolo de muestreo, que deberá ajustarse a los objetivos planteados y a la disponibilidad de recursos financieros y tiempo. Un programa de seguimiento poblacional, elaborado con base en una cuidadosa planificación y evaluación estadística (Taylor & Gerrodette 1993, Zielinski & Stauffer 1996), permite evaluar la eficiencia en la gestión de especies sometidas a cosecha, especies plaga o aquellas con problemas de conservación (Gibbs *et al.* 1999).

En la búsqueda de tendencias se pueden cometer dos tipos de errores (Gibbs *et al.* 1999). En primer lugar se podría concluir falsamente que existe una tendencia cuando en

realidad no es así (rechazar la Hipótesis nula, de no cambio, cuando ésta es verdadera), cometiéndose lo que se conoce como error de tipo I, con probabilidad  $\alpha$  de cometerlo. Por otro lado, también se puede concluir erróneamente que no existe una tendencia en los datos cuando ésta sí existe (aceptar la Hipótesis nula cuando es falsa), lo que constituye un error de tipo II, con probabilidad  $\beta$  de cometerlo. El concepto de Potencia ( $1-\beta$ ) está estrechamente ligado a estos errores. En palabras de Gibbs *et al.* (1999), la probabilidad de que un programa de seguimiento detecte un cambio o tendencia cuando estos han ocurrido, a pesar del “ruido” contenido en la información de base, representa su potencia estadística. Debido a que, la significación biológica y estadística no son siempre equivalentes (Dixon *et al.* 1998, Johnson 1999) y que dentro del contexto de un programa de seguimiento poblacional la significación biológica debería primar, se considera aceptable relajar los niveles de  $\alpha$  a 0.1 ó 0.2 (Kendall *et al.* 1992). Como el objetivo de todo programa de seguimiento poblacional es advertir los posibles cambios a tiempo para tomar medidas correctivas, es preferible utilizar esfuerzo extra en algunas pocas falsas alarmas de cambio que haber esperado demasiado a resultados conclusivos, reducidas ya las alternativas para remediar la extinción o explosión de la población en cuestión (Gibbs 1999).

A pesar que la Potencia es central en el desarrollo de todo programa de seguimiento poblacional, raramente es tomada en cuenta. La consecuencia de esto es dedicar esfuerzo y recursos a la colección de datos que posteriormente resultan insuficientes para basar en ellos inferencias confiables, o por el contrario, coleccionar datos en exceso a lo necesario, con el consiguiente derroche de recursos (Gibbs 1998, Loughheed *et al.* 1999).

Las poblaciones de carnívoros silvestres suelen mantener un interés permanente por parte del hombre (Sillero 2000), en algunos casos por estar decreciendo y en otros por considerarlas perjudiciales. En Patagonia las poblaciones silvestres de zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*, previamente incluido en el genero *Dusicyon*; Novaro 1997) y zorro gris (*Pseudalopex griseus*) han sido cosechadas durante mucho tiempo por el valor comercial de su piel, y en el caso del zorro colorado por su papel como predador de ganado ovino (Bellati & Von Thungen 1990, Travaini *et al.* 2000). De esta forma, a sus posibles fluctuaciones naturales, se sumaron los efectos de la cosecha comercial y el control. Las cuotas para estas extracciones estuvieron fuertemente influenciadas por el valor de la piel en el mercado o por los efectos dañinos sobre la ganadería, nunca basadas en estimaciones del estado de conservación de las poblaciones silvestres. Conocer el estado y las tendencias de estas poblaciones debe ser requisito indispensable sobre el cual basar decisiones de control o cosecha sostenida, bajo el objetivo común de garantizar su aprovechamiento y conservación. En este contexto y teniendo en cuenta además que en toda el área de su extensa distribución, ambas especies guardan básicamente la misma relación con el hombre, censos regulares y el seguimiento de sus poblaciones deben ser prioritarios si se quiere garantizar su conservación.

Por tratarse de especies crípticas y poco abundantes, es recomendable el uso de métodos de muestreo indirectos como aquellos que involucran el recuento de huellas u otros signos (Lancia *et al.* 1996), en lugar de recuentos directos o captura-recaptura. Éstos, además, podrían aplicarse luego en áreas extensas a costos accesibles. Las

estaciones de olor (Linhart & Knowlton 1975, Roughton & Sweeny 1982) han demostrado ser de mucha utilidad a la hora de evaluar abundancias relativas en poblaciones de cánidos silvestres. En Estados Unidos se han empleado con coyotes (*Canis latrans*), (Martin & Fagre 1988), zorros grises (*Urocyon cinereoargenteus*) y rojos (*Vulpes vulpes*) (Linscombe et al. 1983, Conner et al. 1983), mientras que en Europa las pruebas se han concentrado más en el zorro rojo (Travaini et al. 1996). Recientemente Novaro et al. (2001) calibraron los índices de abundancia relativa de visita a las estaciones de olor con abundancias absolutas para zorros colorados, encontrando entre ambos una relación lineal, directa y significativa. Una variante de las estaciones de olor son las estaciones de cebado (Trewhella et al. 1991, Thompson & Fleming 1994, Henderson et al. 1999, Travaini et al. 2001), de las que se diferencian por brindar una recompensa alimenticia (el cebo) al individuo que la visita.

El objetivo de nuestro trabajo fue desarrollar un programa de seguimiento para el zorro colorado y el zorro gris, basado en índices de visita a estaciones de cebado en ambientes esteparios de la Patagonia.

La pregunta que buscamos contestar fue: ¿Cuál es el esfuerzo de muestreo anual para detectar una disminución realista y útil a la gestión de estas dos especies?. La disminución que se propone detectar permitiría que se puedan tomar medidas correctivas a tiempo. Como muchas otras especies de cánidos (Zorro rojo europeo, *Vulpes vulpes*, Travaini 1995, Zapata et al. 1997) los zorros colorados y grises poseen tasas de crecimiento y capacidad de dispersión y recolonización altas (Novaro 1997, Johnson & Franklin 1994). Esto las hace resistentes a drásticas reducciones, pudiendo recuperarse rápidamente de las altas tasas de mortalidad producidas por la persecución humana (Novaro 1997).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el área protegida “Monumento Natural Bosques Petrificados” (47° 39.887’S; 67° 59.729’W), ubicada en el Departamento Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina. Está comprendida por tres partes, el área inicialmente protegida (100 km<sup>2</sup>) y otras dos, compuestas por establecimientos ganaderos vecinos anexados recientemente por la Administración de Parques Nacionales. Estos son “Cerro Horquetas” (47° 41.086’S; 68° 07.564’W) y “El Cuadro” (47° 34.864’S; 67° 58.118’W), cada uno con una superficie aproximada de 200 km<sup>2</sup>. La precipitación anual oscila entre 100 y 300 mm. La temperatura media anual es de aproximadamente 17°C, con un promedio de 12.4 días al año con temperaturas bajo cero. Raramente nieva pero el viento (usualmente entre moderado y fuerte y del oeste) es prácticamente constante (Harris 1998). La mayor parte del área está cubierta por pastizales y arbustos bajos, redondeados y espinosos (Soriano 1983) con una cobertura que oscila entre un 10% en las zonas más áridas, hasta un 60% (Bertiller & Bisigato 1998).

Una línea de estaciones de cebado, la unidad de muestreo, constó de seis estaciones espaciadas 500 m entre sí, ubicadas a lados alternos a lo largo de caminos secundarios.

Una estación de cebado consistió en un círculo de 1m de diámetro de tierra cernida, en cuyo centro se ubicó el cebo. Básicamente se trató de una estación de olor (Linhart & Knowlton 1975, Roughton & Sweeny 1982, Sargeant *et al.* 1998), pero en la que el individuo que la visitó pudo llevarse una recompensa alimenticia. El cebo utilizado consistió de 30 g de carne picada a la que se agregó almidón para darle consistencia y aceite hidrogenado para evitar su rápida desecación una vez expuesto a la intemperie (Travaini *et al.* 2001), por último se agregó a la mezcla un atrayente oloroso, de los utilizados para cebar trampas de captura viva o en la instalación de estaciones de olor para este y otros carnívoros (Travaini *et al.* 1997, 2001, Novaro *et al.* 2000, Diefenbach *et al.* 1994, Nottingham *et al.* 1989). Cada línea de estaciones de olor se consideró una unidad de muestreo independiente, bajo el supuesto que un zorro, colorado o gris, podría eventualmente visitar más de una estación cada noche, pero sería muy poco probable que pudiese visitar más de una línea diferente en una sola noche. Para garantizar esto las líneas estuvieron separadas siempre al menos 1000 m entre sí. Cada prueba tomó cuatro días para completarse. Durante el primer día se instalaron las estaciones, que fueron revisadas durante los siguientes tres días, por las mañanas. En cada estación se registró si fue visitada, que especie lo hizo y si consumió o no el cebo. Todos los cálculos posteriores se hicieron en base a las visitas y se identificó específicamente al zorro por el tamaño de su huella (Travaini *et al.* 2001). Cada mañana se limpió la estación de las huellas dejadas la noche anterior y se repuso el cebo cuando fue necesario. Todas las pruebas se llevaron a cabo con tiempo seco, aunque en ocasiones el viento destruyó algunas estaciones. Al final de cada prueba se colectaron y destruyeron todos los cebos no consumidos. Para cada línea se calculó un índice de visita siguiendo a Linhart & Knowlton (1978)

Índice de visita = (No. de estaciones visitadas/No. de estaciones operables) \* 1000

Este índice se calculó para:

- a) la primera de las tres noches (6 estaciones operables por línea)
- b) las dos primeras noches (12 estaciones operables por línea)
- c) y las tres noches (18 estaciones operables por línea).

Analizamos el conjunto de resultados obtenidos con el programa MONITOR (Gibbs 1995) fijando una potencia mínima del 80%. El programa MONITOR utiliza simulaciones de Monte Carlo (Manly 1997) para modelar recuentos en el tiempo, posteriormente genera tasas de detección observadas, las que deriva de análisis *route-regression* (Geissler & Sauer 1990, Gibbs & Melvin 1997). Se trata de un modelo lineal multiplicativo, en el que los cambios poblacionales son modelados como un proceso multiplicativo en el cual el recuento esperado en el año “Y<sub>+1</sub>” es un múltiplo del recuento esperado en el año “Y” (Thomas 1996). El programa MONITOR es de acceso gratuito en <http://WWW.MP1-PWRV.USGS.GOV/powcase/monitor.html>. A continuación detallamos, utilizando

terminología consistente con la de MONITOR, la información básica con la que lo alimentamos.

De acuerdo con Gibbs *et al.* (1999) para un nivel de  $\alpha = 0.10$  y una Potencia de 0.8 o mayor ( $\beta \neq 0.20$ ), un seguimiento poblacional relativamente infrecuente, basado en un número relativamente pequeño de parcelas (líneas en nuestro caso), sería suficiente para detectar tendencias poblacionales fuertes. De acuerdo con numerosos autores (Parkinson *et al.* 1988, Peterman 1990, Kendall *et al.* 1992, Mapstone 1995), consideramos que las consecuencias para la gestión de estas especies de cometer un error de Tipo II (no advertir una tendencia presente) son mayores que aquellas por cometer uno de Tipo I (incurrir en una falsa alarma), por lo que utilizamos alternativamente tres niveles de  $\alpha$  (0.05, 0.10 y 0.15) y establecimos como aceptable una potencia de 0.8 (lo que significa que fallaríamos en detectar una tendencia con una probabilidad del 20%).

Calculamos la potencia de programas de seguimiento poblacional basados en un número creciente de líneas de estaciones de cebado (nuestra unidad de muestreo y variable dependiente), partiendo de 10 líneas (tamaño de muestra), en incrementos de dos y con un máximo de 20, que corresponde al máximo posible de instalar y revisar en una jornada de trabajo por un equipo de dos personas.

Evaluamos, para cada tamaño de muestra, el efecto que sobre la potencia del programa tenía el hecho de repetir las estaciones de cebado una, dos y hasta tres veces por año.

Como valores iniciales para alimentar el programa utilizamos la media y desviación estándar del índice de visita a cada una de las 20 líneas diferentes que se instalaron en el área de estudio (Travaini *et al.* 2001).

De acuerdo con los objetivos planteados, pusimos a prueba dos posibles programas alternativos. El primero que fuese capaz de detectar una disminución en la población de zorros del 50% en 5 años (a una tasa anual de -12,94%), y el segundo para la misma disminución pero en 10 años (a una tasa anual de -6,70%).

Todas las estimaciones de potencia planteadas se calcularon para cada uno de los siguientes casos: 1) teniendo en cuenta solo la primera noche de visita a las estaciones (en este caso la estación de cebado es equivalente a la de olor), 2) las dos primeras noches y 3) las tres noches que duró cada prueba. Esto se hizo así porque observamos que la desviación estándar del índice de visita a las estaciones de cebado disminuía conforme se utilizaban más noches. Esto puede deberse a que la recompensa del cebo provoque un incremento gradual en el índice de visita. Por este motivo, algunos autores recomiendan incrementar el número de noches en la activación de estaciones de olor (sin recompensa) cuando se trata de especies poco abundantes (Conner *et al.* 1983). Reducciones en la desviación estándar significan luego incrementos de potencia o, para potencias fijas, disminuciones en el esfuerzo de muestreo.

Para cada combinación de interés de las variables con las que se alimentó el programa (número de líneas, número de repeticiones por año, número de noches activas en cada ocasión, nivel de  $\alpha$  y duración del programa de seguimiento en años) se realizaron 1000 simulaciones.

## RESULTADOS

Se realizaron cinco pruebas de estaciones de cebado en “El Cuadro” y tres en “Cerro Horquetas”;. El número de líneas activadas en cada caso osciló entre seis y diez (Cuadro 1), en función de las condiciones meteorológicas y el estado de los caminos secundarios utilizados.

**Cuadro 1**

Índice de visita promedio a las estaciones de cebado activadas en dos estancias anexas al Monumento Natural Bosques Petrificados, Santa Cruz, Argentina, entre septiembre de 1999 y septiembre de 2000.

Localidad	Fecha	No. líneas <sup>a</sup>	Índice de visita <sup>b</sup> (D.S)	
			Zorro Colorado	Zorro Gris
El Cuadro	Septiembre 1999	9	185 (130)	18 (55)
	Febrero 2000	10	200 (246)	66 (86)
	Marzo 2000	10	430 (337)	157 (215)
	Abril 2000	8	612 (340)	300 (355)
	Septiembre 2000	6	305 (427)	250 (329)
Cerro Horqueta	Abril 2000	10	210 (209)	200 (350)
	Mayo 2000	6	94 (104)	333 (422)
	Septiembre 2000	6	56 (136)	250 (346)

<sup>a</sup> El número de líneas activadas durante cada fecha varió en función de condiciones meteorológicas y transitabilidad de los caminos secundarios utilizados. <sup>b</sup> Promedio del índice de visita a todas las líneas activadas durante cada prueba. Solo se utilizó la primera noche de las tres que se mantuvieron activas, de forma de poder considerarlas equivalentes a las estaciones de olor.

Cualquier programa de seguimiento poblacional que tenga como objetivo detectar una disminución del 50% en cinco años, deberá basarse en al menos dos repeticiones anuales de las estaciones de cebado (Fig. 1). No se alcanzó una potencia del 80% aún con el máximo esfuerzo de muestreo posible (activando 20 líneas de cebado, revisándolas durante tres noches consecutivas y repitiendo esto tres veces por año), para detectar con este ensayo un decrecimiento en la población de zorros colorados y grises de un 50%, en 5 años y con un  $\alpha$  de 0.05 (Fig. 1a). Se alcanzó una potencia del 80%, para ambas especies de zorro, con un esfuerzo de 16 líneas, revisadas durante tres noches, activadas tres veces por año y elevando el nivel de  $\alpha$  a 0.10 (Fig. 1b).

Un esfuerzo de muestreo accesible a las disponibilidades del área protegida se obtiene, para ambos zorros, con un programa de seguimiento poblacional diseñado para detectar una disminución del 50% en diez años (6.7% anual), con un  $\alpha$  de 0.10 y un esfuerzo de 16 líneas, activadas una vez por año y revisadas durante tres noches consecutivas (Fig. 2).

Si se quiere activar las estaciones solo la primera noche de muestreo, de forma que los resultados sean después comparables con los ensayos en otras regiones de la Patagonia (Novaro *et al.* 2000), entonces cabrían al menos dos alternativas. Una estaría dada por mantener el nivel de  $\alpha$  en 0.10 (incluso en 0.05) y repetir las estaciones dos veces por año (Figs. 2a, b). La segunda se basaría en relajar el nivel de  $\alpha$  a 0.15 (incrementando así el error de Tipo I y las “falsas alarmas”) e instalar 16 líneas una vez por año (Fig. 2c).

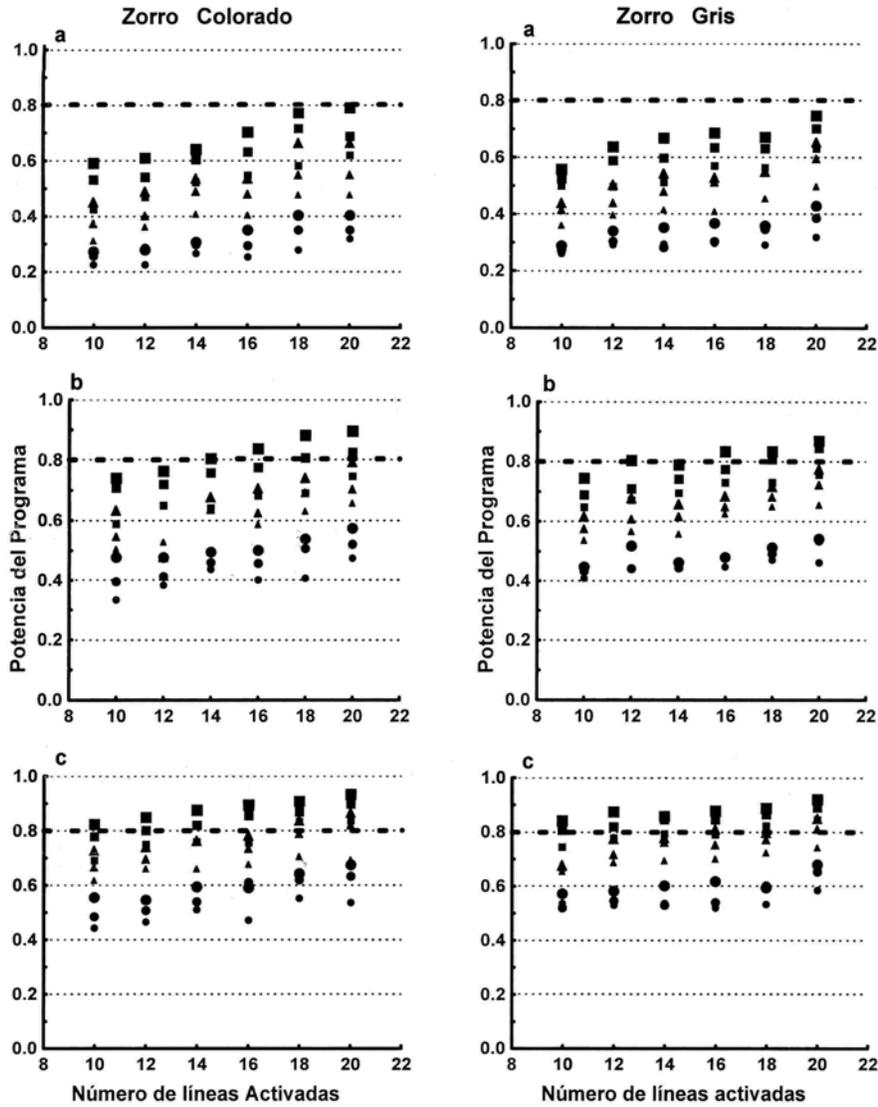


Figura 1

Potencia de programas de seguimiento poblacional de zorros colorados (*Pseudalopex culpaeus*) y grises (*P. griseus*) para detectar una disminución del 50% en el índice de visita a estaciones de cebado en cinco años (-12,94% anual) en función del esfuerzo de muestreo expresado por el número de líneas activas, en la Patagonia argentina. Los círculos (•) representan programas basados en la activación de las líneas una vez por año, los triángulos (◦) dos veces por año y los cuadrados (◻) tres veces por año. Los símbolos pequeños identifican líneas de estaciones de cebado que se activan solo una noche, los de tamaño intermedio dos noches y los de mayor tamaño tres noches consecutivas (máximo considerado). La línea punteada gruesa identifica la potencia de 0.8 (80%) que se utilizó como valor crítico para este trabajo. Las letras “a”, “b” y “c” identifican simulaciones hechas con  $\alpha = 0.05, 0.10$  y  $0.15$ , respectivamente.

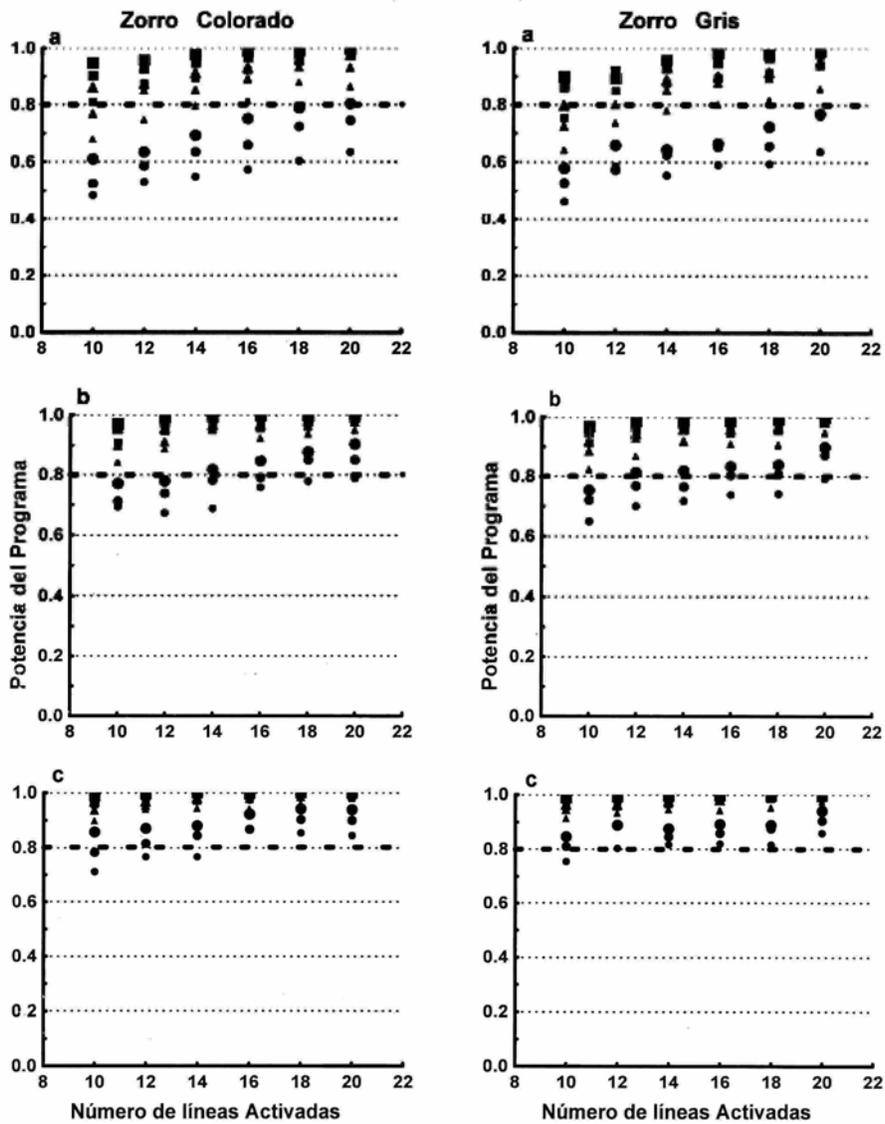


Figura 2

Potencia de programas de monitoreo de zorros colorados (*Pseudalopex culpaeus*) y grises (*P. griseus*) para detectar una disminución del 50% en el índice de visita a estaciones de cebado en diez años (- 6,7% anual) en función del esfuerzo de muestreo (número de líneas activas), en la Patagonia. Los círculos ( ) representan programas basados en la activación de las líneas una vez por año, los triángulos (•) dos veces por año y los cuadrados ( ) tres veces por año. Los símbolos pequeños identifican líneas de estaciones de cebado que se activan solo una noche, los de tamaño intermedio dos noches y los de mayor tamaño tres noches (máximo considerado). La línea punteada gruesa identifica la potencia de 0.8 (80%) que se utilizó como valor crítico para este trabajo. Las letras "a", "b" y "c" identifican simulaciones hechas con  $\alpha = 0.05, 0.10$  y  $0.15$ , respectivamente.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para elegir el programa de seguimiento poblacional más adecuado se deben tener en cuenta la o las especies de que se trate, el estado de conservación de las mismas, el costo de llevar a cabo los muestreos, los requerimientos y disponibilidad de recursos humanos y la logística para realizarlos, así como los beneficios esperados para la gestión de las especies. La potencia y el esfuerzo de muestreo (número de líneas activadas, repeticiones anuales, número de noches revisadas en cada ocasión) están relacionados directamente. Así, a medida que el esfuerzo de muestreo aumenta, también lo hace la potencia para detectar tendencias. En este trabajo pusimos a prueba diferentes alternativas y recomendamos aquellas que alcancen una potencia de al menos un 80%, y tamaños de muestra accesibles para los encargados de repetir los muestreos anualmente. Mas que el número de líneas a activar, que no pueden superar las 20, fueron el número de veces que el muestreo se repita por año y el plazo total en el que se quiere detectar la tendencia, las variables que más influyeron sobre el programa de seguimiento. Una posible explicación a esto es que la fuerte variabilidad en los índices de visita, característica inherente a este método, no disminuye marcadamente con un aumento en el número de líneas activas. Sin embargo, aumentar el número de repeticiones en el año y el plazo total del programa, si colaboró significativamente para mantener los tamaños muestrales dentro de los límites prefijados por la capacidad de trabajo. Plantear un programa a diez años (en lugar de cinco) permitió alcanzar la potencia deseada inicialmente, con un adecuado tamaño de muestra. Por último, pretender resultados estadísticamente significativos al más exigente nivel de  $\alpha = 0.05$ , implica esfuerzos de muestreo inalcanzables.

En la provincia de Santa Cruz ambas especies de zorro se encuentran en buen estado de conservación (Travaini *et al.* 2000) y no existen indicios robustos para pensar que esa situación sea radicalmente diferente en el resto de la Patagonia. Basándonos en la calibración entre el índice de visita a las estaciones de cebado y la densidad absoluta para el zorro colorado (Novaro *et al.* 2001), calculamos una densidad promedio de 0.71 zorros/km<sup>2</sup> (SD= 0.47; ES= 0.21; Rango= 0.34-1.47; n= 5), similar a la estimada por Novaro *et al.* (2001) en ambientes similares del Norte de la Patagonia. Para este cálculo utilizamos solo la primera noche de visita a las estaciones de cebado (Cuadro 1) y excluimos un único valor extremo (2.30 zorros/km<sup>2</sup>, resultado de una prueba en Abril de 2001), por estar fuera del rango de densidades para el cual se calibró y se recomienda usar este índice (Novaro *et al.* 2000). No disponemos de una herramienta similar para el zorro gris, pero los índices de visita de esta especie a las estaciones de cebado fueron elevados (Cuadro 1) y consideramos altamente probable que también lo sean sus densidades absolutas.

En la región de Patagonia, ambas especies han estado sujetas a fuertes extracciones poblacionales, de las que se han recuperado en poco tiempo una vez eliminada la presión extractiva sobre ellas. Consideramos por tanto que ambos zorros no son especies frágiles que requieran de un seguimiento muy riguroso, y que la disminución (50%) y el plazo para

detectarla (10 años) planteado en este trabajo son conservadores y suficientes para tomar medidas correctivas a tiempo. Aunque consideramos solamente la posibilidad de una disminución en la población, por el estado de conservación de ambas especies de zorros en el área protegida, cualquiera de los protocolos que finalmente se elija, estarán en condiciones de detectar incrementos similares. Esto es así pues, manteniendo el resto de las variables iguales, el esfuerzo necesario para detectar incrementos es menor que el necesario para detectar esos mismos decrementos (Gibbs 1995).

Las estaciones de cebado, utilizadas durante solo una noche son equivalentes a las estaciones de olor. Estas últimas han sido calibradas con la abundancia absoluta para zorros colorados (Novaro *et al.* 2000) en hábitat de estepa patagónica y para rangos de abundancia similares a los obtenidos durante el presente estudio. De esta forma, y al menos para los zorros colorados, un programa de seguimiento como alguno de los descritos, cumplirá con el requisito de basarse en un índice de abundancia que no sufren cambios significativos en la relación que mantiene con la densidad absoluta de la especie objetivo (Walker *et al.* 2000). Adicionalmente, la técnica de estaciones de cebado aquí propuesta cumple con el doble requisito buscado por los investigadores que basan sus relevamientos en signos (Kendall *et al.* 1992), ya que es económica y de fácil repetición.

Poner en marcha este tipo de programa servirá como herramienta robusta para la toma de decisiones a los organismos provinciales encargados de la gestión de la fauna silvestre, autorizando o prohibiendo extracciones destinadas al mercado peletero que, aunque de poca importancia actualmente, podría incrementarse a niveles similares a los que tuvo 20 años atrás dependiendo de las fluctuaciones en los gustos y modas. Del mismo modo, serviría para conocer a tiempo incrementos en sus poblaciones silvestres, permitiendo así tomar medidas preventivas tendientes a disminuir los conflictos de estas especies con la actividad ganadera en la región. Conocer a tiempo tendencias crecientes en las poblaciones de zorros colorados permitiría iniciar tempranamente programas de control selectivo, evitando el uso masivo de métodos poco eficientes y altamente inespecíficos.

#### AGRADECIMIENTOS

A Claudio Chehebar y la Administración de Parques Nacionales por autorizarnos a realizar los ensayos dentro del Monumento Natural Bosques Petrificados. A Ernesto Aguilar, Esteban Frere, Miguel Delibes y Rolando Martínez-Peck por su colaboración en las tareas de campo. Javier Pereira colaboró en el análisis de la información. M. Delibes, P. Ferreras, J. Bustamante, J. Sarasola y J. Pereira revisaron y mejoraron sensiblemente este manuscrito. Este trabajo se financió con fondos de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (Proyecto B-013), el FONCyT (BID 802/OC-PICT N 08-03293), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de La Nación a través del "Programa de Apoyo a la Producción Agropecuaria Patagónica en Emergencia" Resoluciones SAGPyA N° 613/96, 716/97 y 925/97, el International Foundation for Science (Project B/2981-1) y el Consejo Agrario Provincial (CAP).

LITERATURA CITADA

- Anderson, D. R., K. P. Burnham, & W. L. Thompson. 2000. Null hypothesis testing: problems, prevalence, and an alternative. *J. Wildl. Manage.* 64:912-923.
- Bellati, J. & J. Von Thüngen. 1990. Lamb predation in Patagonian ranches. Pp 263-268. In: L.R. Davis & R.E. Marsh (eds). *Proceedings 14<sup>th</sup> Vertebrate Pest Conference*. University of California, Davis.
- Bertiller, M. B. & A. Bisigato. 1998. Vegetation dynamics under grazing disturbance. The state-and-transition model for the Patagonian steppes. *Ecol. Austral* 8:191-199.
- Bowden, D. C., G. C. White & R. M. Bartmann. 2000. Optimal allocation of sampling effort for monitoring a harvested mule deer population. *J. Wildl. Manage.* 64:1013-1024.
- Conner, M. C., R. F. Labisky & D. R. Progulsk. 1983. Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, racoons, Grey foxes, and opossums. *Wildl. Soc. Bull.* 2:146-152.
- Diefenbach, D. R., M. J. Conroy, R. J. Warren, W. E. James, L. A. Baker & T. Hon. 1994. A test of the scent-station survey technique for bobcats. *J. Wildl. Manage.* 58:10-17.
- Dixon, P. M., A. R. Olson & B. M. Kahn. 1998. Measuring trends in biological resources. *Ecol. Appl.* 8:225-227.
- FUCEMA. 1997. *Libro Rojo. Mamíferos y Aves Amenazados de la Argentina*. Buenos Aires. 221 pp.
- Geissler, P. H. & J. R. Sauer. 1990. Topic in route regression analysys. Pp. 54-57. In: J.R. Sauer & S. Droege (eds). *Survey Designs and Statistical Methods for the Estimation of Avian Populations Trends*. U.S. Fish Wildl. Serv., Biol. Rept. 90(1).
- Gibbs, J. P. 1995. *Monitor: Users Manual*. Department of Biology, Yale University, new Haven, Connecticut. 24 pp.
- \_\_\_\_\_. 1998. Ecological Monitoring: designing effective programs to track populations. Pp 49-53. In: J.P. Gibbs, M.L. Hunter & E.J. Sterling (eds). *Problem-Solving in Conservation Biology and Wildlife Management*. Blackwell. Oxford.
- Gibbs, J. P. & S. Melvin. 1997. Power to detect trends in waterbird abundance with call-response surveys. *J. Wildl. Manage.* 61:1262-1267.
- Gibbs, J. P., H. L. Snell & C. E. Causton. 1999. Effective monitoring for adaptive wildlife management: lessons from the Galápagos Islands. *J. Wildl. Manage.* 63:1055-1065.
- Harris, G. 1998. *A guide to the birds and mammals of coastal Patagonia*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey, USA. 231 pp.
- Henderson, R. J., C. M. Frampton, D. R. Morgan, & G. J. Hickling. 1999. The efficacy of baits containing 1080 for control of Brushtail Possums. *J. Wildl. Manage.* 63:1138-1151.
- Johnson, D. H. 1999. The insignificance of statistical significance testing. *J. Wildl. Manage.* 63:763-772.
- Johnson, W. E. & W. L. Franklin. 1994. Conservation implications of South American Grey Fox (*Dusicyon griseus*) Socioecology in the Patagonia of Southern Chile. *Vida Silv. Neotrop.* 3:16-23.
- Kendall, K. C., L. H. Metzgar, D. A. Patterson & B. M. Steele. 1992. Power of sign surveys to monitor population trends. *Ecol. Appl.* 2:422-430.
- Lancia, R. A., J. D. Nichols & K. H. Pollock. 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations. Pp. 215-253. In: T.A. Bookhout (ed). *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. The Wildlife Society. Bethesda.
- Linhart, S. B. & F. F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent station lines. *Wildl. Soc. Bull.* 3:119-124.

- Linscombe, G., N. Kinler & V. Wright. 1983. An analysis of scent station response in Louisiana. Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies, 37:190-200.
- Lougheed, L. W., A. Breault & D. B. Lank. 1999. Estimating statistical power to evaluate ongoing waterfowl population monitoring. *J. Wildl. Manage.* 63: 1359-1369.
- Manly, B. F. J. 1997. *Randomization, Bootstrap and Monte Carlo methods in Biology*. Second Edition. Chapman and Hall, London.
- Mapstone, B. D. 1995. Scalable decision rules for environmental impact studies: effect size, type I, and type II errors. *Ecol. Appl.* 5:401-410.
- Martin, D. J. & D. B. Fagre. 1988. Field evaluation of a synthetic coyote attractant. *Wildl. Soc. Bull.* 16:390-396.
- Nottingham, B. G., K. G. Johnson & M. R. Pelton. 1989. Evaluation of scent-station surveys to monitor Raccoon density. *Wildl. Soc. Bull.* 17:29-35.
- Novaro, A. J. 1991. Surce-sink dynamics induced by hunting: case study of culpeo foxes on rangelands in Patagonia, Argentina. Tesis de Doctorado, Universidad De Florida.
- \_\_\_\_\_. 1997. *Pseudalopex culpaeus*. *Mammalian Species* 558:1-8.
- Novaro, A. J., M. C. Funes, C. Rambeaud & O. Monsalvo. 2001. Calibración del índice de estaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del Zorro Colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. *Mast. Neotrop.* 7:81-88.
- Parkinson, E. A., J. Berkowitz & C. J. Bull. 1988. Sample size requirements for detecting changes in some fisheries statistics from small trout lakes. *N. Am. J. Fish. Manage.* 8:181-190.
- Peterman, R. M. 1990. Statistical power analysis can improve fisheries research and management. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.* 47:2-15.
- Roughton, R. D. & M. W. Sweeny. 1982. Refinements in scent-station methodology for assessing trends in carnivore populations. *J. Wildl. Manage.* 46:217-229.
- Sargeant, G. A., D. H. Johnson & W. E. Berg. 1998. Interpreting carnivore scent-station surveys. *J. Wildl. Manage.* 62:1235-1245.
- Sillero-Subiri, C. 2000. Resolución de conflictos entre grandes carnívoros y el hombre. *Mast. Neotrop.* 7:69-72.
- Soriano, A. 1983. Deserts and semi-deserts of Patagonia. Pp 423-459. In: N.E. West (ed). *Temperate Deserts and Semi-Deserts*. Elsevier, Amsterdam.
- Taylor, B. L. & T. Gerrodette. 1993. The uses of statistical power in conservation biology: the Vaquita and Northern Spotted Owl. *Cons. Biol.* 7:489-500.
- Thomas, L. 1996. Monitoring long-term population change: why are there so many analysis methods? *Ecology* 77:49-58.
- Thompson, J. A. & P. J. S. Fleming. 1994. Evaluation of the efficacy of 1080 poisoning of Red foxes usin visitation to non-toxic baits as an index of fox abundance. *Wildl. Res.* 21:27-39.
- Thompson, W. L., G. C. White & C. Gowan. 1998. *Monitoring Vertebrate Populations*. Academic Press, San Diego. 365 pp.
- Travaini, A., R. Laffitte & M. Delibes. 1996. Determining the relative abundance of European red foxes by scent-station methodology. *Wildl. Soc. Bull.* 24:500-504.
- Travaini, A., R. Martínez-Peck & S. C. Zapata. 2001. Selection of odor attractants and meat delivery methods for control of Culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in Patagonia. *Wildl. Soc. Bull.* 29:1089-1096.
- Travaini, A., S. C. Zapata, R. Martínez-Peck & M. Delibes. 2000. Percepción y actitud humanas hacia la predación de ganado ovino por el zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Santa Cruz, Patagonia Argentina. *Mast. Neotrop.* 7:117-129.

*Travaini et al.: Seguimiento de cánidos silvestres en la Patagonia, Argentina*

- Trewhella, W. J., S. Harris, G. C. Smith & A. K. Nadian. 1991. A field trial evaluating bait uptake by an urban fox (*Vulpes vulpes*) population. *J. Appl. Ecol.* 28:454-466.
- Walker, R. S., A. J. Novaro & J. D. Nichols. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. *Mast. Neotrop.* 7:73:80.
- Zapata, S. C., A. Travaini & M. Delibes. 1997. Reproduction of the red fox, *Vulpes vulpes*, in Doñana, Southern Spain. *Mammalia* 61:628-631.
- Zielinski, W. J. & H. B. Stauffer. 1996. Monitoring Martes populations in California: survey design and power analysis. *Ecol. Appl.* 6:1254-1267.

*Recibido: 5 de noviembre 2001*

*Aceptado: 20 de marzo 2003*