

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Biología

Tesis de Licenciatura en Biología

“Distribución, densidad y uso de hábitat de
Choique (*Pterocnemia pennata pennata*) y Mara (*Dolichotis patagonum*)
en la Reserva Provincial Auca Mahuida, Neuquén”

Noviembre 2004



ALUMNA: Lorena Fernanda Rivas

DIRECTOR: Rebecca Susan Walker

LUGAR DE TRABAJO: Centro de Ecología Aplicada del Neuquén

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIALES Y MÉTODOS	4
RESULTADOS	9
DISCUSIÓN	15
AGRADECIMIENTOS	20
BIBLIOGRAFÍA	21
APÉNDICE A	26

RESUMEN

Generalmente se asume que las áreas naturales protegidas son herramientas para reducir la probabilidad de extinción de las especies que allí se albergan. Sin embargo, la mayoría de las áreas protegidas que se crean en el mundo se delimitan con criterios de atracción geológica o con fines meramente estéticos. Dentro de la patagonia árida, un 4% del área total está representada por áreas protegidas, y sólo 1% del área total está protegida en regiones con guarda permanente. Además, una proporción importante de las áreas protegidas está expuesta al sobrepastoreo por el ganado, como a la exploración y explotación de petróleo y gas.

El choique (*Pterocnemia pennata pennata*) y la mara (*Dolichotis patagonum*) son dos herbívoros nativos de la patagonia árida cuyas poblaciones podrían estar siendo negativamente afectadas por estas actividades. A fin de detener este fenómeno, es importante determinar cuáles son los factores causantes y analizar si su protección es adecuada en las reservas existentes. Los objetivos de este estudio son: 1) estimar la densidad y uso de hábitat de choique y mara dentro y en la periferia de la reserva provincial Auca Mahuida y, 2) evaluar si el tamaño poblacional dentro de los límites actuales de esta reserva es demográficamente viable para las especies en estudio.

El área de estudio es dentro y en la periferia de la Reserva Provincial Auca Mahuida, localizada al noreste de la provincia de Neuquén, Argentina. Para describir la vegetación del área de estudio se usó el método de línea de intercepción. Se analizó uso de hábitat y estimó la densidad relativa de choique y mara con transectas de signos. Para estimar la densidad absoluta de choique y mara se realizaron transectas de ancho indefinido en caminos y picadas en vehículo. Se calculó una tasa de defecación diaria para la mara y con ésta se estimó la densidad absoluta de esta especie. Mediante el programa ArcView 3.2 GIS se calculó el área por hábitat y se extrapolaron las densidades de ambas especies a cada tipo de hábitat y a la totalidad de la reserva. De esta manera se obtuvo una estimación estacional del tamaño poblacional que existe dentro de los límites de la reserva.

Se han propuesto diferentes criterios para evaluar el estado de conservación de una población (viabilidad demográfica o genética, funcionalidad ecológica). La abundancia de choique y mara en el área protegida estudiada es menor que el indicado por cualquier de los criterios considerados, por lo cual se encontrarían en situación crítica en cuanto a su estado de conservación.

INTRODUCCIÓN

La extinción de especies como resultado de las actividades humanas está ocurriendo aproximadamente mil veces más rápido que la tasa natural de evolución de especies nuevas (Primack 2001). Generalmente, se supone que las áreas naturales protegidas deberían ser herramientas para reducir la probabilidad de extinción de las especies que allí se albergan, asumiendo que proveen protección contra las actividades humanas que son amenaza, fuera de las mismas. Sin embargo, la mayoría de las áreas protegidas que se crean en el mundo no se establecen utilizando criterios de protección biológica de las especies allí existentes, sino que muchas veces se delimitan con otros criterios como atracción geológica, valor paisajístico o disponibilidad de la tierra (Meffe & Carroll 1997). Si pretendemos conservar especies en áreas protegidas, debemos evaluar si las reservas creadas por otros propósitos están albergando poblaciones viables de estas especies. Newmark (1987), en un estudio en Norteamérica, y Simonetti & Mella (1997) en Chile, hallaron que muchos de los parques nacionales estudiados eran demasiado chicos para albergar poblaciones demográficamente viables de mamíferos.

Dentro de la Patagonia árida, un 4% del área total está representada por áreas protegidas, y sólo 1% del área total está protegida con algún tipo de contralor permanente (Walker et al. en prensa), lo que favorece amenazas como la caza furtiva en sitios que carecen de esa protección permanente. Además, una proporción importante de las áreas protegidas de Patagonia árida está expuesta al sobrepastoreo por ganado, como así también a la exploración y explotación de petróleo y gas (Fiori & Zalba 2003). De este modo, y como se observa en otras partes del mundo (Primack 2001), muchas de las áreas protegidas de la Patagonia pueden ser insuficientes para frenar la declinación poblacional y extinción de las especies en peligro.

El fin de la conservación en reservas debería ser retener la diversidad de elementos biológicos y procesos ecológicos inherentes a la naturaleza, que de otro modo se perderían por la continua degradación del hábitat (Meffe & Carrol 1997). La ganadería extensiva que se realiza en Patagonia se ha manejado generalmente con cargas ganaderas bastante superiores a las permitidas por la receptividad de los campos, lo que lleva a una progresiva degradación del hábitat (Golluscio et al. 1998). Adicionalmente, la actividad hidrocarburífera (más reciente en la zona comparándola con la actividad ganadera que se inició a fines del siglo XIX) ha tenido un fuerte impacto en los ambientes naturales, con la apertura de picadas para exploración (que permite el acceso de cazadores y leñadores furtivos por las mismas), las piletas de purga y los derrames de fluidos contaminantes (Pires 1995).

El choique (*Pterocnemia pennata pennata*) y la mara (*Dolichotis patagonum*) son dos herbívoros nativos de la Patagonia árida, cuyas poblaciones podrían estar siendo negativamente afectadas por las actividades antes mencionadas (Funes 1998, Funes & Novaro 1999, Funes et al. 2000, Fiori & Zalba 2003). El choique o ñandú petiso (chequear si es con S o Z) es un ave no adaptada para el vuelo que alcanza una altura promedio de 1.10 m. Existen evidencias de que la especie ha declinado poblacionalmente en la región en las últimas décadas, con una reducción de densidad de 86% en poco menos de 20 años, en un sitio del sur de la provincia de Neuquén, de 2.4 ind./km² (del Valle 1982) a 0.33 ind./km² (Funes et al. 2000). La mara es el cávido más grande encontrado en la región (Campos et al. 2001), es monógama y realiza cría comunal cooperativa en cuevas (Taber & MacDonald 1992a, Taber & MacDonald 1992b). No se han hecho estudios estimando su densidad en la región, aunque sí se sabe que su población también está sufriendo una retracción importante, posiblemente a causa de la expansión de especies introducidas y la caza (Walker et al., datos no publ.).

A fin de detener la declinación de las poblaciones de choique y mara, es necesario determinar cuáles son los factores causantes de este fenómeno y analizar si su protección es adecuada en las reservas existentes. Ambas especies están representadas en diversas áreas protegidas a lo largo de la región (Walker et al., datos no publ.). Además de los dos informes citados anteriormente, existen sólo dos publicaciones con estimaciones de densidad de choique para la Patagonia (de Lucca 1996, Novaro et al. 2000). No existe estimación alguna de densidad poblacional para mara, y la eficacia de las reservas existentes en la protección de las poblaciones de estas dos especies no ha sido aún evaluada.

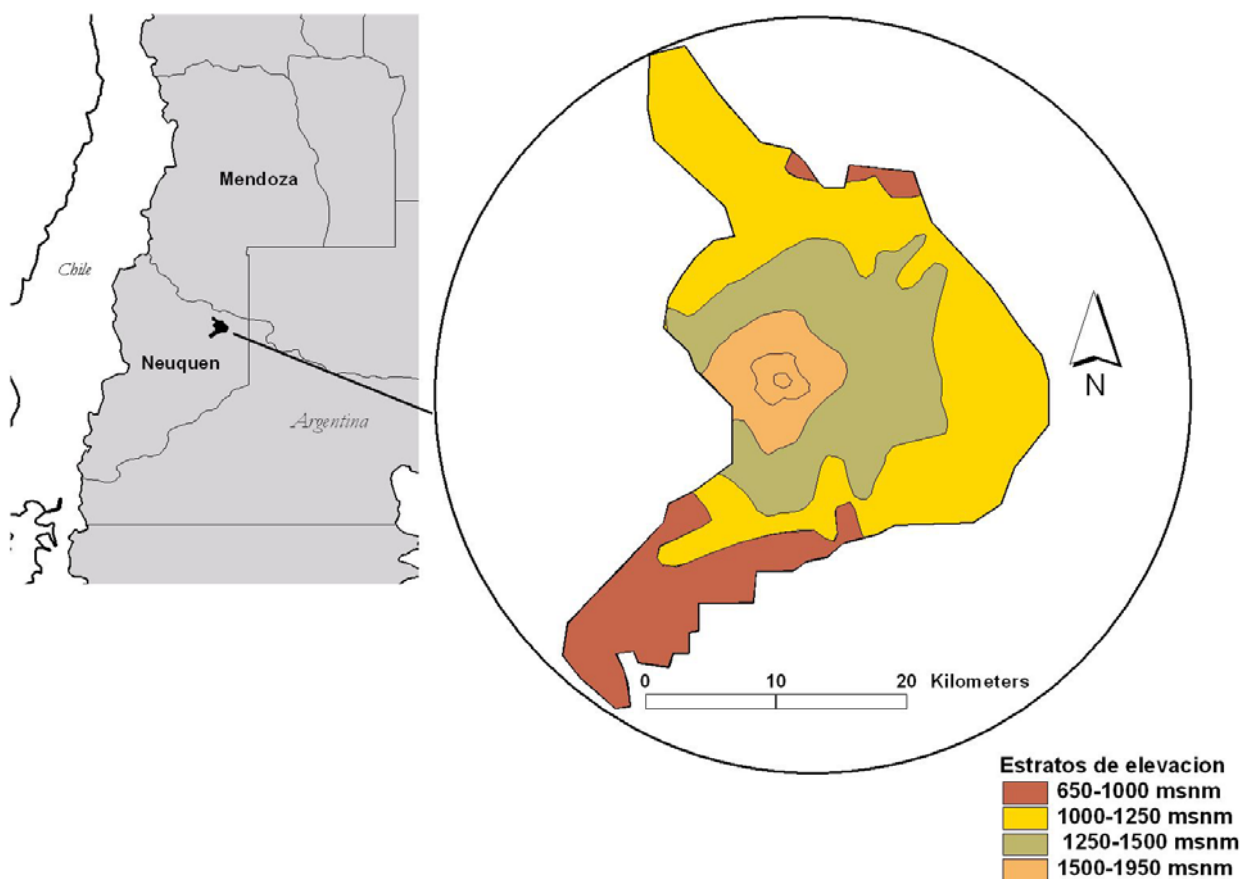
El objetivo general de este estudio es analizar el estado de conservación de choique y mara en la más extensa de las reservas de la provincia de Neuquén, la Reserva Provincial Auca Mahuida. Los objetivos específicos son: 1) estimar la densidad y uso de hábitat de choique y mara dentro y en la periferia de la Reserva Provincial Auca Mahuida y, 2) evaluar si el tamaño poblacional estimado para ambas especies dentro de los límites actuales de la reserva es viable de acuerdo a distintos criterios de conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es dentro y en la periferia de la Reserva Provincial Auca Mahuida cuyos límites no están bien definidos, por lo cual el área aproximada sería de 80100 hectáreas. La misma está localizada al noreste de la provincia de Neuquén, Argentina, entre $37^{\circ} 30' - 38^{\circ} S$ y $68^{\circ} 30' - 69^{\circ} 15' W$. La reserva se sitúa en los departamentos de Pehuénches y Añelo, y su topografía se caracteriza por una gran planicie basáltica en la que se destacan conos volcánicos de distinta magnitud, siendo el volcán más conspicuo el que da nombre a la misma (Volcán Auca Mahuida, 2253 m.s.n.m.; Fiori & Zalba 2000, Fiori & Zalba 2003). La temperatura media anual es de $14^{\circ}C$, lo que corresponde a un clima templado o templado fresco. La precipitación media anual es de 130 mm. y la distribución de lluvias estacional es uniforme, aunque tienden a concentrarse en otoño e invierno, dando un clima seco en invierno y muy seco en verano (Arroyo 1980).

La reserva incluye áreas caracterizadas por distintas provincias fitogeográficas: en la base del Volcán Auca Mahuida se encuentra representada la Provincia del Monte, por encima de los 1500 m.s.n.m. la Provincia Patagónica y con algunos elementos representativos de la Provincia Altoandina en la cumbre del mismo volcán (Fiori & Zalba 2000, Fiori & Zalba 2003). De este modo, se dividió el área de estudio en cuatro estratos altitudinales: 650 a 1000 m.s.n.m., 1000 a 1250 m.s.n.m., 1250 a 1500 m.s.n.m. y 1500 a 1950 m.s.n.m.(Fig.1).

Figura 1- Mapa de ubicación de la Reserva Provincial Auca Mahuida, indicando los estratos de elevación existentes y su ubicación dentro de la Provincia de Neuquén.



Uso de hábitat:

El análisis de uso de hábitat se basó en abundancia de fecas de choique y mara encontradas en las transectas de signos (Wolfe et al. 1982, Edge & Marcum 1989, Walker et al. 2000). Este tipo de análisis de uso de hábitat asume que las tasas de defecación y la detectabilidad de las fecas son similares en los distintos tipos de hábitat. Se ubicaron al azar 23 transectas perpendicularmente a caminos y picadas disponibles dentro y alrededor de la reserva. Estas transectas fueron recorridas a pie, con un largo de 500 metros de ida y 500 de vuelta y una separación de 10 metros entre el recorrido de ida y el de vuelta. En cada transecta se contaron todas las heces de choique y mara encontradas en una franja de 4 metros de ancho, registrándose la distancia perpendicular de cada objeto a la línea de marcha dentro de los 1000 metros de transecta. Estas transectas se muestrearon durante 6 campañas que cubrieron en total un año (noviembre 2002, diciembre 2002, enero-febrero 2003, abril 2003, agosto 2003 y noviembre 2003). A partir de la segunda campaña se registraron las heces nuevas depositadas y se las apartó de las transectas para no volver a contarlas en muestreos posteriores.

Para describir la vegetación se usó el método de línea intercepción (Higgins et al. 1994). Los muestreos de vegetación se realizaron entre el 28 de enero y el 2 de febrero de 2003. En cada una de las transectas de signos se seleccionaron al azar dos puntos entre 1 y 500 metros y una orientación para cada punto. En estos puntos, se tendió una línea recta de 30 metros de largo con la orientación aleatoria seleccionada y sobre esta línea se registró la superficie (en centímetros) que estaba cubierto por cada ítem, ya sea suelo desnudo (SD), materia vegetal muerta (MANTILLO) o la especie vegetal que correspondiera. Hasta los 10 metros se determinó en detalle las especies presentes y entre los 10 y los 30 metros se registró sólo a la categoría arbustos y el resto se agrupó dentro de la categoría "OTROS".

Además de las variables ya mencionadas, también se midió las transectas de vegetación los centímetros cubiertos por arbustos (A), hierbas (H) y la altura promedio (Alt. A) de los arbustos. También se registró la elevación sobre el nivel del mar (Elev.) inicial de cada transecta de signos. Se analizó la normalidad para estas variables y los números de heces de choique y mara y todas ajustaron mejor cuando se las transformó en logaritmo natural de los mismos valores, excepto SD que mostró una distribución normal sin necesidad de transformación. Se realizó un análisis de regresión múltiple paso a paso (Dobson 2002) a fin de evaluar la relación entre abundancia de heces de choique o mara por transecta y las variables de hábitat registradas. Con el fin de evaluar como variaba la vegetación con la elevación del terreno, se realizó un análisis de GLM (modelo lineal general) con las variables de vegetación y suelo desnudo antes mencionadas como variables dependientes y los estratos de elevación como factor independiente. Estos análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica versión 6.0 (StatSoft 1995).

Densidad de choique y mara:

Para estimar la densidad de choique y mara se pusieron a prueba métodos directos e indirectos, ya que previamente no se sabía si se obtendrían los avistajes suficientes para estimar densidad por métodos directos. El método directo que se utilizó fue el de transectas de ancho indefinido, para lo que se recorrieron caminos y picadas en vehículo, a una velocidad promedio de 10-15 km/h, con dos observadores ubicados en la caja del vehículo (Buckland et al. 2001). Se midieron las distancias desde la línea de marcha al centro de cada grupo observado, que fue considerado la unidad de observación por tratarse de una especie gregaria, o bien al individuo (en el caso de

mara) con un telémetro Bushnell Yardage Pro® 500. Este muestreo se repitió durante ocho campañas (junio 2002, septiembre 2002, noviembre 2002, diciembre 2002, enero 2003, marzo 2003, abril 2003 y agosto 2003) a lo largo de 15 meses, solamente por encima de los 1000 m.s.n.m.

Los datos fueron analizados con el programa DISTANCE versión 4.0 (Buckland et al. 2001). Este programa determina el mejor ajuste de distintas funciones matemáticas a las distribuciones de distancias a los grupos o individuos observados, dando como resultado una función de probabilidad decreciente de detección, a distancias crecientes de la línea de marcha. Esta función permite la estimación de densidad, incluyendo tanto a los objetos observados, como a los no detectados. La densidad se estimó con los datos truncados para descartar valores extremos. Se analizaron visualmente los histogramas para elegir los mejores intervalos de distancias. El modelo que exhibió el menor valor del Criterio de Información de Akaike (AIC) fue considerado el de mejor ajuste para los datos de cada muestreo. Los supuestos más importantes del método de transectas de línea son: 1) todos los objetos sobre la línea de marcha (distancia = 0) son detectados con máxima certeza (probabilidad de detección = 1); 2) los objetos son registrados en su ubicación original, antes de que los mismos hayan detectado la presencia de los observadores; y 3) las mediciones de distancia son exactas. Finalmente, se agruparon todas las transectas realizadas en vehículo para calcular una densidad global, ya que los avistajes no fueron suficientes para realizar una estimación de densidad para cada campaña.

El método indirecto que se utilizó para estimar la densidad de choique y mara fue el de transectas de signos, para las cuales se utilizaron los conteos de heces (Taylor & Williams 1956, Neff 1968, Forsy & Humphrey 1997) en las mismas 23 transectas usadas para el análisis de uso de hábitat. Las transectas se distribuyeron en números similares en los distintos estratos altitudinales mencionados anteriormente (Tabla 1). Para estimar tamaño poblacional a partir de un índice de abundancia de heces, una suposición crítica es que la relación entre la cantidad de heces registradas y el tamaño poblacional de la especie es constante (Wilson et al. 1996). Considerando esta suposición, Williams et al. (2002) proponen tres alternativas para usar un índice basado en signos: 1) calibrar la relación entre el índice y el tamaño poblacional; 2) poner a prueba la homogeneidad en la probabilidad de detección del signo entre sitios o tiempos a comparar; y 3) usar el índice con extremada prudencia haciendo explícita la suposición de que la probabilidad de detección es constante.

Tabla 1- Distribución de las transectas de signos de acuerdo a su elevación (m.s.n.m.).

Elevación (m.s.n.m.)	Número de transectas
650 – 1000	7
1000 – 1250	6
1250 – 1500	5
1500 – 1950	5

En el caso de choique se contaba con una calibración preexistente (Funes et al. 2000) entre el índice de densidad de heces y la densidad de individuos ($y = 95.83 * x$, siendo y la densidad de heces y x la densidad de individuos). Se midió la distancia perpendicular entre las heces y la línea de marcha del observador. Los datos colectados en noviembre 2002 se agruparon con los de diciembre 2002 ya que ambos pertenecen a la misma estación. Se estimó la densidad de heces de choique mediante el programa

DISTANCE, considerando cada hez como un objeto individual y la densidad de choiques usando la calibración mencionada anteriormente. Esta calibración fue obtenida en la provincia de Neuquén en hábitats similares.

En el caso de mara no existe una calibración disponible entre la densidad de heces y el tamaño poblacional. Por lo tanto, se utilizó la abundancia de heces para obtener una única estimación de tamaño poblacional de maras en la reserva bajo la suposición no probada de que la probabilidad de detección es constante entre sitios y a lo largo del tiempo. Para estimar tamaño poblacional se estimó la tasa de aparición de nuevas heces en las transectas y la tasa de defecación de la especie (ver sección Abundancia de choique y mara). Debido a que no existen estimaciones de tasa de defecación para maras, se realizó una determinación de la misma en base al peso total de materia fecal producida (Kufner & Durañona 1991). Se recolectaron heces frescas de mara en el sitio de estudio y se las secó en estufa a 80°C hasta peso constante para conocer el peso de la materia seca por hez. Una vez obtenida la masa de la materia seca de estas heces se calculó la tasa de defecación diaria, considerando que excretan 101,25 g (D.E.= 25.6) de materia seca en promedio por día (Kufner & Durañona 1991). Se calculó la cantidad de heces por día por transecta y se obtuvo su media ($X_{\text{pellet/día}}$) y su desviación estándar. Se determinó a que tipo de distribución ajustaban los datos de número de heces por transecta ya que en general se asume una distribución al azar de las mismas (Edge & Marcum 1989, Taylor & Williams 1956, Wolfe et al. 1982) pero la mayoría de las poblaciones naturales, incluyendo los signos de animales, tienen una distribución espacial agrupada (Gerard & Berthet 1971, Novaro et al. 1992). El número de heces por transecta ajustó a una distribución binomial negativa ($X^2= 9.86$, $GL= 16$, $p= 0.87$), lo que sugiere que la disposición espacial de las heces de mara es agrupada (Novaro et al. 1992). Sabiendo que los datos ajustan a esta distribución, se calculó la varianza del número medio de heces por día mediante la Ecuación 1 (Gerard & Berthet 1971) y la varianza de la tasa de defecación mediante la Ecuación 2, extraída de Williams et al. (2002). Con el fin de determinar si el número de heces variaba por estación y/o estrato se realizó un ANOVA de medidas repetidas para logaritmo natural de cantidad de heces por estrato (excluyendo el estrato entre 1500-1950 m.s.n.m. ya que a esa elevación la mara generalmente esta ausente).

$$\text{Ecuación 1} \quad \text{Var (heces/día)} = \left(\frac{X_{\text{pellets / día}}^2}{n \cdot a_{\text{transecta}}} \right) \cdot \left(\frac{1}{X_{\text{pellets / día}}} + \frac{a_{\text{transecta}}}{k} \right)$$

siendo $X_{\text{pellets/día}}$ el valor medio de heces por día, n el número total de transectas relevadas, $a_{\text{transecta}}$ el área de cada transecta (en este caso 0.004 km²) y k un parámetro del modelo de distribución binomial negativa.

$$\text{Ecuación 2} \quad \text{Var (R)} = \left[\left(\frac{\text{Var}_{\text{pellets / día}}}{X_{\text{pellets / día}}^2} \right) + \left(\frac{\text{Var}_{\text{peso seco pellets}}}{X_{\text{peso seco pellets}}^2} \right) \right] \cdot R^2$$

siendo R la tasa de defecación, Var la varianza y X la media obtenidas ya sea para la estimación de pellets por día o para el peso seco obtenido de los pellets.

Abundancia de choique y mara en la Reserva Provincial Auca Mahuida:

El área de estudio incluye áreas dentro y fuera de la reserva, por lo cual se superpuso un mapa de los límites de la reserva con un mapa de hábitat. Posteriormente, y a fin de extrapolar densidades de choique a la totalidad de la reserva, se calculó

primero la densidad por hábitat y luego la superficie de cada tipo de hábitat dentro de la reserva usando el programa ArcView 3.2 GIS (ESRI). Multiplicando la superficie de cada hábitat en la reserva por la densidad obtenida en ese hábitat, se obtuvo una estimación del tamaño de población en ese hábitat. Así, se obtuvo una estimación del tamaño poblacional que existe dentro de los límites de la reserva, en las distintas estaciones del año relevadas. Para el caso de mara, puesto que no podemos asegurar una probabilidad de detección homogénea de las heces registradas en cada estación de muestreo, se calculó una densidad global (D_M) por medio de la Ecuación 3 para el área correspondiente a la reserva utilizada por esta especie (por debajo de los 1500 m.s.n.m., 729 km²) y una varianza para esta estimación de densidad mediante la Ecuación 4 (Williams et al. 2002).

$$\text{Ecuación 3} \quad D_M = \frac{X_{\text{pellets / día}} \cdot A_{\text{total}}}{R \cdot a_{\text{transecta}}}$$

$$\text{Ecuación 4} \quad \text{Var}(D_M) = \left[\left(\frac{\text{Var}_{\text{pellets / día}}}{X_{\text{pellets / día}}^2} \right) + \left(\frac{\text{Var}_R}{R^2} \right) \right] \cdot D_M^2$$

siendo A_{total} el área total de la reserva en que se encuentra esta especie.

RESULTADOS

Uso de hábitat:

El número de heces de choique y de mara estuvo fuertemente relacionado con la elevación del terreno (Tabla 2). Para las dos especies, el número de heces disminuía cuando la elevación aumentaba (Tablas 3 y 4). No se encontró una relación significativa entre las otras variables de hábitat y el número de heces.

Tabla 2- Resumen del análisis de regresión múltiple paso a paso utilizando como variable dependiente el logaritmo natural de fecas de choique (ln CH) o el logaritmo natural de heces de mara (ln M), y como variables independientes las variables de vegetación registradas y la elevación del terreno.

Variable dependiente: ln CH			
$R^2 = 0.29, F_{(1,20)} = 9.56$			
	B	Error estándar de B	P
Intercepción	16.15	4.32	0.001
ln elevación	- 1.88	0.61	0.006
Variable dependiente: ln M			
$R^2 = 0.30, F_{(1,20)} = 10.13$			
	B	Error estándar de B	P
Intercepción	36.85	10.47	0.002
ln elevación	- 4.69	1.47	0.004

Tabla 3- Número de fecas de choique encontradas, densidad de heces con sus correspondientes coeficientes de variación (%CV) e intervalos de confianza, y sus correspondientes valores globales.

ESTACIÓN	ELEVACION (m.s.n.m.)	Número de fecas halladas	Heces/ha	%CV	Intervalo de confianza 95%
PRIMAVERA 2002	650 – 1000	127	85.35	33.4	39.84 -182.8
	1000 – 1250	67	56.36	54.5	14.20 - 223.69
	1250 – 1500	9	13.15	52.5	1.82 - 94.75
	1500 – 1950	0	-		
	GLOBAL	203	57.42	32.17	23.47 - 140.46
VERANO 2002/2003	650 - 1000	30	25.89	32.4	13.19 - 50.81
	1000 - 1250	39	37.76	48.4	12.84 - 111.0
	1250 - 1500	13	14.24	91.2	1.7 - 114.51
	1500 - 1950	1	1.294	101.9	0.13 - 12.61
	GLOBAL	83	21.11	41.30	7.65 - 58.28
OTOÑO 2003	650 - 1000	38	59.21	31.6	28.47 - 123.17
	1000 - 1250	23	38.77	47.2	12.48 - 120.45
	1250 - 1500	15	29.60	40.6	10.35 - 84.68
	1500 - 1950	0	0.00		
	GLOBAL	76	33.74	37.20	11.41 - 99.80
INVIERNO 2003	650 - 1000	39	63.62	52.3	22.07 - 183.41
	1000 - 1250	13	29.61	43.1	12.47 - 70.32
	1250 - 1500	27	60.25	69.8	12.95 - 280.36
	1500 - 1950	2	5.24	104.5	0.56 - 49.25
	GLOBAL	81	41.46	44.76	16.03 - 107.22

Tabla 4- Número de heces de mara para cada estrato en cada estación relevada.

ESTACION	ELEVACION (m.s.n.m.)	Número de fecas halladas
VERANO 2002/2003	650 – 1000	231
	1000 – 1250	160
	1250 – 1500	41
	1500 – 1950	0
OTOÑO 2003	650 – 1000	982
	1000 – 1250	98
	1250 – 1500	137
	1500 – 1950	0
INVIERNO 2003	650 – 1000	3191
	1000 – 1250	228
	1250 – 1500	93
	1500 – 1950	0

Los porcentajes de cobertura de cada especie vegetal se presentan en el Apéndice A. Los estratos se diferenciaron según las variables de vegetación (Wilks = 0.392, gl = 3, gl efecto = 15, gl error = 105.3, P < 0.000), pero esto se atribuyó solamente a la cobertura de hierbas (P= 0.002) resultando significativa del análisis de GLM, que aumentaba linealmente con la elevación del terreno (Tabla 5).

Tabla 5- Porcentajes de cobertura media y desviación estándar (D.E.), en los distintos estratos altitudinales, de cada variable de vegetación relevada. * Variables significativamente diferentes entre distintos estratos altitudinales (m.s.n.m.).

ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	ARBUSTOS		HIERBAS *		SUELO DESNUDO		MANTILLO		ALTURA ARBUSTOS (cm.)	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
650-1000	22.90	7.16	5.16	4.06	60.77	12.03	12.60	8.43	46.66	21.04
1000-1250	26.93	11.80	7.87	6.23	55.42	18.34	10.70	6.52	44.95	18.65
1250-1500	33.86	11.29	8.06	6.42	54.49	11.36	6.47	3.85	32.98	14.03
1500-1950	21.56	9.96	15.18	6.48	58.20	15.84	6.67	5.65	20.64	6.62

Densidad de choique y mara:

Método directo.

Para el choique se pudo obtener una estimación de densidad con el método de observaciones por transecta de ancho indefinido, agrupando a todos los avistajes de todas las campañas. Esta densidad global de individuos se estimó en 0.24 ind/km² (%CV= 56.74, I.C. _{95%} = 0.08-0.70), mediante al ajuste del modelo “Hazard Rate” del programa DISTANCE. Cuando se diferenciaron los avistajes entre estratos, y a su vez por campañas, se evidenció que en las mayores elevaciones (entre 1500-1950 m.s.n.m.), el choique no se observó y que entre 1250 y 1500 m.s.n.m. se lo observó sólo en verano y otoño (Tabla 6).

Tabla 6- Número de avistajes de choique para los distintos estratos altitudinales.

ESTACIÓN	ELEVACION (m.s.n.m.)	Número de avistajes
Invierno 2002	1000-1250	3
	1250-1500	0
	1500-1950	0
Primavera 2002	1000-1250	3
	1250-1500	0
	1500-1950	0
Verano 2002/03	1000-1250	4
	1250-1500	2
	1500-1950	0
Otoño 2003	1000-1250	5
	1250-1500	3
	1500-1950	0
Invierno 2003	1000-1250	5
	1250-1500	0
	1500-1950	0
Total		25

En el caso de la mara no fue posible estimar la densidad a partir de la observación de individuos ya que solo se registraron 7 avistajes en la totalidad de los muestreos y estos datos son insuficientes para analizarlos mediante el programa DISTANCE para obtener un estimador de densidad con una precisión aceptable (Buckland et al. 2001). Incluso, de estos 7 avistajes, 6 ocurrieron a una distancia cero,

por lo cual podemos suponer que la detectabilidad de individuos que se encontraban fuera del camino fue muy baja debido a la altura de la vegetación y a la baja estatura de los individuos.

Métodos indirectos.

Con la densidad de heces y utilizando la calibración antes mencionada se pudieron estimar densidades relativas por estrato y por campaña para el choique. Estas estimaciones muestran que la densidad relativa de la especie disminuye a mayor elevación: sólo tres heces fueron encontradas por encima de 1500 m.s.n.m. en todo el estudio (Tabla 3). La densidad de choiques estimada varió por estación y estrato, sugiriendo que los individuos se movían altitudinalmente y fuera del área de estudio a lo largo del tiempo (Tabla 7 y Fig. 2). El modelo de mejor ajuste para la detectabilidad de heces determinado con el programa DISTANCE varió estacionalmente (Tabla 8).

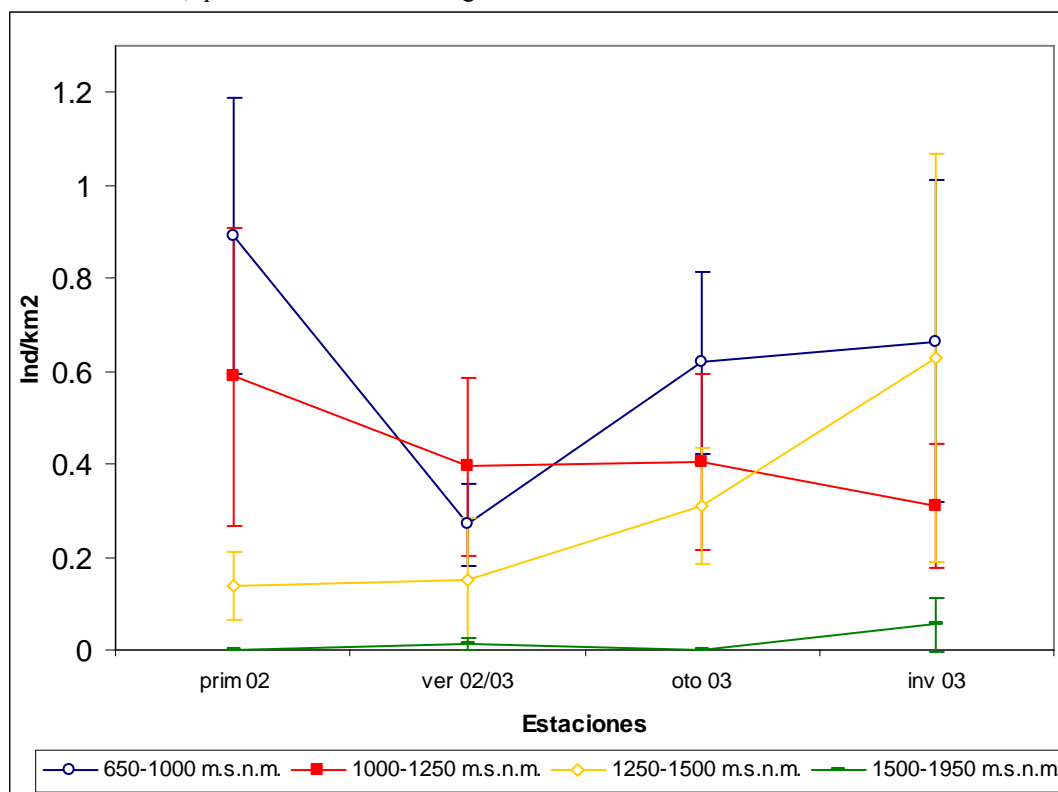
Tabla 7- Densidades de choique estimadas con la calibración preexistente ($y = 95.83 * x$) para cada elevación, y su correspondiente densidad global por estación. Valor medio de todas las estaciones de estimación de densidad por estrato y entre paréntesis su desviación estándar.

ESTACIÓN	ELEVACION (m.s.n.m.)	Ind./km ²
PRIMAVERA 2002	650 – 1000	0.89
	1000 – 1250	0.59
	1250 – 1500	0.14
	1500 – 1950	0.00
	GLOBAL	0.60
VERANO 2002/2003	650 - 1000	0.27
	1000 - 1250	0.39
	1250 - 1500	0.15
	1500 - 1950	0.01
	GLOBAL	0.22
OTOÑO 2003	650 - 1000	0.62
	1000 - 1250	0.40
	1250 - 1500	0.31
	1500 - 1950	0.00
	GLOBAL	0.35
INVIERNO 2003	650 - 1000	0.66
	1000 - 1250	0.31
	1250 - 1500	0.63
	1500 - 1950	0.05
	GLOBAL	0.43
ESTIMACION	650 – 1000	0.61 (0.25)
GLOBAL POR ESTRATO	1000 – 1250	0.35 (0.19)
	1250 – 1500	0.27 (0.21)
	1500 – 1950	0.01 (0.02)

Tabla 8- Modelos y ajustes para la detectabilidad de heces de choique en cada estación relevada.

ESTACIÓN	MODELO	AJUSTE
Primavera 2002	Half normal	Coseno de orden 2
Verano 2002/2003	Hazard rate	-
Otoño 2003	Half normal	Coseno de orden 2
Invierno 2003	Hazard rate	-
Primavera 2003	Half normal	-

Figura 2- Densidad estacional de choique (estimado mediante método indirecto) con sus respectivos errores estándares, para cada uno de los rangos de altitud muestreados.



Para la mara se dedujo la masa seca defecada obteniéndose 0.524 g/hez (D.E. = 0.103), con lo cual se estimó su tasa de defecación (R) en 193 heces/día x ind (VAR. = 3829.38). No se encontraron en este estudio heces de mara por encima de 1500 m.s.n.m. y la mayor densidad siempre fue en el estrato altitudinal más bajo (650 - 1000 m.s.n.m.; tabla 4). El número de fecas por transecta varió estacionalmente en forma marcada. El número de heces por transecta no varió significativamente con respecto a estratos o a estaciones, pero si hubo una interacción significativa entre estación y estrato que afectaría la abundancia de las mismas (Tabla 9).

Tabla 9- Resumen del ANOVA de medidas repetidas para logaritmo natural de número de heces de mara por estrato altitudinal y estación.

	SS	Grados de libertad	MS	F	P
Intercepción	1.66	1	1.66	0.04	0.83

Estrato	81.17	2	40.58	1.12	0.35
Error	542.60	15	36.17		
Estación	1.63	2	0.81	0.43	0.65
Estación x Estrato	25.84	4	6.46	3.44	0.02
Error	56.19	30	1.87		

Abundancia de choique y mara en la Reserva Provincial Auca Mahuida:

Dentro de la reserva se determinó una superficie de 133 km² para el estrato altitudinal entre 650-1000 m.s.n.m., 375 km² para el estrato entre 1000-1250 m.s.n.m., 221 km² para el estrato entre 1250-1500 m.s.n.m. y 72 km² para el estrato entre 1500-2253 m.s.n.m. En base a estas superficies para cada estrato, y con las densidades obtenidas por el método indirecto (Tabla 10), se estimó el número promedio de choiques presentes en cada estación, obteniéndose un máximo poblacional de 369 choiques en la primavera de 2002 y un mínimo de 218 en el verano siguiente (Tabla 10). Con la densidad obtenida por el método directo, se estimó una abundancia media para la reserva durante el estudio de 191 choiques (CV = 57%). En el caso de la mara, para un área total de 729 km² dentro de las altitudes menores a 1500 m.s.n.m., la estimación de abundancia promedio dentro de la reserva durante el estudio fue de 920.9 individuos (D.E: 804.83).

Tabla 10- Estimaciones de abundancias de choique en cada estrato altitudinal en cada estación relevada y su correspondiente intervalo de confianza (IC), dentro de la reserva provincial Auca Mahuida.

ESTACIÓN	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	NÚMERO ESTIMADO DE CHOIQUES (Ind.)	IC 95% para número estimado de choique (Ind.)
PRIMAVERA 2002	650 – 1000	118	55 – 257
	1000 – 1250	221	56 – 875
	1250 – 1500	30	4 – 218
	1500 – 1950	0	0
VERANO 2002/2003	650 – 1000	36	18 – 70
	1000 – 1250	148	50 – 434
	1250 – 1500	33	4 – 264
	1500 – 1950	1	0 – 10
OTOÑO 2003	650 – 1000	82	39 – 171
	1000 – 1250	152	49 – 471
	1250 – 1500	68	24 – 195
	1500 – 1950	0	0
INVIERNO 2003	650 – 1000	88	31 – 254
	1000 – 1250	116	49 – 275
	1250 – 1500	139	30 – 646
	1500 – 1950	4	0 – 37

DISCUSIÓN

Con los datos colectados sobre distribución, uso de hábitat y tamaño poblacional, se puede hacer una primera evaluación del estado de conservación del choique y la mara en la Reserva Provincial Auca Mahuida. Existen diversos criterios para evaluar la probabilidad de persistencia de una población de cierto tamaño. El criterio más realista, que toma en cuenta los impactos combinados de los factores estocásticos junto con los determinísticos (Reed et al. 2003), es el de PVA (análisis de viabilidad poblacional). A pesar de ser una descripción imperfecta de la realidad, los PVAs pueden dar predicciones confiables sobre el futuro de una población y ayudar al efectivo manejo de especies amenazadas (Mc Carthy et al. 2003). Sin embargo, los PVAs requieren datos demográficos específicos para las especies o las poblaciones que frecuentemente no están disponibles y son difíciles de obtener, ya que se requieren muchos años de muestreo para obtener estimaciones confiables de parámetros poblacionales (Shaffer 1981). Otra opción es analizar la tendencia de censos poblacionales repetidos anualmente, aunque una evaluación reciente muestra que hacen falta décadas de conteos poblacionales para obtener una predicción confiable de probabilidad de extinción de una población (Lotts et al. 2004). En el caso del presente estudio, los datos colectados abarcan un periodo de un año, por lo que resultan insuficientes para cualquiera de los dos tipos de PVA. Sin embargo, los mismos son útiles para realizar una evaluación preliminar sobre si estas poblaciones de choique y mara son viables o tienen altos riesgos de supervivencia, dentro del marco de las teorías de la biología de la conservación.

Una norma general muy utilizada para evaluar la viabilidad de una población es la regla 50/500, basada en la variabilidad genética (Franklin 1980). Franklin sugirió inicialmente que 50 individuos reproductivos podían ser el mínimo número necesario para evitar la depresión endogámica de una población. Esto se basa en la fórmula de Wright (1931), $\Delta f = \frac{1}{2} Ne$, por la cual una población de 50 individuos perderá sólo el 1% de su heterocigosis por generación. Sin embargo, como esta cifra se obtuvo con animales domésticos, su aplicación en especies silvestres podría ser cuestionable. Adicionalmente, aun a un ritmo muy bajo, el efecto de la pérdida de variabilidad genética luego de algunas generaciones puede ser notable, por lo que el número de 50 individuos podría ser un criterio razonable sólo a corto plazo. En base a esto, Franklin (1980), utilizando datos de tasa de mutación de *Drosophila*, sugirió que en poblaciones de 500 individuos reproductivos, la tasa de producción de nueva variabilidad genética generada por mutaciones podría compensar la tasa de pérdida genética debido a un tamaño poblacional pequeño, siendo éste un criterio de viabilidad genética algo más apropiado a largo plazo (Primack 2001). Esta regla 50/500 ha sido utilizada para evaluar si parques de Estados Unidos y Latinoamérica son suficientemente grandes para mantener poblaciones “viables” (Newmark 1985, Redford & Robinson 1991, Simonetti & Mella 1997). En base al presente estudio, la Reserva Provincial Auca Mahuida albergaría como máximo sólo 369 choiques. Esto indica, de acuerdo a la regla 50/500, que a largo plazo esta población no sería genéticamente viable. Para el caso de las maras, a pesar de que el número estimado es mayor a 500 (921 individuos), el desvío estándar de esta estimación es tan grande que no podríamos afirmar con confianza que su tamaño poblacional está por encima del nivel de viabilidad de 500 individuos.

Primack (2001), por otro lado, argumenta que la regla 50/500 supone que todos los individuos dentro de una población tienen igual probabilidad de aparearse y tener progenie y que esta suposición no es realista ya que muchos individuos no producen progenie, ya sea porque no encuentran pareja, por su edad, salud deficiente, esterilidad,

o tamaño corporal pequeño. Asimismo, Soulé (1980) afirma que en especies con harenes, leks u otros sistemas de apareamiento polígamos (como es el caso del choique), el efecto de un reducido número de machos reproductivos se traduce en un aumento significativo del número mínimo censado (N) requerido para mantener variabilidad genética. Como las poblaciones reales nunca cumplen estos criterios de “poblaciones ideales”, deben hacerse correcciones del tamaño poblacional N , a partir de las cuales se obtiene el tamaño poblacional efectivo N_e , que generalmente es menor al anterior (Meffe & Carroll 1997). Por otro lado, se ha propuesto que debido al efecto Allee (Stephens & Sutherland 1999), en especies gregarias podría haber un tamaño de grupo umbral por debajo del cual las poblaciones no son viables aunque su estimación de densidad indique lo contrario, ya que el reducido tamaño de grupo aumenta el riesgo de predación o reduce las posibilidades de apareamiento. Caughley & Anthony (1994) consideran que, para una población amenazada, en lugar de intentar estimar N_e (población efectiva) deberíamos simplemente asumir como regla que N_e se aproxima a $0,4N$, por lo cual las poblaciones efectivas para mara y choique en Auca Mahuida serían de aproximadamente 368 y 148 (como máximo) individuos respectivamente. Considerando los criterios de Stephens & Sutherland (1999) y Caughley & Anthony (1994) junto con el de Franklin (1980), las poblaciones de mara y choique de Auca Mahuida deberían tener al menos 1250 individuos para ser poblaciones viables genéticamente.

Reed & Bryant (2000) indican que la regla 50/500 tiende a subestimar el tamaño de población mínima viable (PMV) por tres razones. Primero, mientras que la depresión por endogamia afecta a muchas especies silvestres en peligro, esta depresión generalmente es medida en cautiverio (o sea en hábitat) únicos y generalmente benignos) y puede ser significativamente exacerbada en poblaciones silvestres, que viven en hábitat poco favorables. Segundo, la tasa de mutación hacia alelos potencialmente adaptativos suele ser un orden de magnitud menor que la tasa de mutación total, por lo que el tamaño de PMV generalmente debe ser mayor que 500 y posiblemente tan grande como 5000 para que exista un balance entre mutación, selección y deriva génica (Reed & Bryant 2000). Tercero, las mutaciones deletéreas pueden acumularse en poblaciones pequeñas causando pérdida de fitness (i.e., éxito reproductivo a lo largo de la vida de un individuo relativo al éxito de otros individuos dentro de la población; Meffe y Carroll 1997) y eventualmente extinción (Reed & Bryant 2000).

En una revisión de estudios previos Reed et al. (2003) observaron que las estimaciones de PMV fueron significativamente afectadas por la duración de los mismos, ya que encontraron que en estudios de menor duración se subestimaba el riesgo de extinción, en vez de estimar ese riesgo con menor precisión como se habría esperado. Estos autores sugieren que para asegurar la persistencia a largo plazo de poblaciones de vertebrados, debemos conservar un hábitat suficiente como para albergar aproximadamente 7000 adultos reproductivos. Pacheco (2004) descalifica esta postura aduciendo que dicha aproximación no es realista y que no ayuda a conservar especies, sino que, por el contrario, desanima a los manejadores de áreas protegidas al proponer exageradas cantidades de hábitat a proteger.

Además de aumentar el riesgo de extinción demográfica local de una especie, el tamaño poblacional pequeño puede llevar a la extinción ecológica de la misma (Conner 1988). Esto ocurre cuando una especie está aun presente en un hábitat, pero su baja densidad hace que no interactúe con otras especies o a que lo haga a tasas casi imperceptibles (Simonetti & Mella 1997). De este modo, un criterio alternativo de conservación es que el manejo se plantee con el fin de mantener poblaciones en niveles

superiores a la viabilidad poblacional mínima, para que estas poblaciones estén presentes en densidades suficientes para ser ecológicamente funcionales en la comunidad (Conner 1988). En el caso del choique, se ha propuesto que en el sur de Neuquén, incluso con una densidad superior a la de Auca Mahuida (0.62 ± 0.28 ind./km²), las poblaciones no alcanzan niveles ecológicamente funcionales al estar casi totalmente ausentes de la dieta de los abundantes carnívoros nativos (Novaro et al. 2000). Asimismo, si una especie tiene amplias fluctuaciones poblacionales y facilitación de la reproducción por interacción social, como es el caso de mara (Taber & MacDonald 1992b), sería más prudente intentar conservarla en densidades poblacionales más altas que especies menos sensibles, seguramente por encima de los niveles de PMV (Conner 1988, Estes et al. 1989).

Luego de exponer los distintos criterios para analizar si una población tiene densidades mínimamente viables, y a pesar de saber que no existen dos especies genéticamente iguales, ni tampoco generalización (por ejemplo para PMV) que sea universalmente válida (Frankel & Soulé 1981), se puede concluir que las dos especies en estudio se encuentran en situación crítica en esta reserva en cuanto a su estado de conservación. En el presente estudio, la densidad de choiques estimada utilizando la misma metodología de transectas de avistajes que Funes et al. (2000) fue menor (0.24 ind./km²) a la obtenida por esos autores en distintos sitios de la provincia de Neuquén (0.44 ind./km²), aunque para la densidad global de fecas, los valores son de una magnitud similar a los obtenidos en ese estudio (41.09 heces/ha). Esto puede deberse a que en el presente estudio no se realizaron muestreos a elevaciones menores a 1000 m.s.n.m. mientras que sí se hicieron en Funes et al. (2000), por lo que la estimación para Auca Mahuida podría ser una subestimación del nivel de población regional al incluir zonas de menor densidad. La ausencia de estimaciones de densidad o abundancia de mara en otras zonas de Argentina no permite realizar comparaciones para esta especie.

Para cualquier especie siempre es preferible utilizar el método directo de estimación de densidad (Williams et al. 2002). Lamentablemente, para el choique, la estimación directa (conteo por avistajes) se dificulta por ser una especie críptica en el tipo de hábitat dominante en el área de estudio, por lo que podría estar detectándose sólo una pequeña proporción de los individuos presentes. Cuando no es posible utilizar un método directo se puede usar un índice si se cumple el supuesto de una relación homogénea y proporcional entre el índice y el número de individuos (Williams et al. 2002). Una manera de verificar este supuesto es a través de una calibración entre el índice y el tamaño poblacional. Considerando las limitaciones del método directo y que ya existe una calibración para conteos de fecas de choique (Funes et al. 2000), se considera que este es el método que permite estimar densidades de choique con mayor precisión y exactitud en este ambiente. Las densidades de choiques en todas las estaciones obtenidas mediante el método directo fueron menores a las densidades estimadas con el método indirecto (utilizando la calibración), lo cual puede deberse a la mayor detectabilidad de fecas comparada con la de individuos o a que la calibración no sea apropiada para esta zona. Para la mara, ambos métodos utilizados (directo e indirecto) presentaron dificultades. En el caso del conteo de las heces, la gran variabilidad del número medio de heces por transecta (debido al carácter agrupado de su disposición espacial) y de la tasa de defecación, determinaron una baja precisión del estimador de densidad poblacional. Deberá utilizarse otro diseño de muestreo para aumentar la precisión, aumentando el número de transectas en cada estrato y posiblemente reduciendo el tamaño de cada una para permitir un aprovechamiento del esfuerzo de muestreo más efectivo. Por medio del método directo ni siquiera se pudo usar el programa de análisis previsto ya que no se obtuvo una cantidad suficiente de

avistajes. Esto se debe a que es una especie críptica que ocurre a mayor densidad justamente en el ambiente donde la cobertura de arbustos altos dificultan mucho su detección.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en esta investigación, tanto la mara como el choique en Auca Mahuida ocupan hábitats de elevación baja, más específicamente en zonas cercanas a la ruta provincial 5 al oeste de la reserva y, en menor medida, en zonas cercanas a la ruta provincial 6 al noreste de la reserva. En el caso del choique, la estimación por medio de fecas indica que en Auca Mahuida ocupan preferentemente hábitats de baja elevación, disminuyendo su densidad a medida que aumenta la elevación, especialmente por encima de los 1500 m.s.n.m. Sin embargo, esta especie vive a altitudes mayores a los 3500 m.s.n.m. (del Hoyo et al. 1992) en el norte argentino (puna) siendo ésta una subespecie distinta (*Pterocnemia pennata garlepii*) a la existente en Patagonia (*Pterocnemia pennata pennata*). Por otro lado, la población de mara ni siquiera se observa en altas elevaciones (mayores a 1500 m.s.n.m.), posiblemente porque las bajas temperaturas son condición limitante para su presencia (Kufner 1989). Sin embargo, en este estudio se detectó evidencia de la especie hasta los 1258 m.s.n.m., a pesar de que Kufner (1989) indica que no se la encuentra más arriba de los 1000 m.s.n.m. al oeste de Argentina. Los resultados de estimación poblacional mediante el método indirecto sugieren que podrían existir movimientos estacionales de maras fuera del área de estudio. No obstante, no se puede descartar la existencia de variaciones estacionales en la tasa de defecación que afecten el número de heces por transecta en cada estación.

La Reserva Provincial Auca Mahuida se encuentra centrada en el volcán que le da el nombre (de 2258 m.s.n.m. de elevación máxima), por lo que abarca un área extensa de alta elevación. Ambas especies son más abundantes en hábitats de baja elevación y hacia la periferia de la reserva (Fig. 1), donde amenazas como un mayor acceso de cazadores y mayor densidad de ganado y perros pastores son más intensas (Radovani 2004). Por lo tanto, ninguna de las dos especies poseería la capacidad de mantener niveles poblacionales altos, como aparentemente ha ocurrido con los guanacos (*Lama guanicoe*), en las zonas más elevadas y escarpadas de la reserva donde aquellas amenazas son menores (Radovani 2004). Por este motivo, para aumentar las posibilidades de persistencia de las poblaciones de mara y choique, se deberían tomar medidas para: 1) ampliar la zona incluida dentro de la Reserva Provincial Auca Mahuida en sectores más bajos; 2) cerrar picadas de exploración dentro de la misma que ya no se utilicen o sean redundantes para exploración o explotación de petróleo y gas, para evitar que las mismas sean utilizadas por cazadores furtivos (Funes et al. 2000); 3) crear zonas de amortiguamiento o “buffer” (Shafer 1990) para controlar el impacto de actividades humanas como el pastoreo por ganado y la presencia de perros pastores; y 4) realizar un control más exhaustivo por parte de Guardafaunas dentro y en los alrededores de la reserva con el fin de disminuir al máximo la presión de caza y otras amenazas a la vida silvestre.

A pesar de las amenazas existentes y de que el choique y posiblemente la mara no tienen poblaciones dentro de la reserva que puedan ser consideradas viables a largo plazo por ningún criterio de conservación, los resultados de este estudio muestran que, con importantes fluctuaciones estacionales, las poblaciones de ambas especies aún utilizan la reserva de Auca Mahuida y que aún existen hábitat apropiados para éstas en la periferia de la misma. Un estudio reciente de simulación con oso pardo (*Ursus arctos*) y lobo gris (*Canis lupus*) sugiere que la conectividad entre reservas es más importante que el tamaño de la reserva para la persistencia a largo plazo de las especies (Carrol et al. 2004). De esta manera, si las amenazas fuera de la reserva, como la caza y

la recolección de huevos de choique, pueden ser minimizadas por acciones de conservación, la probabilidad de persistencia de las especies allí existentes podrá aumentar. Esto es particularmente importante en las áreas periféricas a Auca Mahuida donde se pueda mantener la conectividad de las poblaciones de la reserva con otros núcleos poblacionales importantes que deberán ser identificados a través de relevamientos en los alrededores de la misma. De esta manera, el riesgo de extinción de las poblaciones de mara y choique de Auca Mahuida podrá ser minimizado a través de la conexión demográfica y genética de las mismas con poblaciones de la periferia.

El presente estudio aporta datos relevantes a una temática poco explorada para las áreas protegidas de Argentina, como es la efectividad de las reservas en la conservación de poblaciones viables de distintas especies. Terborgh (2004) plantea que la pérdida gradual de especies que se está registrando en áreas protegidas de todo el mundo representa una de las grandes amenazas a la biodiversidad y un enorme reto para la conservación que sólo se puede abordar mediante la aplicación de los principios de la biología de conservación. La obtención de datos de distribución y abundancia de especies dentro y en la periferia de las áreas protegidas es una difícil y costosa tarea, especialmente para especies crípticas y que suelen ocurrir a baja densidad. Sin embargo, es el primer paso para poder evaluar la efectividad de las áreas protegidas dentro del marco teórico de la biología de la conservación.

AGRADECIMIENTOS

"No se puede defender lo que no se ama y no se puede amar lo que no se conoce"

La verdad que agradecer a todas las personas que hicieron esta tesis posible es complicadísimo, son muchos y algunos sin saberlo me ayudaron a llegar a esta meta. Ante todo quiero agradecer a la W.C.S. (Wildlife Conservation Society) por el apoyo logístico, sin éste hubiera sido imposible realizar todo.

Fundamentalmente quiero agradecerles a las personas más importantes en mi vida que son mi mamá y mi papá, Gaby y Gustavo, y Agus y Martin (mis dos soles), porque sin ellos todo esto no hubiera sido posible.

A Almita porque me aguantó el último tiempo en Buenos Aires mirándome sin entender nada (o en realidad todo) pero acompañándome muchisisisismooooo!!!!

A mi familia en general por el apoyo que cada uno me dio en determinados momentos y en particular a Marce por su ayuda "gramatical" entre otras tantas cosas.

A Sole porque además de ser mi prima es mi amiga del alma, sin ella no hubiera estado ni dos meses en Buenos Aires, permitió que no extrañara tanto y más de una vez me frenó a punto de dejar todo.

A Fran por aguantarme en mis rayes a lo largo de casi toda la carrera.

A mis amigas de toda la vida por el aguante que me dieron siempre, aunque por momentos hayan estado muy lejos se nota que son AMIGAS y que ya no hay de esas.

En particular a mi colega Marian porque me ayudó en esta última parte.

A mi amiga y compa de toda la carrera, la "Rado", gracias por compartir todo, incluso los famosos fideos, conmigo... tan mal no la pasábamos!!! También a "la Ro", que fue compa de las campañas que tanto nos divertimos, a pesar de que Rincón mucho no ayudara!!

A Lore Laffitte por la ayuda increíble que me dio con estadística, de verdad me salvaste la vidaaaaa!!!!

A Vane mi "nueva" amiga porque a pesar de haberla conocido hace muy poco tiempo fue muy compañera, fue mi oreja y mi distracción con sus benditos mates en las tardes de Sanma.

A todos y cada uno de los chicos del C.E.A.N., porque de una u otra manera siempre me ayudaron. En particular a Paila y Obdu por su valioso aporte en el campo, a Seba di Martino por su gran ayuda con la vegetación, sino hubiese sido imposible. A Martin Funes por sus acotaciones siempre tan divertidas y a pesar de haber sido tu tortura, tu ayuda valió la pena... gracias Martin!!!!!!!!!!!!

Al guardafauna de Rincón de los Sauces, Marcelo Guzmán por la ayuda en todas las campañas.

A todos mis amigos y compañeros a lo largo de toda la carrera, cada uno estuvo en distintas etapas; y unos más otros menos, siempre me acompañaron. Particularmente a Agus Scambato que me "salvo las papas" en esta última parte.

A mi directora Susan Walker porque de a poco la fui conociendo y, junto con mi "codirector" Andres Novaro, son además de admirables profesionales, personas de excelente calidad humana. No voy a terminar de agradecerles nunca todo lo que me transmitieron en este tiempo!!!

Quiero dedicarles esta tesis a mis papás porque de esta forma, les recuerdo una vez más cuánto les agradezco que me hayan apoyado siempre en esto que emprendí, a pesar de que mucha gente pensó distinto y que los amo con todo mi corazón!!!!!!!!!!!!

Gracias a Dios que terminé esta tesis!!!

BIBLIOGRAFIA

- ARROYO J (1980). Relevamiento y priorización de áreas con posibilidades de riego. Provincia del Neuquén. Volumen II: Clima Consejo Federal de Inversiones. Tomo 2. 131 pp.
- BUCKLAND ST, DR ANDERSON, KP BURNHAM, JL LAAKE, DL BORCHERS & L THOMAS (2001). Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. 1st ed. OXFORD University press. 432 pp.
- CAMPOS CM, MF TOGNELLI & RA OJEDA (2001). *Dolichotis patagonum*. Mammalian Species 652: 1-5.
- CARROL C, NF REED, PC PAQUET & NH SCHUMAKER (2004). Extinction debt of protected areas in developing landscapes. Conservation biology 18 (4): 1110-1120.
- CAUGHLEY G & RE ANTHONY (1994). Wildlife ecology and management. Sinclair. Blackwell Science.
- CONNER RN (1988). In my opinion... Wildlife populations: Minimally viable or ecologically functional? Wildlife Society Bulletin 16: 80-84.
- DE LUCCA ER (1996). Censos de choiques (*Pterocnemia p.pennata*) en el sur patagónico. Hornero 14: 74-77.
- DEL HOYO J, A ELLIOT & J SARGATAL eds. (1992). Handbook of the birds of the World. Vol.1 696 pp. Lynx Ediciones, Barcelona.
- DEL VALLE AE (1982). Estimación del número de choiques en Estancia Fortín Nogueyra. Informe interno. Dirección Ecología Animal, Provincia del Neuquén. 8 pp.
- DOBSON AJ (2002). An introduction to generalized linear models. Second Edition. Chapman y Hall/CRC. Texts in Statistical Science. 225 pp.
- EDGE WD & CL MARCUM (1989). Determining elk distribution with pellet group and telemetry techniques. Journal of Wildlife Management 53 (3): 621-624.
- FIORI SM & SM ZALBA eds. (2000). Plan de Manejo Reserva Provincial Auca Mahuida (Neuquén). Volumen I – Diagnóstico Regional. Secretaría de Estado del COPADE y Consejo Federal de Inversiones. 205 pp.
- FIORI SM & SM ZALBA eds. (2000). Plan de Manejo Reserva Provincial Auca Mahuida (Neuquén). Volumen II – Diagnóstico Específico, Taller y Asambleas Públicas. Secretaría de Estado del COPADE y Consejo Federal de Inversiones. 223 pp.
- FIORI SM & SM ZALBA eds. (2000). Plan de Manejo Reserva Provincial Auca Mahuida (Neuquén). Volumen III – Zonificación y Acciones de Manejo. Secretaría de Estado del COPADE y Consejo Federal de Inversiones. 32 pp.
- FIORI SM & SM ZALBA (2003). Potential impacts of petroleum exploration and exploitation on biodiversity in a Patagonian Nature Reserve, Argentina. Biodiversity and Conservation. 12: 1261-1270.

FORYS EA & SR HUMPHREY (1997). Comparison of 2 methods to estimate density of an endangered lagomorph. *Journal of wildlife management* 61 (1): 86-92.

FRANKLIN LR (1980). "Evolutionary change in small populations". pp 135-149. In M.E. Soulé y B. A. Wilcox (eds.), *Conservation Biology: an evolutionary-ecological perspective*, Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts. Estados Unidos.

FRANKEL OH & ME SOULÉ (1981). Cap. 3. Population genetics and conservation. En: *Conservation and evolution*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K. 327 pp.

FUNES MC (1998). Proyecto: manejo y conservación del choique en la Patagonia. Análisis de las encuestas realizadas en la zona rural. Área Fauna Terrestre, C.E.A.N., Dirección general de supervisión técnico administrativa, Subsecretaría de producción y recursos naturales, Secretaría de estado de producción y turismo. 11 pp.

FUNES MC & AJ NOVARO (1999). El rol de la fauna silvestre en la economía del poblador rural en la provincia del Neuquén, Argentina. *Revista Argentina de producción animal* 19: 265-271.

FUNES MC , MM ROSAUER, G SANCHEZ ALDAO, OB MONSALVO & AJ NOVARO 2000. Proyecto: Manejo y conservación del choique en la Patagonia. Informe segunda etapa: Análisis de los relevamientos poblacionales. Reporte al Centro de Ecología Aplicada del Neuquén, Neuquén, Argentina. 27 pp.

GERARD G & P BERTHET (1971). Sampling strategy in censusing patchy populations. Pp 59-67 in *Statistical ecology*, Vol. 1, Spatial patterns and statistical distributions (G.P. Patil, E.C. Pielou, and W.E. Waters, eds.). Pennsylvania State University Press, Pennsylvania, 582 pp.

GOLLUSCIO RA, DEREGIBUS VA & PARUELO JM (1998) Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8: 265-284.

HIGGINS KH, JL OLDEMEYER, KJ JENKINS, GK CLAMBAY & RF HARLOW (1994). Vegetation sampling and measurement. pp. 567-591 in T.A. Bookhout, ed. *Research and management techniques for wildlife and habitats*. Fifth ed. The wildlife Society, Bethesda, Md.

KUFNER MB (1989). La distribución del mara (*Dolichotis patagonum*) según criterios ecológicos e históricos. Doñana, *Acta Vertebrata*, 16 (2): 309-315.

KUFNER MB & G DURAÑONA (1991). Consumo y eficiencia digestiva del Mara, *Dolichotis patagonum* (Rodentia: Caviidae). *Ecología Austral* 1: 50-55.

LOTTIS KC, TA WAITE & JA VUCETICH (2004). Reliability of absolute and relative predictions of population persistence based on time series. *Conservation biology* 18 (5): 1224-1232.

McCARTHY MA, SJ ANDELMAN & HP POSSINGHAM (2003). Reliability of relative predictions in population viability analysis. *Conservation biology* 17 (4): 982-989.

MEFFE GK & RC CARROLL and contributors (1997). *Principles of conservation biology*. Second ed. Sinauer Associates, Inc. 729 pp. Sunderland, Massachusetts.
NEFF DJ (1968). The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *Journal of wildlife management* 32 (3): 597-614.

NOVARO AJ, AF CAPURRO, A TRAVAINI, MC FUNES & JE RABINOVICH (1992). Pellet-count sampling based on spatial distribution: a case study of the European hare in Patagonia. *Ecología Austral* 2: 11-18.

NOVARO AJ, MC FUNES & RS WALKER (2000). Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation* 92: 25-33.

NEWMARK WD (1985). Legal and biotic boundaries of western North American national parks: a problem of congruence. *Biological Conservation* 33: 197-208.

NEWMARK WD (1987). A land-bridge island perspective on mammalian extinctions in western North American Parks. *Nature* 325 (10): 430-432.

PACHECO LF (2004). Large estimates of minimum viable population sizes. *Conservation biology* 18 (5): 1178-1179.

PIRES A. (1995). Área Natural Protegida Auca Mahuida - Anteproyecto. Informe Interno. Subsecretaría de Producción Agraria, Ministerio de Producción y Turismo, Provincia del Neuquén. 71 pp.

PRIMACK R (2001). Problemas de las poblaciones pequeñas. Pag 363-383. En Primack R, R Rozzi, P Feinsinger, R Dirzo & F Massardo eds. *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Primera ed. Sinauer Associates, Inc. Fondo de cultura económica. México, D.F.

RADOVANI N (2004). Parámetros poblacionales del guanaco (*Lama guanicoe*) en el Área Protegida Auca Mahuida: efecto de las picadas petroleras y la topografía. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina. 26 pp.

REDFORD KH & JG ROBINSON (1991). Park size and the conservation of forest mammals in Latin America. In: Mares M.A. y D.J. Schmidly (eds.) *Latin American mammalogy: history, diversity, and conservation*: 227-234. University of Oklahoma Press, Norman.

REED DH & EH BRYANT (2000). Experimental tests of minimum viable population size. *Animal conservation* 3: 7-14.

REED DH, JJ O'GRADY, BW BROOK, JD BALLOU & R FRANKHAM (2003). Estimates of minimum viable population sizes for vertebrates and factors influencing those estimates. *Biological conservation* 113: 23-34.

SHAFFER CL (1990). *Nature Reserves: Island theory and conservation practice*. Cap.VIII. 189 pp. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

SHAFFER ML (1981). Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* 31 (2): 131-134.

SIMONETTI JA & JE MELLA (1997). Park size and the conservation of Chilean mammals. *Revista chilena de historia natural* 70: 213-220.

SOULÉ ME (1980). "Thresholds for survival: Maintaining fitness and evolutionary potential". pp 151-170. In M.E. Soulé and B.A. Wilcox (eds.), *Conservation Biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. Estados Unidos.

STEPHENS PA & WJ SUTHERLAND (1999). Consequences of the Allee effect for behaviour, ecology and conservation. *Tree* 14 (10): 401-405.

STATSOFT. 1995.: *STATISTICA for Windows* (manual de programación de computadoras). Tulsa, Oklahoma, U.S.A.: StatSoft, Inc.

TAYLOR RH & RM WILLIAMS (1956). The use of pellet counts for estimating the density of populations of the wild rabbit, *Oryzolagus cuniculus* (L.) New Zealand *Journal of Science and Technology, Section B*, 38 (3) 236-256.

TABER AB & DW MACDONALD (1992) a. Spatial organization and monogamy in the mara *Dolichotis patagonum*. *Journal of Zoology* 227: 417-438.

TABER AB & DW MACDONALD (1992) b. Communal breeding in the mara, *Dolichotis patagonum*. *Journal of Zoology* 227: 439-452.

TERBORGH J (2004). Reflections of scientist on the World Park Congress. *Conservation biology* 18 (3): 619-620.

WALKER RS, G ACKERMANN, J SCHACHTER-BROIDE, V PANCOTTO & AJ NOVARO (2000). Habitat use by mountain vizcachas (*Lagidium viscacia* Molina, 1782) in the Patagonian steppe. *Z. Saugetierkunde* 65: 293-300.

WALKER RS, AJ NOVARO, MC FUNES, R BALDI, C CHEHEBAR, E RAMILO, J AYESA, D BRAN, A VILA & N BONINO (en prensa). Rewilding patagonia. *Wild Earth*.

WILLIAMS BK, JD NICHOLS & MJ CONROY (2002). Estimating abundance based on counts. Pp 241-261 in *Analysis and management of animal populations. Modeling, estimation, and decision making*. Academic Press. Pp. 817.

WILSON DE, FR COLE, JD NICHOLS, R RUDRAN & MS FOSTER eds. (1996). Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

WOLFE ML, NV DEBYLE, CS WINCHELL, & TR McCABE (1982). Snowshoe hare cover relationships in Northern Utah. *Journal of Wildlife Management* 46 (3): 662-670.

WRIGHT S (1931). Evolution in Mendelian populations. *Genetics* 16: 97-159.

APÉNDICE A

Porcentajes de cobertura de especies arbustivas y herbáceas existentes, en cada uno de los estratos altitudinales estudiados.

Especie de Arbusto	650-1000 m.s.n.m.	1000-1250 m.s.n.m.	1250-1500 m.s.n.m.	1500-1950 m.s.n.m.
<i>Acantholippia seriphoides</i>	2,05	0,88	4,59	2,73
<i>Adesmia</i> sp.	0,00	0,00	0,67	0,41
<i>Atriplex lampa</i>	0,10	0,28	0,00	0,00
<i>Boungainvillea spinosa</i>	1,23	0,20	0,15	0,00
<i>Cassia arnottiana</i>	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Cassia</i> sp.	0,00	0,00	1,10	0,00
<i>Cercidium praecox</i>	0,58	0,00	0,00	0,00
<i>Chuquiraga histrix</i>	0,00	0,00	0,00	0,08
<i>Chuquiraga</i> sp.	0,23	0,30	0,00	0,00
<i>Coliguaya integerrima</i>	0,00	0,00	0,00	0,59
<i>Condalia megacarpa</i>	0,00	0,35	0,40	1,80
<i>Ephedra frustillata</i>	0,00	0,22	0,00	0,00
<i>Ephedra</i> sp.	0,00	0,00	0,28	0,25
<i>Fabiana peckii</i>	0,78	1,07	3,41	4,73
<i>Gallardoia fischeri</i>	0,27	1,14	0,13	0,09
<i>Gochnatia glutinosa</i>	0,28	0,00	0,00	0,00
<i>Grindelia</i> sp.	0,43	1,88	1,32	5,79
<i>Gutierrezia solbrigii</i>	0,00	0,04	0,00	0,00
<i>Gutierrezia spathulata</i>	1,46	2,72	3,06	1,46
<i>Hyalis argentea</i>	0,48	2,82	3,28	0,00
<i>Junellia</i> sp.	0,11	0,48	0,73	1,34
<i>Larrea cuneifolia</i>	1,61	0,95	0,00	0,00
<i>Larrea divaricata</i>	8,36	5,82	1,01	0,00
<i>Larrea nitida</i>	0,00	0,00	0,42	0,00
<i>Maihuenia</i> sp.	0,00	0,00	0,54	0,33
<i>Malaspina</i> sp.	0,17	0,00	0,00	0,00
<i>Monthea aphylla</i>	0,00	0,09	0,21	0,00
<i>Mulinum</i> sp.	0,00	0,00	0,11	0,38
<i>Nassauvia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,45
<i>Neosparton aphyllum</i>	1,73	0,86	2,04	0,00
<i>Polygala spinesens</i>	0,00	0,00	0,62	0,32
<i>Prosopidastrum globosum</i>	2,00	4,32	8,86	0,00
<i>Prosopis castellanosii</i>	0,17	0,37	0,00	0,00
<i>Prosopis denudans</i>	0,00	0,66	0,00	0,00
<i>Psila spartioides</i>	0,25	0,00	0,00	0,00
<i>Schinus johnstonii</i>	0,00	0,00	0,77	0,00
<i>Schinus roiggi</i>	0,00	0,00	0,00	0,71
<i>Schinus</i> sp.	0,00	0,13	0,03	0,00
<i>Senecio filaginoides</i>	0,02	0,00	0,00	0,00
<i>Senecio</i> sp.	0,36	0,00	0,00	0,00
Especie de Hierba	650-1000 m.s.n.m.	1000-1250 m.s.n.m.	1250-1500 m.s.n.m.	1500-1950 m.s.n.m.
<i>Festuca</i> sp.	0,00	1,26	0,85	3,77
<i>Stipa</i> sp.	0,55	0,51	0,88	1,00
<i>Poa</i> sp.	1,17	0,80	0,67	0,00
Gramínea no determinada	0,00	0,09	0,28	0,05

