

**INFORME DE CUARTO MONITOREO
RESCATES COMPLEMENTARIOS DE FAUNA
VERTEBRADA TERRESTRE**

**PROYECTO “LIXIVIACIÓN DE SULFUROS-SULFOLIX”
SCMEA**



FEBRERO DE 2010

**INFORME DE CUARTO MONITOREO
RESCATES COMPLEMENTARIOS DE FAUNA VERTEBRADA TERRESTRE**

**PROYECTO “LIXIVIACIÓN DE SULFUROS-SULFOLIX”
SCMEA**

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES GENERALES	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. OBJETIVO	3
4. ANTECEDENTES ÁREA DE ESTUDIO.....	3
5. ÁREA DE RELOCALIZACIÓN (LIBERACIÓN).....	3
6. METODOLOGÍA	7
6.1 REPTILES	7
6.2 MICROMAMÍFEROS	9
6.3 EVALUACIÓN DEL ÉXITO DE RESCATE Y RELOCALIZACIÓN.....	11
7. RESULTADOS.....	12
7.1 REPTILES	12
7.2 MICROMAMÍFEROS	17
7.3 EVALUACIÓN DEL ÉXITO DE RESCATE Y RELOCALIZACIÓN.....	19
8. CONCLUSIONES	22
9. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA.....	24

TABLAS

Tabla 1.	Listado de especies, N° de ejemplares y estado de conservación de los animales translocados hacia la quebrada El Potrero.
Tabla 2.	Sitios de relocalización en quebrada El Potrero y número de ejemplares liberados en cada uno.
Tabla 3.	Coordenadas Sitio 4 y Sitio 0 de liberación de reptiles y número de ejemplares liberados.
Tabla 4.	Composición de reptiles capturados en el cuarto monitoreo, quebrada El Potrero.
Tabla 5.	Resumen de composición de reptiles capturados en los 4 monitoreos ejecutados en quebrada El Potrero.

- Tabla 6. Resumen del total de capturas y recapturas de reptiles en Quebrada El Potrero.
- Tabla 7. Sitio de monitoreo de roedores.
- Tabla 8. Composición de los micromamíferos capturados en quebrada El Potrero
- Tabla 9. Resumen del peso, sexo y edad de micromamíferos capturados y recapturados locales.
- Tabla 10. Resumen de capturas y recapturas de micromamíferos.
- Tabla 11. Número de recapturas versus total de animales marcados.
- Tabla 12. Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de Residentes.
- Tabla 13. Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de Residentes.

FIGURAS

- Figura 1. Vista general del área de relocalización.
- Figura 2. Resumen del número del total de capturas obtenidas en los monitoreos realizados en quebrada El Potrero.
- Figura 3. Resumen de los ejemplares recapturados v/s locales en los monitoreos realizados en quebrada El Potrero.
- Figura 4. Índice de masa corporal (IMC) de individuos rescatados y locales en la primera y última captura.

**INFORME DE CUARTO MONITOREO
RESCATES COMPLEMENTARIOS DE FAUNA VERTEBRADA TERRESTRE
PROYECTO “LIXIVIACIÓN DE SULFUROS-SULFOLIX”
SCMEA**

1. ANTECEDENTES GENERALES

Sociedad Contractual Minera El Abra (SCMEA) sometió al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) su proyecto “Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix”, el cual fue aprobado mediante Resolución Exenta N° 114/08 del 25 de marzo de 2008, dentro de las exigencias contenidas en dicha resolución, y en particular la tabla correspondiente al considerando 10.1 de la misma, el titular deberá realizar un monitoreo de la fauna terrestre rescatada y relocalizada. Esta actividad se debe efectuar según metodología presentada en el “Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre” que la autoridad aprobó en el marco de la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.

Dentro de este contexto, mediante las Resoluciones N°3.609 del 7 de julio de 2008 y N°5.164 del 23 de septiembre de 2008, ambas del Servicio Agrícola Ganadero (SAG), se autorizaron las actividades de captura y relocalización de micromamíferos y reptiles en el sector Este de la actual pila dinámica (área donde se ubicará la Pila Permanente de Lixiviación), vertedero, áreas de empréstitos y otras instalaciones. Dichas actividades y sus respectivos monitoreos, se realizaron el segundo semestre de 2008 hasta la fecha.

Por otra parte, tal como se informó en su debido momento a la CONAMA Región de Antofagasta, el proyecto “Lixiviación de Sulfuros, Sulfolix” debió paralizar la puesta en marcha de sus faenas, por lo que no se ejecutaron las obras contempladas en el sector. De esta forma, luego de transcurrir un año desde las campañas de Rescate y Relocalización antes mencionadas, se produjo una colonización de nuevos individuos de Fauna y es por ello que SCMEA solicitó al Servicio Agrícola Ganadero (SAG) autorización para efectuar la captura de reptiles y micromamíferos, la cual fue aprobada mediante la Resolución Exenta N°7.092 del 16 de noviembre de 2009. La primera campaña de rescate y relocalización complementario se efectuó entre el 25 y el 29 de noviembre y la segunda entre el 17 y 20 de diciembre.

A continuación se presentan los resultados del cuarto monitoreo realizado en el área de relocalización de quebrada El Potrero entre el 8 y 12 de febrero de 2010 y que corresponde a la fauna relocalizada en noviembre de 2009 (Rescate 1) y aquella que se reubicó en diciembre del mismo año (Rescate 2).

2. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la legislación ambiental en Chile (Ley 19.300, de Bases del Medio Ambiente), ha implicado la implementación de medidas de mitigación, reparación y compensación de impactos ambientales. Dentro de éstas, surgen las translocaciones de fauna como una herramienta para resolver conflictos entre animales y humanos, relacionados con el establecimiento de iniciativas de desarrollo como construcción de edificaciones, carreteras y actividad minera (Craven *et al.* 1998; Shine y Koenig 2001; Fisher y Lindenmayer 2000). En este contexto, se plantean los rescates de animales como una medida de mitigación ambiental (Shine y Koenig 2001).

Los planes de rescate son una buena alternativa para el manejo de fauna en situaciones de pérdida irrecuperable del hábitat, y debieran ser utilizados para las especies de vertebrados de baja movilidad, como anfibios, reptiles y micromamíferos. En estos casos, los individuos capturados pueden ser marcados y monitoreados, además de ser trasladados a un ambiente predefinido. El ambiente de la liberación debe ser lo más cercano posible al sitio de captura, fuera del área de influencia del proyecto e idealmente en áreas silvestres protegidas (SAG 2004).

Como parte del proyecto se realizaron cuatro campañas de rescate de fauna vertebrada terrestre en el mes de julio y agosto de 2008, dentro de las áreas definidas como zona A y zona B. Las campañas se orientaron a dar cumplimiento por parte de SCMEA a la realización de un rescate y posterior relocalización de vertebrados terrestres. No obstante, el Proyecto fue suspendido temporalmente. Con la reactivación del Proyecto, SCMEA ha comprometido la realización de dos (2) campañas complementarias de rescate, las que se realizaron en las mismas áreas ya definidas en los rescates anteriores que aún no han sido intervenidas, de forma integrada, con técnicas y metodologías utilizadas al más alto nivel de estudios científicos internacionales.

Con el objetivo de evaluar el grado de establecimiento de los animales rescatados y relocalizados, se comenzó con los monitoreos en las áreas de relocalización, donde la principal herramienta de evaluación dice relación con la recaptura de los ejemplares marcados durante el rescate. En este contexto, cabe señalar que la tasa de recaptura es sólo un indicador del grado de asentamiento de los animales relocalizados, pues se encuentra sujeta a algunos supuestos como:

- Todos los animales (marcados y no marcados) tienen la misma probabilidad de ser detectados;
- Las marcas no influyen en la sobrevivencia de los animales; y
- Las marcas son permanentes (no se cumple totalmente con las pinturas).

A continuación, se presenta un listado de las especies y número de ejemplares translocados, en la primera y segunda campaña de rescate complementario, ver Tabla 1.

Tabla 1.
Listado de especies, N° de ejemplares y estado de conservación de los animales translocados hacia la quebrada El Potrero.

Orden - Especie	Nombre Común	N° Ejemplares translocados	Estado de Conservación			
			Decreto Supremo 05/98 MINAGRI			
			B	S	E	EC
TROPIDURIDAE						
<i>Liolaemus constanzae</i>	Lagartija de Constanza	49		S	E	R
RODENTIA						
<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejudo grande	2				
<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo amarillo	5		S		
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratoncito andino	2				

Decreto Supremo 05/98 MINAGRI, Ley de Caza 19.473

B= Especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria

S= Especie catalogada con densidades poblacionales reducidas

E= Especie catalogada como beneficiosa para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales
EC= Estado de conservación, puede ser: **P**= En Peligro de Extinción, **V**= Vulnerables, **R**= Raras, **I**= Inadecuadamente conocida, **F**= Fuera de Peligro.

3. OBJETIVO

Evaluar la presencia, estado de condición y éxito de recaptura de los individuos de fauna vertebrada terrestre relocalizados en las campañas de rescate complementarias, desde las futuras áreas de intervención del proyecto, hacia el o los sitios destinados para relocalización.

4. ANTECEDENTES ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la Región del Desierto Chileno, correspondiente a la parte más austral del desierto de la costa del Pacífico de América del sur. Dentro de esta macro clasificación, se localiza, en la zona denominada “Desierto de los Aluviones” (Gajardo, 1994). Desde el punto de vista vegetacional, esta área se caracteriza por presentar una típica fisonomía de arbustos bajos extremadamente xerófitos, con una cobertura muy rala, encontrándose amplios sectores desprovistos de vida vegetal. Además, se encuentra influenciada por las precipitaciones provenientes de las zonas más altas de los Andes, con influencia bioclimática de tipo tropical (Di Castri, 1968).

Desde el punto de vista faunístico la zona de estudio corresponde al límite norte para la distribución de especies de distribución más austral, siendo el elemento clave para el desarrollo de la vida, la existencia de agua (Veloso y Núñez, 1998).

En los desiertos, la fauna de vertebrados se localiza, muchas veces, en pequeños parches de vegetación donde el desarrollo de la vida es posible. Para enfrentar las rigurosidades del clima, los animales deben desarrollar mecanismos adaptativos para estos ambientes.

En general, la Región de Antofagasta ha sido señalada por diversos autores como una zona de gran relevancia para la biodiversidad, puesto que las condiciones naturales del área imponen importantes restricciones a los seres vivos, favoreciendo el desarrollo de endemismos (Jerez, 2000). A ello se debe agregar el poco conocimiento existente de los taxa presentes en la región (Veloso y Núñez, 1998).

5. ÁREA DE RELOCALIZACIÓN (Liberación)

En los días 5 y 6 de junio de 2008, se definió un área de liberación (Relocalización) para ser utilizada en el Plan de Rescate y Relocalización de fauna terrestre del sector Planta. Para asegurar que las condiciones de los sitios de liberación fueran apropiadas para las especies a relocalizar, se fijó un sector que reuniera las siguientes características.

- Presencia de ambientes homólogos al área del rescate.
- Presencia de poblaciones de las mismas especies a liberar en el lugar.
- Grado de protección que asegure que el área será destinada a protección de recursos naturales.

- Calidad de hábitat adecuado para los propósitos del estudio.
- En lo posible que el área de relocalización se encuentre en la misma cuenca con el fin de modificar lo menos posible la composición genética de las poblaciones receptoras.

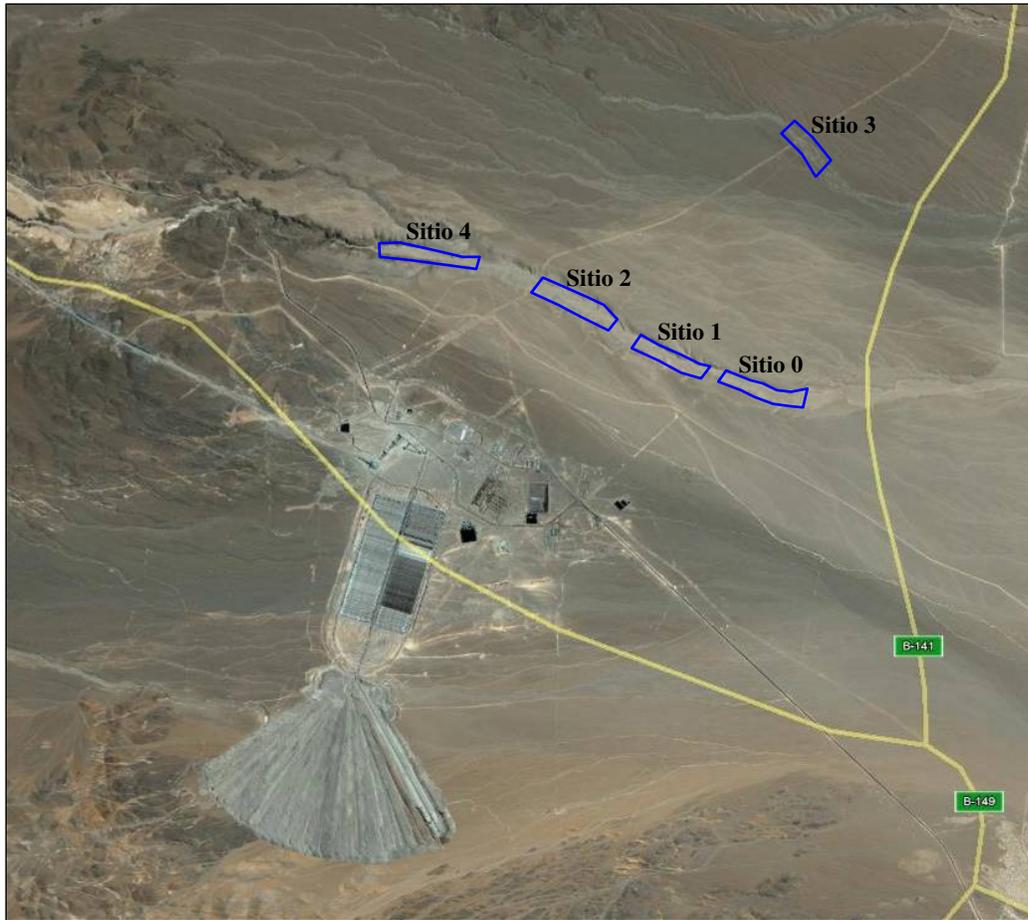
Sobre la base de lo anterior, se identificó la quebrada El Potrero como sitio para la relocalización de los ejemplares. Esta quebrada se encuentra al noreste del área Planta, fuera del área de influencia directa del proyecto. El sector presenta ambientes homólogos al área de rescate, con vegetación y refugio.

Para los 4 rescates realizados entre julio y octubre de 2008, se seleccionaron 3 Sitios de liberación de fauna en la quebrada El Potrero. El Sitio 1 y 2 se encuentran dentro de la quebrada El Potrero y fue donde se liberaron los reptiles y el Sitio 3, se ubica en una quebrada de menor tamaño al norte de quebrada El Potrero, donde se liberaron los micromamíferos capturados. En la primera y segunda campaña de rescate complementario realizadas en noviembre y diciembre de 2009 se agregaron 2 nuevos sitios de relocalización, el Sitio 4 para la relocalización de los 30 ejemplares rescatados en la primera campaña y el Sitio 0 que recibió los 19 ejemplares rescatados en el segundo rescate.

Tabla 2.
Sitios de relocalización en quebrada El Potrero y número de ejemplares liberados en cada uno.

	Rescates 1, 2 3 y 4, 2008			Rescates complementarios 1 y 2, 2009	
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 0
Reptiles	14	8	0	30	19
Micromamíferos	1	0	3	3	6

Figura 1.
Vista general del área de relocalización.



Fotografía 1.
Quebrada El Potrero, Sitio 4 de relocalización de fauna vertebrada terrestre.



Fotografía 2.
Vista general de Sitio 0 de relocalización de reptiles en Quebrada El Potrero.



6. METODOLOGÍA

Todos los animales rescatados y relocados fueron marcados de manera específica, para su posterior seguimiento en los monitoreos. Además, con el objetivo de tener un grupo control y poder aportar información biológica de las especies presentes en el área receptora de individuos, se marcaron animales propios del área de relocalización (residentes).

Cabe señalar que los animales relocados tienden a migrar dentro de las áreas donde son translocados (pudiendo sufrir predación, accidentes naturales, atropellos accidentales de camionetas), por ello es importante la comparación con más de una campaña de monitoreo según la metodología presentada en el “Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre”.

A continuación, se presenta la metodología específica que se implementó por cada grupo de fauna.

6.1 Reptiles

Para los reptiles, se prospectó el Sitio 4 y Sitio 0 de monitoreo, donde se realizó búsquedas bajo las rocas, matorrales y grietas (ver Tabla 3).

Tabla 3.
Coordenadas Sitio 4 y Sitio 0 de liberación de reptiles y número de ejemplares liberados en cada uno.

Sitio de monitoreo	Coordenadas		Altura	Número de <i>L. constanzae</i> relocados
	Este	Norte		
Sitio 4 inicio	531.687	7.571.607	3.300	30
Sitio 4 fin	530.632	7.571.749	3.293	
Sitio 0 inicio	535.013	7.570.217	3.181	19
Sitio 0 fin	537.758	7.570.035	3.200	

Los nuevos ejemplares capturados, residentes en el área de liberación, fueron identificados, sexados, medidos y pesados. Luego se marcaron con un dispositivo electrónico (PIT TAGS).

En la Fotografía 3, se muestra el procedimiento de pesaje de un ejemplar de *L. constanzae*. En la Fotografía 4 se aprecia el procedimiento de marcaje con dispositivo electrónico (microchip). En la Fotografía 5 se observa la forma de medir de un reptil.

Fotografía 3.
Pesaje de un *Liolaemus/ constanzae* como actividad de monitoreo.



Fotografía 4.
Marcaje con un microchip (PIT TAGS) en un *Liolaemus constanzae*.



Fotografía 5.
Medición del largo hocico-cloaca de un *Liolaemus constanzae*.



6.2 Micromamíferos

El monitoreo de micromamíferos se realizó mediante trampas colapsables tipo Sherman, utilizando un muestreo de tipo dirigido, es decir, hacia los lugares con mayor probabilidad de presencia de micromamíferos (cuevas formadas en las laderas de las quebradas y en las áreas vegetadas dentro de las quebradas). De esta forma se pretende optimizar la captura de ejemplares.

Se utilizaron 40 trampas en cada sitio de estudio durante 4 noches de monitoreo (esfuerzo de muestreo de 320 trampas/noche). Cada trampa fue cebada con avena y esencia de vainilla, y luego montada cada 10 m. a lo largo del Sitio 4. Cabe recordar que en el Sitio 4 se liberó tres (3) ejemplares, dos (2) de la especie *Phyllotis magister* y un *P. limatus* y en el Sitio 0 se liberó 6 ejemplares, 4 (4) de la especie *P. limatus* y dos (2) de la especie *Abrothrix andinus*.

En la Fotografía 6, se muestra una trampa Sherman ubicada en uno de los sitios de monitoreo de micromamíferos. Por su parte en la Fotografía 7, se muestra el equipamiento utilizado para el marcaje de roedores y reptiles (lector y microchip). En la Fotografía 8 se muestra el procedimiento de marcaje como actividad de monitoreo.

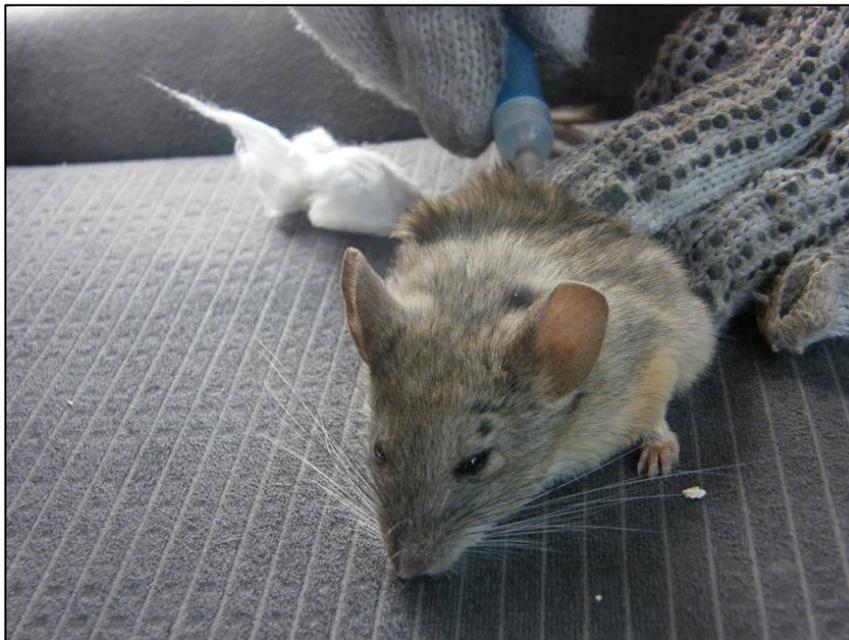
Fotografía 6.
Postura de una trampa tipo Sherman



Fotografía 7.
Equipamiento para marcaje como actividad de monitoreo.



Fotografía 8.
Procedimiento de marcaje de un *Phyllotis limatus* como actividad de monitoreo.



6.3 Evaluación del éxito de rescate y relocalización.

La evaluación del éxito del Plan de rescate y relocalización, tiene por objetivo determinar la aclimatación de los individuos relocalizados en términos de su sobrevivencia y su potencial efecto sobre los individuos residentes.

La definición del éxito del monitoreo del rescate y relocalización de fauna vertebrada terrestre será un juicio establecido sobre una serie de indicadores o antecedentes técnicos. En este sentido, a continuación se detallan los indicadores para el monitoreo.

- N° de recapturas v/s N° total de animales marcados
- Proporción de la recaptura de animales relocalizados y recapturas de poblaciones residentes
- Sobrevivencia, evaluada por el tiempo transcurrido entre que se recaptura un animal en relación a cuando fue marcado.
- Riqueza de especies
- Abundancias por especie
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies recapturadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- Grado de desplazamiento: migración espacial.

De este modo se generará indicadores que permitan evaluar el éxito del plan aplicado.

7. RESULTADOS

Este informe incluye los resultados obtenidos en el cuarto monitoreo de la fauna relocalizada en las dos (2) campañas de rescate efectuadas entre el 25 y 29 de noviembre (Rescate 1) y del 17 al 20 de diciembre de 2009 (Rescate 2). Cabe recordar que los individuos relocalizados en la campaña de Rescate 1 fueron ubicados en el denominado Sitio 4, liberándose 30 reptiles de la especie *Liolaemus constanzae* y 3 roedores (2 *Phyllotis magister* y un *Phyllotis limatus*). Por otro lado, los individuos capturados en el Rescate 2, fueron ubicados en el Sitio 0 y se liberaron 19 *L. constanzae* y 6 roedores (4 *P. limatus* y 2 *Abrothrix andinus*).

El presente monitoreo fue realizado entre los días 08 y 12 de febrero de 2010, a seis (6) semanas después de segundo rescate y nueve (9) semanas del primer rescate aproximadamente.

Todos los puntos de captura al interior del área de relocalización fueron georeferenciados. Posterior a su análisis, cada individuo fue devuelto a las coordenadas asociadas a su captura. Esto con el fin determinar el desplazamiento de cada individuo en monitoreos posteriores.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada grupo.

7.1 Reptiles

En las campañas de rescate complementarios realizados en los sectores A y B del sector Planta en noviembre y diciembre de 2009, se rescató un total de 49 reptiles, todos de la especie *L. constanzae*.

En el primer monitoreo se prospectó el Sitio 4, área núcleo de liberación de la primera campaña de rescate, en busca de los 30 ejemplares liberados. A partir del segundo monitoreo, se agregó al sitio 4, un segundo sitio de prospección, el Sitio 0, destinado para la liberación de los 19 ejemplares liberados del segundo rescate complementario.

En el presente monitoreo se capturó un total de 47 ejemplares; 26 individuos en el Sitio 4; 2 *L. hajeki*, 2 *L. puritamensis* y 22 *L. constanzae* y 21 individuos en el Sitio 0; 1 *L. hajeki* y 20 *L. constanzae*. En total hubo 26 individuos nuevos, lo que corresponde a un 55,3% y 21 recapturas, lo que corresponde a un 44,7%, de ellas, 14 son recapturas locales (29,8%), 11 *L. constanzae*, 2 *L. hajeki* y 1 *L. puritamensis* y 7 *L. constanzae* corresponden a recapturas de los rescates complementarios, es decir un **14,9%** (una del Sitio 0 y 6 del Sitio 4) (ver Tabla 4).

Tabla 4.
Composición de reptiles capturados en el cuarto monitoreo, quebrada El Potrero.

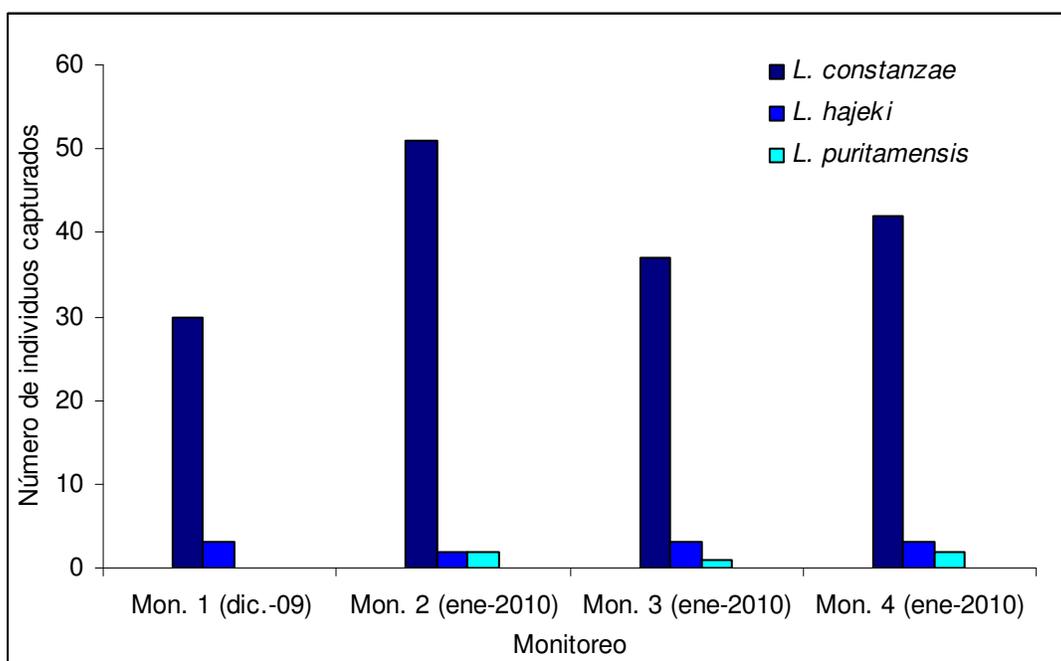
Tipos de Capturas					
ESPECIES	Total de Individuos capturados	1	2	3	Representatividad por especie (%)
<i>Liolaemus constanzae</i>	42	24	7	11	89,4
<i>Liolaemus hajeki</i>	3	1	0	2	6,4
<i>Liolaemus puritamensis</i>	2	1	0	1	4,2
TOTAL	47	26	7	14	-
%	100	55,3	14,9	29,8	100,00

1 Capturados por primera vez.

2 Recapturas de individuos relocalizados durante los rescates.

3 Recapturas de individuos marcados en un monitoreo anterior (residentes recapturados).

Figura 2.
Resumen del número del total de capturas obtenidas en los monitoreos realizados en Quebrada El Potrero.



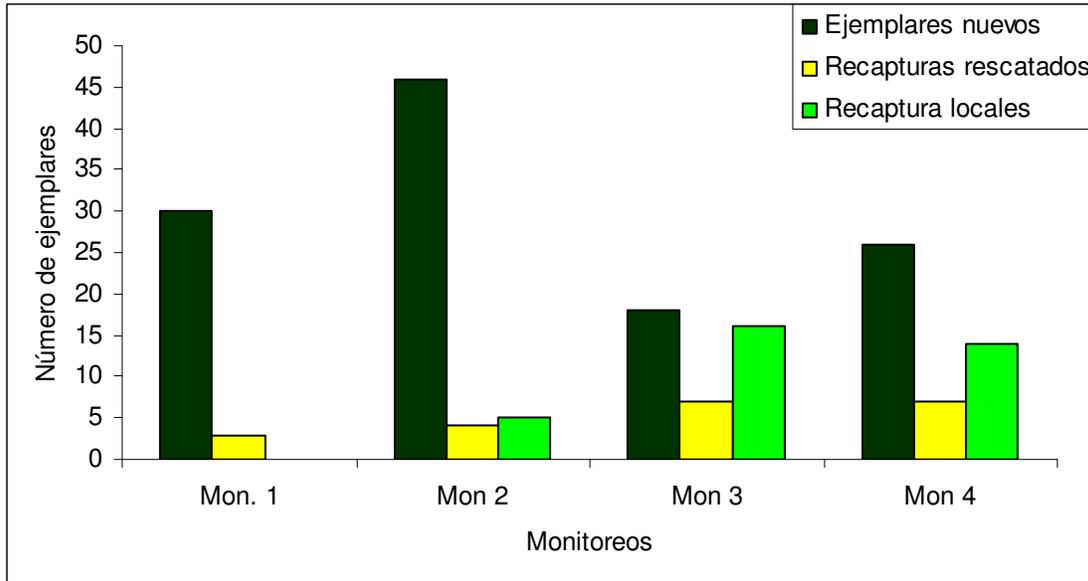
Como se puede observar en la Tabla 5, el porcentaje de recaptura de individuos relocalizados sigue siendo elevado, de 7,3% obtenido en segundo monitoreo, un 17,1%, en el tercer monitoreo, en el presente monitoreo se obtuvo un 14,9%, similar al obtenido en el monitoreo anterior.

Tabla 5.
Resumen de composición de reptiles capturados en los 4 monitoreos ejecutados en quebrada El Potrero.

Captura de individuos	Monitoreo 1	Monitoreo 2	Monitoreo 3	Monitoreo 4
Capturados por primera vez	90,9	83,63	43,9	55,3
Recaptura de ind. relocalizados	9,1	7,3	17,1	14,9
Recaptura de ind. locales	0	9,10	39,0	29,8

Al ser un área de relocalización de reptiles, la búsqueda debe realizarse de manera superficial (revisar matorrales y levantar rocas) ya que no se puede perturbar mayormente el hábitat de estos ejemplares que se están adaptando a su nuevo hábitat.

Figura 3.
Resumen de los ejemplares recapturados v/s locales en los monitoreos realizados en Quebrada El Potrero.



En la Figura 3 se puede observar un leve aumento en la cantidad de ejemplares nuevos capturados en relación al anterior monitoreo. Sin embargo, continúa siendo el segundo monitoreo el que obtuvo la mayor captura de estos ejemplares.

A pesar de la presencia de algunas nubes a causa del invierno altiplánico, en el presente monitoreo, al igual que en los dos anteriores, se obtuvo una elevada captura de individuos, la que fue ayudada por las altas temperaturas y ausencia de fuertes vientos, lo que facilitó el avistamiento y mayor captura de reptiles.

Fotografía 9.
***Liolaemus puritamensis* capturado (arriba) y *L. hajeki* recapturados (abajo) en Sitio 4.**



Fotografía 10.
***Liolaemus constanzae* macho, ejemplar de mayor peso capturado en Sitio 0.**



Cabe señalar que hubo una recaptura de un *L. constanzae* local en el Sitio 0, que fue marcado inicialmente en el Sitio 1, en el décimo primer monitoreo realizado a fines de enero de 2010 (de los rescates realizados en el 2008), capturado a unos 600 m. de su captura inicial. Por otro lado, en el monitoreo anterior, en el Sitio 4, se recapturó un *L. constanzae* del primer rescate complementario a 530 m. de su sitio inicial de liberación en noviembre de 2009. Estos datos indican una gran movilidad en individuos de talla pequeña, tanto en ejemplares locales como en relocalizados.

De los 42 ejemplares de *L. constanzae* capturados, 20 son hembras (15 adultas y 5 subadultas), 21 machos (todos adultos) y un ejemplar indefinido. Por otro lado, de los 7 ejemplares recapturados relocalizados, 5 son hembras (2 adultas y 3 subadultas) y 2 son machos adultos.

Al considerar solamente los animales traslocados (49 ejemplares), el porcentaje de recaptura en el presente monitoreo fue de un **14,28%**, es decir, 7 recapturas de los 49 individuos rescatados y relocalizados (ver Tabla 6). Si se consideran los 4 monitoreos, se han recapturado 13 ejemplares de los 49 rescatados, lo que equivale a un **26,53%**. Por otro lado, de los 94 ejemplares locales marcados hasta el monitoreo anterior, (no se consideran los ejemplares marcados en el presente monitoreo, sólo los acumulados hasta el tercer monitoreo), el porcentaje de recaptura en el presente monitoreo fue de un **14,9%** (14 recapturas de 94 marcados) y al considerar los 4 monitoreos, se han recapturado 27 ejemplares de los 94 marcados, lo que equivale a un **28,7%**.

Tabla 6.
Resumen del total de capturas y recapturas de reptiles en Quebrada El Potrero.

ESPECIES	Nº total de capturas Q. El Potrero	% de capturas por especie en Q. El Potrero	Nº individuos marcados rescatados desde Sector A + B	Nº de individuos marcados locales	Nº recapturas totales (ejemplares rescatados + locales)	Recapturas acumuladas de individuos locales		Recapturas acumuladas de individuos de áreas de rescate (rescatados)	
						Nº	%	Nº	%
<i>Liolaemus constanzae</i>	160	90,91	49	109	51	24	25,5	13	26,53
<i>Liolaemus hajeki</i>	11	6,25	0	7	4	2	2,1	0	0
<i>Liolaemus puritamensis</i>	5	2,84	0	4	1	1	1,1	0	0
TOTAL	176	100	49	120	56	27	28,7	13	26,53

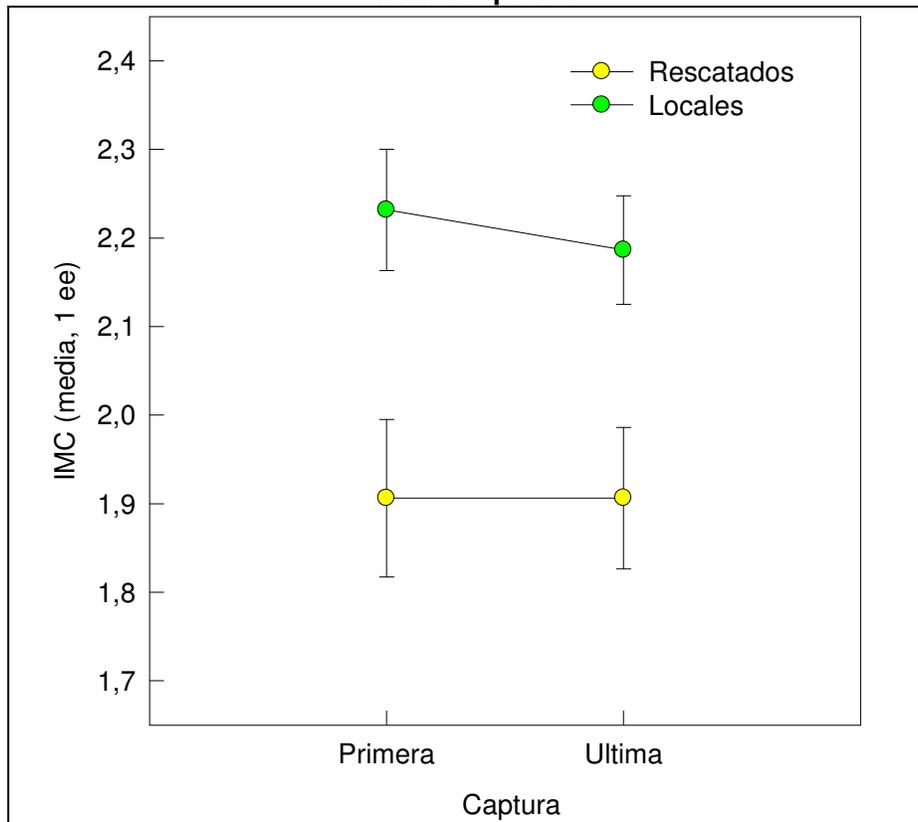
Para evaluar el efecto de la relocalización sobre la condición corporal de los animales rescatados y locales calculamos un índice de masa corporal (IMC), según la siguiente fórmula:

$$IMC = \frac{\text{masa (kg)}}{\text{Talla (m)}^2}$$

Este índice permite comparar individuos de distintos tamaños al estandarizar el peso en relación a la talla de cada individuo. En este análisis incluimos solo los individuos capturados más de una vez (13 rescatados y 22 locales de la especie *L. constanzae*). A través de un análisis de varianza de medidas repetidas realizado en STATISTICA 6.0 (Statsoft 2001), evaluamos el efecto de los orígenes (rescatados o locales), del tiempo (primera y última captura) y de la interacción entre origen y tiempo.

En promedio el IMC es mayor en los individuos locales que en los individuos rescatados (Efecto origen significativo $p_{(1,33)} = 0,003$), y es similar entre capturas (efecto tiempo e interacción no significativo $p > 0,05$, Figura 4). Es decir, en general los individuos locales tienen una mejor condición corporal que los rescatados tanto en la primera como la última captura. Esto probablemente podría deberse a que los individuos rescatados provienen de hábitats marginales con menor disponibilidad de recursos. Sería interesante evaluar si a medida que transcurre el tiempo los individuos rescatados logran alcanzar condiciones corporales semejantes a los individuos locales.

Figura 4.
Índice de masa corporal (kg/m^2) de individuos rescatados y locales en la primera y última captura.



7.2 Micromamíferos

En las campañas de rescate complementaria realizadas en los sectores A y B del sector Planta en noviembre y diciembre de 2009, se rescató un total de 9 roedores; 5 *Phyllotis limatus*, 2 *P. magister* y 2 *Abrothrix andinus*. De ellos, 4 *P. limatus* y 2 *A. andinus* fueron liberados en el Sitio 0 y 1 *P. limatus* y 2 *P. magister*, se liberaron en el Sitio 4.

Tabla 7.
Sitios de monitoreo de roedores.

Sitio	Este	Norte	Altura (msnm)	N° Trampas/ noche	Capturas	Éxito de captura
Sitio 4	530.632	7.571.749	3.293	160	5 <i>P. limatus</i> y 2 <i>P. magister</i>	
Sitio 0	534.316	7.570.381	3.181	160	4 <i>E. typus</i>	
Total Capturas en 4 noches de trapeo				320	11	3,43%

Eligmodontia typus no había sido nunca registrada en la quebrada Potrero desde los inicios de los monitoreos en agosto de 2008. Corresponde a un roedor pequeño de pelaje tupido y sedoso, bigotes largos y patas posteriores largas

En el presente monitoreo se dispusieron 320 trampas/noche repartidas entre el Sitio 4 y Sitio 0 (40 trampas en cada uno). Hubo 11 capturas, 4 *Eligmodontia typus* en el Sitio 0 (3 machos juveniles y una hembra subadulta), 5 *Phyllotis limatus* en el Sitio 4 (4 hembras, 2 subadultas, 2 adultas y una juvenil y un macho adulto) y 2 *P. magister* en el Sitio 4 (2 machos adultos).

Tabla 8.
Composición de los micromamíferos capturados en quebrada El Potrero

Especies	Total de Individuos capturados	Tipos de Capturas					% Captura
		1	2	3	4		
<i>P. limatus</i>	5	2	0	3	0	100	
<i>P. magister</i>	2	1	0	1			
<i>E. typus</i>	4	4	0	0			
TOTAL	11	7	0	4	0		
%	100	50	25	25	0,0	100	

1 Capturados por primera vez.

2 Capturas de individuos relocalizados durante el rescate.

3 Recapturas de individuos marcados en un monitoreo anterior.

4 Animales muertos.

% Porcentaje Captura.

Hubo 7 ejemplares nuevos (4 *E. typus*, 2 *P. limatus* y 1 *P. magister*), lo que equivale a un 63,63% y 4 recapturas, lo que equivale a un 36,36%. Todas las recapturas corresponden a ejemplares locales, 3 son del primer monitoreo realizado en diciembre de 2009 (2 *P. limatus* y 1 *P. magister*) y la cuarta recaptura corresponde a 1 *P. limatus* marcado en el monitoreo anterior, realizado a fines de enero de 2010 (ver Tabla 8). En la Tabla 9 se muestra un resumen de las recapturas de los individuos locales y relocalizados con sus respectivos pesos inicial y final.

Tabla 9.
Resumen del peso, sexo y edad de micromamíferos recapturados locales y del rescate.

Especie	Peso (gr)				Sexo	Edad	Tiempo transcurrido desde marcaje	
	Rescate	Mon. 1	Mon. 2	Mon. 3				Mon. 4
<i>P. limatus</i> ID: 2813		38				Macho	Adulto	
<i>P. limatus</i> ID: 04F		30	36		39	Hembra	Subadulto	Local, 2 meses
<i>P. limatus</i> ID: D69		38			42	Macho	Adulto	Local, 2 meses
<i>P. magister</i> ID: 935		60			57	Macho	Adulto	Local, 2 meses
<i>P. limatus</i> ID: E52			60			Macho	Adulto	
<i>P. limatus</i> ID: 9543			44			Macho	Adulto	
<i>P. limatus</i> ID: 8270			50			Hembra	Subadulto	
<i>P. limatus</i> ID: 6445			58	60		Macho	Adulto	Local, 15 días
<i>P. limatus</i> ID:41699			41			Hembra	Subadulto	
<i>P. limatus</i> ID:936				11	22	Hembra	Juvenil	Local, 10 días
<i>P. limatus</i> ID:943				12		Macho	Juvenil	
<i>P. limatus</i> ID: 23D	30			44		Hembra	Adulto	Rescate, 2 meses

Al considerar solamente los animales traslocados (9 ejemplares), el porcentaje de recaptura hasta la fecha es de un 11,11%, es decir, 1 recaptura de los 9 individuos rescatados, el cual fue recapturado en el monitoreo anterior. Por otro lado, de los 11 ejemplares locales marcados hasta la campaña anterior (no se consideran los ejemplares marcados en el presente monitoreo, sólo los acumulados hasta el tercer monitoreo), el porcentaje de recaptura en el presente monitoreo fue de un 36,4% (4 recapturas de 11 marcados) y al considerar los 4 monitoreos, se han recapturado 5 ejemplares de los 11 marcados, lo que equivale a un 45,5%.

Tabla 10.
Resumen de capturas y recapturas de micromamíferos.

ESPECIES	Nº total de capturas Q. El Potrero	% de capturas por especie en Q. El Potrero	Nº individuos marcados rescatados desde Sector A + B	Nº de individuos marcados locales	Nº recapturas totales (ejemplares rescatados + locales)	Recapturas acumuladas de individuos locales		Recapturas acumuladas de individuos de áreas de rescate (rescatados)	
						Nº	%	Nº	%
<i>Phyllotis limatus</i>	18	72	5	12	6	4	36,4	1	11,11
<i>Abrothrix andinus</i>	0	0	2	0	0	0	0,0	0	0,00
<i>Phyllotis magister</i>	3	12	2	2	1	1	9,1	0	0,00
<i>Eligmodontia typus</i>	4	16	0	4	0	0	0,0	0	0,00
TOTAL	25	100	9	18	7	5	45,5	1	11,11

7.3 Evaluación del éxito de rescate y relocalización.

Tal como se menciona en la metodología, la evaluación del éxito del Plan de rescate y relocalización, tiene por objetivo determinar el grado de asentamiento de los individuos relocalizados en términos de su sobrevivencia. A continuación se entrega el resultado de los indicadores mencionados:

Reptiles (*Liolaemus constanzae*)

a) **Número de recapturas versus total de animales marcados**

La siguiente tabla resume la evolución de las recapturas en relación a los 49 individuos de *Liolaemus constanzae* que fueron relocalizados en la quebrada El Potrero.

Tabla 11.
Número de recapturas versus total de animales marcados.

Evento de monitoreo	Recapturas relocalizados	% de recaptura en relación a total de relocalizados
Campaña 1	3	10
Campaña 2	4	8,16
Campaña 3	7	14,28
Campaña 4	7	14,28

En la Tabla 11, se observa que el porcentaje de recaptura aumentó, no obstante en total existen **13** individuos capturados hasta la fecha de los 49 relocalizados (si bien se han realizado 21 capturas), lo que correspondería a un **26,53%** si se consideran las campañas realizadas hasta la fecha. En las próximas campañas podrían evidenciar la presencia de otros animales no observados aún.

b) **Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de residentes**

La Tabla 12 muestra una comparación porcentual entre las recapturas de animales relocalizados (en relación al total de 49 animales relocalizados) y el porcentaje de recaptura de los animales residentes (calculado sobre el total acumulado de animales residentes marcados previamente al momento de ejecutada cada campaña y que son el máximo de recapturas posibles para ese evento). Destaca el alto éxito de recaptura de animales relocalizados (calculado como la proporción entre el % de recaptura de relocalizados/por el % de recaptura de residentes multiplicado por 100; ver columna proporción % de la recaptura de animales relocalizados en relación a la tasa de recaptura de animales residentes).

Tabla 12.
Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de residentes.

Evento de monitoreo	Animales relocalizados (49 individuos)		Animales residentes			Proporción (%) de la recaptura de animales relocalizados en relación a la tasa de recaptura de animales residentes
	Recapturas	%	Capturas acumuladas al inicio de cada campaña***	Recapturas	%	
1	3	10	0	0	0,00	ND
2	4	8,16	30	5	16,67	48,95
3	7	14,28	76	16	21,05	67,83
4	7	14,28	94	14	14,89	95,90

*** Total de animales residentes con marcas previo al inicio de cada campaña; no considera los repetidos
ND: no se puede determinar

c) Condiciones de la estructura poblacional de las especies recapturadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.

Con respecto a la proporción de ejemplares machos y hembras, de los 49 ejemplares relocados, 22 corresponden a hembras, 22 a machos y 5 ejemplares de sexo indefinido. En los 4 monitoreos realizados hasta la fecha, se han recapturado 13 ejemplares de los 49 relocados, de ellos, 5 corresponden a machos (22,72% de los 22 relocados), 7 hembras (31,81% de las 22 relocadas) y un indefinido (20% de los 5 relocados).

d) Estimación de sobrevivencia individual

No se puede analizar debido al bajo número de ejemplares y recapturas.

Micromamíferos

a) Número de recapturas versus total de animales marcados

Hasta la fecha ha habido un roedor de la especie *Phyllotis limatus* recapturado correspondiente al segundo rescate complementario realizado en noviembre de 2009 de los 9 ejemplares relocados (2 *Phyllotis magister*, 5 *P. limatus* y 2 *A. andinus*). En el presente estudio no hubo recaptura de ejemplares relocados. Un problema importante en la interpretación de los datos es el bajo número de roedores en el área de estudio. Por otro lado, de acuerdo a datos obtenidos desde el 2008, estos individuos tienen un alto grado de desplazamiento que se pudo registrar, por ejemplo, en un individuo que recorrió 2,4 km. desde el punto donde se relocó, lo que es un claro ejemplo que la dispersión de los individuos es un obstáculo al momento de evaluar la efectividad de la medida.

b) Proporción de la recaptura de animales relocados versus recaptura de residentes

La Tabla 13 muestra una comparación entre el porcentaje de recaptura de animales relocados (en relación a los 9 animales relocados) y los residentes (en relación al total acumulado de animales residentes marcados al momento de ejecutada cada campaña y que representa el máximo de capturas posibles para ese evento). Nuevamente destaca que el bajo número de individuos en el análisis dificulta una interpretación más certera, aunque la tabla es clara en mostrar que las poblaciones de roedores en el área de estudio presentan densidades muy bajas que se correlacionan con las características ambientales del sitio.

**Tabla 13.
Proporción de la recaptura de animales relocados versus recaptura de residentes.**

Evento de monitoreo	Animales relocados		Animales residentes			Proporción (%) de la recaptura de animales relocados en relación a la tasa de recaptura de animales residentes
	Recapturas	%	Capturas acumuladas al inicio de cada campaña	Recapturas	%	
Campaña 1	0	0	0	0	-	ND
Campaña 2	0	0	4	1	25	ND
Campaña 3	1	11,11	9	2	22,22	50

Evento de monitoreo	Animales relocalizados		Animales residentes			Proporción (%) de la recaptura de animales relocalizados en relación a la tasa de recaptura de animales residentes
	Recapturas	%	Capturas acumuladas al inicio de cada campaña	Recapturas	%	
Campaña 4	0	0	11	4	63,63	ND

ND no se puede determinar

c) Condiciones de la estructura poblacional de las especies recapturadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.

Hasta la fecha se ha recapturado del rescate una hembra adulta de la especie *Phyllotis limatus* rescatada y relocalizada hace un mes y medio (segundo rescate complementario), lo que equivale a un **11,11%**, es decir, un individuo de 9 relocalizados. Hasta la fecha, es el primer ejemplar recapturado de los rescates complementarios realizados.

d) Estimación de sobrevivencia individual

No se pudo analizar debido al bajo número de ejemplares y recapturas.

8. CONCLUSIONES

Entre el 8 y 12 de febrero de 2010 se realizó el cuarto monitoreo de la fauna relocalizada en el marco de los dos (2) rescates complementarios efectuados en el sector Planta del proyecto “Lixiviación de Sulfuros-Sulfolix” de SCMEA. Este monitoreo se efectuó a nueve (9) semanas de transcurrido el primer rescate complementario (25 al 29 de noviembre) y a seis (6) del segundo rescate complementario (17 al 20 de diciembre de 2009).

En el primer rescate complementario, se capturó un total de 30 reptiles, todos ellos de la especie *Liolaemus constanzae* y 3 roedores; un *Phyllotis limatus* y dos (2) *P. magister*. Todos los ejemplares fueron liberados en el **Sitio 4** de la quebrada El Potrero, lugar que fue definido como adecuado para la relocalización de este tipo de fauna. En la segunda campaña de rescate complementario se capturó 19 reptiles de la especie *L. constanzae* y 6 roedores; 4 *P. limatus* y 2 *Abrothrix andinus*. Todos los ejemplares fueron liberados en el **Sitio 0** de la quebrada El Potrero.

Con respecto a los reptiles, en el primer monitoreo de fauna en el Sitio 4, se capturó un total de 33 individuos; 30 de la especie *L. constanzae* y 3 *L. hajeki*. De ellos, 3 *L. constanzae* fueron recaptura del primer rescate realizado en noviembre, lo que equivale a un **10%** (3 individuos de 30 relocalizados). En la segunda campaña de monitoreo se capturó un total de 55 ejemplares; 51 *L. constanzae*, 2 *L. hajeki* y 2 *L. puritamensis*. De ellos, 9 fueron recapturas, un *L. hajeki* y 8 *L. constanzae*; 5 locales y 4 de los rescates complementarios, lo que equivale a un **8,16%** (4 individuo de 49 relocalizados). En la tercera campaña, se capturó un total de 41 ejemplares; 37 *L. constanzae*, 3 *L. hajeki* y un *L. puritamensis*. De ellos, 18 individuos nuevos y 23 recapturas; 16 locales y 7 *L. constanzae* corresponden a recapturas de los rescates complementarios, es decir un **14,28%** (7 individuos de 49). En el presente estudio se capturó un total de 47 ejemplares; 47 *L. constanzae*, 3 *L. hajeki* y 2 *L. puritamensis*. De ellos, 26 son ejemplares nuevos y 21 recapturas; 14 locales y 7 *L. constanzae* corresponden a recapturas de los rescates complementarios, lo que equivale a un **14,89%** (7 individuos de 49). En términos de resultados, estos antecedentes son importantes, pues indican que, al menos 13 individuos

recapturados hasta la fecha de los 49 translocados, han permanecido en el sitio de liberación (26,53%).

En el presente monitoreo hubo una recaptura de un *L. constanzae* local en el Sitio 0, que fue marcado inicialmente en el Sitio 1, en el décimo primer monitoreo realizado a inicios de enero de 2010 de los rescates realizados en el 2008. Este ejemplar se capturó a unos 600 metros de su captura inicial.

En relación a los mamíferos, en el primer rescate complementario hubo 3 individuos capturados, de ellos, uno corresponde a la especie *Phyllotis limatus* y 2 a la especie *P. magister*. Los 3 ejemplares fueron liberados en el Sitio 4 de relocalización. En la segunda campaña de rescate complementaria se capturó 6 ejemplares, 4 de la especie *Phyllotis limatus* y 2 *Abrothrix andinus*. Los 6 ejemplares fueron liberados en el Sitio 0 de relocalización.

En primer monitoreo se capturó 4 ejemplares, 3 de la especie *P. limatus* y 1 *P. magister*. No hubo recapturas de los rescates complementarios. En el segundo monitoreo hubo 6 capturas de la especie *P. limatus*. De ellas, un ejemplar correspondió a recaptura del primer monitoreo (16,66%). No hubo recapturas de los ejemplares relocalizados del área planta. En el tercer monitoreo hubo 4 capturas de la especie *P. limatus*, 2 ejemplares nuevos (50%) y 2 recapturas (50%). De las recapturas, el primero corresponde a un ejemplar local y el otro corresponde a una hembra adulta, recaptura del segundo rescate complementario, lo que equivale a un **11,11%** (1 ejemplar de 9 liberados en la quebrada). Este ejemplar fue encontrado a 930 m. aproximadamente del sitio de liberación y con un aumento de 14 gramos de peso. Lo anterior, confirma la gran dispersión de estos roedores del desierto y por ende, el bajo porcentaje de recaptura. En el presente monitoreo se capturó un total de 11 ejemplares; 4 de la especie *Eligmodontia typus*, 5 *P. limatus* y 2 *P. magister*. De ellos, 7 son ejemplares nuevos (63,6%) y 4 son recapturas locales (36,4%), 3 *P. limatus* y 1 *P. magister*.

En general en la quebrada El Potrero existe una baja densidad de roedores lo que permite entender sus bajas capturas y recapturas. Esta descripción corresponde a la situación natural de especies que habitan en ambientes desérticos con baja productividad. Lo anterior determina que las comunidades presentan un bajo número de individuos y con una alta fluctuación de acuerdo a las condiciones ambientales.

Si bien los resultados de los monitoreos son bajos en número de individuos capturados, ellos guardan relación con la extrema aridez del área de estudio. El carácter desértico de los ambientes prospectados impone severas restricciones a la biota, en especial en lo concerniente a la alta variabilidad de recursos tróficos. En este contexto Noy-Meir (1973, 1985, citado por Jaksic *et al* 1997) señala que los ecosistemas del Norte Grande de Chile corresponden esencialmente a ecosistemas desérticos que se caracterizan por: (a) baja productividad; (b) productividad muy variable y dependiente de las precipitaciones y la disponibilidad de nutrientes, principalmente nitrógeno; (c) alto cociente productividad/biomasa esto es, tasa de recambio o producción relativa; (d) alto cociente entre biomasa sobre y bajo el suelo; (e) baja eficiencia de utilización de la producción de plantas por parte de los herbívoros; (f) biomasa de plantas removida principalmente por erosión; (g) baja riqueza de especies, la cual está correlacionada con las precipitaciones.

9. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Choquet, R., Reboulet, A.M., Lebreton, J.D., Gimenez, O., Pradel, R. (2005) U-CARE 2.2 User's Manual. CEFE, Montpellier, France. (<http://ftp.cefe.cnrs.fr/biom/Soft-CR/>)

Craven, S., T. Barnes, and G. Kania. 1998. Toward a professional position on the translocation of problem wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 26:171–177.

Di Castri, F. 1968. Equisse écologique du Chili. *Biologie de l'Amérique australe*. En: Debouteville Cl & Rapaport (eds) Editions du centre national de la Recherche Scientifique. Paris, IV: 7-52.

Fisher, J. y Lindermayer, D. B. 2000. An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96: 1-11.

Gajardo, R. 1994. *La Vegetación Natural de Chile: clasificación y distribución geográfica*. Editorial Universitaria, Santiago.

Iriarte A. 2008. *Mamíferos de Chile*. Lynx Edicions. Barcelona, España, 420 pp.

Jaksic F, Marquet P & Gonzalez H. 1997. Una perspectiva ecológica sobre el uso del agua en el norte grande: la región de Tarapacá como estudio de caso. Trabajo presentado en seminario “Minería y uso del agua en Chile”, efectuado en el Centro de Estudios Públicos el 3 de junio de 1997. *Estudios Públicos*, 68.

Jerez, V. 2000. Diversidad y patrones de distribución geográfica de insectos coleópteros en ecosistemas desérticos de la región de Antofagasta, Chile. *Rev. chil. hist. nat.*, 73(1): 79-92.

Pincheira-Donoso, D. y H. Núñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann. 1834 (Iguania: Tropiduridae: Liolaeminae). *Taxonomía, sistemática y evolución*. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.

R DEVELOPMENT CORE TEAM ROYAL (2005) *A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2004. *Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales en Fauna Silvestre*. División de Protección de los Recursos naturales Renovables. Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile. 180 p.

Shine, R., and J. Koenig. 2001. Snakes in the garden: an analysis of reptiles “rescued” by communitybased wildlife carers. *Biological Conservation* 102: 271–283.

StatSoft, Inc.

2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.

Veloso, A. & Nuñez, H. 1998. Inventario de especies de fauna de la Región de Antofagasta (Chile) y recursos metodológicos para almacenar y analizar información de biodiversidad. Revista Chilena de Historia Natural 71: 555-569