

**NOVENO INFORME DE MONITOREO  
DE FAUNA VERTEBRADA TERRESTRE**

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



**JULIO DE 2009**

**NOVENO MONITOREO DE FAUNA VERTEBRADA TERRESTRE  
PROYECTO “LIXIVIACIÓN DE SULFUROS-SULFOLIX”  
SCMEA**

**ÍNDICE**

<b>1. ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>3. OBJETIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>4. ANTECEDENTES ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>5. ÁREA DE RELOCALIZACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
6.1. REPTILES .....	6
6.2. MICROMAMÍFEROS .....	8
6.3. EVALUACIÓN DEL ÉXITO DE RESCATE Y RELOCALIZACIÓN.....	11
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
7.1. REPTILES .....	11
7.2. MICROMAMÍFEROS .....	16
7.3. EVALUACIÓN DEL ÉXITO DE RESCATE Y RELOCALIZACIÓN.....	18
7.3.1 Reptiles.....	18
7.3.2 Micromamíferos.....	24
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA.....</b>	<b>30</b>

**ANEXOS**

Anexo A            Antecedentes biológicos de las especies parte del monitoreo

**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 prospectados en monitoreo de reptiles y número de ejemplares liberados.
Tabla 3.	Sitios prospectados en monitoreo de micromamíferos y número de ejemplares liberados.

Tabla 4	Resumen del esfuerzo de muestreo y capturas en Sitios 1 y 2.
Tabla 5.	Resumen del total de capturas y recapturas de reptiles en la Quebrada El Potrero.
Tabla 6.	Sitios de monitoreo de roedores.
Tabla 7.	Resumen del peso de micromamíferos recapturados en Quebrada El Potrero.
Tabla 8.	Resumen de capturas y recapturas de micromamíferos.
Tabla 9.	Número de recapturas versus total de animales marcados.
Tabla 10.	Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de residentes.
Tabla 11.	Resumen de los pesos de los individuos recapturados y tiempo de sobrevivencia luego del rescate.
Tabla 12.	Resumen de los pesos de los individuos recapturados locales y tiempo de sobrevivencia luego de la captura.
Tabla 13.1	Modelos y estadísticas para estimar las probabilidades de sobrevivencia y recaptura de <i>Liolaemus constanzae</i> . Individuos relocalizados y locales presentes en la última relocalización.
Tabla 13. 2	Modelos y estadísticas para estimar las probabilidades de sobrevivencia y recaptura de <i>Liolaemus constanzae</i> . Todos los individuos
Tabla 14.	Número de recapturas versus total de animales marcados.
Tabla 15.	Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de residentes*.

## **FIGURAS**

Figura 1.	Vista general del área de relocalización.
Figura 2.	Resumen de los ejemplares nuevos v/s recapturados locales y translocados en los 9 monitoreos realizados en quebrada El Potrero.
Figura 3.	Resumen del número del total de capturas obtenidas en los 9 monitoreos realizados en quebrada El Potrero.
Figura 4.	Histograma de los residuos para la regresión múltiple.
Figura 5.	Relación entre el número de capturas de reptiles en los 8 monitoreos y el promedio de la temperatura mínima, media y máxima obtenida desde enero de 2008 a junio de 2009.

- Figura 6. Relación entre el número de capturas de reptiles en los 8 monitoreos y el promedio de la humedad mínima, media y máxima obtenidas desde enero de 2008 a junio de 2009.
- Figura 7. Distribución por sexo de los individuos translocados recapturados en la quebrada El Potrero.
- Figura 8. Distribución etárea de los individuos translocados recapturados en quebrada El Potrero.

## **FOTOGRAFÍAS**

- Fotografía 1. Quebrada El Potrero, lugar de relocalización de fauna vertebrada terrestre.
- Fotografía 2. Pesaje de un *Liolaemus constanzae* como actividad de monitoreo.
- Fotografía 3. Marcaje con un microchip (PIT TAGS) en un *Liolaemus hajeki*.
- Fotografía 4. Medición del largo hocico-cloaca de un *Liolaemus constanzae*.
- Fotografía 5. Postura de una trampa tipo Sherman ubicada en sitio 4 (vega) de monitoreo.
- Fotografía 6. Sitio 4, vega ubicada en la parte alta de la Quebrada El Potrero.
- Fotografía 7. Equipamiento para marcaje como actividad de monitoreo.
- Fotografía 8. Procedimiento de marcaje de un *Phyllotis limatus* como actividad de monitoreo.
- Fotografía 9. Sitio 4, vista general de la veguita con sus aguas congeladas.
- Fotografía 10. Perico cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*) observado en el Sitio 4.

**NOVENO MONITOREO 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 relocada. Esta actividad se efectuó en el Área Planta 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. En consecuencia, a continuación se presentan los resultados de la novena campaña de monitoreo del plan de rescate y relocalización de fauna vertebrada terrestre.

Cabe destacar que las actividades de rescate, relocalización y monitoreo han sido autorizadas por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) mediante Resolución Exenta N° 3.609 del 07 de julio de 2008, Resolución Exenta N° 5.164 del 23 de septiembre de 2008 que modifica la Resolución N° 3.609, Resolución Exenta N° 25 del 6 de enero de 2009 que modifica Resolución N° 3.609 modificada por Resolución N° 5.164 y Resolución Exenta N° 1.954 del 9 de abril de 2009 que modifica la Resolución N° 25 del 6 de enero de 2009.

**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 de los compromisos adoptados por SCMEA para el proyecto Sulfolix, se realizaron cuatro (4) campañas de rescate de fauna vertebrada terrestre entre los meses de julio y octubre de 2008, en las áreas definidas como sector A y B del área Planta del proyecto.

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 (lo que no se cumple totalmente con las pinturas utilizadas cuando el animal es pequeño).

El presente informe corresponde a los resultados obtenidos en el noveno monitoreo, en las áreas de relocalización.

A continuación, se presenta un listado de las especies y número de ejemplares translocados, en las 4 campañas de rescate, objetivo principal de este monitoreo, 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	22		S	E	R
RODENTIA						
<i>Abrothrix andinus</i>	Ratoncito andino	2				
<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejudo amarillo	1		S		
<i>Abrocoma cinerea</i>	Ratón chinchilla de cola corta	1		S		I

**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 el éxito del Plan de Rescate y Relocalización de fauna, de acuerdo con los compromisos adquiridos en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Lixiviación de Sulfuros-Sulfolix.

#### **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)**

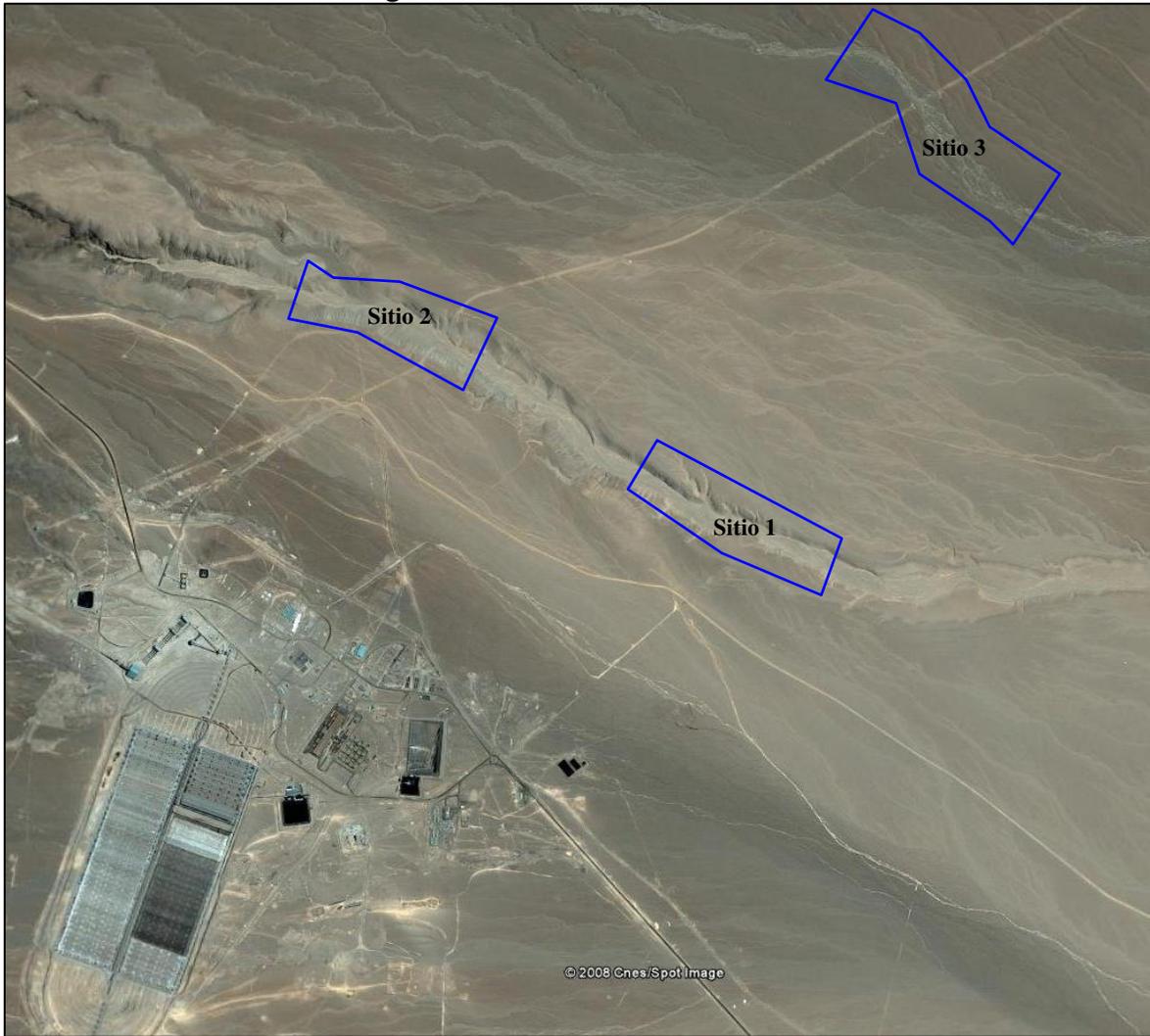
Previo a la primera de las cuatro campañas de rescate, durante los días 5 y 6 de junio de 2008, se definió un área de liberación (Relocalización) para ser utilizada en el Plan de Rescate y Relocalización de fauna terrestre del sector Planta. Para asegurar que las condiciones de los sitios de liberación 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.

En la quebrada y alrededores cercanos, se seleccionaron tres (3) sitios para la relocalización de fauna. El Sitio 1 y 2 se encuentran dentro de la quebrada El Potrero y el Sitio 3, se ubica en una quebrada de menor tamaño al norte de quebrada El Potrero (ver Figura 1 y Fotografía 1).

**Figura 1**  
**Vista general del área de relocalización.**



**Fotografía 1.**  
**Quebrada El Potrero, lugar de relocalización de fauna vertebrada terrestre.**



## **6. METODOLOGÍA**

Durante las cuatro campañas de rescate, todos los animales capturados fueron marcados 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).

El presente informe corresponde al noveno monitoreo realizado entre el 20 y el 24 de julio de 2009 y considera tanto la fauna translocada como la fauna residente en los tres (3) sitios de relocalización. En relación a las campañas de rescate, el presente monitoreo fue desarrollado a los 363 días de finalizado el primer rescate, a los 352 días de finalizado el segundo rescate, a los 295 días de finalizado el tercer rescate y a los 280 días de finalizado el cuarto rescate.

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

## 6.1. Reptiles

Para los reptiles, se ejecutaron prospecciones en los Sitios 1 y 2 de monitoreo, realizando búsquedas bajo las rocas y en grietas. Como se ha señalado en informes previos, en el Sitio 1 se liberaron los reptiles rescatados en la primera y segunda campaña de rescate (realizadas en el Sector A) y en el Sitio 2, se liberaron los ejemplares de la tercera y cuarta campaña de rescate (realizadas en el Sector B), ver Tabla 2.

**Tabla 2.**  
**Sitios prospectados en monitoreo de reptiles y número de ejemplares liberados.**

Sitio de monitoreo	Coordenadas		Número ejemplares de <i>L. constanzae</i> relocalizados				
	Este	Norte	Rescate 1	Rescate 2	Rescate 3	Rescate 4	Total
Sitio 1	534.316	7.570.381	4	10	--	--	14
Sitio 2	533.169	7.571.537	--	--	3	5	8
<b>Total</b>							<b>22</b>

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

**Fotografía 2.**  
**Pesaje de un *Liolaemus/ constanzae* como actividad de monitoreo.**



Fotografía 3.  
Marcaje con un microchip (PIT TAGS) en un *Liolaemus hajeki*.



Fotografía 4.  
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. Cada sitio de monitoreo fue georreferenciado con el uso de un equipo de GPS.

Se utilizaron 150 trampas durante 3 noches (esfuerzo de muestreo de 450 trampas/noche). Cada trampa fue cebada con avena y esencia de vainilla, y luego montada cada 10 metros, en cuatro (4) sitios. Sitio 1 con 40 trampas, corresponde al área donde fue liberado un ejemplar de *Abrothrix andinus* capturado en la primera campaña de rescate. El Sitio 2, con 40 trampas, fue dirigido a la captura de ejemplares propios del área de relocalización (residentes) a fin de obtener un grupo control. El Sitio 3, con 40 trampas, corresponde al área en que fueron liberados los 3 ejemplares del cuarto rescate (un *A. andinus*, un *Phyllotis limatus* y un *Abrocoma cinerea*). A partir del Quinto monitoreo, fue incorporado un nuevo sitio (Sitio 4), el cual corresponde a una vega ubicada en la parte alta de la quebrada El Potrero. Este sitio fue agregado para ampliar el área de muestreo de micromamíferos y poder detectar posibles desplazamientos de los animales monitoreados. En este lugar se instalaron 30 trampas. En la Tabla 3 a continuación, se presenta un detalle de los sitios de monitoreo.

**Tabla 3.**  
**Sitios prospectados en monitoreo de micromamíferos y número de ejemplares liberados.**

Sitio de monitoreo	Coordenadas		Número ejemplares liberados				Total
	Este	Norte	Rescate 1	Rescate 2	Rescate 3	Rescate 4	
Sitio 1	534.316	7.570.381	1	0	0	0	1
Sitio 2	533.169	7.571.537	0	0	0	0	0
Sitio 3	535.711	7.573.201	0	0	0	3	3
Sitio 4	528.884	7.572.311	0	0	0	0	0
<b>Total</b>							<b>4</b>

En la Fotografía 5, se muestra una trampa Sherman ubicada en uno de los sitios de monitoreo de micromamíferos. En la Fotografía 6 se muestra el sitio 4 Vega. 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 5.**  
**Postura de una trampa tipo Sherman ubicada en sitio 4 (vega) de monitoreo.**



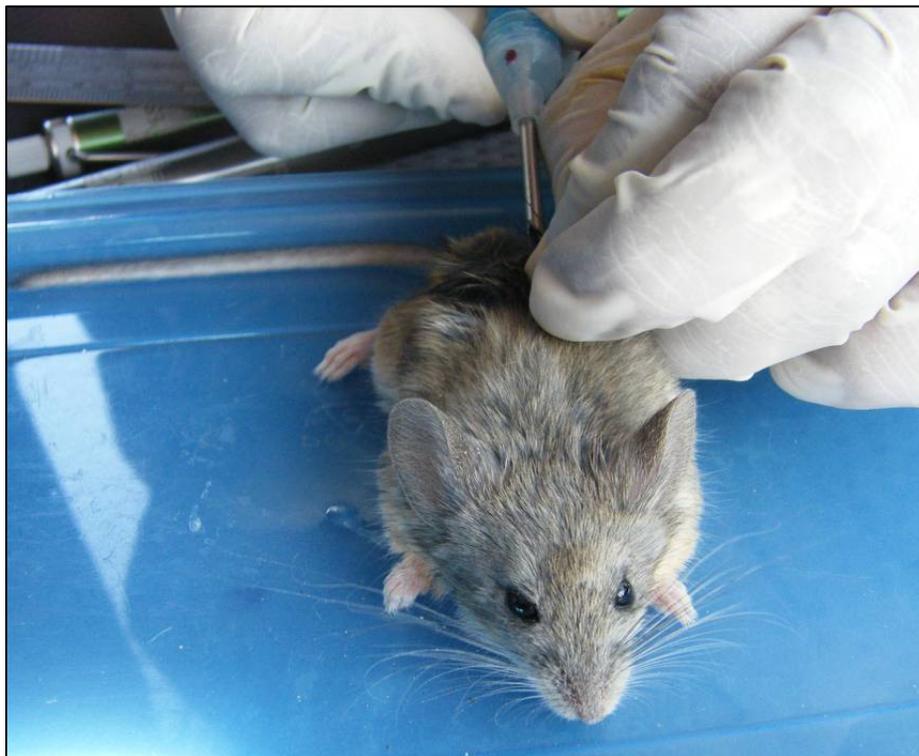
**Fotografía 6.**  
**Sitio 4, vega ubicada en la parte alta de la Quebrada El Potrero.**



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

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

## 7. RESULTADOS

### 7.1. Reptiles

Desde un inicio se ha prospectado el Sitio 1, área núcleo de liberación de las campañas de rescate 1 y 2, en busca de los 14 ejemplares liberados allí. A partir del tercer monitoreo se agregó un segundo sitio de prospección, el Sitio 2, destinado para la liberación de los 8 ejemplares provenientes del rescate 3 y 4.

A modo de referencia, en el octavo monitoreo realizado en el mes de abril (otoño), se capturó un total de 41 individuos, es decir, se obtuvo el mayor número de capturas hasta la fecha. Lo anterior puede deberse a las altas temperaturas que afectaron la quebrada y al aumento de la oferta de alimento, debido al peak del periodo de invierno altioplánico.

En la presente campaña de monitoreo no se observó la presencia de reptiles en el área de estudio. El estudio se realizó en el mes de julio, estación de invierno, donde las condiciones climáticas ayudan a entender la ausencia de reptiles debido a las bajas temperaturas y a los fuertes vientos registrados durante la semana de monitoreo (vientos entre 55 y 80 Km/hora). En relación a las temperaturas mínimas registradas en la semana del 20 al 24 de julio, fueron las más bajas en lo que va del año 2009. El día jueves 23 (cuarto día de monitoreo), se registró una temperatura mínima de -9,6°C.

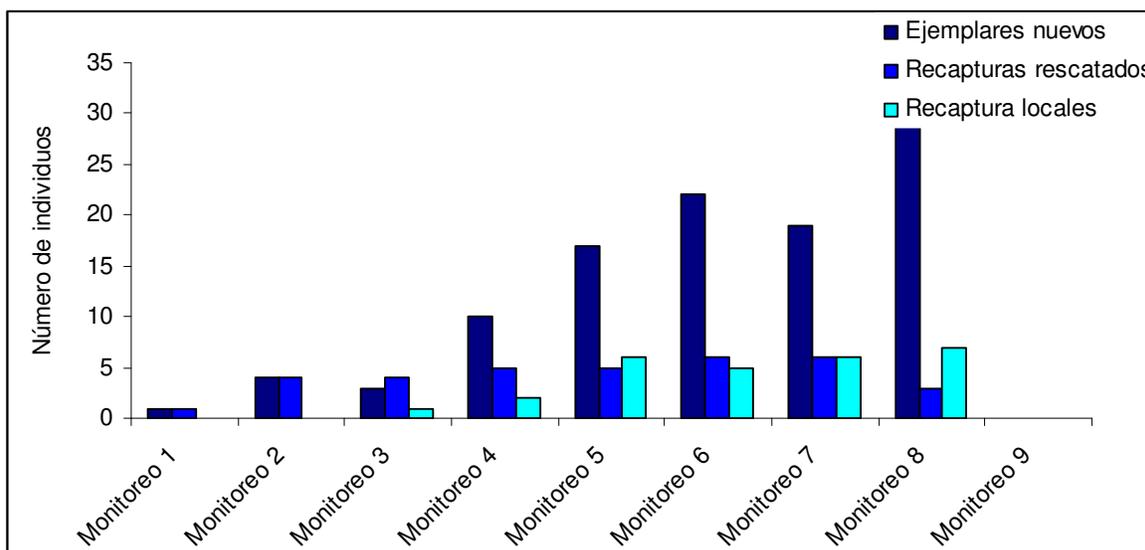
Hay que tener presente que al ser un área de relocalización de reptiles, la búsqueda debe realizarse de manera superficial (revisar matorrales y levantar rocas) ya que no se puede perturbar mayormente el hábitat de estos ejemplares que se están adaptando al nuevo hábitat. Durante el primer y segundo rescate de reptiles realizado en **julio de 2008**, se capturaron 14 ejemplares, pero a diferencia de los monitoreos actuales, en estas campañas se pudo realizar búsquedas intensivas, ayudadas con herramientas, que finalmente permitieron la captura de individuos ocultos a gran profundidad en las paredes de las quebradas.

**Tabla 4.**  
**Resumen del esfuerzo de muestreo y capturas en Sitios 1 y 2.**

Sitio	Este	Norte	Altura (msnm)	Esfuerzo de muestreo (horas/hombre)	Capturas
Sitio 1	533.169	7.571.537	3.238	30	0
Sitio 2	534.383	7.570.388	3.198	30	0
<b>TOTAL</b>				<b>60 (*)</b>	<b>0</b>

(\*) El esfuerzo de muestreo fue menor en relación a los monitoreos anteriores debido a que las condiciones climáticas (particularmente el fuerte viento de entre 55 y 80 Km./hora) obstaculizaron las labores en terreno.

**Figura 2.**  
**Resumen de los ejemplares nuevos v/s recapturados locales y translocados (recaptura de rescatados) en los 9 monitoreos realizados en quebrada El Potrero.**

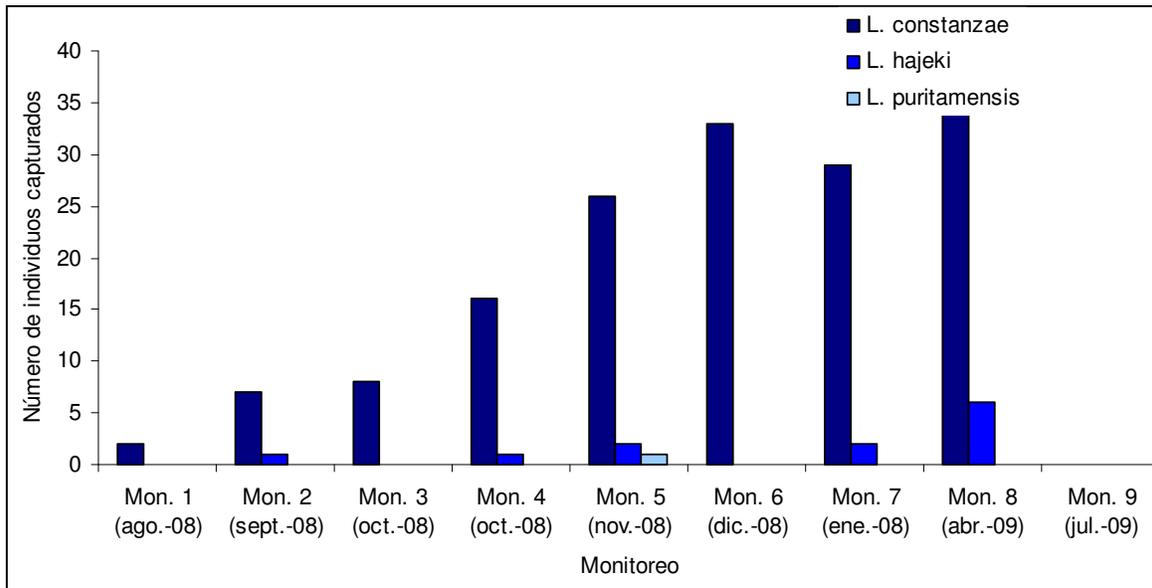


Al considerar todas las recapturas acumuladas de los ejemplares translocados, es decir excluyendo a aquellos ejemplares que se repiten, el porcentaje de recaptura es de un 63,63%, es decir, 14 recapturas de los 22 individuos rescatados y relocalizados (ver Tabla 5).

**Tabla 5.**  
**Resumen del total de capturas y recapturas de reptiles en la quebrada El Potrero.**

ESPECIES	Nº total de capturas Q. El Potrero	Distribución 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 de áreas de rescate (rescatados)		Recapturas de individuos área de relocalización (no rescatados)	
						Nº	%	Nº	%
<i>Liolaemus constanzae</i>	155	92,3	22	95	49	14	63,6	19	17,8
<i>Liolaemus hajeki</i>	12	7,1	0	11	1	0	0	1	0,9
<i>Liolaemus puritamensis</i>	1	0,6	0	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>168</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>107</b>	<b>50</b>	<b>14</b>	<b>63,6</b>	<b>20</b>	<b>18,7</b>

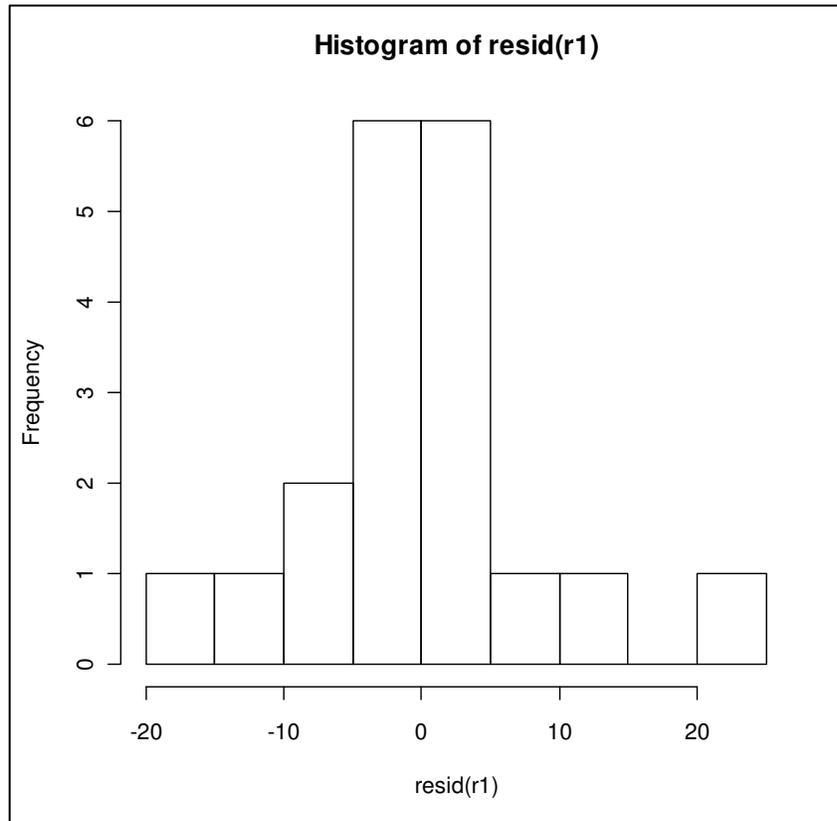
**Figura 3.**  
**Resumen del número del total de capturas obtenidas en los 9 monitoreos realizados en quebrada El Potrero.**



Cabe señalar que en el presente monitoreo se obtuvieron datos meteorológicos aportados por SCMEA. Estos datos fueron analizados desde enero de 2008 hasta junio de 2009. Se comparó las diferentes variables meteorológicas (temperatura media, humedad media, radiación media, velocidad media del viento y precipitación máxima) versus el número de capturas obtenidas en cada campaña de monitoreo. Para el análisis se realizó una regresión lineal múltiple con el programa R (R Development Core Team 2005), la cual fue significativa ( $F_{5,14} = 6.55$ ,  $p = 0,003$ ).

El análisis de los residuos de esta regresión se ajusta al supuesto de la distribución normal (Shapiro test.,  $W = 0.95$ ,  $p = 0.4$ ) (ver Figura 4).

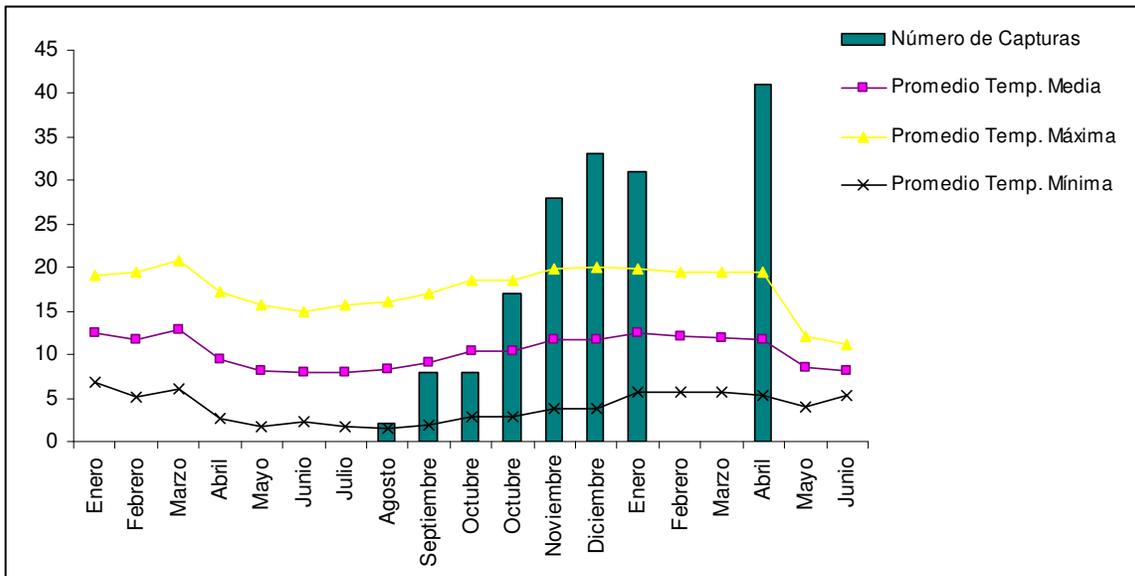
**Figura 4.**  
**Histograma de los residuos para la regresión múltiple**



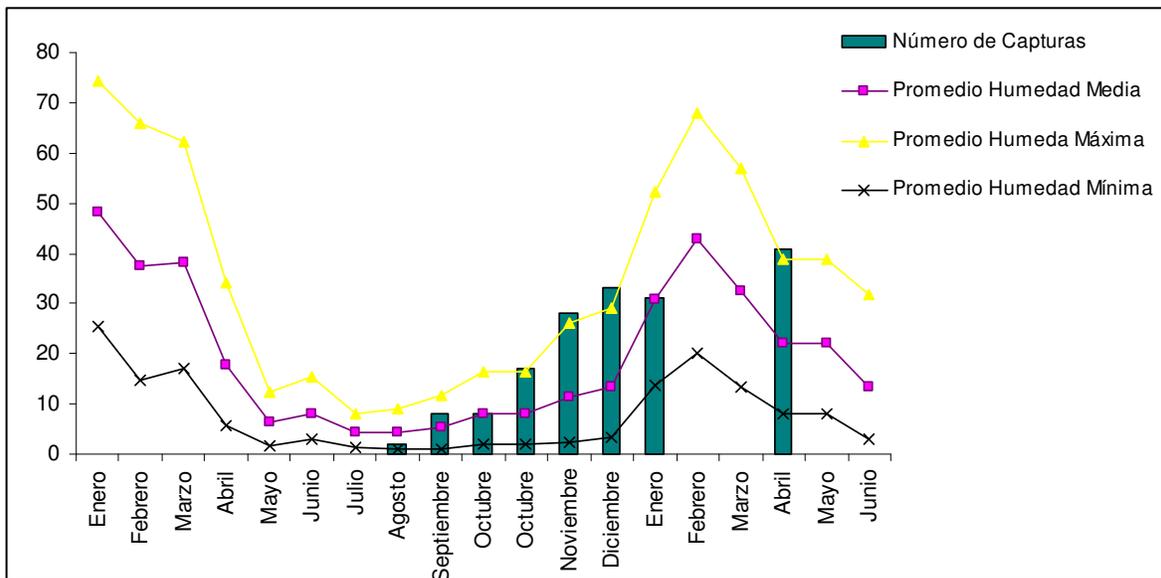
De acuerdo a los análisis de la temperatura media, a mayor temperatura, mayor es el número de reptiles capturados (ver Figura 5) y en relación a la humedad media, a mayor humedad media, mayor número de reptiles (ver Figura 6).

La variable temperatura influye en el aumento de captura de reptiles, ya que estos individuos son ectotermos, es decir dependen de fuentes de calor externas (temperatura ambiente de su hábitat) para regular su temperatura interna. Debido a esto, se presume que a mayor temperatura ambiente, mayor será su actividad física (ver Figura 5). Por otro lado, una variable interesante fue la humedad ambiental, la que también se relacionó con el aumento en el número de reptiles capturados. Lo anterior podría estar relacionado con el inicio de la actividad biológica de las plantas y la consecuente producción en cadena de las tramas tróficas. El aumento de humedad del aire en la quebrada El potrero, ocurre entre los meses de noviembre y abril, meses que coinciden con la mayor captura de reptiles (ver Figura 6).

**Figura 5.**  
**Relación entre el número de capturas de reptiles en los 8 monitoreos y el promedio de las temperaturas mínima, media y máxima obtenidas desde enero de 2008 a junio de 2009.**



**Figura 6.**  
**Relación entre el número de capturas de reptiles en los 8 monitoreos y el promedio de la humedad mínima, media y máxima obtenidas desde enero de 2008 a junio de 2009.**



## 7.2. Micromamíferos

De las cuatro campañas de rescate realizadas en los sectores A y B del sector Planta, se rescató un total de 4 roedores. Un (1) *A. andinus* del primer rescate, que fue liberado en el Sitio 1 de la quebrada El Potrero, y 3 ejemplares en el cuarto rescate (*A. andinus*, *A. cinerea*, *P. limatus*), liberados en el Sitio 3 del área de relocalización.

En el presente monitoreo hubo 3 capturas, 2 de la especie *Phyllotis limatus* y una de la especie *Abrothrix andinus*. De ellas, un *P. limatus* adulto es recaptura del octavo monitoreo, en el Sitio 1 (ver Tabla 7). Los otros dos ejemplares correspondieron a ejemplares juveniles capturados por primera vez en el Sitio 3. Estos individuos se encontraron muertos en la segunda noche de muestreo. Cabe señalar que las condiciones climáticas presentes en el sitio de estudio al momento de realizarse el monitoreo no fueron las apropiadas para los micromamíferos (aumento del viento y bajas temperaturas en la madrugada), lo que probablemente afectó la sobrevivencia de estos ejemplares.

**Tabla 6.**  
**Sitios de monitoreo de roedores.**

Sitio	Este	Norte	Altura (m.s.n.m.)	N° Trampas noche	Capturas
Sitio 1	534.563	7.570.673	3.198	120	1
Sitio 2	533.696	7.571.192	3.204	120	0
Sitio 3	535.711	7.573.201	3.400	120	2
Sitio 4	528.884	7.572.311	3.441	90	0
TOTAL				<b>450</b>	<b>3</b>

En el Sitio 4 o veguita, no hubo captura de ejemplares, por otro lado, no se observó presencia de *Bufo spinulosus*, especies que había sido registrada en todos los monitoreos realizados anteriormente. Lo anterior puede explicarse por el hecho de que este sitio se encontró durante toda la campaña con sus aguas congeladas, lo que probablemente explica que la fauna en esta época del año se encuentra inactiva durante el invierno. En el presente estudio se observó la presencia de un ave escasa para Chile, reportada sólo para las cordilleras de Antofagasta y Santiago. La especie corresponde al perico cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*).

**Fotografía 9**  
**Sitio 4, vista general de la vegueta con sus aguas congeladas.**



**Fotografía 10**  
**Perico cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*) observado en el Sitio 4.**



A continuación, se presenta una tabla con los pesos de los micromamíferos recapturados a lo largo de los 9 monitoreos.

**Tabla 7**  
**Resumen del peso de micromamíferos capturados en Quebrada El Potrero.**

Especie	Peso (gr)										Tiempo transcurrido desde el marcaje del animal y la última captura
	Caracterización ambiental	Mon. 1	Mon. 2	Mon. 3	Mon. 4	Mon. 5	Mon. 6	Mon. 7	Mon. 8	Mon. 9	
<i>P. limatus</i> ID:07513227	22 (residente)	27		30	26						93 días
<i>P. limatus</i> ID:10041899				55 (4° resc.)	54						10 días
<i>P. limatus</i> ID:09761786						45	50	48			60 días
<i>P. limatus</i> ID: 0037755							50				0 días
<i>P. limatus</i> ID: 7075863							43	50			30 días
<i>P. limatus</i> ID: 0037095							22				0 días
<i>A. andinus</i> ID: 156681E								22			0 días
<i>P. limatus</i> ID: 1343743								49			0 días
<i>P. limatus</i> ID: 4519									15		0 días
<i>A. andinus</i> ID: D6A7B54									11		0 días
<i>P. limatus</i> ID: E076F1A									17		0 días
<i>P. limatus</i> ID: B7C2325									19		0 días
<i>P. limatus</i> ID: B155D56									28		0 días
<i>P. limatus</i> ID: 7296C58									38	50	94 días
<i>P. limatus</i> ID: 1825									16		0 días
<i>P. limatus</i> ID: E147A5E									18		0 días
<i>P. limatus</i> ID: 16A7D79									16		0 días
<i>P. limatus</i> ID: E1D4C4E									25		0 días

Se recapturó un ejemplar de *P. limatus*, macho, adulto, que fue marcado en el octavo monitoreo (abril de 2009). Este ejemplar cuando fue marcado pesaba 38 gramos. En el presente estudio, el peso de este ejemplar fue de 50 gramos, es decir aumento 12 gramos en 94 días.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las capturas y recapturas de micromamíferos.

**Tabla 8.**  
**Resumen de capturas y recapturas de micromamíferos.**

ESPECIES	Individuos rescatados (N°)	Capturas Q. El Potrero (N°)	Recapturas rescatados	Recapturas NO rescatados	Recapturas totales (N°)
<i>Pillotis limatus</i>	1	22	1	5	6
<i>Abrothrix andinus</i>	2	5	0	0	0
<i>Abrocoma cinerea</i>	1	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>27</b>	<b>1 (25 %)</b>	<b>5 (27,7%)</b>	<b>6</b>

Hasta la fecha, de los 4 ejemplares translocados en el área de relocalización, uno solo ha sido recapturado, lo que corresponde a un 25% de recaptura.

### 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:

#### 7.3.1 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 22 individuos de *Liolaemus constanzae* que fueron relocalizados en la quebrada El Potrero.

**Tabla 9.**  
**Número de recapturas versus total de animales marcados.**

Evento de monitoreo	Recapturas relocalizados	% de recaptura en relación a total de relocalizados
Campaña 1	1	4,54
Campaña 2	4	18,18
Campaña 3	4	18,18
Campaña 4	5	22,72
Campaña 5	5	22,72
Campaña 6	6	27,27
Campaña 7	6	27,27
Campaña 8	3	13,63
Campaña 9	0	0

En la Tabla 9, se observa que el porcentaje de recaptura se ha mantenido estable hasta la séptima campaña de monitoreo, lo que representa un buen indicio respecto a la permanencia de los animales relocados. En el octavo monitoreo se observó una disminución en el porcentaje de recaptura, sin embargo, los porcentajes observados son altos (salvo campaña 1) en relación a otros estudios de captura-marcaje y recaptura ejecutados por el equipo de trabajo (datos no publicados).

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

La Tabla 10 muestra una comparación porcentual entre las recapturas de animales relocados (en relación al total de 22 animales relocados) 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 relocados (calculado como la proporción entre el % de recaptura de relocados/por el % de recaptura de residentes multiplicado por 100; ver columna proporción % de la recaptura de animales relocados en relación a la tasa de recaptura de animales residentes de la tabla 10), incluso desde el monitoreo 6 al 8 la tasa de recaptura de los relocados fue mayor que la registrada en los animales locales. Lo anterior se puede explicar por dos (2) factores: (i) el éxito de establecimiento de animales y (ii) la baja densidad de animales residentes, lo que es concordante con las características biológicas del área de estudio.

**Tabla 10.  
Proporción de la recaptura de animales relocados versus recaptura de residentes.**

Evento de monitoreo	Animales relocados (22 indiv)		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	%	
1	1	4,54	0	0	0,00	ND
2	4	18,18	1	0	0,00	ND
3	4	18,18	5	1	20,00	90,9%
4	5	22,72	8	2	25	90,88 %
5	5	22,72	18	6	33,33	68,16 %
6	6	27,27	35	6	17,14	159,1 %
7	6	27,27	57	6	10,52	259,22%
8	3	13,63	76	7	9,21	148%
9	0	0	107	0	0	0

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

**c) Supervivencia evaluada por el tiempo transcurrido entre que se recapturo un animal en relación a cuando fue marcado**

La Tabla 11 resume la supervivencia de los animales relocados (y marcados con chips), considerando como fecha de inicio el día en que fueron relocados en la quebrada el Potrero y la máxima fecha posterior en que fueron recapturados (adicionalmente los datos de supervivencia son apoyados con el dato de peso como

indicador de la condición corporal de los animales). Destaca la presencia de individuos que han permanecido en el sitio por más de 5 meses, lo que revela un importante grado de establecimiento de esos individuos, sí se considera que la dispersión de los animales dentro del área de relocalización es uno de los principales factores que afectan la permanencia (algunos animales mueren o son predados mientras buscan nuevos refugios o bien escapan del perímetro donde los investigadores ejecutan la búsqueda de individuos marcados). Respecto a los pesos (de los animales que han sido capturados más de una vez) ellos revelan una buena condición corporal de los individuos relocalizados, observándose en general un incremento en la masa corporal.

**Tabla 11.**  
**Resumen de los pesos de los individuos recapturados translocados y tiempo de sobrevivencia luego del rescate.**

INDIVIDUOS RESCATADOS										
Especie	Pesos (gr.)									Tiempo transcurrido
	Inicial	Mon. 1	Mon. 2	Mon. 3	Mon. 4	Mon. 5	Mon. 6	Mon. 7	Mon. 8	
Hembra ID:7511863	6	5,8			6				8,5	Resc. 2; 256 días
Hembra ID:7513366	7		6							Resc. 2; 45 días
Hembra ID:0038657	5		4,6	4,5	5	5	5	6,2	7	Resc. 2; 256 días
Hembra ID:9760541	2		3,5	3,4	4,6					Resc. 1; 93 días
Hembra ID:9761316	5			4,1	4,3			6		Resc. 2; 166 días
Hembra ID:9742982	4,9				5,1					Resc. 3; 27 días
Macho ID:7510020	10		10	8		8,4	9	11	10	Resc. 2; 256 días
Macho ID:7496253	6					8,5	8,5			Resc. 1; 144 días
Macho ID:0038208	9,3					8,9		10		Resc. 4; 94 días
Hembra ID:7510393	5					4,7				Resc. 2; 104 días
Macho ID:7066210	3,6						4,5			Resc. 3; 76 días
Hembra ID:7488174	7						6			Resc. 2; 94 días
Hembra ID:7500217	4,5						5	5,8		Resc. 2; 166 días
Hembra ID: 0041820	6							6,1		Resc. 2; 166 días

ID: N° de Identificación de chip electrónico

La Tabla 12 resume la sobrevivencia de los animales locales (y marcados con chips), considerando como fecha de inicio, el monitoreo en que fueron marcados en la quebrada el Potrero y la máxima fecha posterior en que fueron recapturados (adicionalmente los datos de sobrevivencia son apoyados con el dato de peso como indicador de la condición corporal de los animales).

**Tabla 12.**  
**Resumen de los pesos de los individuos recapturados locales y tiempo de sobrevivencia luego de la primera captura.**

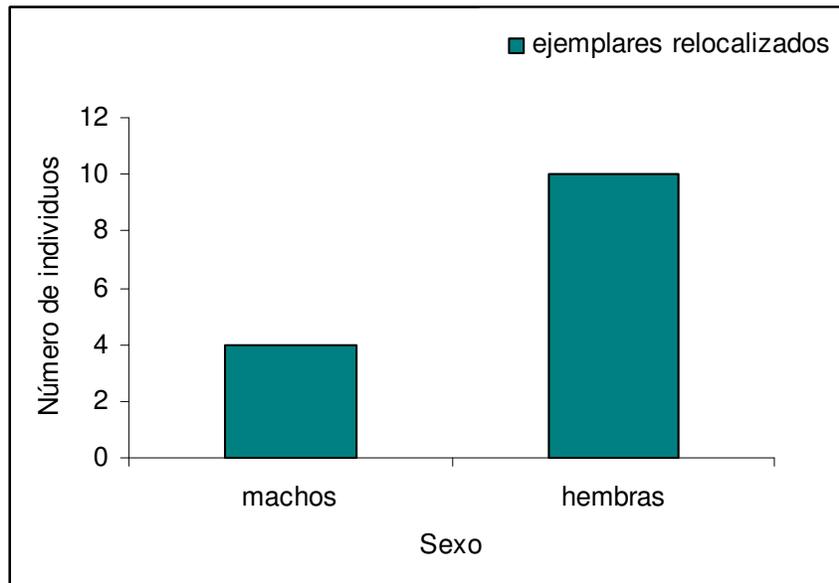
INDIVIDUOS LOCALES									
Especie	Pesos (gr.)								Tiempo transcurrido
<i>L. constanzae</i>	Mon. 1	Mon. 2	Mon. 3	Mon. 4	Mon. 5	Mon. 6	Mon. 7	Mon. 8	
Macho ID:3712023		12			10,5				Mon. 2; 60 días
Hembra ID:9746482		6			6,8	8	8	8,7	Mon. 2; 213 días
Hembra ID:7511901		7,5	7,3	7,7	7,1				Mon. 2; 60 días
Hembra ID:7063598			2,9	3,5		4			Mon. 3; 68 días
Hembra ID:7513339				5,1	5,1				Mon. 4; 17 días
Hembra ID:7506318				6,6	6,5		7,6		Mon. 4; 80 días
Hembra ID:7498646					7,6	7,5		8,5	Mon. 5; 149 días
Macho ID:9746567					11	10			Mon. 5; 30 días
Hembra ID:9761691					7,7	9			Mon. 5; 30 días
Macho ID:0036368					9,3	9			Mon. 5; 30 días
Hembra ID: 0036248					4,1		4,5		Mon. 5; 59 días
Hembra ID: 7497352			4,1				5,2		Mon 3; 102 días
Hembra ID: 9761558						7	7,8		Mon. 5; 29 días
Hembra ID: 0039234						6,5	6,5		Mon. 5; 29 días
Macho ID: 7512845	13							14	Mon. 1; 233 días
Macho ID: 0038986						10		12	Mon. 6; 119 días
Macho ID: D691701							11	12	Mon. 7; 87 días
Hembra ID: 7487285					7,5			9	Mon. 5; 149 días
Macho ID: E0A4524							10,3	9,8	Mon. 7; 87 días

De los 14 individuos relocados que han sido recapturados hasta la fecha, el 21,42% ha disminuido levemente de peso comparándolo con su peso inicial en el rescate correspondiente y un 71,42% ha aumentado su peso. A pesar de la pequeña disminución de peso que tuvieron algunos de los ejemplares rescatados, al compararlos con los 19 ejemplares recapturados locales, el 21,1% ha disminuido de peso y el 63,15% ha aumentado de peso, porcentajes similares con los ejemplares translocados.

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

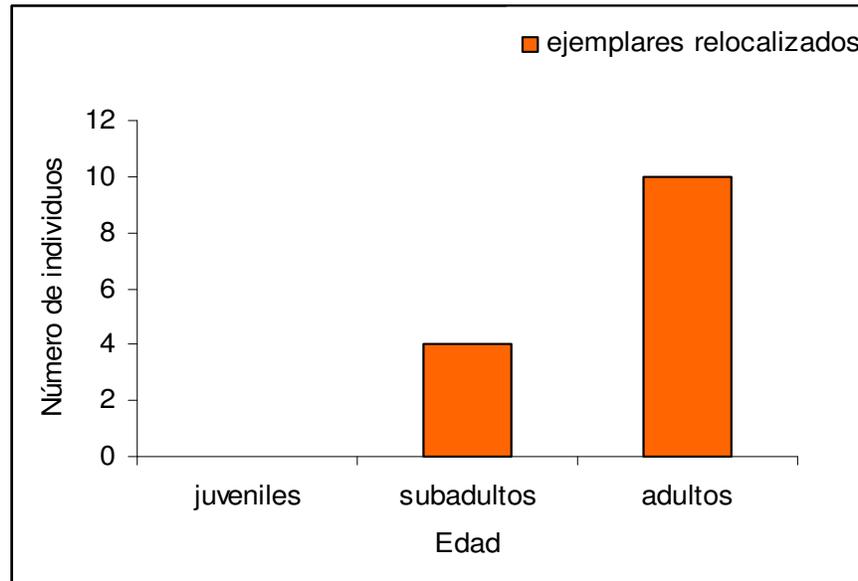
Con respecto a la proporción de ejemplares machos y hembras, de los 22 ejemplares relocados, 14 corresponden a hembras y 8 a machos. En los 6 monitoreos realizados hasta la fecha, se han recapturado 14 ejemplares relocados de los 22, de ellos 4 corresponden a machos (28,57%) y 10 a hembras (71,42%) (ver Figura 7).

**Figura 7.**  
**Distribución por sexo de los individuos translocados recapturados en la quebrada El Potrero.**



Con respecto a la distribución etaria, de los 22 ejemplares relocados, 14 corresponden a adultos, 6 subadultos y 2 juveniles. De ellos 14 han sido recapturados en la quebrada El Potrero, 10 adultos (71,42%) y 4 subadultos (28,57%) (ver Figura 8).

**Figura 8.**  
**Distribución etaria de los individuos translocados recapturados en quebrada El Potrero.**



**e) Estimación de sobrevivencia individual**

En el presente estudio no se estimó la sobrevivencia de los ejemplares debido a la ausencia de nuevos datos, sin embargo, a continuación se presentan los resultados obtenidos hasta la octava campaña de monitoreo.

En un total de 13 campañas (julio - diciembre 2008, enero - julio 2009), se capturaron y marcaron en forma individual por medio de chips electrónicos a 121 individuos de *Liolaemus constanzae*, de ellos 22 corresponden a individuos relocados (sitio A y B) y 99 a individuos locales (Quebrada El Potrero). A partir de los datos de captura y recaptura, se elaboró una planilla de presencia-ausencia. Se hicieron pruebas de bondad de ajuste, para evaluar si los datos cumplen los supuestos del modelo de Cormack-Jolly-Seber (U CARE 2.3.1: Choquet et. al. 2005, Bootstrap GOF: MARK 5.0, Cooch & White 2008). Posteriormente, se ajustaron distintos modelos a los datos haciendo variar la sobrevivencia según origen, tiempo (semanas) y sus interacciones, manteniendo la probabilidad de captura constante. La selección del mejor modelo que explica los datos observados se realizó según el criterio de Akaike para muestras pequeñas (AICc, MARK 5.0, Cooch & White 2008) de acuerdo a la siguiente formula:

$$AICc = -2 \ln(\mathcal{L}) + 2K + \frac{2K(K + 1)}{(n - K - 1)}$$

Siendo  $\mathcal{L}$  la verosimilitud del modelo, K es el número de parámetros del modelo y n el tamaño de muestra efectivo.

Se trabajaron dos (2) set de datos:

a) Datos de recaptura de los individuos relocados (22) y de los individuos locales presentes hasta la última relocalización (8), realizada en octubre del 2008. Esto para evaluar si existe un efecto determinado por la no posibilidad de entrada de nuevos individuos relocados a la población.

El análisis arroja que los datos se ajustaron a los supuestos. Dos modelos son apoyados igualmente bien por los datos: modelo con sobrevivencia constante y modelo con variación por origen (diferencia en AICc < 2, Tabla 13.1). Debido a que no difieren estadísticamente a la prueba de razón de verosimilitud (LR test), se escogió el modelo más parsimonioso, es decir con menor número de parámetros, donde la probabilidad de sobrevivencia individual es constante, **es decir, no difiere entre individuos relocados y locales, ni entre semanas**. La probabilidad de sobrevivencia individual semanal estimada es de 0,98 (límites de confianza al 95%= 0,94 - 0,99) lo que significa que las condiciones naturales para la sobrevivencia de los ejemplares translocados y locales de *L. constanzae* son las adecuadas para ambos grupos. En cuanto a la probabilidad de captura, esta fue de 0,28 (límites de confianza al 95%= 0,19 - 0,38).

**Tabla 13.1.**

**Modelos y estadísticas para estimar las probabilidades de sobrevivencia y recaptura de *Liolaemus constanzae*. Individuos relocados y locales presentes en la última relocalización**

Modelo*	AICc	AICc Weight	Parámetros
$\phi(\cdot); p(\cdot)$ ***	217,77	0,73	2
$\phi(o); p(\cdot)$	219,74	0,27	3
$\phi(t); p(\cdot)$	233,08	0,00035	10
$\phi(o^*t); p(\cdot)$	254,07	0,00000	17

\*  $\phi$ : probabilidad de sobrevivencia y p: probabilidad de recaptura. Caracteres entre paréntesis: (·): parámetros iguales, (o): parámetros separados para cada origen, (t): parámetros separados para cada monitoreo.

\*\*\* modelo seleccionado

b) Datos de todos los individuos capturados (122).

En general, los datos se ajustaron a los supuestos, excepto al supuesto de que la probabilidad de recaptura no depende de si ha sido capturado anteriormente (transciencia). Por esto se incluyó dentro de los modelos a evaluar, uno que considera este efecto. El modelo mejor apoyado por los datos es en el que la sobrevivencia es distinta entre individuos capturados por primera vez e individuos ya capturados anteriormente (modelo (a), LR Test  $p < 0,05$ , Tabla 13.2). La probabilidad de sobrevivencia individual semanal estimada para los individuos capturados por primera vez es menor que para los individuos capturados por dos o más veces (0,86, LC al 95%= 0,75 - 0,93 y 0,99, LC 95%= 0,004 - 1). La sobrevivencia **no difiere entre individuos relocados y locales, ni entre semanas**. En cuanto a la probabilidad de captura, esta fue de 0,26 (límites de confianza al 95%= 0,18 - 0,35).

**Tabla 13.2.**

**Modelos y estadísticas para estimar las probabilidades de sobrevivencia y recaptura de *Liolaemus constanzae*. Todos los individuos**

Modelo*	AICc	AICc Weight	Parámetros
$\phi(a); p(\cdot)$ ***	327,50	0,63	3
$\phi(o); p(\cdot)$	330,31	0,15	3
$\phi(o^*a); p(\cdot)$	330,45	0,14	5

Modelo*	AICc	AICc Weight	Parámetros
$\phi(\cdot); p(\cdot)$	331,97	0,07	2
$\phi(t); p(\cdot)$	339,49	0,001	10
$\phi(\sigma^*t); p(\cdot)$	352,57	0,00	17

\*  $\phi$ : probabilidad de sobrevivencia y p: probabilidad de recaptura. Caracteres entre paréntesis: (·): parámetros iguales, (o): parámetros separados para cada origen, (t): parámetros separados para cada monitoreo, (a): parámetros separados para primer encuentro y subsiguientes.

\*\*\* modelo seleccionado.

### 7.3.2 Micromamíferos

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

La siguiente tabla resume la evolución de las recapturas en relación a los 4 individuos de roedores que fueron relocalizados en la Quebrada El Potrero.

**Tabla 14.**  
**Número de recapturas versus total de animales marcados.**

Evento de monitoreo	Recapturas relocalizados	% de recaptura en relación a total de relocalizados
Campaña 1	0	0
Campaña 2	0	0
Campaña 3	0	0
Campaña 4	1	25
Campaña 5	0	0
Campaña 6	0	0
Campaña 7	0	0
Campaña 8	0	0
Campaña 9	0	0

Un problema importante en la interpretación de los datos es el bajo número de roedores (rescatados y residentes) en el área de estudio. No obstante, destaca que al menos uno de los roedores rescatados (de un total de 4) fue colectado en el área de estudio en dos ocasiones en el cuarto monitoreo. Además el alto grado de desplazamiento que se pudo registrar en ese individuo (2,4 kilómetros desde el punto donde se relocalizó) 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 relocalizados versus recaptura de residentes*

La Tabla 15 muestra una comparación entre el porcentaje de recaptura de animales relocalizados (en relación a los 4 animales relocalizados) 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 15.**  
**Proporción de la recaptura de animales relocalizados versus recaptura de residentes\*.**

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 1	0	0	0	1**	-	ND
Campaña 2	0	0	2	0	0	ND
Campaña 3	0	0	2	1**	0	ND
Campaña 4	1***	25	2	1**	50	50 %
Campaña 5	0	0	2	0	50	ND
Campaña 6	0	0	3	1	33,3	ND
Campaña 7	0	0	6	2	33,3	ND
Campaña 8	0	0	8	2	25	ND
Campaña 9	0	0	10	1	10	ND

ND no se puede determinar

\* Se considero a *Abrothrix andinus* y *Phyllotis limatus* juntos, dado el bajo número de capturas

\*\*Residente marcado en caracterización del sitio de relocalización, previo a monitoreo 1

\*\*\* Recaptura de relocalizado en Sitio 3.

**c) *Sobrevivencia evaluada por el tiempo transcurrido entre que se recapturo un animal en relación a cuando fue marcado***

A la fecha se ha recapturado sólo un ejemplar de roedor relocalizado, el que al momento de su recaptura había sobrevivido al menos 23 días en el área, manteniendo su peso; a pesar de que se desplazo aproximadamente 2.4 kilómetros desde el punto de relocalización.

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

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

**e) *Estimación de sobrevivencia individual***

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

## 8. CONCLUSIONES

Si bien los resultados de los monitoreos son bajos en el 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.

En el mes de julio de 2008 se realizaron dos campañas de rescate de fauna vertebrada terrestre en el Sector A de la Planta del Proyecto “Lixiviación de Sulfuros-Sulfolix” de SCMEA. Luego en septiembre y octubre se realizaron dos campañas de rescate en el Sector B. El primer monitoreo se realizó del 20 al 24 de agosto, el segundo del 10 al 13 de septiembre, el tercero del 01 al 04 de octubre, el cuarto monitoreo se llevó a cabo del 22 al 26 de octubre, el quinto los días 12 a 16 de noviembre, el sexto el 12 al 16 de diciembre, el séptimo del 14 al 18 de enero, el octavo del 15 al 19 de abril. El presente monitoreo fue realizado del 20 al 24 de julio, 10 meses después de realizado el cuarto rescate de fauna.

En la primera campaña de rescate se capturó un total de 4 reptiles, todos ellos de la especie *Liolaemus constanzae* y un roedor de la especie *Abrothrix andinus*. En el segundo rescate, se capturó un total de 10 reptiles de la especie *L. constanzae* y no hubo captura de roedores. En el tercer rescate se capturaron 3 *L. constanzae* y no hubo captura de roedores. En el cuarto rescate se capturaron 5 *L. constanzae* y 3 roedores, un *P. limatus*, un *A. andinus* y un *A. cinerea*. Todos los ejemplares fueron liberados en los sitios de liberación 1 y 2, lugares que fueron definidos como adecuados para la relocalización de este tipo de fauna.

Con respecto a los reptiles, en el primer monitoreo realizado en agosto, se obtuvo 2 capturas de *L. constanzae* en la quebrada El Potrero, un ejemplar residente del área de monitoreo y una recaptura que corresponde a un **7,14%** (1 individuo de 14 relocalizados). En el segundo monitoreo realizado en septiembre, se obtuvo 8 capturas, de ellos 7 correspondieron a la especie *L. constanzae* y un ejemplar de la especie *L. hajeki*. De ellos, 4 fueron recaptura, lo que equivale a un **28,6%** (4 individuos de 14 relocalizados). En el tercer monitoreo se capturaron 8 *L. constanzae*, de los cuales, 5 son recapturas, una local y 4 relocalizados, lo que equivale a un **23,5%** (4 individuos de 17 relocalizados), en el cuarto monitoreo se capturaron 17 ejemplares, de los cuales 10 son nuevos y 7 recapturas. De ellas, 2 son recapturas de ejemplares locales y 5 son de los relocalizados, lo que corresponde a un **22,72%** (5 de 22 relocalizados). En el quinto monitoreo se capturaron 28 ejemplares, 25 *L. constanzae*, 2 *L. hajeki* y 1 *L. puritamensis*. De ellos, 17 son ejemplares nuevos y 11 son recaptura, 6 recapturas locales y 5 relocalizados, lo que equivale a un **22,72%** (5 de 22 relocalizados). En el sexto monitoreo se capturaron 33 *L. constanzae*, de ellos, 22 son nuevos y 11 recapturas, 5 locales y 6 relocalizados, lo que equivale a un **27,27%** (6 de 22 relocalizados). En el séptimo monitoreo se capturaron 31

individuos, 2 *L. hajeki* y 29 *L. constanzae*. De ellos, 19 son nuevos y 12 son recapturas, 6 locales y 6 relocalizados, lo que equivale a un **27,27%** (6 de 22 relocalizados). En el octavo monitoreo se capturaron 41 individuos, 6 *L. hajeki* y 35 *L. constanzae*. De ellos, 31 son nuevos y 10 recapturas, 7 locales y 3 relocalizados, lo que equivale a un **13,63%**, porcentaje inferior al obtenido en los monitoreos anteriores a excepción del primer monitoreo. Sin embargo, en términos de resultados, estos antecedentes son importantes, pues indican que individuos que han sido marcados en los rescates, han permanecido en el sitio de liberación luego de más de 8 meses. En la presente campaña de monitoreo no se observó la presencia de reptiles en el área de estudio. El estudio se realizó en el mes de julio, estación de invierno, donde las condiciones climáticas imponen restricciones severas a esta fauna. El día 2 y 3 de campaña hubo alerta 1 de viento (vientos entre 55 y 80 km/hora) y las temperaturas mínimas registradas en la semana del 20 al 24 de julio, fueron las más bajas de lo que lleva el año 2009, en donde el día jueves 23 (cuarto día de monitoreo), se registró -9,6°C en la madrugada.

Por otro lado, en el presente monitoreo se obtuvieron datos meteorológicos aportados por SCMEA. Estos datos fueron analizados desde el enero de 2008 hasta junio de 2009. Se comparó las diferentes variables meteorológicas consideradas (temperatura media, humedad media, radiación media, velocidad media del viento y precipitación máxima) versus el número de capturas obtenidas en cada campaña de monitoreo. Se realizó para el análisis una regresión lineal múltiple donde la temperatura media y la humedad media fueron significativas, es decir a mayor temperatura y humedad, mayor es el número de reptiles capturados.

En relación a los mamíferos, en el presente monitoreo hubo 3 capturas, 2 de la especie *Phyllotis limatus* y una de la especie *Abrothrix andinus*. De ellas, un *P. limatus* adulto es recaptura del octavo monitoreo en el Sitio 1. Los otros dos ejemplares capturados correspondieron a ejemplares juveniles capturados en el Sitio 3. Estos individuos se encontraron muertos en la segunda noche de muestreo debido al viento y las bajas temperaturas registradas. En la quebrada El Potrero existe una baja densidad de roedores lo que permite entender sus bajas 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.

Finalmente cabe señalar que si bien los animales en ambientes desérticos presentan densidades restringidas, ello no significa que no ameriten medidas de mitigación frente a proyectos que generen impactos en sus ecosistemas, un ejemplo de esto son los importantes antecedentes que se han obtenido a la fecha con la relocalización de *Liolaemus constanzae*.

## 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 Lindermyer, 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.

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.

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