



## Estudio de genética poblacional de *Chinchilla chinchilla* en la Región de Atacama

Estudio en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) de la RCA N°153/2019 del Proyecto Salares Norte.

**Minera Gold Fields Salares Norte**

Junio 2024

Control del documento			
Versión	Fecha	Elaborado por	Aprobado por
7	05/03/2025	Paola Sáez - Asesor Senior Tomás Rioseco – Gerente de Desarrollo	Fernando Novoa – Director Ejecutivo
8	13/06/2025	Diego Arredondo – Profesional SIG Paola Sáez – Asesor Senior	Tomás Rioseco – Gerente de Desarrollo Fernando Novoa – Director Ejecutivo

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe reporta los resultados del estudio de genética poblacional de la especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama. Este estudio corresponde a una de las medidas de compensación comprometidas durante el proceso de evaluación ambiental del Proyecto (correspondiente al considerando n° 7.1.5 de la RCA N°153/2019), y que será insumo para el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) del Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

Para la elaboración del estudio de genética poblacional, se definieron 12 polígonos para la exploración y captura de *Chinchilla chinchilla* y se ejecutaron 17 campañas de terreno en 9 meses (entre el 19 de octubre de 2022 y el 11 de julio de 2023). A partir de los resultados de las prospecciones pedestres en terreno, se instalaron 124 trampas cámara (esfuerzo de muestreo de 7.449 horas/cámara) y 328 trampas Tomahawk (esfuerzo de 1.218 trampas/noche), lográndose la captura de 60 ejemplares de *Chinchilla chinchilla*, siendo 17 de ellas recapturas. De esta forma, se obtuvieron exitosamente un total de 43 muestras de tejido y pelo, con su respectivo duplicado, y que son insumos para el desarrollo del estudio genético.

Una vez obtenidas las muestras genéticas en terreno, estas fueron enviadas a laboratorio para su posterior análisis. El primer paso corresponde a la extracción del ADN de todas las muestras, de las cuales se consideraron para los análisis posteriores aquellas que tuviesen la cantidad, calidad e integridad suficiente de ADN. Luego, el proceso continuó con la genotipificación de los genes mitocondriales y su posterior análisis de datos. Posteriormente, los procedimientos de trabajo se ajustaron según los objetivos específicos planteados.

En cuanto a los resultados del objetivo específico 1, se emplearon diferentes métodos de delimitación de especies para inferir la afiliación taxonómica de las muestras de interés de Chinchilla en un contexto filogenético. Los resultados reportaron que estas muestras indudablemente pertenecen taxonómicamente a la especie *Chinchilla chinchilla*, de acuerdo a la evidencia genética evaluada en un contexto filogenético (utilizando los métodos FINS, PTP) y estadístico (mediante ABGD).

Es importante señalar que, aunque el gen *Cytb* resultó de utilidad para la identificación a nivel de especie, este marcador molecular mostró una escasa variación a nivel intraespecífico, siendo necesario utilizar otro marcador molecular de mayor variabilidad, como la región D-loop, para realizar análisis genéticos de poblaciones. Se envió a secuenciar a laboratorios externos el genoma mitocondrial de una de las muestras de *C. chinchilla* obtenidas en la región de Atacama con el objetivo de diseñar primers (partidores moleculares) específicos para esta especie que permitieran

realizar los análisis antes mencionados, además de diseñar marcadores de origen nuclear (microsatélites).

En cuanto al objetivo específico 2 sobre caracterizar la diversidad y la estructura genética espacial entre poblaciones de *Chinchilla chinchilla* en su rango de distribución histórica en la Región de Atacama, se da cumplimiento ya que los análisis realizados a partir de los datos de mtDNA muestran que la diversidad y diferenciación genética de las colonias de *C. chinchilla* en la Región de Atacama, es baja, correspondiendo las muestras analizadas a una única población.

Respecto al objetivo específico 3 sobre determinar el flujo génico e historia demográfica entre las poblaciones de chinchilla de la Región de Atacama, los análisis realizados a partir de 10 marcadores microsatélites mostraron un bajo nivel de endogamia y un bajo nivel de divergencia genética, lo que podría deberse a la ocurrencia de flujo genético entre colonias, tal como lo muestran los resultados obtenidos con otro marcador nuclear como los SNPs. Además, los análisis de microsatélites y SNPs son concordantes en mostrar que Quebrada Tuco Tuco y Piedra Parada Noroeste mostraron los valores más altos de diferenciación genética.

Este estudio es pionero en confirmar que las colonias de la especie *C. chinchilla* identificadas en el presente estudio corresponden a una única población que presenta migración de individuos entre colonias, confirmando que existe desplazamiento de individuos de chinchilla entre los roqueríos que están siendo monitoreados en Salares Norte. Sumado a lo anterior, destaca la identificación de nuevos sitios de presencia de la especie no identificados previamente.

Este estudio además de generar conocimiento desconocido a la fecha para la especie objetivo en la Región de Atacama en relación a los objetivos propuestos reporta resultados con información de relevancia científica como el éxito en la extracción de ADN a partir de tejido del pabellón auricular, la generación de partidores moleculares útiles en futuros estudios para replicar la metodología y la generación de marcadores nucleares para la especie. Lo anterior sumado a la ampliación de la presencia de la especie en su rango de distribución geográfica conocido.

## INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	11
1. OBJETIVOS.....	15
1.1. Objetivo General.....	15
1.2. Objetivos Específicos.....	15
2. MARCO CONCEPTUAL.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Determinación de los sitios para toma de muestras de material genético.....	18
3.1.1. Protocolo de Referencia para una Adecuada Búsqueda y Prospección de la Especie <i>Chinchilla chinchilla</i> a nivel de la Región de Atacama.....	18
3.1.2. Actividades de exploraciones.....	18
3.1.3. Selección de áreas de exploración.....	18
3.1.4. Determinación de sitios para toma de muestras de material genético.....	21
3.1.5. Búsqueda y prospección de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	23
3.2. Recolección de material.....	25
3.2.1. Tramitación de permiso de investigación en áreas silvestres protegidas del Estado (CONAF).....	25
3.2.2. Permiso de captura.....	26
3.2.3. Cuadrillas de trabajo.....	26
3.2.4. Preparación de campañas de terreno.....	27
3.2.5. Logística de trabajo.....	27
3.2.6. Metodología de captura.....	28
3.3. Análisis genético.....	38
4. RESULTADOS.....	40
4.1. Determinación de los sitios para toma de muestras de material genético.....	40
4.1.1. Campañas de terreno.....	40
4.2. Definición de polígonos para captura de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	41

4.2.1.	Sitios con presencia de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	45
4.3.	Recolección de material.....	45
4.3.1.	Trampas cámaras.....	45
4.3.2.	Trampeo de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	52
4.4.	Análisis genético .....	57
4.4.1.	Extracción de ADN.....	57
4.4.2.	Genotipificación de genes mitocondriales .....	60
4.4.3.	Identificación de muestras de <i>Chinchilla sp.</i> .....	61
4.4.4.	Análisis de genes mitocondriales y nucleares .....	63
4.4.5.	Genotipificación con marcadores microsatélites .....	65
4.4.6.	Análisis de datos de genomas diploides (microsatélites).....	66
4.4.7.	Polimorfismo de Nucleótido Simple (Single Nucleotide Polymorphism, SNP).....	71
5.	DISCUSIONES.....	77
6.	CONCLUSIONES .....	81
7.	REFERENCIAS.....	83
8.	ANEXOS .....	88
8.1.	Anexo 1. ORD N°275 del MMA: Da conformidad a “TDR de Actividades del Plan Recoge para la Chinchilla de Cola Corta”.....	88
8.2.	Anexo 2. Equipo de trabajo .....	89
8.3.	Anexo 3. Carta de adjudicación de estudios del Plan RECOGE a Centro de Ecología Aplicada S.A.....	90
8.4.	Anexo 4. Comprobante de ingreso de permiso de investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado de CONAF. ....	91
8.5.	Anexo 5. Rechazo CONAF a solicitud de permiso de investigación en Áreas Silvestres Protegidas .....	92
8.6.	Anexo 6. Permisos de captura para el estudio de genética poblacional de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	93
8.7.	Anexo 7. Avisos de inicio de actividades .....	144
8.8.	Anexo 8. Comprobante de entrega de informe de captura .....	145

8.9.	Anexo 9. Tabla Trampas Tomahawk y esfuerzo de muestreo .....	146
8.10.	Anexo 10. Número de acceso a la base de datos genbank para las secuencias utilizadas en este estudio .....	156
8.11.	Anexo 11. Alineamiento de secuencias mitocondriales del gen Cytb .....	158
8.12.	Anexo 12. Metodología estudio genético .....	159
8.12.1.	Extracción de ADN .....	159
8.12.2.	Genotipificación con genes mitocondriales .....	159
8.12.3.	Análisis de datos de genes mitocondriales y nucleares .....	160
8.12.4.	Genotipificación .....	160
8.12.5.	Identificación de muestras de Chinchilla sp. ....	160
8.12.6.	Análisis de datos de genomas diploides (microsatélites).....	161
8.12.7.	Análisis de Polimorfismos de Nucleótido Simple (Single Nucleotide Polymorphism, SNP)	162

#### INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Transcripción literal Considerando 7.1.5 Estudio (2) en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta ( <i>Chinchilla chinchilla</i> ) de la RCA N° 153/2019.....	12
Tabla 2.	Campañas de terreno .....	40
Tabla 3.	Trampas cámara instaladas y registros de <i>Chinchilla chinchilla</i> .....	45
Tabla 4.	Capturas de <i>Chinchilla chinchilla</i> por campaña y sector. ....	52
Tabla 5.	Concentración y calidad (pureza) de DNA obtenido para las muestras de <i>Chinchilla sp.</i> recolectadas en la región de Atacama. ....	57
Tabla 6.	Índices de diversidad genética obtenidos con el marcador mitocondrial Cytb para toda el área de estudio, y para las macrozonas norte y sur. Número de sitios polimórficos (S), número de haplotipos (K), diversidad haplotípica (H) y promedio de diferencias entre pares de secuencias (Π). ....	63
Tabla 7.	Valor de índice de fijación (FST) entre las macrozonas norte y sur y su significancia estadística, bajo y sobre la diagonal, respectivamente. ....	64

Tabla 8. Resultados del proceso de identificación de marcadores nucleares microsatélites para <i>Chinchilla chinchilla</i> , de la Región de Atacama. ....	65
Tabla 9. Número de individuos muestreados (N) e índices de diversidad genética en <i>Chinchilla chinchilla</i> de la Región de Atacama. Np = número privado de alelos; Polimorfismo (%) = Porcentaje de loci polimórficos; HO= Heterocigosidad observada; HE = Heterocigosidad esperada; FIS = coeficiente de endogamia (valores en negrita indican $P < 0,05$ ; 1.000 permutaciones).....	66
Tabla 10. Valores de FST-SSR estimados entre cada par de sitios de muestreo utilizando 10 marcadores microsatélites (bajo la diagonal) en <i>Chinchilla chinchilla</i> de la Región de Atacama.....	67
Tabla 11. Resumen de los datos utilizados en el análisis de SNPs de <i>Chinchilla chinchilla</i> , incluyendo el tamaño de muestra antes y después del filtrado (N inicial y N final, respectivamente), riqueza alélica (RA), heterocigosidad observada (HO.), heterocigosidad esperada (HE), heterocigosidad no sesgada (Hn.b.) y FIS en cada sitio de muestreo. Los índices de diversidad no fueron estimados para la población de Laguna del Negro Francisco debido a que se obtuvo una única muestra. ....	71
Tabla 12. Valores de FST entre pares de localidades de <i>Chinchilla chinchilla</i> . Las distancias calculadas utilizando SNPs se muestran debajo de la diagonal, y los valores de significancia obtenidos mediante 1000 permutaciones se encuentran sobre la diagonal. ....	72
Tabla 13. Tasas de migración contemporánea estimada para las poblaciones de <i>Chinchilla chinchilla</i> de Atacama usando BayesAss. La desviación estándar se muestra entre paréntesis. La tasa de auto-reclutamiento está resaltada en la diagonal.....	76
Tabla 14. Trampas Tomahawk y esfuerzo de muestreo .....	146

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cartografía de distribución histórica potencial de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i> en el país. Fuente: Elaboración propia en base a MMA-Chile, 2018. ....	19
Figura 2. Modelo de distribución potencial de <i>Chinchilla Chinchilla</i> . Fuente: CEA, 2022.....	20
Figura 3. Macrozonas definidas para la obtención de muestras de material genético. ....	22
Figura 4. Esquema del proceso de análisis genético.....	39
Figura 5. Polígonos definidos para la macrozona Norte. ....	42
Figura 6. Polígonos definidos para la macrozona Centro.....	43
Figura 7. Polígonos definidos para la macrozona Sur. ....	44
Figura 8. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Norte. Fuente: CEA 2023. ....	49
Figura 9. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Centro. Fuente: CEA 2023.....	50
Figura 10. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Sur. Fuente: CEA 2023. ....	51
Figura 11. Ubicación trampas tomahawk en Macrozona Norte. Fuente: CEA 2023.....	54
Figura 12. Ubicación trampas Tomahawk en Macrozona Centro. Fuente: CEA 2023. ....	55
Figura 13. Ubicación trampas Tomahawk en Macrozona Sur. Fuente: CEA 2023. ....	56
Figura 14. Gel de agarosa al 1% obtenido por electroforesis horizontal (90V, 30 minutos) con 3 µl de DNA. A) muestras SA01 a SA06; B) muestras AA01 a AA04, A201 a A204, y SM01 a SM06.....	60
Figura 15. Árbol filogenético obtenido mediante inferencia bayesiana utilizando secuencias parciales del gen mitocondrial Cytb. ....	62
Figura 16. Red de haplotipos de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i> , presentes en la Región de Atacama. Los segmentos sobre las líneas que unen los distintos haplotipos representan el número de pasos mutacionales. El tamaño de los círculos representa la frecuencia relativa de cada haplotipo. ....	64
Figura 17. Número más probable de clústeres (poblaciones) para <i>Chinchilla chinchilla</i> presente en la Región de Atacama. ....	65
Figura 18. Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) basado en la diferenciación genotípica obtenida con 10 loci microsatélites de los individuos de <i>Chinchilla chinchilla</i> muestreados en la Región de Atacama. PPNO: Piedra Parada Noreste. QTT = Quebrada Tuco Tuco. P7 = Polígono 7. ....	68
Figura 19. Número de grupos (poblaciones) de <i>Chinchilla chinchilla</i> de la Región de Atacama inferidos por el Programa Structure utilizando 10 marcadores microsatélites. Las figuras a) y b) grafican el logaritmo de la verosimilitud de los datos observados con los modelos no admixture y admixture, respectivamente. Las figuras c) y d) muestran el gráfico de la tasa de cambio de segundo	

orden del logaritmo de la probabilidad de los datos entre distintas corridas (Delta KSSR), con los modelos no admixture y admixture, respectivamente..... 69

Figura 20. Estructura poblacional inferida para *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama obtenida a partir de 10 marcadores microsátélites utilizando el programa Structure. Cada individuo está representado por una línea vertical dividida en K segmentos coloreados, con longitudes proporcionales a cada uno de los grupos inferidos. Los distintos colores representan una agrupación. .... 70

Figura 21. Análisis de coordenadas principales (PCoA) de *Chinchilla chinchilla*. (A) Resultado del PCoA agrupando los individuos por sitio de origen. (B) Resultado del análisis agrupando a los individuos por macrozona. .... 73

Figura 22. Estructura poblacional de *Chinchilla chinchilla* obtenida usando marcadores SNPs mediante un análisis jerárquico de Structure. .... 74

Figura 23. Resultados de flujo génico de *Chinchilla chinchilla* utilizando el paquete diveRsity. Las poblaciones o clusters se muestran en los círculos y están conectadas con flechas representan las tasas de flujo génico. Las tasas (0–1) representan valores relativos del número de migrantes por generación..... 75

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Defecadero de <i>Chinchilla chinchilla</i> con excrementos frescos y antiguos. ....	24
Fotografía 2. Trampa cámara instalada. ....	25
Fotografía 3. Campamento base. ....	28
Fotografía 4. Trampa Tomahawk de doble entrada. ....	29
Fotografía 5. Trampa Tomahawk instalada y cubierta con piedras. ....	30
Fotografía 6. Carro de arrastre con sistema de generación de energía fotovoltaica, sistema de circuito cerrado de televisión y conexión a internet satelital. ....	31
Fotografía 7. Antena de internet satelital (Starlink®). ....	32
Fotografía 8. Cámara Eufy® y foco de luz infrarroja con detector de movimiento. ....	32
Fotografía 9. Preparación de campo para procedimiento. ....	34
Fotografía 10. Animal sujeto contra el pecho, antes de cubrir sus ojos para preevaluación. ....	34
Fotografía 11. Examen de preevaluación clínica. ....	35
Fotografía 12. Sexado de ejemplar capturado. ....	35
Fotografía 13. Pabellón auricular de <i>Chinchilla chinchilla</i> con perforaciones luego de obtenidas las muestras. Se observa mínimo sangrado (caso 1). ....	36
Fotografía 14. Ejemplar de chinchilla con vista cubierta. Se aplica hemostasis al ejemplar para controlar sangrado en caso de ser requerido). ....	37
Fotografía 15. Animal recapturado 2 días luego de obtenida la muestra de tejido del pabellón auricular. Se aprecia correcto proceso de cicatrización, sin evidencias de hematoma ni sangrado. ....	37

## INTRODUCCIÓN

El Proyecto Salares Norte (en adelante, el Proyecto), a cargo de Minera Gold Fields Salares Norte SpA (en adelante, MGFSN) se encuentra emplazado en la zona cordillerana de la comuna de Diego de Almagro, Provincia de Chañaral, Región de Atacama, Chile, a aproximadamente 335 km (de acceso vial) al Noreste de la Ciudad de Copiapó y a 180 km (de acceso vial) al noreste de la ciudad de Diego de Almagro, específicamente al Este del Salar de Pedernales, a una altitud entre 3.900 y 4.800 msnm. El Proyecto tiene como objetivo principal explotar mineral en el yacimiento Salares Norte, a través de una operación a rajo abierto para el procesamiento aproximado de 2 millones de toneladas de mineral al año para producción de metal doré que, a través de los procesos de chancado, sistema de molienda y extracción de minerales mediante esquema híbrido de lixiviación cianurada, tiene como objetivo final la obtención de oro y plata y su venta a terceros.

El Proyecto Salares Norte fue sometido al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, siendo calificado favorablemente y aprobado mediante la Resolución de Calificación Ambiental N°153 del año 2019 (RCA N°153/2019). De acuerdo con los resultados de la Línea Base del componente fauna terrestre, para el área de influencia del Proyecto se estableció la presencia de chinchilla de cola corta (*Chinchilla chinchilla*), la cual se definió en su momento como una especie de micromamífero de baja movilidad y susceptible a la intervención del Proyecto, al poseer ámbito de hogar reducido y baja capacidad de desplazamiento, según la información que se contaba hasta ese momento. La especie *Chinchilla chinchilla* se encuentra catalogada “En Peligro Crítico”, según los criterios de estado de conservación definidos en el noveno proceso del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), establecido mediante Decreto Supremo N°13 (MMA, 2013). De acuerdo con lo anterior, y con el fin de hacerse cargo del impacto de pérdida de hábitat de *Chinchilla chinchilla*, el Titular (MGFSN) presentó como parte de sus medidas de compensación el compromiso de elaboración de dos estudios que serán insumo para el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) del Ministerio de Medio Ambiente (MMA), correspondientes a:

- i. Generación de un protocolo de referencia para una adecuada prospección y búsqueda de la especie *Chinchilla chinchilla* en la Región de Atacama.
- ii. Estudio de genética poblacional de la especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama.

Estas dos actividades fueron aprobadas a través de ORD. N°275, del 01.10.20, (ver Anexo 1) en donde se da conformidad a los “Términos de referencia de las actividades del Plan RECOGE para chinchilla de cola corta” aprobados por la autoridad ambiental pertinente.

El compromiso del estudio genético se encuentra establecido en el Considerando 7.1.5 Estudio (2) en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) de la RCA N° 153/2019 del Proyecto Salares Norte. A continuación, se presenta la transcripción literal del compromiso (Tabla 1).

Tabla 1. Transcripción literal Considerando 7.1.5 Estudio (2) en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) de la RCA N° 153/2019.

Fase	Construcción y Operación
Impacto ambiental	Pérdida de hábitat de la <i>Chinchilla chinchilla</i> .
Tipo de Medida	Compensación
Componente(s) ambiental(es) objeto de protección	Fauna Terrestre
Objetivo	Elaboración de un estudio de genética poblacional de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i> a nivel de la Región de Atacama.
Descripción	<p>La medida consiste en presentar los Términos de Referencia a la autoridad competente, Seremi de Medio Ambiente de la Región de Atacama, a fin de poder desarrollar una iniciativa en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i> (Plan RECOGE).</p> <p>En este contexto, se considera como alcance general elaborar y presentar los Términos de Referencia para la elaboración de un estudio de genética poblacional de la especie <i>Chinchilla chinchilla</i>, para evaluar variabilidad y flujo génico entre colonias, a nivel de la Región de Atacama.</p> <p>Los Términos de Referencia consideraran los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Identificar y asignar molecularmente la afiliación a nivel de especie de muestras genéticas de Chinchilla sp.</li> <li>ii. Caracterizar la diversidad y la estructura genética espacial entre poblaciones de <i>Chinchilla chinchilla</i> en su rango de distribución a nivel de la Región de Atacama.</li> <li>iii. Determinar el flujo génico e historia demográfica entre las poblaciones de chinchilla de la Región de Atacama.</li> </ul>
Justificación	Aportar al conocimiento científico de la especie generando información y participación activa de las de las acciones establecidas en el Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Chinchilla de cola corta ( <i>Chinchilla chinchilla</i> ).

Lugar de implementación	La medida será implementada en el rango de distribución histórica de la especie a nivel de la región de Atacama.
Forma y oportunidad de implementación	<p><b>Forma:</b> La medida se implementará a través de un proceso de licitación y adjudicación del servicio de consultoría.</p> <p><b>Oportunidad:</b> La fecha de entrega de los términos de referencia corresponderá a 90 días hábiles una vez obtenida la RCA y serán entregados a la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Atacama con el fin de ser revisados y validados.</p> <p>La aprobación de parte de la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Atacama de los Términos de Referencia de la consultoría deberá ser a los 3 meses siguientes una vez entregados por el Titular.</p> <p>Posterior a esto, el Titular realizará un proceso de licitación y adjudicación del servicio, el cual no sobrepasará los 6 meses posteriores a la validación de los términos de referencia por parte de la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Atacama.</p>
Indicador de cumplimiento	<p>Los indicadores de cumplimiento serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de los Términos de Referencia a la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Atacama.</li> <li>• Proceso de licitación y adjudicación en los plazos comprometidos.</li> <li>• Entrega de informe final del estudio de genética poblacional a nivel de la Región de Atacama.</li> </ul>
Seguimiento y Control	Entrega a la SMA y SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Atacama del informe final del estudio de genética poblacional a nivel de la Región de Atacama.

Fuente: RCA N°153/2019 Proyecto Salares Norte.

Para el desarrollo de esta actividad se formó un equipo de trabajo multidisciplinario, con experiencia demostrada en el desarrollo de actividades de caracterización ambiental, específicamente en especialidades de flora, fauna y vegetación, así como experiencia en la captura y recolección de material genético de especies de fauna. Se privilegiaron los conocimientos técnicos y experiencia avanzada en actividades de captura y seguimiento de micromamíferos y roedores histicomorfos, especialmente en lo referente a manejo de *Chinchilla chinchilla*, así como en el estudio de su distribución y hábitat. A su vez, se contó con un equipo con experiencia avanzada en el análisis e

interpretación de material genético y conocimientos específicos en estudios sobre genética poblacional e historia filogenética y filogeográfica.

Este informe presenta los objetivos, materiales, métodos utilizados y resultados del estudio de genética poblacional de la especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. Objetivo General

El objetivo es estudiar la genética poblacional de la especie *Chinchilla chinchilla* para evaluar variabilidad y flujo génico entre colonias en la Región de Atacama.

### 1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

1. Identificar y asignar molecularmente la afiliación a nivel de especie de muestras genéticas de *Chinchilla sp*, obtenidas en la Región de Atacama.
2. Caracterizar la diversidad y la estructura genética espacial entre poblaciones de *Chinchilla chinchilla* en su rango de distribución histórica en la Región de Atacama.
3. Determinar el flujo génico e historia demográfica entre las poblaciones de *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

Los chinchíllidos son roedores histricomorfos sudamericanos endémicos (Rodentia: Chinchillidae), que están presentes a lo largo de la Cordillera de los Andes. Dentro del grupo se incluyen a las chinchillas (Chinchillas), vizcachas de montaña (*Lagidium*) y vizcachas de pradera o llanura (*Lagostomus*). El género *Chinchilla*, Bennet 1829 contiene dos especies: *Chinchilla chinchilla* (Lichtenstein, 1829) llamada comúnmente chinchilla de cola corta o andina y *Chinchilla lanigera* (Molina, 1782) llamada chinchilla de cola larga o chilena. *C. chinchilla* es la especie de mayor tamaño del género, cuyos registros históricos indican que su distribución abarcaba el Altiplano de Bolivia, Chile y Perú y la zona andina del desierto de Atacama (Jiménez, 1996). Sin embargo, de acuerdo a la información de los años 2012 y 2013 *C. chinchilla* se encontraría presente sólo en la zona andina de Antofagasta y el Parque Nacional Nevado Tres Cruces en la región de Atacama (MMA-Chile, 2013; Valladares et al., 2012). Debido a la calidad de su pelaje, *C. chinchilla* fue cazada intensivamente causando que las poblaciones chilenas se extinguieron localmente o disminuyeron significativamente sus tamaños poblacionales (Jiménez, 1996). La especie *Chinchilla chinchilla* se encuentra catalogada “En Peligro Crítico”, según los criterios de estado de conservación definidos en el noveno proceso del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), establecido mediante Decreto Supremo N°13 (MMA-Chile, 2013). Por su parte, *C. lanigera* es el representante más pequeño del género, presenta orejas y cola más prominentes que *C. chinchilla* y se han reportado avistamientos históricos entre Potrerillos (Región de Atacama) y Talca (Región del Maule), aunque en la actualidad su distribución estaría reducida a dos localidades de la Región de Coquimbo: Reserva Nacional las Chinchillas (Provincia del Limarí) y La Higuera (Provincia del Elqui) (Spotorno et al., 2004a; MMA-Chile, 2013), y una localidad en la Región de Atacama cercana a Caldera (Valladares et al., 2014a). La especie *Chinchilla lanigera* se encuentra catalogada “En Peligro”, según los criterios de estado de conservación definidos en el noveno proceso del Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres (RCE), establecido mediante Decreto Supremo N°52 (MMA-Chile, 2014).

*Chinchilla chinchilla* habita en colonias que pueden ir desde unos pocos individuos a centenares de ellos, y cuenta con un comportamiento que la describe como una especie social, aunque muy territorial (MGFSN, 2019). Es un roedor de hábitos crepusculares y nocturnos, que tiene su punto máximo de actividad durante la madrugada y poco antes del amanecer. Emite sonidos de alarma, de agresividad y durante el cortejo (MGFSN, 2019).

Diversos autores como Miller et al. (1983), Cortés et al. (2002), Walker et al. (2007) y Riquelme et al. (2016), señalan que *Chinchilla chinchilla* se encuentra en áreas relativamente áridas de la Cordillera de los Andes a elevaciones de entre 3.000 y 5.000 m.s.n.m. Es una especie que habita en áreas de roqueríos, con pastizales de montaña y matorrales, utilizando grietas y agujeros entre las rocas como refugios y/o madrigueras.

De acuerdo al estudio específico de Chinchilla de cola corta, elaborado en el marco de la evaluación del Proyecto Salares Norte. “...La chinchilla de cola corta es depredada por las rapaces *Bubo magellanicus*, *Tyto alba* y los mamíferos *Pseudalopex culpaeus* y *Felis jacobita* (Castillo et al. 1978).” (MGFSN, 2019, p3 a p6). Respecto a los hábitos alimenticios en general, Grant (2014) define a las chinchillas como herbívoras, folívoras y oportunistas.

Con respecto a la taxonomía de las especies de este género, la mayor pregunta biológica que ha persistido respecto al grupo, es el número de especies de chinchillas que han sido reconocidas. Se ha propuesto que existe sólo una especie (Osgood, 1941), dos (Spotorno et al., 2004b; Valladares et al., 2014a; b) o tres (Bidlingmaier, 1937). En este sentido, el único estudio que considera la evidencia genética (utilizando el gen de ADN mitocondrial citocromo-b [Cytb]) sugiere que existen dos linajes diferenciados de chinchilla, uno adscrito a *C. chinchilla* y otro que contiene a *C. lanigera* (Spotorno et al., 2004b). Los resultados del estudio filogenético permiten delimitar y diferenciar genéticamente a los individuos de *Chinchilla*, sin embargo, la ausencia de holotipos de ambas especies, impiden una comparación (genética y morfológica) con los individuos de las descripciones originales. Es por esto que la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN – Caso 3278) sugirió determinar un neotipo para el género *Chinchilla* (Bennet, 1829), y las especies *C. lanigera* (Molina, 1782) y *C. chinchilla* (Lichtenstein, 1830) con la finalidad de contribuir a la estabilidad taxonómica del grupo.

Este estudio es pionero en su tipo, y la obtención de sus objetivos permite un importante aporte a la valoración, conocimiento y conservación de la especie *Chinchilla chinchilla*.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

A continuación, se describen los materiales y metodología utilizadas en cada una de las actividades detalladas en presente informe.

#### **3.1. Determinación de los sitios para toma de muestras de material genético**

##### **3.1.1. Protocolo de Referencia para una Adecuada Búsqueda y Prospección de la Especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama**

La búsqueda de *Chinchilla chinchilla* siguió los lineamientos planteados en el “Protocolo de Referencia para una Adecuada Búsqueda y Prospección de la Especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama”, elaborado por MGFSN como parte de sus medidas de compensación comprometidas durante su tramitación y aprobación ambiental (Numeral 7.1.4 de la RCA N°153/2019). Este protocolo establece procedimientos de referencia para la búsqueda y prospección de madrigueras y roqueríos a nivel de la Región de Atacama, incluyendo capítulos de revisión bibliográfica, levantamiento de información participativa, modelo de distribución potencial de la especie, determinación del diseño de muestreo para determinación de idoneidad del esfuerzo de muestreo y el protocolo de referencia en sí.

##### **3.1.2. Actividades de exploraciones**

Con la finalidad de determinar sitios con presencia de *Chinchilla chinchilla* en la Región de Atacama se ejecutaron campañas de exploración de la especie. Esta actividad permitió seleccionar sitios para toma de muestra biológica y actualizar tanto la distribución actual de la especie como el modelo de distribución potencial. Además, tuvo como objetivo revisar el estado de las rutas de acceso y seleccionar sitios idóneos para acampar.

##### **3.1.3. Selección de áreas de exploración**

Las áreas a explorar fueron seleccionadas considerando la distribución potencial histórica de *Chinchilla chinchilla* en Chile (Figura 1) y la disponibilidad de acceso a estos sitios. Además, se utilizó como referencia el modelo de distribución potencial elaborado en marco del compromiso 7.1.4 de la RCA N°153/2019 (Figura 2).



Figura 1. Cartografía de distribución histórica potencial de la especie *Chinchilla chinchilla* en el país. Fuente: Elaboración propia en base a MMA-Chile, 2018.

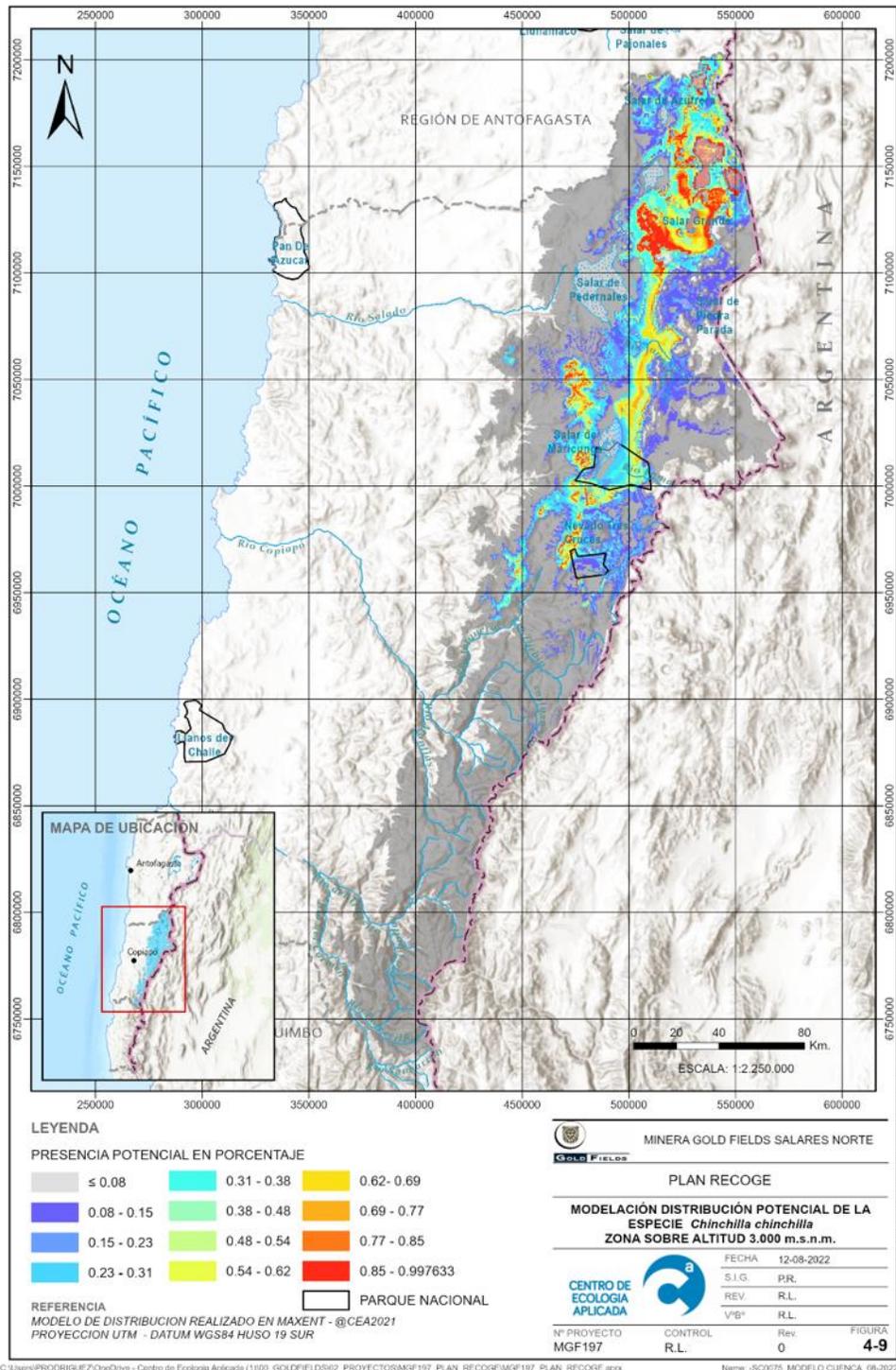


Figura 2. Modelo de distribución potencial de *Chinchilla Chinchilla*. Fuente: CEA, 2022.

#### 3.1.4. Determinación de sitios para toma de muestras de material genético

Si bien el objetivo de búsqueda y prospección de la especie *Chinchilla chinchilla* se limita a la Región de Atacama, el estudio de genética poblacional se enfoca en sectores específicos que hagan factible la realización de dichas actividades. Por tanto, se privilegiaron áreas que permitieran generar las sinergias adecuadas para obtener resultados exitosos.

De esta forma, a partir de la información disponible en publicaciones científicas, documentos técnicos, DIAs e EIAs ingresadas al sistema de evaluación ambiental y el modelo de distribución potencial, desarrollado en el “Protocolo de Referencia para una Adecuada Búsqueda y Prospección de la Especie *Chinchilla chinchilla* a nivel de la Región de Atacama”, se definieron tres macrozonas para la toma de muestra de material genético: macrozona Norte, macrozona Centro y macrozona Sur.

En la Figura 3 se presentan las tres macrozonas seleccionadas para la toma de muestra de material genético de *Chinchilla chinchilla*.



Figura 3. Macrozonas definidas para la obtención de muestras de material genético.

### 3.1.5. Búsqueda y prospección de *Chinchilla chinchilla*

Dentro de las áreas de exploración (macrozonas) se realizó una revisión general en vehículo, en búsqueda de roqueríos propicios para la presencia de colonias de *Chinchilla chinchilla*. Una vez detectados estos lugares, se realizaron recorridos pedestres en búsqueda de refugios activos e inactivos de la especie. E.

A continuación, se describe cada etapa de la actividad: i) la prospección pedestre, ii) la identificación de refugios activos e inactivos, iii) la instalación y registro de trampas cámara y iv) monitoreo de trampas cámara.

- i. **Prospección pedestre.** Esta actividad comienza con una prospección pedestre de la zona de los roqueríos, en búsqueda de evidencia directa e indirecta (heces, huellas, pelo, etc.) de presencia de la especie.
- ii. **Identificación de refugios activos e inactivos.** En los refugios de chinchilla es más probable encontrar evidencia indirecta de la especie, como huellas, excrementos, entre otros (Fotografía 1). La observación de excrementos corresponde al principal registro indirecto, por cuanto los individuos de chinchilla suelen utilizar sitios específicos como defecaderos, donde acumulan excrementos de manera frecuente y en sitios de fácil identificación. Los excrementos de *Chinchilla chinchilla* se pueden encontrar en distintas etapas y formas. Aquellas que indican la presencia activa de la especie son de forma alargada, con un largo de 1 cm y ancho de 0,5 cm aproximadamente, con una coloración café y brillante, indicativo que es reciente. Si las fecas se encuentran con una coloración blanquecina y opaca, sugiere un mayor tiempo de permanencia en el lugar, lo que correspondería a una feca más antigua y por tanto la actividad de la especie en ese sitio sería menos reciente. Por otra parte, si estas fecas recientes se encuentran en baja cantidad y aisladas unas de otras, probablemente el sitio corresponda a un lugar de tránsito de ejemplares. En caso contrario, si las fecas se encuentran aglomeradas, en gran cantidad, y dispuestas en la salida o entrada de alguna cavidad rocosa, aumenta la probabilidad de que el sitio corresponda a un refugio activo que probablemente constituye habitación para, a lo menos, un individuo de la especie. De esta forma, se pueden encontrar refugios activos o inactivos, dependiendo de la coloración y cantidad de fecas.



Fotografía 1. Defecadero de *Chinchilla chinchilla* con excrementos frescos y antiguos.

Cada refugio detectado es georreferenciado mediante coordenada GPS con Datum WGS84 19S con su respectivo código, el cual se registra y marca en terreno con cinta de demarcación. En cada refugio se obtiene un registro fotográfico fechado y georreferenciado.

- iii. **Instalación y registro de trampas Cámara.** Se instalan trampas cámara donde existe evidencia de presencia de la especie (Fotografía 2). Para fines de registro, trazabilidad y seguimiento, a cada trampa cámara instalada se le asigna un código identificador. El sitio se marca con cinta flagging adosada a una roca situada en las cercanías de cada trampa cámara y en un sector de buena visibilidad, para así reconocer y divisar desde cierta distancia el sitio de ubicación del dispositivo, tomando la precaución de que la cinta no quede muy larga para evitar el sonido que se produce al sacudirse por el viento. Además, se registra su ubicación mediante GPS con Datum WGS84 19S y se obtiene un registro fotográfico fechado y georreferenciado de cada trampa cámara instalada.



Fotografía 2. Trampa cámara instalada.

- iv. **Monitoreo y revisión de trampas cámara.** Las trampas cámara instaladas son revisadas para presencia o ausencia de la especie objetivo. Todos los registros obtenidos en esta actividad son traspasados a una base de datos y llevados a un sistema de respaldo en la nube (sharepoint microsoft office).

### 3.2. Recolección de material

Anexo 2A continuación, se describen las actividades de captura realizadas para la obtención de muestras de material genético de *Chinchilla chinchilla*.

#### 3.2.1. Tramitación de permiso de investigación en áreas silvestres protegidas del Estado (CONAF)

El 6 de octubre de 2022 se ingresó en el sitio web de CONAF la solicitud de permiso de investigación en áreas silvestres protegidas del Estado, con el fin de obtener autorización para tomar muestras de material genético de *Chinchilla chinchilla* al interior del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, en el cual se encuentra parte del emplazamiento de los polígonos 6 y 7 seleccionados para la macrozona Sur.

El ingreso de la solicitud no generó ningún comprobante, ni tampoco un correo de confirmación de ingreso. Dado lo anterior, se realizó una consulta a través de la mesa de ayuda del sitio web para consultar si la solicitud de permiso había ingresado al sistema. La respuesta obtenida informa que la solicitud fue ingresada efectivamente el día 6 de octubre de 2022. En el Anexo 4 se presenta esta captura de pantalla como el único comprobante o medio de verificación del ingreso emitido por el sistema.

El día 25 de noviembre del 2022 se realizó una reunión informativa con CONAF para detallar las actividades a realizar. Luego, continuó un proceso de respuestas a consultas técnicas el cual no finalizó al momento de terminar las campañas de terreno. De este modo, CONAF rechazó finalmente el permiso (con fecha 23 de junio 2023), y por tanto, no se contó con su autorización para ejecutar actividades de muestreo en los polígonos de la macrozona sur incluidos dentro del Parque Nacional Nevado Tres Cruces (Anexo 5).

De acuerdo a los antecedentes expuestos no se realizaron capturas en áreas silvestres protegidas del estado.

### **3.2.2. Permiso de captura**

Las actividades de captura de ejemplares de *Chinchilla chinchilla* contó con las correspondientes autorizaciones de la División de Protección de los Recursos Naturales Renovables del Servicio Agrícola y Ganadero: Resolución Exenta N°273/2022, Resolución Exenta N° 274/2022, Resolución Exenta N° 275/2022, Resolución Exenta N° 276/2022, Resolución Exenta N° 280/2022, Resolución Exenta N° 281/2022, Resolución Exenta N° 282/2022, Resolución Exenta N° 283/2022, Resolución Exenta N° 06/2023, Resolución Exenta N° 07/2023, Resolución Exenta N° 10/2023, Resolución Exenta N° 11/2023, Resolución Exenta N° 344/2023, Resolución Exenta N° 345/2023, Resolución Exenta N° 346/2023, Resolución Exenta N° 347/2023, Resolución Exenta N° 349/2023, Resolución Exenta N° 350/2023, Resolución Exenta N° 351/2023 (ver Anexo 6).

Siguiendo lo indicado por el Servicio, se dio el debido aviso de inicio de actividades de captura, el que se adjunta en Anexo 7. Además, y una vez finalizadas las actividades de captura, se entregó al Servicio el informe de capturas en el formato señalado en la respectiva Resolución (Anexo 8).

### **3.2.3. Cuadrillas de trabajo**

Las campañas de terreno estuvieron a cargo de cuadrillas de trabajo. Cada cuadrilla fue liderada por un profesional médico veterinario y contó con la ayuda de tres profesionales asistentes (un segundo médico veterinario, un especialista de fauna y un técnico de apoyo en terreno). En el Anexo 2 se presenta el equipo de trabajo a cargo de las actividades de terreno.

#### **3.2.4. Preparación de campañas de terreno**

Las campañas de terreno fueron programadas para ser ejecutadas durante la temporada de primavera y verano, de modo de coincidir con la época de mayor actividad de *Chinchilla chinchilla* y contar con condiciones ambientales favorables para el trabajo en la zona.

La preparación de las campañas de terreno consideró además capacitaciones al personal en términos de seguridad en el trabajo en altura geográfica, trabajo en condiciones climáticas extremas y adversas (tormentas eléctricas, nevazones), estudio y ensayo de protocolos de captura, y bioseguridad, entre otros.

#### **3.2.5. Logística de trabajo**

Al tratarse de una actividad desarrollada principalmente en sitios remotos, de difícil acceso, sin servicios de hotelería, suministro de víveres y combustible cercanos; además de la necesidad de pernoctar en las cercanías de los sitios de capturas, se levantó un campamento base para la cuadrilla ejecutante, cuando fue necesario. Este campamento base consideró un carro de arrastre tipo camper premunido de cocina, calefón, baño seco, ducha, estanque de agua, dormitorio y carpa, entre otros servicios y utensilios (Ver Fotografía 3).

Todo residuo generado fue dispuesto en bolsas debidamente cerradas y periódicamente eliminado en la ciudad de Copiapó o en el campamento Salares Norte de Minera Gold Fields.

Antes de hacer abandono de cada sitio de campamento se realizó una inspección exhaustiva y limpieza generalizada del área.



Fotografía 3. Campamento base.

### 3.2.6. Metodología de captura

#### 3.2.6.1. Evaluación de condiciones para captura

Con la finalidad de resguardar la seguridad tanto del personal como de los ejemplares de *Chinchilla chinchilla*, en forma previa al inicio de las capturas se consultó el pronóstico del tiempo para evaluar si las condiciones climáticas eran la apropiadas para el trabajo de terreno. De esta forma, y en caso de existir alguna o algunas de estas condiciones desfavorables, las actividades de captura fueron suspendidas para ese sitio.

Por otra parte, se verificó la presencia de depredadores como zorros (observación directa, presencia de excrementos) y la cercanía de actividades de tipo antrópicas, como carreteras cercanas, presencia de trabajadores, campamentos mineros, refugios u otro.

#### 3.2.6.2. Captura mediante trampa Tomahawk

Para las capturas de ejemplares de *Chinchilla chinchilla* se utilizaron trampas tipo Tomahawk de doble entrada, con dimensiones 23x23x70 cm (Fotografía 3).



Fotografía 4. Trampa Tomahawk de doble entrada.

Cada trampa Tomahawk fue instalada en las proximidades de un defecadero previamente identificado. Cada trampa fue cubierta con piedras obtenidas del mismo sector donde fue instalada, con la finalidad de asemejar el lugar de captura, proveer a los ejemplares de refugio ante las bajas temperaturas nocturnas, de la radiación directa en las horas diurnas y del eventual ataque de predadores. Las entradas de las trampas se dispusieron en dirección a las oquedades de la madriguera o en dirección al corredor utilizado por ellas y que es identificado en terreno por los especialistas. Como cebo se utilizó heno de alfalfa y pellet comercial (Mazuri© Chinchilla Diet), lo cual viene a complementar el cebo considerado inicialmente de una mezcla de semillas. Cada trampa instalada fue debidamente georreferenciada, se le asignó un código y fue fotografiada.

En la siguiente Fotografía 5 se muestra una trampa Tomahawk instalada y lista para su activación.



Fotografía 5. Trampa Tomahawk instalada y cubierta con piedras.

La revisión de las trampas se realizó durante las primeras horas de la mañana, no superando las 08:00 am en ninguno de los casos, para así evitar la exposición prolongada e innecesaria a las condiciones climáticas, la depredación de los individuos capturados y el sobre estrés de los ejemplares. La activación de las trampas se realizó diariamente durante la tarde entre las 19:00 h y las 20:00 h. Entre el tiempo de revisión y la activación, las trampas se mantuvieron cerradas para evitar la captura de ejemplares de otras especies.

De igual forma, y como medida preventiva adicional, toda vez que hubo recapturas en la misma trampa Tomahawk, ésta dejó de ser activada, y en algunos casos, fue reubicada.

### 3.2.6.3. Monitoreo remoto mediante trampas cámaras

Con la finalidad de incrementar el nivel de vigilancia de los sitios de captura, en términos de presencia o ausencia de ejemplares de chinchilla y de depredadores, se incorporó el monitoreo de los sitios de captura mediante cámaras de vigilancia con visión diurna y nocturna (Eufy© Cam 2 Pro 2K). Sus ventajas respecto a las trampas cámara es que cuentan con un campo de visión mucho más amplio (135°), por lo que aportan una vista panorámica del sector a monitorear, además de permitir el monitoreo en tiempo real. Las cámaras están conectadas mediante un circuito cerrado de televisión que emite señal vía internet a un dispositivo que cuente con la aplicación Eufy© Security instalada. De esta forma, el monitoreo puede ser seguido desde cualquier lugar que cuente con acceso a internet y con sesión de usuario iniciada en la aplicación. El circuito cerrado es alimentado a través de energía proveniente de paneles solares instalados en un carro de arrastre que puede ser

fácilmente trasladado, con el fin de cubrir de la mejor forma posible la señal entre las cámaras y el Hub. Durante su operación las cámaras envían notificaciones hacia el Hub y este a su vez, envía notificaciones a cualquier dispositivo que esté conectado a la sesión de la aplicación móvil al momento de detectar movimiento. Ante la necesidad de intervenir el área por la presencia de algún depredador, es posible en primera instancia emitir una alarma a través de las cámaras, dando tiempo al equipo de terreno de acercarse al sector.

El sistema de circuito cerrado de televisión contó con los siguientes componentes:

- Cámaras de visión diurna y nocturna modelo Eufy© Cam 2 Pro 2K, a prueba de agua, con detección de movimiento y alarma.
- Focos de luz infrarroja con detección de movimiento.
- Carro de arrastre:
  - Paneles fotovoltaicos.
  - Set de baterías recargables para almacenamiento de energía.
  - Hub Eufy©.
  - Módem.
  - Internet satelital (Starlink©).
  - Antena de red omnidireccional de exteriores.

En la siguiente Fotografía 5 se muestra el carro de arrastre utilizado para el monitoreo remoto de las trampas Tomahawk, la Fotografía 7 muestra la antena para la conexión de internet satelital y la Fotografía 8 una cámara de vigilancia de visión diurna y nocturna, acompañada de un foco de luz infrarroja con detección de movimiento.



Fotografía 6. Carro de arrastre con sistema de generación de energía fotovoltaica, sistema de circuito cerrado de televisión y conexión a internet satelital.



Fotografía 7. Antena de internet satelital (Starlink©).



Fotografía 8. Cámara Eufy© y foco de luz infrarroja con detector de movimiento.

#### 3.2.6.4. *Protocolo de manejo del ejemplar y toma de muestras*

A continuación, se describe el protocolo de manejo y toma de muestras implementado para cada captura de *Chinchilla chinchilla*. Este procedimiento completo no tarda más de 7 a 10 minutos el cual es ejecutado por un equipo con experiencia en el manejo y toma de muestras de especies silvestres.

##### 3.2.6.4.1. *Definición de roles*

Antes de comenzar el procedimiento de toma de muestras, el equipo define los roles que sus integrantes cumplirán durante la actividad. Así, se define un manipulador del ejemplar que se encarga de retirar el animal de la trampa y sostenerlo durante todo el procedimiento, hasta su liberación (labor que corresponde al titular de permiso de SAG). Además, se define un encargado de tomar las muestras de tejido para estudio genético (médico veterinario) y uno o dos asistentes que se encargan de registrar datos en dispositivo móvil o libreta, tomar fotografías y disponer los materiales necesarios a lo largo del procedimiento.

##### 3.2.6.4.2. *Medidas de resguardo y bioseguridad*

Durante la actividad todo el personal a cargo debe hablar en voz baja y solo lo necesario, evitando movimientos bruscos y cualquier otra acción que pueda perturbar al animal. Además, y siguiendo la indicación emanada del permiso de captura, durante el manejo de los ejemplares se aplican medidas de bioseguridad que contemplaron, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

##### 3.2.6.4.3. *Preparación de campo*

Se debe preparar un campo para ejecutar el procedimiento. Esto considera un paño de campo situado en suelo plano, donde se disponen los insumos de toma de muestra y materiales para su almacenamiento y rotulado (Fotografía 9).



Fotografía 9. Preparación de campo para procedimiento.

#### 3.2.6.4.4. Manejo del ejemplar y preevaluación clínica

Para extraer al ejemplar de la trampa Tomahawk se utilizaron guantes gruesos para evitar daños por mordidas. El ejemplar es extraído cuidadosamente de la trampa, cubriendo inmediatamente sus ojos con un paño. Esta acción permite que el animal logre calmarse. La persona que sostiene al animal lo mantiene sujeto contra su pecho (Fotografía 10), mientras se realiza una preevaluación clínica básica por parte del veterinario a cargo para verificar que el individuo se encuentra en condiciones de ser manejado. En caso de presentarse muy agitado o con lesiones graves, el ejemplar no se encuentra en condiciones de ser manipulado. Se evalúan sus extremidades, cavidad bucal, dentición, signos vitales, estado reproductivo (por ejemplo, lactancia, preñez, parto reciente, etc.) y condición general (Fotografía 11).



Fotografía 10. Animal sujeto contra el pecho, antes de cubrir sus ojos para preevaluación.



Fotografía 11. Examen de preevaluación clínica.

#### 3.2.6.4.5. *Mediciones morfométricas y sexado*

Luego, una vez que el animal aprueba la preevaluación, este se mide, se sexa y se pesa con pesola en bolsa de género, registrando los datos en libreta o dispositivo móvil. A continuación, el manipulador del animal lo sitúa sobre el paño de campo, manteniéndolo inmovilizado y con los ojos cubiertos con un paño o toalla.



Fotografía 12. Sexado de ejemplar capturado.

#### 3.2.6.4.6. Obtención de muestras

El tipo de tejido para obtención de DNA genómico corresponde a tejido fresco. Para esto se definió como sitio de toma de muestra el pabellón auricular (obtenidos al momento de realizar el marcaje con crotal), en un área de aproximadamente 2,5 mm<sup>2</sup>. Para su obtención, el o la veterinaria, equipada con guantes de nitrilo o látex y con la ayuda de un punzón de biopsia estéril desechable (Derma-Punch® 2,5 mm, Dolphin Medical), procede a tomar una muestra de tejido desde el borde externo del pabellón auricular. El punzón usado asegura una punción rápida y limpia, con mínimo sangrado si es correctamente utilizado (Fotografía 13, Fotografía 15). Se repite el procedimiento para una segunda muestra (duplicado), próxima al sitio anterior. Luego, con la ayuda de gasa estéril, se aplica hemostasis sobre las heridas con la finalidad de frenar algún posible sangrado (Fotografía 14). Finalmente, y con la ayuda de pinzas, se obtienen 2 muestras de pelo con folículo piloso desde la cola del ejemplar. Se muestran casos de sangrado mínimo que no requieren ser controlados, y algunos casos donde se aplica hemostasis al ejemplar para controlar sangrado.



Fotografía 13. Pabellón auricular de *Chinchilla chinchilla* con perforaciones luego de obtenidas las muestras. Se observa mínimo sangrado (caso 1).



Fotografía 14. Ejemplar de chinchilla con vista cubierta. Se aplica hemostasis al ejemplar para controlar sangrado en caso de ser requerido).

La recaptura de ejemplares en los días siguientes permitió revisar la zona del pabellón auricular con las perforaciones desde donde se extrajo el material genético. Se observa en la Fotografía 15 el correcto proceso de cicatrización, sin evidencias de hematoma ni sangrados.



Fotografía 15. Animal recapturado 2 días luego de obtenida la muestra de tejido del pabellón auricular. Se aprecia correcto proceso de cicatrización, sin evidencias de hematoma ni sangrado.

#### 3.2.6.4.7. Liberación del ejemplar

Una vez obtenidas las muestras y luego de verificar que no existe sangrado y que el animal se encuentra en buenas condiciones, se procede a su liberación en el mismo sitio de captura.

#### 3.2.6.4.8. Rotulado, almacenamiento y envío de muestras al laboratorio

Cada muestra de tejido y pelo es colectada en un tubo Eppendorf con preservante (alcohol desnaturalizado 95°) e inmediatamente rotulada y almacenada por un asistente. Se realiza cambio del medio preservante cada 24 horas. Las muestras son almacenadas protegidas de la luz directa, a temperatura ambiente y enviadas a laboratorio para análisis genético.

### 3.3. Análisis genético

Una vez obtenidas las muestras genéticas de terreno, fueron enviadas al Laboratorio de Genética y Evolución de la Universidad de Chile para su posterior análisis. El primer paso correspondió a la extracción del ADN. Luego, el proceso continuó con la genotipificación con genes mitocondriales, análisis de datos de genes mitocondriales y la genotipificación con datos nucleares (microsatélites y SNP) (Figura 4). La metodología en detalle se presenta en el Anexo 8.12. Los procedimientos de trabajo se ajustaron según los objetivos específicos planteados en la sección 1.2. A modo resumen, constan de lo siguiente:

- **Objetivo específico (1) Identificar y asignar molecularmente la afiliación a nivel de especie de muestras genéticas de *Chinchilla* sp, obtenidas en la Región de Atacama:** se realiza a partir de tres aproximaciones en base a la información genética emanada de los análisis de genes mitocondriales (secuencias de Cytb), i) Secuenciación de Nucleótidos de Información Forense (Comparación con referencia: Cyt b y GenBank), ii) Código de barras genético (ABGD), iii) Poisson Tree Process (árbol filogenético PTP).
- **Objetivo específico (2) Caracterizar la diversidad y la estructura genética espacial entre poblaciones de *Chinchilla chinchilla* en su rango de distribución histórica en la Región de Atacama:** se evaluará la utilidad del marcador mitocondrial Cytb, ya que este marcador presenta un nivel de variabilidad moderado que transita entre el nivel de especie y poblaciones. No obstante, se evaluará otro marcador más variable, como la región Dloop. Cabe destacar que el genoma completo mitocondrial disponible en base de datos pública corresponde a *Chinchilla lanigera* (Voloach et. al., 2013), y por lo tanto, no necesariamente se pueden obtener marcadores moleculares que presenten amplificación cruzada en especies del mismo género, sobretodo debido a la variabilidad de esta región del DNA mitocondrial. Por su parte, los marcadores nucleares que se utilizarán para desarrollar este objetivo serán marcadores microsatélites, que son de preferencia para análisis genético-poblacionales dada su gran variabilidad. Para ello, durante el desarrollo de este proyecto se desarrollarán marcadores específicos para *Chinchilla chinchilla*.

- Objetivo específico (3) Determinar el flujo génico e historia demográfica entre las poblaciones de chinchilla de la Región de Atacama:** se confeccionan microsátélites específicos para Chinchilla (genoma nuclear y diploide), encargándose este trabajo a empresas especializadas (e.g. AustralOmix, Omics). Inicialmente, se estimó contar con 25 muestras aproximadamente por localidad.

Para la búsqueda de SSR se utilizó un sistema de secuenciación de próxima generación (NGS, por sus siglas en inglés), en la plataforma Miseq Illumina. Para ello se preparará una biblioteca de DNA (Nextera XT). Sin embargo, es necesario destacar que este servicio se delegará a una empresa especializada. Se privilegió el uso de marcadores tipo tri y tetra nucleótidos, sobre los mono y di nucleótidos, para evitar confusiones de lectura con formaciones tipo dímero. El número de marcadores dependerá del nivel de polimorfismo, pero se espera obtener un mínimo de 10 marcadores.

Cabe señalar, que para los estudios genético-poblacionales (objetivos 2 y 3), se determinó el número muestral significativo de acuerdo a las características específicas de cada localidad a muestrear. Además, se incorporó un método complementario a los microsátélites denominado SNPs. La incorporación de ambas técnicas permite realizar un análisis de última generación, a su vez más preciso y certero, obtener conclusiones más contundentes y representativas, y realizar una comparación con otros estudios similares. En la Figura 4, se muestra un esquema del proceso de análisis genético para la consecución de los tres objetivos específicos.

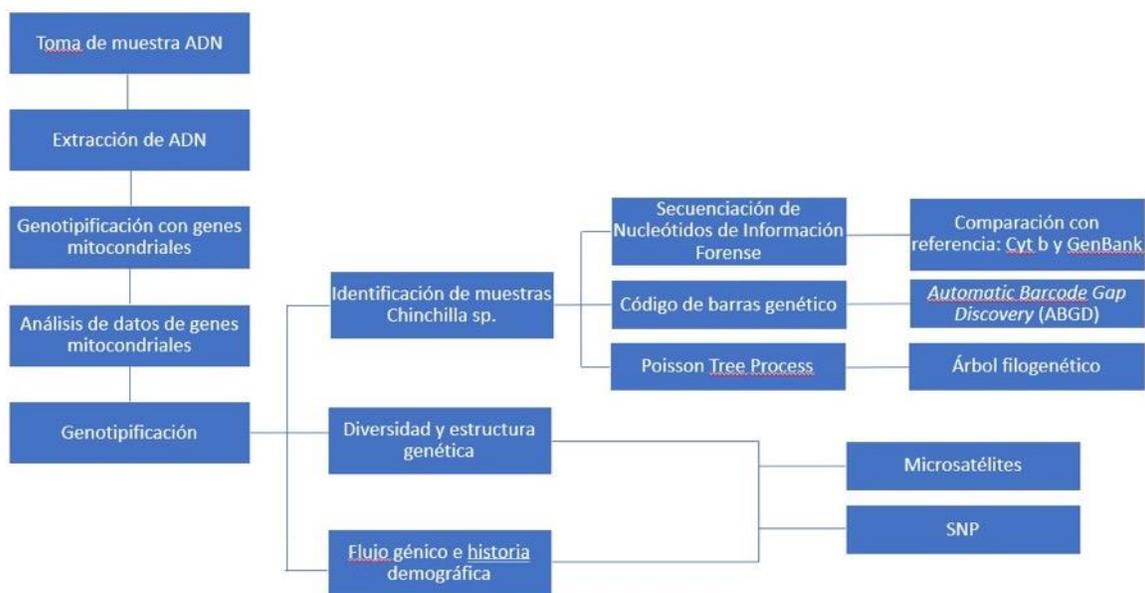


Figura 4. Esquema del proceso de análisis genético

## 4. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para las actividades de exploraciones, captura para la obtención de material genético de *Chinchilla chinchilla*, actualización de modelo de distribución potencial de *Chinchilla chinchilla* en la Región de Atacama y análisis molecular, que en su conjunto permiten cumplir con el objetivo final del presente informe, que corresponde a la elaboración de un estudio de genética poblacional de la especie *Chinchilla chinchilla* para evaluar variabilidad y flujo génico entre colonias en la Región de Atacama.

### 4.1. Determinación de los sitios para toma de muestras de material genético

#### 4.1.1. Campañas de terreno

Se ejecutaron 17 campañas de terreno, entre el 19 de octubre de 2022 y el 11 de julio de 2023. Se dio inicio a las actividades realizando 2 campañas de exploraciones, para luego continuar paralelamente con actividades de exploración y trampeo. Las últimas 3 campañas fueron actividades exclusivas de exploración.

En función de alcanzar los objetivos propuestos, se extendió el número de campañas principalmente para mejorar el éxito de las capturas, y así obtener un número de muestras suficientes para el estudio genético y que además, provinieran de diversos lugares de la región, lo que implicó la realización de campañas de exploración previa.

En la siguiente Tabla 2 se muestran detalles de las campañas de terreno.

Tabla 2. Campañas de terreno

Campaña	Inicio	Fin	Macrozona	Actividad
1	19-10-2022	26-10-2023	Centro	Exploración
2	08-11-2022	15-11-2022	Norte	Exploración
3	06-12-2022	13-12-2022	Norte	Exploración y trampeo
4	03-01-2023	10-01-2023	Norte	Exploración y trampeo
5	17-01-2023	24-01-2023	Norte	Exploración y trampeo
6	24-01-2023	07-02-2023	Norte	Exploración y trampeo
7	07-02-2023	21-02-2023	Norte	Exploración y trampeo
8	21-02-2023	07-03-2023	Norte	Exploración y trampeo
9	07-03-2023	21-03-2023	Centro	Exploración y trampeo
	07-03-2023	21-03-2023	Centro	Exploración
	07-03-2023	21-03-2023	Centro	Exploración y trampeo

Campaña	Inicio	Fin	Macrozona	Actividad
10	21-03-2023	04-04-2023	Centro	Exploración y trampeo
	21-03-2023	04-04-2023	Centro	Exploración y trampeo
	21-03-2023	04-04-2023	Centro	Exploración y trampeo
11	04-04-2023	18-04-2023	Centro	Exploración y trampeo
	04-04-2023	18-04-2023	Centro	Exploración y trampeo
12	18-04-2023	02-05-2023	Centro	Exploración y trampeo
13	02-05-2023	16-05-2023	Centro	Exploración y trampeo
14	16-05-2023	30-05-2023	Centro	Exploración y trampeo
15	30-05-2023	13-06-2023	Sur	Exploración
16	13-06-2023	27-06-2023	Sur	Exploración
17	27-06-2023	11-07-2023	Sur	Exploración

Fuente: CEA S.A.

#### 4.2. Definición de polígonos para captura de *Chinchilla chinchilla*

Durante las actividades de exploración se logró definir 12 polígonos para la captura de *Chinchilla chinchilla*, consensuados con MGFSN y las autoridades competentes. Si bien se realizaron exploraciones en los polígonos 2 y 10, éstos fueron descartados para instalación de trampas cámara y Tomahawk. Esto responde a razones logísticas, por cuanto existen escasos accesos, como también por detectarse defecaderos antiguos y escasos.

En las siguientes Figura 5, Figura 6 y Figura 7 se muestran dichos polígonos, por macrozona.

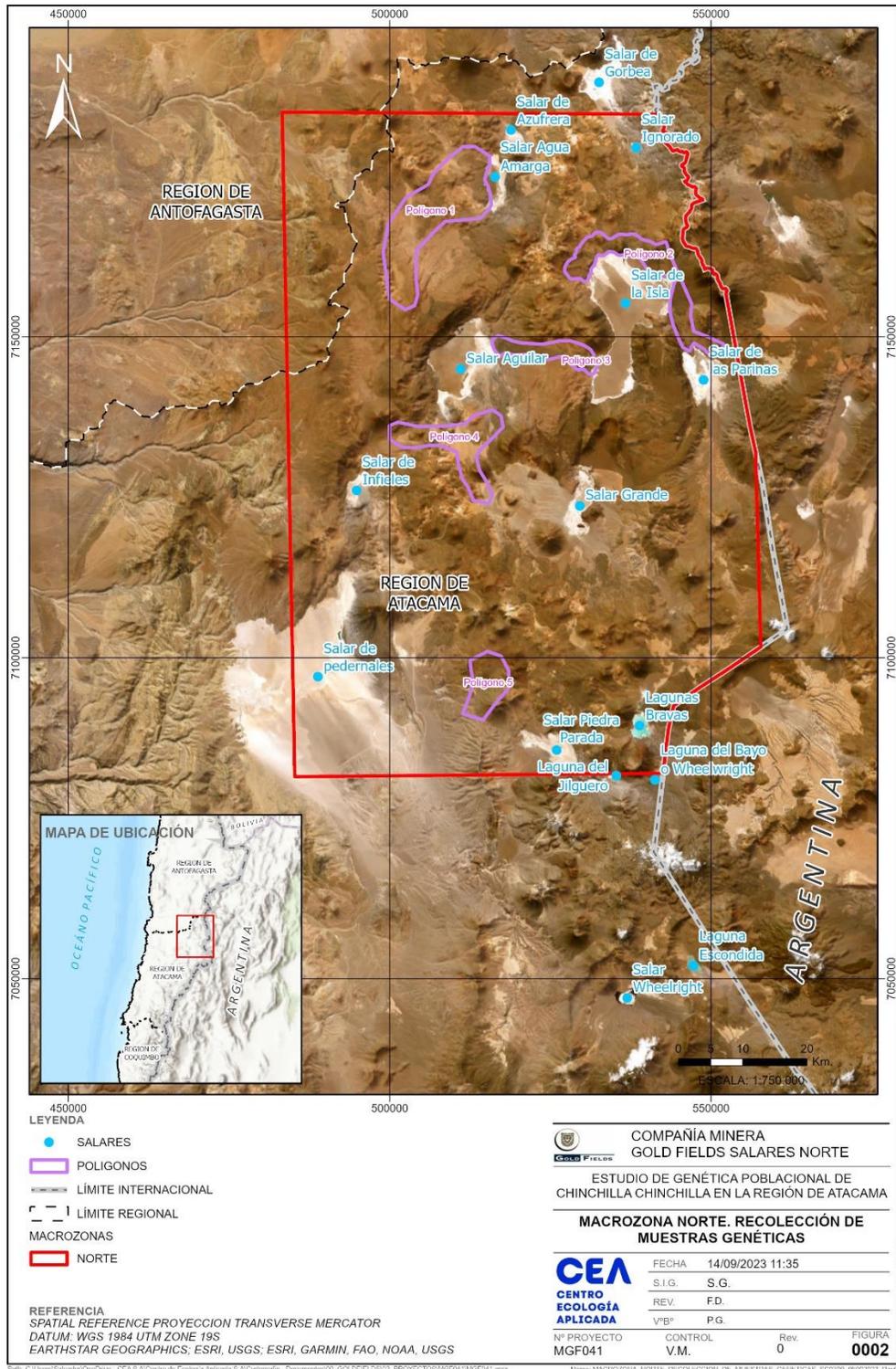


Figura 5. Polígonos definidos para la macrozona Norte.

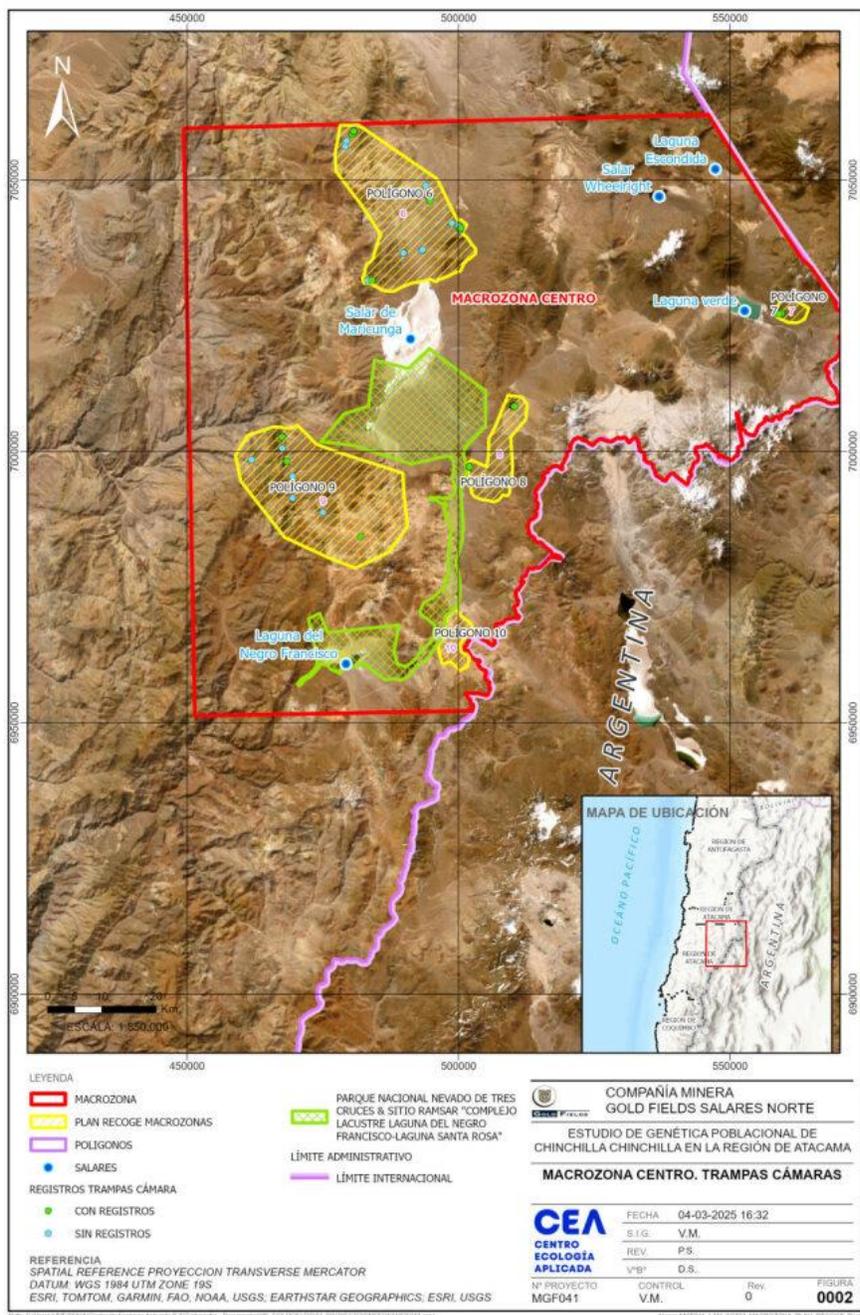


Figura 6. Polígonos definidos para la macrozona Centro.

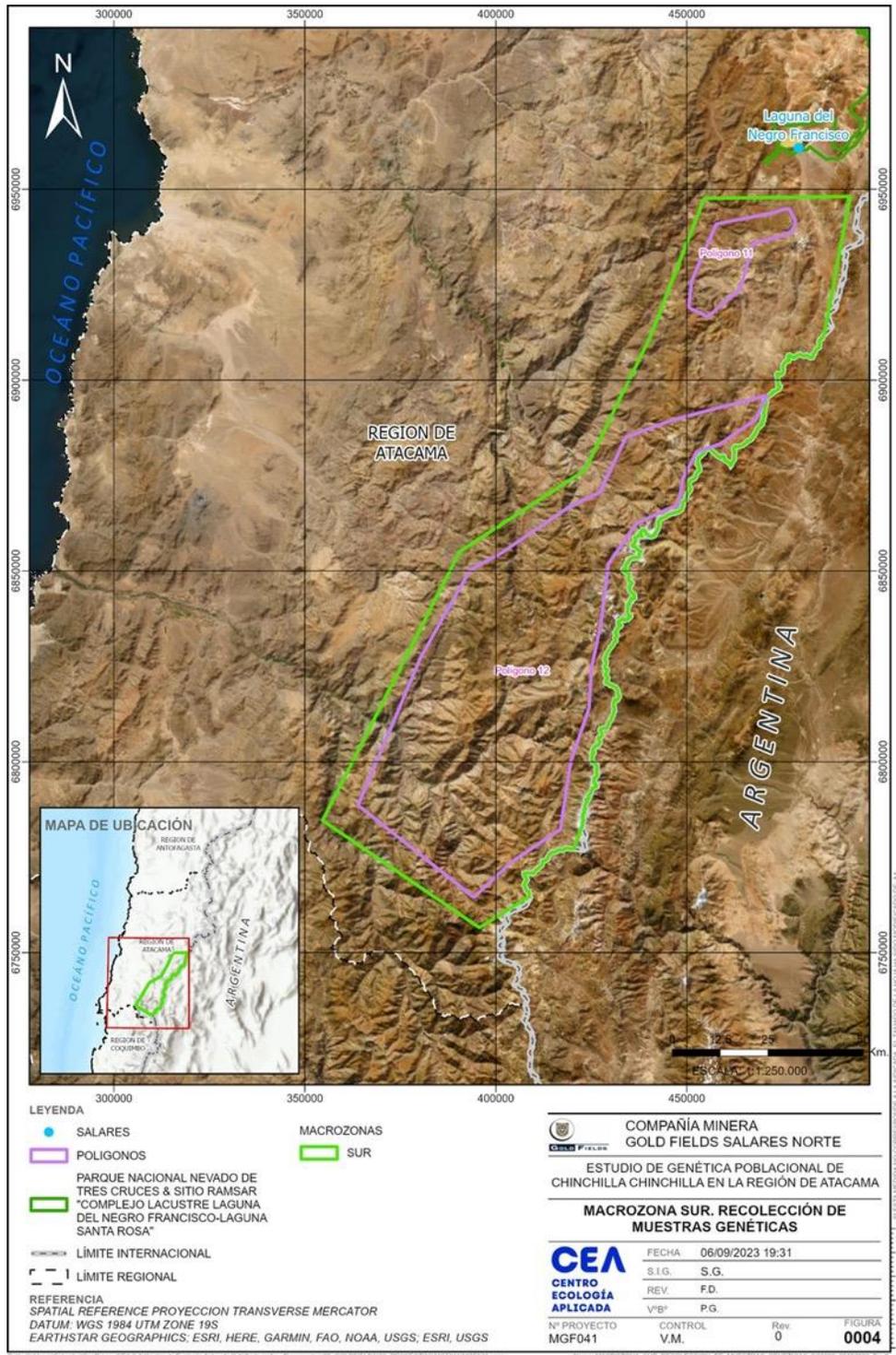


Figura 7. Polígonos definidos para la macrozona Sur.

#### 4.2.1. Sitios con presencia de *Chinchilla chinchilla*

Durante las actividades de exploraciones en los polígonos previamente definidos se logró identificar sitios que presentaron hábitat propicio para *Chinchilla chinchilla*. En estos sitios se realizaron recorridos pedestres en búsqueda de defecaderos, y se instalaron trampas cámara.

### 4.3. Recolección de material

#### 4.3.1. Trampas cámaras

En aquellos sitios donde se encontraron defecaderos activos de *Chinchilla chinchilla* se instalaron trampas cámara. De esta manera, se instaló un total de 124 trampas cámara, obteniéndose en 45 de ellas registros fotográficos de la especie (revisar detalle en sección 4.3.1).

En la Tabla 3 se indican datos de las trampas cámara instaladas, además del esfuerzo de muestreo calculado en horas totales por cámara (7.449 total), y los registros de *Chinchilla chinchilla* obtenidos en cada una de ellas.

En la Figura 8, Figura 9 y Figura 10 se muestra la ubicación de las trampas cámara indicándose aquellas con registros positivos a la especie.

Tabla 3. Trampas cámara instaladas y registros de *Chinchilla chinchilla*.

Nº	Código cámara	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Fecha instalación	Fecha retiro	Esfuerzo (días)	Registros
1	CT020	Norte	1	501916	7156718	01-12-22	16-02-23	77	35
2	CT021	Norte	1	501715	7156874	01-12-22	16-02-23	77	12
3	CT022	Norte	1	501756	7156677	01-12-22	16-02-23	77	6
4	CT014	Norte	3	522831	7147797	13-11-22	26-01-23	74	6
5	CT015	Norte	3	523237	7147239	13-11-22	29-05-23	197	11
6	CT016	Norte	3	523399	7147059	13-11-22	29-05-23	197	29
7	CT017	Norte	3	522559	7148256	13-11-22	26-01-23	74	16
8	CT018	Norte	3	522491	7148176	13-11-22	26-01-23	74	15
9	CT019	Norte	3	522317	7147994	13-11-22	26-01-23	74	9
10	CT001	Norte	4	512051	7129098	12-11-22	03-03-23	111	69
11	CT002	Norte	4	512100	7129123	12-11-22	03-03-23	111	41
12	CT003	Norte	4	511952	7129295	12-11-22	03-03-23	111	2
13	CT004	Norte	4	512135	7129377	12-11-22	03-03-23	111	0

Nº	Código cámara	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Fecha instalación	Fecha retiro	Esfuerzo (días)	Registros
14	CT005	Norte	4	514129	7125366	12-11-22	01-03-23	109	0
15	CT006	Norte	4	515040	7136897	12-11-22	10-06-23	210	0
16	CT007	Norte	4	515227	7136265	12-11-22	04-01-23	53	0
17	CT008	Norte	4	501026	7134833	12-11-22	04-01-23	53	0
18	CT009	Norte	4	515361	7136401	12-11-22	04-01-23	53	0
19	CT010	Norte	4	512522	7134801	12-11-22	04-01-23	53	4
20	CT011	Norte	4	515400	7136435	12-11-22	04-01-23	53	0
21	CT012	Norte	4	501076	7135297	12-11-22	04-01-23	53	4
22	CT013	Norte	4	503740	7134009	12-11-22	04-01-23	53	0
23	CT05	Norte	4	510550	7130983	10-02-23	01-03-23	19	2
24	CT06	Norte	4	510333	7130803	10-02-23	01-03-23	19	0
25	CT07	Norte	4	510364	7130894	10-02-23	01-03-23	19	0
26	CT08	Norte	4	510340	7130825	10-02-23	01-03-23	19	12
27	CT09	Norte	4	510585	7130854	10-02-23	01-03-23	19	3
28	CT10	Norte	4	510330	7130804	10-02-23	01-03-23	19	6
29	CT001_PPNO	Centro	5	514946	7098385	25-04-23	29-05-23	34	3
30	CT002_PPNO	Centro	5	514931	7098284	25-04-23	29-05-23	34	8
31	CT003_PPNO	Centro	5	514952	7098261	25-04-23	29-05-23	34	3
32	CT004_PPNO	Centro	5	514893	7098351	25-04-23	29-05-23	34	16
33	CT005_PPNO	Centro	5	514874	7098307	25-04-23	29-05-23	34	18
34	CT001_QTT	Centro	6	479320	7057234	20-04-23	29-04-23	9	0
35	CT002_QTT	Centro	6	480439	7058406	20-04-23	29-04-23	9	2
36	CT003_QTT	Centro	6	480386	7058401	20-04-23	29-04-23	9	0
37	CT004_QTT	Centro	6	479151	7056206	20-04-23	29-04-23	9	0
38	CT005_QTT	Centro	6	480722	7058971	20-04-23	29-04-23	9	8
39	CT006_QTT	Centro	6	480811	7059247	20-04-23	29-04-23	9	0
40	CT007_QTT	Centro	6	480758	7059053	20-04-23	29-04-23	9	1
41	CT008_QTT	Centro	6	480731	7059001	20-04-23	29-04-23	9	9
42	CT009_QTT	Centro	6	480741	7058971	20-04-23	29-04-23	9	5
43	CT01_MP	Centro	6	483305	483305	06-04-23	16-04-23	10	0
44	CT010_QTT	Centro	6	480737	7058966	20-04-23	29-04-23	9	1
45	CT02_MP	Centro	6	483306	7031531	06-04-23	16-04-23	10	0
46	CT03_MP	Centro	6	483989	7031525	06-04-23	16-04-23	10	0
47	CT04_MP	Centro	6	484005	7031515	06-04-23	16-04-23	10	0
48	TC01-SM	Centro	6	500317	7041009	08-03-23	17-03-23	9	0
49	TC014	Centro	6	493366	7037066	15-10-22	16-04-23	183	0
50	TC02	Centro	6	500475	7041287	15-10-22	16-04-23	183	0
51	TC02-SM	Centro	6	500315	7041001	08-03-23	17-03-23	9	0

Nº	Código cámara	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Fecha instalación	Fecha retiro	Esfuerzo (días)	Registros
52	TC03	Centro	6	494375	7047161	15-10-22	16-04-23	183	5
53	TC03-SM	Centro	6	500318	7041010	08-03-23	17-03-23	9	7
54	TC04-SM	Centro	6	500324	7040808	08-03-23	17-03-23	9	0
55	TC06	Centro	6	500312	7041091	15-10-22	16-04-23	183	0
56	TC073	Centro	6	493142	7036993	15-10-22	16-04-23	183	0
57	TC08	Centro	6	494819	7046629	15-10-22	16-04-23	183	0
58	TC082	Centro	6	493349	7037189	15-10-22	16-04-23	183	0
59	TC084	Centro	6	489839	7036575	15-10-22	16-04-23	183	0
60	TC087	Centro	6	489919	7036607	15-10-22	16-04-23	183	0
61	TC10	Centro	6	493960	7049019	15-10-22	16-04-23	183	0
62	TC12	Centro	6	484008	7031537	15-10-22	14-04-23	181	1
63	TC13	Centro	6	494681	7046196	15-10-22	16-04-23	183	0
64	TC15	Centro	6	494801	7046143	15-10-22	16-04-23	183	1
65	TC19	Centro	6	500014	7041550	15-10-22	16-04-23	183	0
66	TC20	Centro	6	500286	7041124	15-10-22	16-04-23	183	0
67	TC39	Centro	6	494907	7046729	15-10-22	16-04-23	183	0
68	TC40	Centro	6	494353	7047019	15-10-22	16-04-23	183	0
69	TC47	Centro	6	494540	7047424	15-10-22	16-04-23	183	2
70	TC56	Centro	6	494767	7046682	15-10-22	16-04-23	183	0
71	TC58	Centro	6	498771	7042089	15-10-22	16-04-23	183	0
72	TC80	Centro	6	489859	7036540	15-10-22	16-04-23	183	0
73	TRC076	Centro	6	500344	7041129	15-10-22	16-04-23	183	23
74	CT001_LV	Centro	7	559506	7025387	28-03-23	16-04-23	19	0
75	CT002_LV	Centro	7	559429	7025481	28-03-23	16-04-23	19	2
76	CT003_LV	Centro	7	558831	7025484	28-03-23	16-04-23	19	0
77	CT004_LV	Centro	7	558849	7025406	28-03-23	16-04-23	19	0
78	CT005_LV	Centro	7	559001	7025342	28-03-23	16-04-23	19	24
79	CT001_P7	Centro	8	501981	6997266	29-03-23	03-04-23	5	0
80	CT002_P7	Centro	8	501984	6997164	29-03-23	03-04-23	5	4
81	CT003_P7	Centro	8	501978	6997131	29-03-23	03-04-23	5	0
82	CT01_NV	Centro	8	510096	7008340	14-03-23	29-03-23	15	1
83	CT02_NV	Centro	8	510152	7008387	14-03-23	29-03-23	15	2
84	CT03_NV	Centro	8	510007	7008394	14-03-23	29-03-23	15	0
85	CT04_NV	Centro	8	510018	7008325	14-03-23	29-03-23	15	0
86	CT05_NV	Centro	8	510179	7008349	14-03-23	29-03-23	15	2
87	CT06_NV	Centro	8	510325	7008403	14-03-23	29-03-23	15	0
88	CT07_NV	Centro	8	510351	7008353	14-03-23	29-03-23	15	2
89	TC01	Centro	9	461885	6998489	01-06-23	30-06-23	29	0

Nº	Código cámara	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Fecha instalación	Fecha retiro	Esfuerzo (días)	Registros
90	TC02	Centro	9	461875	6998488	01-06-23	30-06-23	29	0
91	TC03	Centro	9	469380	6991416	01-06-23	30-06-23	29	0
92	TC04	Centro	9	475061	6988768	01-06-23	30-06-23	29	0
93	TC05	Centro	9	481995	6984334	01-06-23	08-06-23	7	5
94	TC06	Centro	9	467477	7002811	02-06-23	30-06-23	28	0
95	TC07	Centro	9	467570	7000593	02-06-23	30-06-23	28	0
96	TC08	Centro	9	468290	6998168	02-06-23	30-06-23	28	0
97	TC09	Centro	9	468304	6998174	02-06-23	30-06-23	28	1
98	TC10	Centro	9	469427	6995386	02-06-23	30-06-23	28	0
99	TC21	Centro	9	467502	7002741	09-06-23	30-06-23	21	1
100	CT01_LNF	Sur	11	475298	6942813	04-05-23	10-06-23	37	0
101	CT02_LNF	Sur	11	475266	6942851	04-05-23	10-06-23	37	0
102	CT03_LNF	Sur	11	475207	6942988	04-05-23	10-06-23	37	0
103	TC11	Sur	11	460728	6939083	02-06-23	01-07-23	29	0
104	TC12	Sur	11	460760	6939072	03-06-23	01-07-23	28	0
105	TC13	Sur	11	469638	6941128	03-06-23	10-06-23	7	0
106	TC14	Sur	11	472836	6943334	03-06-23	10-06-23	7	0
107	TC15	Sur	11	472861	6943336	03-06-23	10-06-23	7	0
108	TC18	Sur	11	453019	6920527	07-06-23	02-07-23	25	0
109	PA_CT01	Sur	12	373894	6790850	15-06-23	25-06-23	10	0
110	PA_CT02	Sur	12	373907	6790830	15-06-23	25-06-23	10	0
111	PA_CT03	Sur	12	373913	6790823	15-06-23	25-06-23	10	0
112	PO_CT01	Sur	12	399045	6847812	16-06-23	24-06-23	8	0
113	PO_CT02	Sur	12	399015	6847781	16-06-23	24-06-23	8	0
114	PO_CT03	Sur	12	399158	6847803	16-06-23	24-06-23	8	0
115	PO_CT04	Sur	12	399196	6847780	16-06-23	24-06-23	8	0
116	RCH_CT01	Sur	12	389727	6776883	16-06-23	25-06-23	9	0
117	RCH_CT02	Sur	12	389744	6776880	16-06-23	25-06-23	9	0
118	RCH_CT03	Sur	12	389707	389707	16-06-23	25-06-23	9	0
119	RCH_CT04	Sur	12	389757	6776895	16-06-23	25-06-23	9	0
120	RCH_CT05	Sur	12	390952	6778865	16-06-23	25-06-23	9	0
121	TC16	Sur	12	435641	6873280	04-06-23	29-06-23	25	0
122	TC17	Sur	12	435647	6873276	04-06-23	29-06-23	25	0
123	TC19	Sur	12	470554	6895241	07-06-23	02-07-23	25	0
124	TC20	Sur	12	470547	6895257	07-06-23	02-07-23	25	0
<b>TOTAL</b>								<b>7.449</b>	<b>439</b>

Fuente: CEA S.A. 2023.

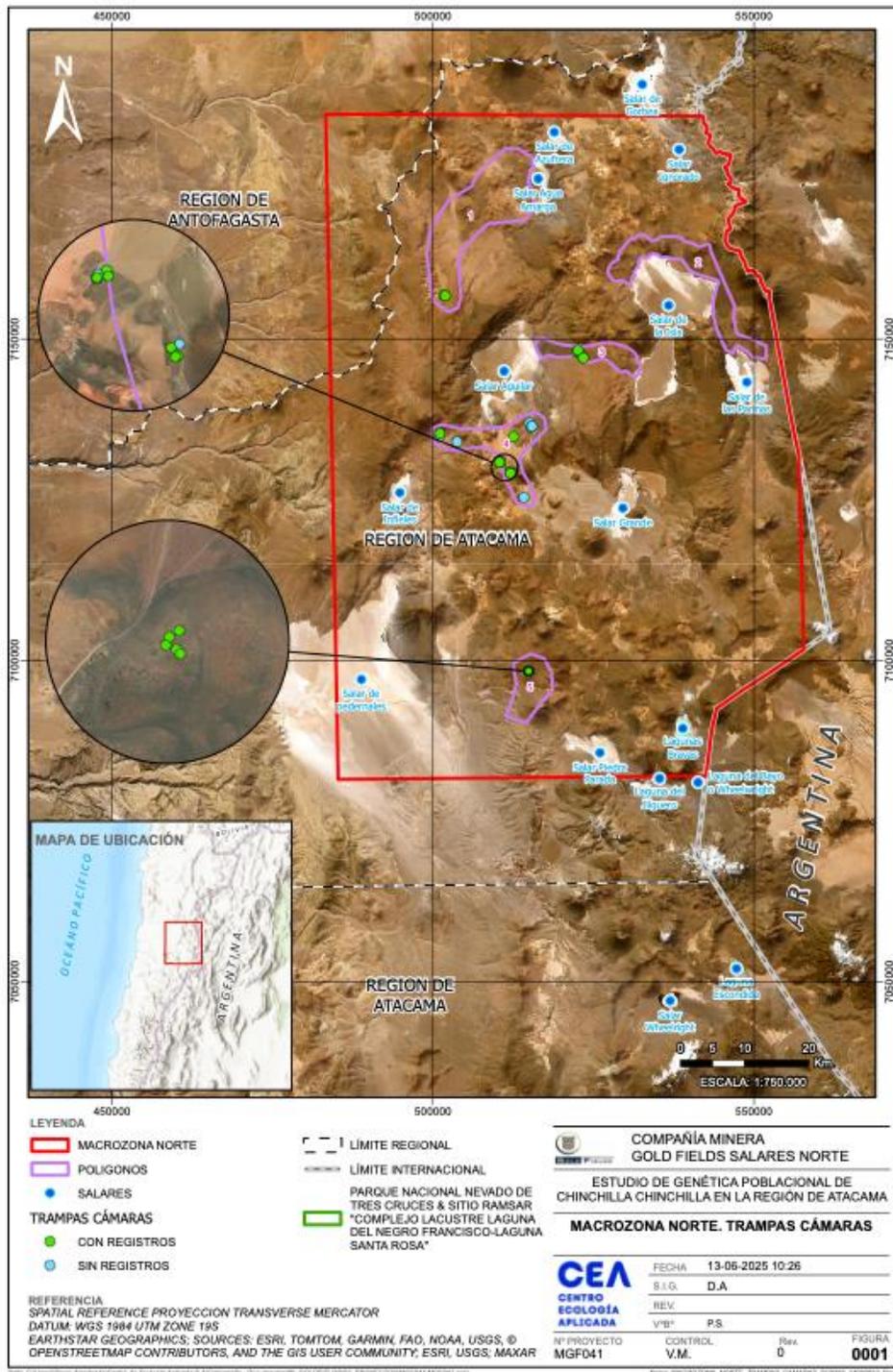


Figura 8. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Norte. Fuente: CEA 2023.

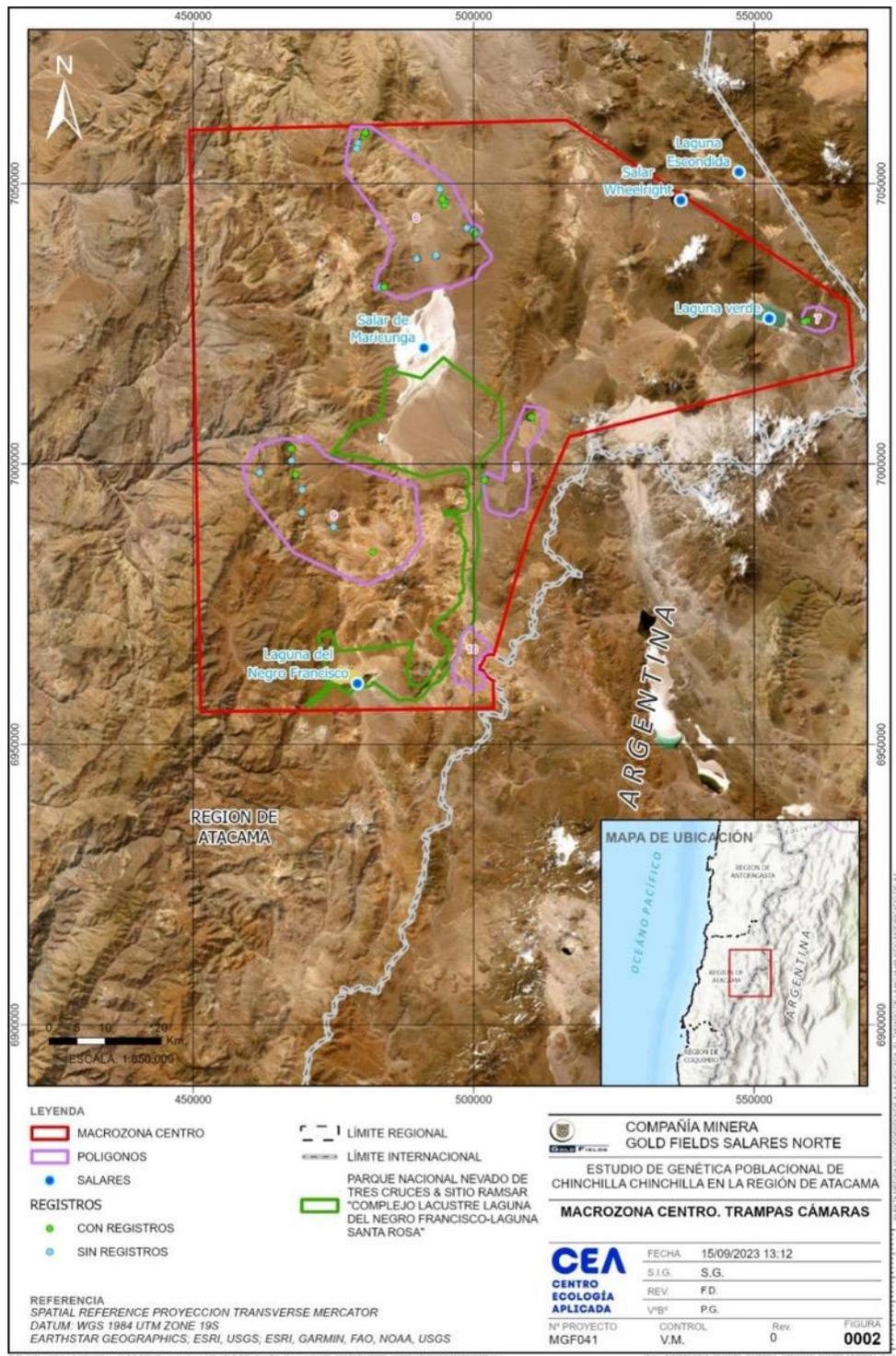


Figura 9. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Centro. Fuente: CEA 2023.

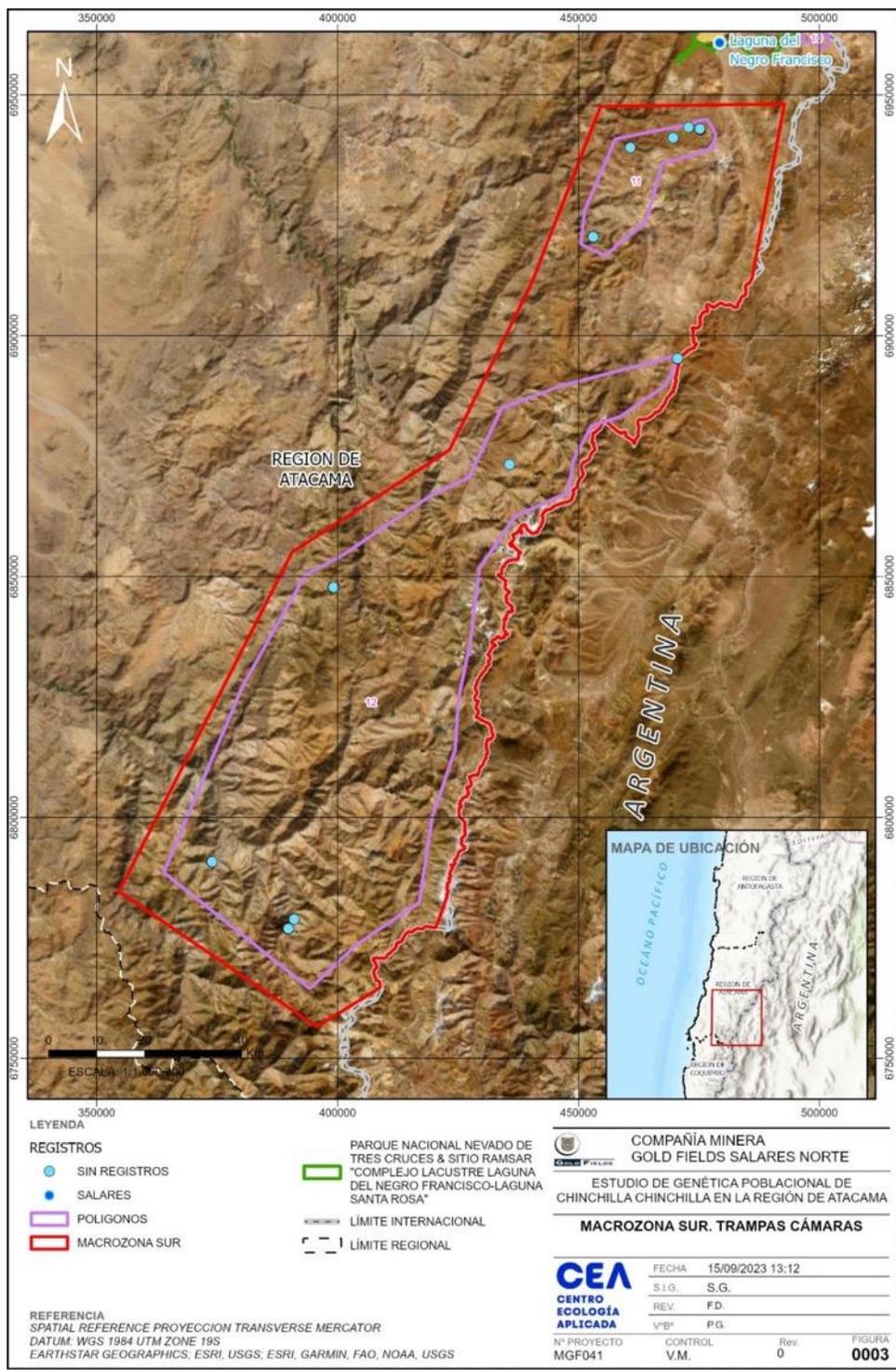


Figura 10. Ubicación trampas cámaras en Macrozona Sur. Fuente: CEA 2023.

#### 4.3.2. Trampeo de *Chinchilla chinchilla*

Se instaló un total de 328 trampas Tomahawk en los sitios definidos para captura. Esto representa un esfuerzo de 1218 trampas/noche. Los detalles de las trampas instaladas, como su esfuerzo de muestreo, ubicación y código asignado se muestran en Anexo 9.

Se lograron 60 capturas de ejemplares de *Chinchilla chinchilla*, siendo 17 de ellas recapturas (individuos capturados previamente durante la ejecución de las campañas de terreno de este estudio), obteniéndose exitosamente de ellas un total de 43 muestras de tejido y pelo (correspondientes a individuos diferentes), con su respectivo duplicado, y que son insumo para el estudio genético. En la Tabla 4 se presentan las capturas de *Chinchilla chinchilla* por trampa Tomahawk, además del código asignado a cada muestra.

En la Figura 11, Figura 12 y Figura 13 muestra las trampas Tomahawk instaladas y aquellas donde se obtuvieron capturas.

Tabla 4. Capturas de *Chinchilla chinchilla* por campaña y sector.

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Código muestra	Campaña
1	TH011B	Norte	1	501959	7156325	AA04	7
2	TH005	Norte	1	501944	7156653	AA03	7
3	TH012	Norte	1	501961	7156682	AA02	7
4	TH022	Norte	1	501966	7156451	AA01	7
5	TH03	Norte	3	522443	7148125	SA02	5
6	TH08	Norte	3	522352	7148017	SA01	5
7	TH22	Norte	3	522878	7147779	SA03	7
8	TH22B	Norte	3	522866	7147826	SA06	5
9	TH26	Norte	3	523176	7147447	SA05	5
10	TH39	Norte	3	523322	7147114	SA04	5
11	TH06	Norte	4	512097	7129127	A204	8
12	TH10	Norte	4	512049	7129108	A203	9
13	TH20	Norte	4	510350	7130866	A201	8
14	TH28	Norte	4	510440	7130895	A202	8
15	TH003_PPNO	Norte	5	514901	7098338	PPNO_07	14
16	TH009_PPNO	Norte	5	514890	7098332	PPNO_03	14
17	TH010_PPNO	Norte	5	514944	7098339	PPNO_01	14
18	TH011_PPNO	Norte	5	514961	7098408	PPNO_02	14
19	TH013_PPNO	Norte	5	514955	7098399	PPNO_05	14

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Código muestra	Campaña
20	TH018_PPNO	Norte	5	514885	7098307	PPNO_04	14
21	TH018_PPNO	Norte	5	514885	7098307	PPNO_06	14
22	TH007_QTT	Centro	6	480704	7059007	QTT_03	12
23	TH009_QTT	Centro	6	480720	7058992	QTT_02	12
24	TH010_QTT	Centro	6	480723	7058984	QTT_01	12
25	TH018_QTT	Centro	6	480759	7058953	QTT_04	12
26	TH10_SM	Centro	6	500327	7040967	SM01	9
27	TH17_SM	Centro	6	500326	7040804	SM02	9
28	TH006_LV	Centro	7	559436	7025475	LV01	11
29	TH03_LV_T1	Centro	7	559788	7026052	LV02	11
30	TH06_LV_T1	Centro	7	559772	7026043	LV05	11
31	TH08_LV_T1	Centro	7	559781	7026043	LV03	11
32	TH09_LV_T1	Centro	7	559769	7026103	LV04	11
33	TH010A_P7	Centro	8	501983	6997164	P702	10
34	TH011A_P7	Centro	8	501980	6997166	P703	10
35	TH012A_P7	Centro	8	501994	6997150	P701	10
36	TH012B_P7	Centro	8	501979	6997114	P704	10
37	TH015A_P7	Centro	8	501969	6997165	P705	10
38	TH02_NV	Centro	8	510020	7008339	SM07	9
39	TH03_NV	Centro	8	510014	7008349	SM05	9
40	TH11_NV	Centro	8	510150	7008395	SM04	9
41	TH13_NV	Centro	8	510192	7008348	SM03	9
42	TH13B_NV	Centro	8	510352	7008353	SM06	9
43	TH19_LNF	Sur	11	475233	6942843	LNFO1	13

Fuente: CEA S.A

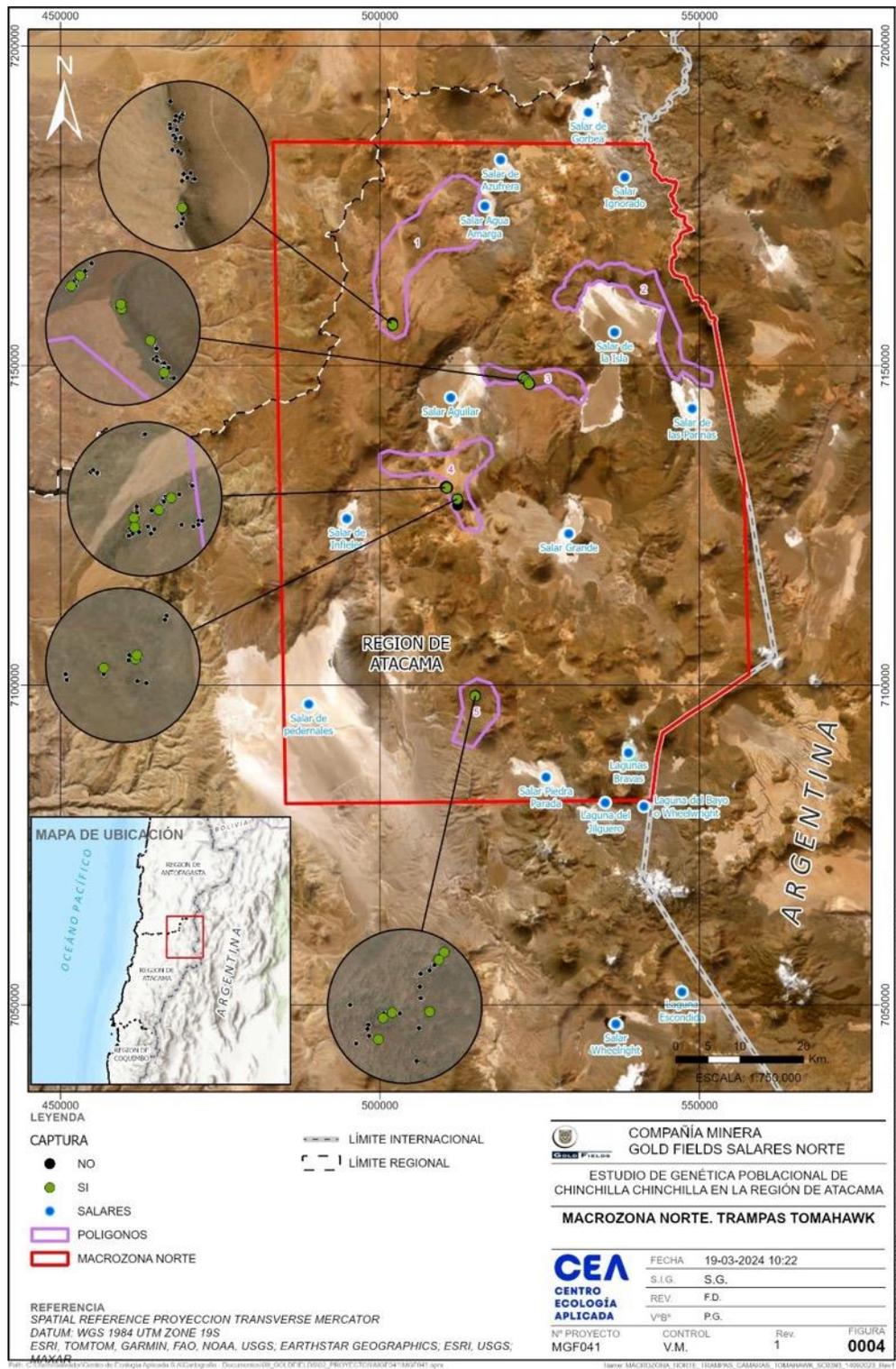


Figura 11. Ubicación trampas tomahawk en Macrozona Norte. Fuente: CEA 2023.

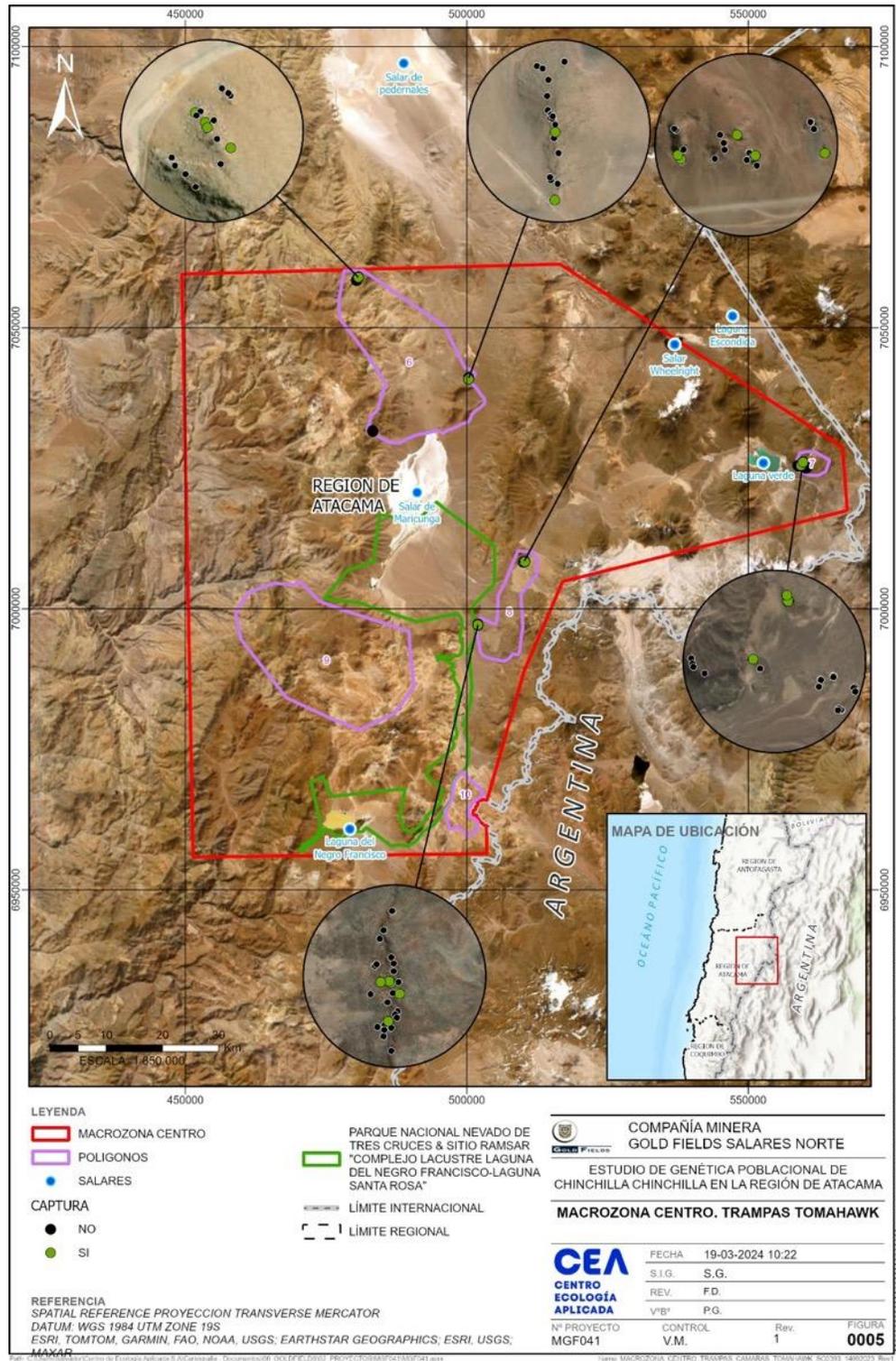


Figura 12. Ubicación trampas Tomahawk en Macrozona Centro. Fuente: CEA 2023.

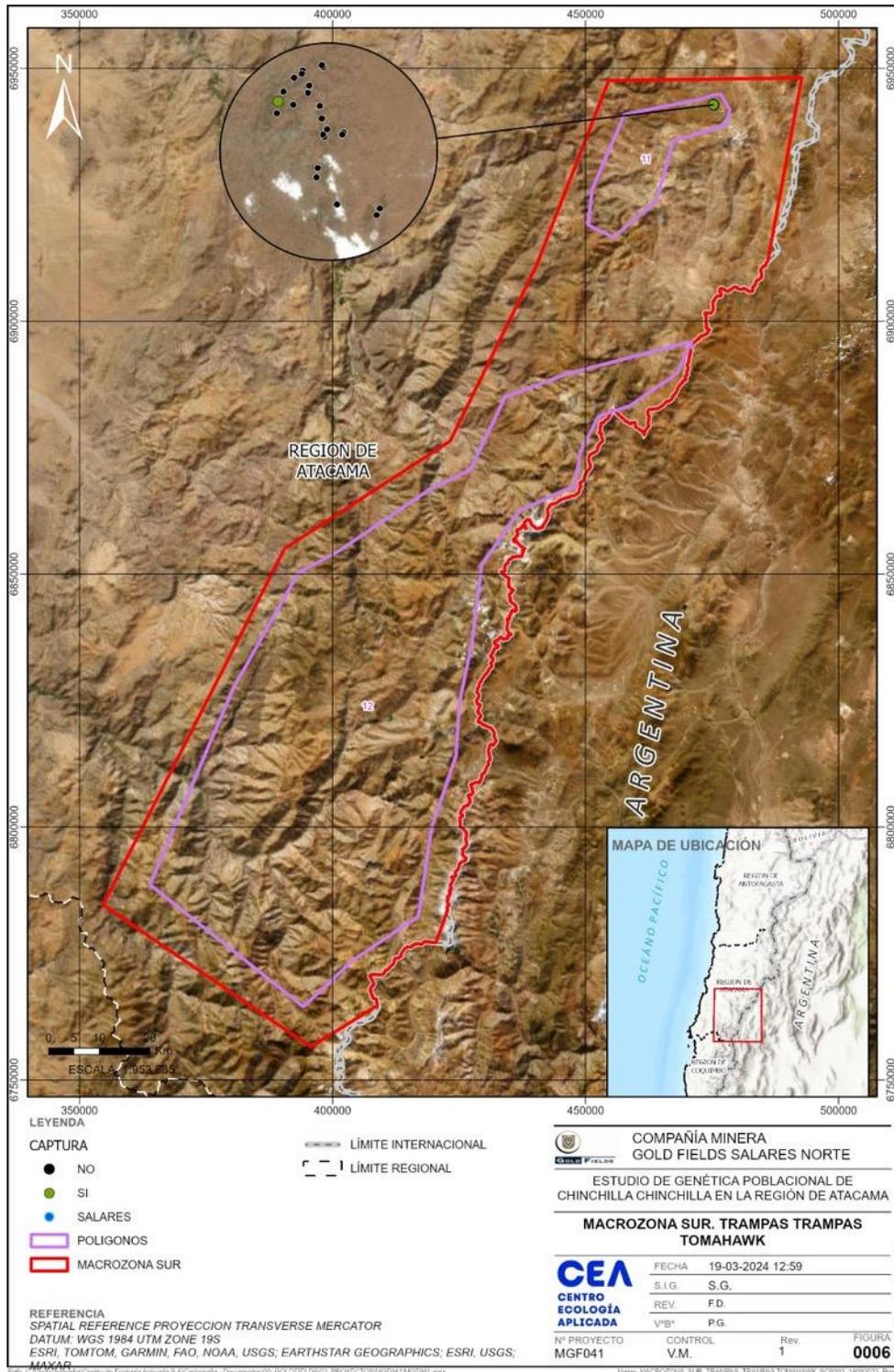


Figura 13. Ubicación trampas Tomahawk en Macrozona Sur. Fuente: CEA 2023.

#### 4.4. Análisis genético

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas moleculares realizadas a las muestras de material genético obtenidas.

##### 4.4.1. Extracción de ADN

Se obtuvo DNA del total de las muestras biológicas entregadas para el análisis genético de las poblaciones de *Chinchilla chinchilla* de la región de Atacama. Todas las extracciones de DNA resultaron exitosas, ya que se obtuvo DNA en concentración suficiente ( $> 50 \text{ ng}/\mu\text{l}$ ), y con una pureza adecuada para su uso en análisis genéticos (razón A260/280 =  $\sim 1,8$ ) (Tabla 5).

Para cada muestra se obtuvo dos eluciones de 30  $\mu\text{l}$  cada una (elusión A y B, Tabla 5), con el objetivo de maximizar la cantidad de DNA obtenida. Todas las muestras utilizadas correspondieron a tejido de oreja, con excepción de las muestras SA01 y SA02, de las que, además se realizó una extracción desde pelo. Sin embargo, el rendimiento de este tipo de tejido fue bastante menor en comparación con la muestra de oreja (Tabla 5), motivo por el que se descartó seguir utilizando este último tipo de muestra. Este resultado se debió a dos razones: 1) por el escaso número de células contenidas en cada folículo piloso (desde donde se obtiene el DNA), y 2) por el escaso número de pelos adecuados para realizar una extracción de DNA (con folículo piloso).

Tabla 5. Concentración y calidad (pureza) de DNA obtenido para las muestras de *Chinchilla sp.* recolectadas en la región de Atacama.

Nº	Macrozona	Polígono	Código muestra	Concentración	Unidad	A260/A280
1	Norte	3	SA01 A*	143.5	ng/ $\mu\text{l}$	2.02
	Norte	3	SA01 B	89.4	ng/ $\mu\text{l}$	1.92
2	Norte	3	SA01 pelo	6.7	ng/ $\mu\text{l}$	1.45
	Norte	3	SA02 pelo	14.7	ng/ $\mu\text{l}$	1.71
	Norte	3	SA02 A*	189.0	ng/ $\mu\text{l}$	1.99
	Norte	3	SA02 B	96.3	ng/ $\mu\text{l}$	1.94
3	Norte	3	SA03 A*	95.5	ng/ $\mu\text{l}$	1.95
	Norte	3	SA03 B	59.2	ng/ $\mu\text{l}$	1.88
4	Norte	3	SA04 A	71.5	ng/ $\mu\text{l}$	1.95
	Norte	3	SA04 B	44.5	ng/ $\mu\text{l}$	1.91
5	Norte	3	SA05 A	148.5	ng/ $\mu\text{l}$	1.97
	Norte	3	SA05 B	87.7	ng/ $\mu\text{l}$	1.90
6	Norte	3	SA06 A	159.9	ng/ $\mu\text{l}$	1.91
	Norte	3	SA06 B	84.9	ng/ $\mu\text{l}$	1.88
7	Norte	4	AA01 A*	79.6	ng/ $\mu\text{l}$	1.95

Nº	Macrozona	Polígono	Código muestra	Concentración	Unidad	A260/A280
	Norte	4	AA01 B	44.2	ng/μl	1.74
8	Norte	4	AA02 A*	90.0	ng/μl	1.94
	Norte	4	AA02 B	47.7	ng/μl	1.86
9	Norte	4	AA03 A*	46.6	ng/μl	1.76
	Norte	4	AA03 B	19.0	ng/μl	1.77
10	Norte	1	AA04 A	92.6	ng/μl	1.97
	Norte	1	AA04 B	62.8	ng/μl	1.92
11	Norte	4	A201 A*	97.2	ng/μl	1.94
	Norte	4	A201 B	53.1	ng/μl	1.86
12	Norte	4	A202 A*	141.8	ng/μl	1.95
	Norte	4	A202 B	75.5	ng/μl	1.89
13	Norte	4	A203 A*	113.9	ng/μl	1.94
	Norte	4	A203 B	79.4	ng/μl	1.88
14	Norte	4	A204 A	91.4	ng/μl	1.98
	Norte	4	A204 B	75.9	ng/μl	1.89
15	Centro	6	SM01 A*	117.8	ng/μl	1.94
	Centro	6	SM01 B	74.2	ng/μl	1.88
16	Centro	6	SM02 A*	147.9	ng/μl	1.97
	Centro	6	SM02 B	100.6	ng/μl	1.92
17	Centro	8	SM03 A*	79.4	ng/μl	1.96
	Centro	8	SM03 B	54.8	ng/μl	1.88
18	Centro	8	SM04 A	124.2	ng/μl	1.97
	Centro	8	SM04 B	67.2	ng/μl	1.90
19	Centro	8	SM05 A	111.2	ng/μl	1.98
	Centro	8	SM05 B	67.3	ng/μl	1.93
20	Centro	8	SM06 A	117.3	ng/μl	1.98
	Centro	8	SM06 B	63.9	ng/μl	1.89
21	Centro	8	SM07 A	125.8	ng/μl	1.98
	Centro	8	SM07 B	50.4	ng/μl	1.87
22	Centro	8	P701 A	162.1	ng/μl	1.99
	Centro	8	P701 B	69.7	ng/μl	1.91
23	Centro	8	P702 A*	218.3	ng/μl	1.99
	Centro	8	P702 B	99.5	ng/μl	1.94
24	Centro	8	P703 A*	91.8	ng/μl	1.98
	Centro	8	P703 B	40.3	ng/μl	1.86
25	Centro	8	P704 A	121.7	ng/μl	1.97
	Centro	8	P704 B	73.2	ng/μl	1.89
26	Centro	8	P705 A	286.6	ng/μl	1.99

Nº	Macrozona	Polígono	Código muestra	Concentración	Unidad	A260/A280
	Centro	8	P705 B	117.7	ng/μl	2.14
27	Centro	7	LV01 A*	170.7	ng/μl	1.98
	Centro	7	LV01 B	80.7	ng/μl	2.23
28	Centro	7	LV02 A*	227.7	ng/μl	1.98
	Centro	7	LV02 B	93.3	ng/μl	2.21
29	Centro	7	LV03 A*	180.1	ng/μl	1.97
	Centro	7	LV03 B	96.8	ng/μl	2.18
30	Centro	7	LV04 A	162.2	ng/μl	1.98
	Centro	7	LV04 B	75.7	ng/μl	2.27
31	Centro	7	LV05 A	206.8	ng/μl	1.98
	Centro	7	LV05 B	100.1	ng/μl	2.16
32	Norte	5	PPNO01 A*	122.7	ng/μl	1.95
	Norte	5	PPNO01 B	91.6	ng/μl	1.89
33	Norte	5	PPNO02 A*	111.5	ng/μl	1.96
	Norte	5	PPNO02 B	74.1	ng/μl	1.89
34	Norte	5	PPNO03 A*	133.8	ng/μl	1.94
	Norte	5	PPNO03 B	75.0	ng/μl	1.87
35	Norte	5	PPNO04 A	104.8	ng/μl	1.95
	Norte	5	PPNO04 B	71.7	ng/μl	1.89
36	Norte	5	PPNO05 A	115.2	ng/μl	1.97
	Norte	5	PPNO05 B	73.5	ng/μl	1.89
37	Norte	5	PPNO06 A	88.0	ng/μl	1.94
	Norte	5	PPNO06 B	69.2	ng/μl	1.85
38	Norte	5	PPNO07 A	105.8	ng/μl	1.94
	Norte	5	PPNO07 B	73.8	ng/μl	1.89
39	Centro	6	QTT01 A*	117.2	ng/μl	1.97
	Centro	6	QTT01 B	72.9	ng/μl	1.91
40	Centro	6	QTT02 A*	83.2	ng/μl	1.94
	Centro	6	QTT02 B	54.6	ng/μl	1.89
41	Centro	6	QTT03 A*	79.3	ng/μl	1.93
	Centro	6	QTT03 B	67.0	ng/μl	1.88
42	Centro	6	QTT04 A	62.7	ng/μl	1.91
	Centro	6	QTT04 B	53.0	ng/μl	1.87
43	Sur	11	LNF01 A*	106.7	ng/μl	1.96
	Sur	11	LNF01 B	74.4	ng/μl	1.90

\* = en negrita se indican las muestras utilizadas para el análisis de delimitación de especies (objetivo específico 3).

En cuanto a la integridad del DNA, todas las muestras se observan sin degradación aparente, con excepción de la muestra SA06 (A y B) (Ver Figura 14). La electroforesis en gel de agarosa (1%), también permite observar la menor cantidad de DNA obtenida desde las muestras de pelo (muestras SA01 y SA02).

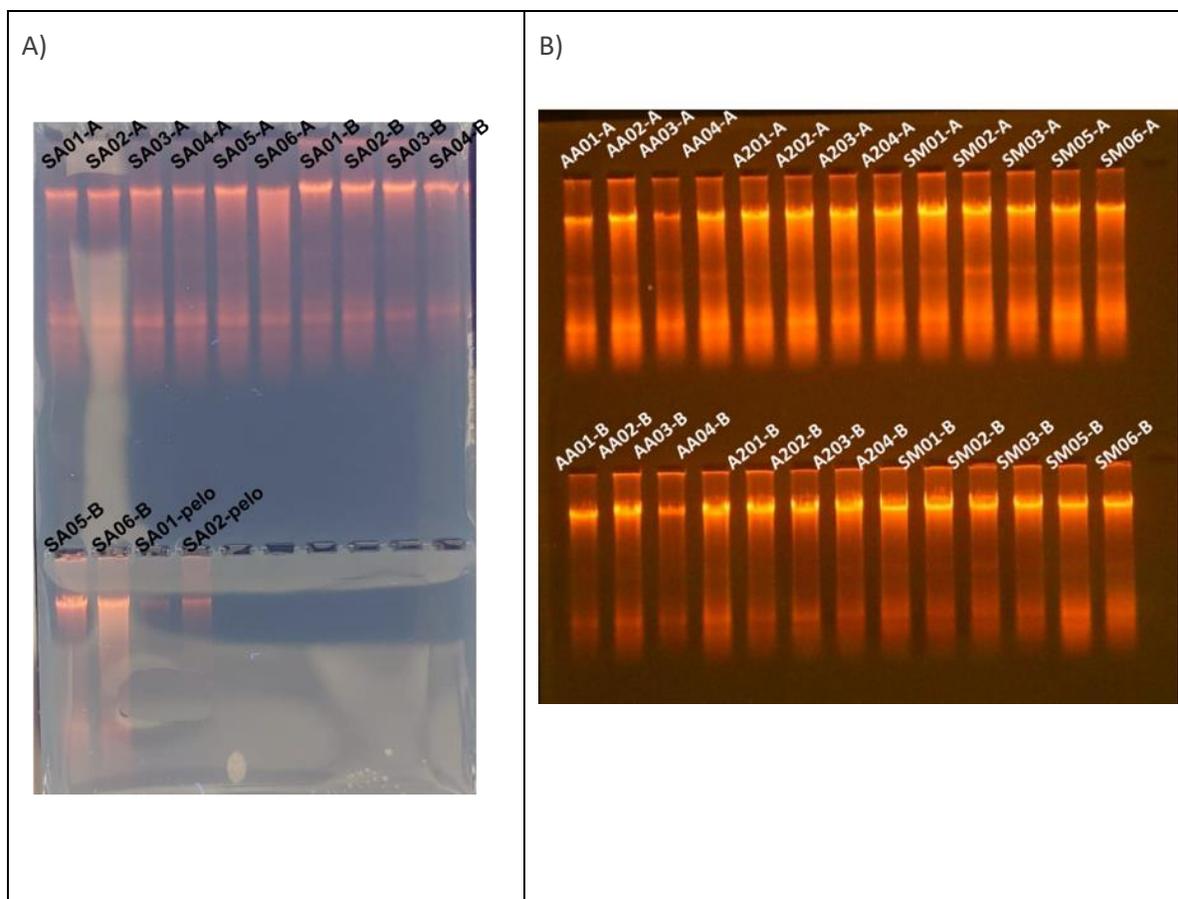


Figura 14. Gel de agarosa al 1% obtenido por electroforesis horizontal (90V, 30 minutos) con 3  $\mu$ l de DNA. A) muestras SA01 a SA06; B) muestras AA01 a AA04, A201 a A204, y SM01 a SM06.

#### 4.4.2. Genotipificación de genes mitocondriales

Se obtuvo un total de 437 pares de bases (pb) alineadas del gen mitocondrial *Cytb*, en un total de 24 individuos, correspondientes a todos los sitios de muestreo definidos en el área de estudio (Tabla 5). La variación genética observada en el set de datos fue prácticamente nula (Anexo 11), presentando únicamente dos sitios polimórficos en los 437 pb. Por lo tanto, a nivel intraespecífico (a nivel de poblaciones), este marcador molecular muestra una escasa utilidad.

En relación con las pruebas de amplificación de la región mitocondrial D-loop, no se logró obtener bandas aptas (únicas y definidas) para la secuenciación con ninguno de los primers utilizados.

#### 4.4.3. Identificación de muestras de *Chinchilla sp.*

##### 4.4.3.1. Forensically Informative Nucleotide Sequencing (FINS)

Como se indicó en el punto anterior, se obtuvo un total de 437 pb alineadas del gen mitocondrial Cytb. La comparación entre secuencias, utilizando la base de datos GenBank, arrojó un alto porcentaje de similitud (>90%) con tres especies de la familia Chinchillidae: un 99,52% de identidad de las muestras con la especie *Chinchilla chinchilla* (con un 96% de cobertura entre las secuencias de interés y las consultadas en la base de datos); un 94,51% de identidad con la especie *Chinchilla lanigera* (con un 100% de cobertura); un 91,0,6% de identidad con *Lagidium viscacia* (con un 99% de cobertura).

El análisis filogenético se realizó a partir de una matriz con 53 secuencias, de las cuales 24 corresponden a muestras de *Chinchilla sp.* recolectadas en la Región de Atacama durante el presente estudio (Tabla 5), mientras que 29 corresponden a secuencias obtenidas en la base de datos GenBank (Anexo 10).

El análisis de algoritmos de máxima parsimonia (MP) consideró 134 caracteres informativos, y la búsqueda del árbol arrojó más de 100 reconstrucciones igualmente parsimoniosas. Los índices de calidad del análisis de MP fueron los siguientes: longitud del árbol = 324; índice de consistencia (IC) = 0,5741; índice de homoplasia (IH) = 0,4259; índice de retención (IR) = 0,8056; índice de consistencia reescalado (RC) = 0,4635. Estos índices revelan un buen ajuste de los datos al árbol inferido (IR, RC), y niveles moderados de homoplasia (IC, IH) (similitud debida a evolución convergente, evolución paralela o reversión; y no por ancestría común). El análisis de ML (-ln likelihood = -2265.5074) y el análisis de IB produjeron árboles con topologías idénticas, recuperando los mismos linajes que el análisis de MP (Figura 15). Los modelos de evolución nucleotídica utilizados para la reconstrucción filogenética por ML e IB fueron TPM2u+F+I y HKY+G, respectivamente. *Chinchilla chinchilla* (o *Chinchilla brevicaudata*) y *Chinchilla lanigera* fueron recuperados como grupos monofiléticos con un alto valor de soporte de los nodos (Figura 15), y las muestras de interés (denotadas como *Chinchilla sp.*), fueron asignadas a *Chinchilla chinchilla* consistentemente en las tres reconstrucciones filogenéticas (IB, ML y MP), presentando altos valores de soporte de los nodos en cada agrupación (Figura 15).

##### 4.4.3.2. Genetic bar code (ABGD)

El número de especies candidatas definidas por el método ABGD para el grupo de chinchillidos fue 4. Los grupos recuperados fueron: 1) *Lagidium viscacia perlutea*, *L. v. viscacia* y *L. peruanum*; 2)

*Lagidium viscacia boxi*, 3) *Chinchilla lanígera*; y 4) *Chinchilla chinchilla*. Todas las muestras de interés (*Chinchilla sp.*) fueron recuperadas en la partición asociada a la especie candidata *C. chinchilla*.

4.4.3.3. Poisson Tree Process (PTP)

El análisis de bPTP sugiere el número más alto de especies candidatas, con 6 entidades (Figura 15); mientras que el análisis mPTP sugiere el número más bajo, con 3 especies candidatas. Ambas aproximaciones del análisis PTP (bPTP y mPTP) reconocen a las muestras de interés como la especie *C. chinchilla*, observándose las diferencias en el grupo hermano, *Lagidium*.

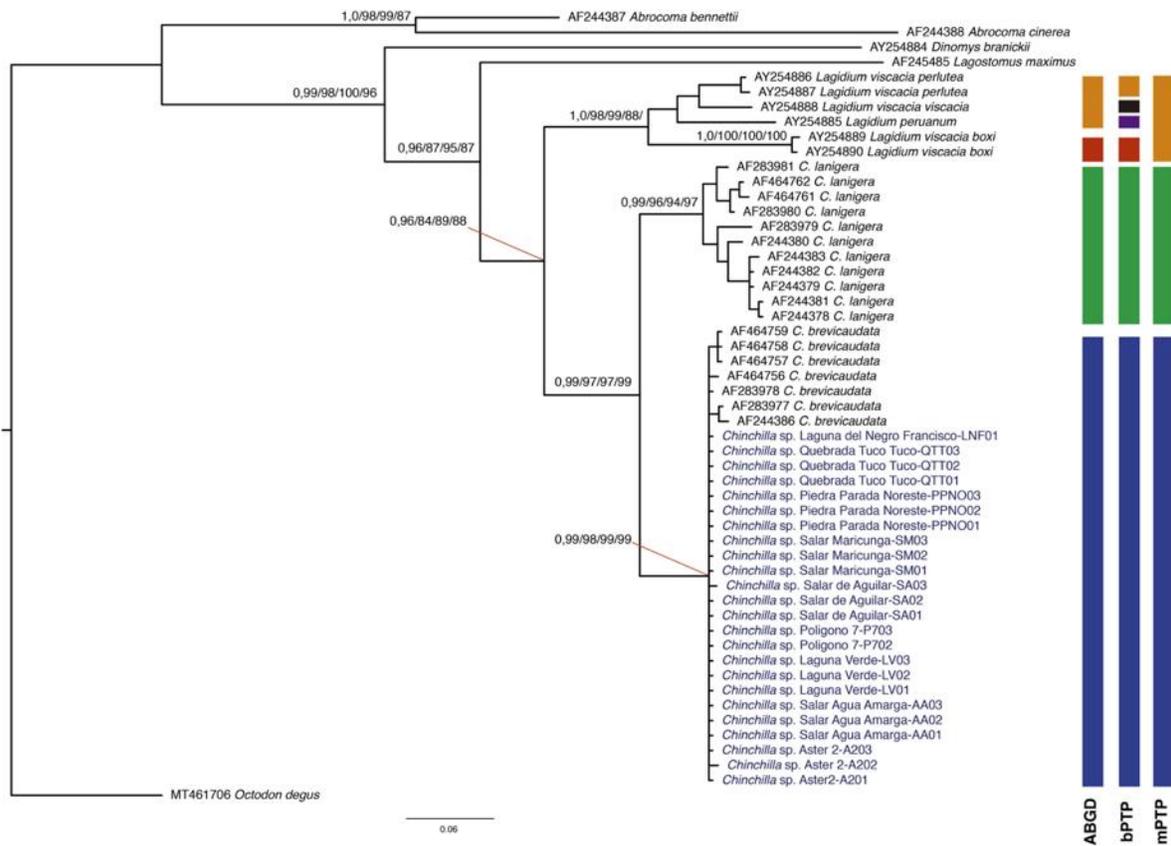


Figura 15. Árbol filogenético obtenido mediante inferencia bayesiana utilizando secuencias parciales del gen mitocondrial Cytb.

Sobre los nodos se indican los valores de soporte de IB, ML (SH-aLRT y ultrafast bootstrap) y MP, respectivamente. Se indican las especies candidatas inferidas por los métodos de delimitación de especies ABGD, bPTP y mPTP.

#### 4.4.4. Análisis de genes mitocondriales y nucleares

##### 4.4.4.1. Diversidad y estructura genética

En la Tabla 6 se muestran los valores de los índices de diversidad genética estimados a partir de las secuencias del gen mitocondrial Cytb para *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama. Estos índices se calcularon agrupando los individuos de acuerdo con la macrozona donde se encuentran los puntos de muestreo, y para toda la Región de Atacama. Los resultados muestran que el número de sitios polimórficos varía entre 1 y 5; el número de haplotipos presentes varía entre 2 y 7; la diversidad haplotípica varió entre 0,324 y 0,619; y el promedio de diferencias entre pares de secuencias varió entre 0,324 y 0,881.

La macrozona norte, conformada por las localidades Salar de Aguilar, Salar Agua Amarga, Aster y Piedra Parada Noroeste, congregó la mayor variabilidad genética registrando 5 sitios polimórficos y los 7 haplotipos detectados para la Región de Atacama. En la macrozona sur, conformada por las localidades Salar de Maricunga, Laguna Verde, Quebrada Tuco Tuco, Laguna Negro Francisco y Polígono 7, se detectaron únicamente 2 haplotipos. Para toda el área de estudio el promedio de diferencias por par de secuencias fue baja.

Tabla 6. Índices de diversidad genética obtenidos con el marcador mitocondrial Cytb para toda el área de estudio, y para las macrozonas norte y sur. Número de sitios polimórficos (S), número de haplotipos (K), diversidad haplotípica (H) y promedio de diferencias entre pares de secuencias ( $\Pi$ ).

Índice	Nº secuencias	S	K	H	$\Pi$
Macrozona Norte	21	5	7	0,619	0,881
Macrozona Sur	21	1	2	0,324	0,324
Total	42	5	7	0,476	0,603

La red de haplotipos (Figura 16) muestra un único haplogrupo (agrupación de haplotipos), con escasas diferencias (pasos mutacionales) entre los distintos haplotipos que lo conforman. Esto es congruente con el valor obtenido en el índice promedio de diferencias entre pares de secuencias (Tabla 7). El haplotipo 1 (Hap\_1, Figura 16) es el más frecuente, seguido del haplotipo 4 (Hap\_4, Figura 16); ambos presentes en la macrozona norte y sur. Cinco de los haplotipos detectados son exclusivos de la macrozona norte (haplotipos 2, 3, 5, 6 y 7).

En relación con la diferenciación genética observada entre las macrozonas norte y sur, esta fue baja (Tabla 7), tal como era esperado considerando los resultados obtenidos de los índices de diversidad genética y de la red de haplotipos.

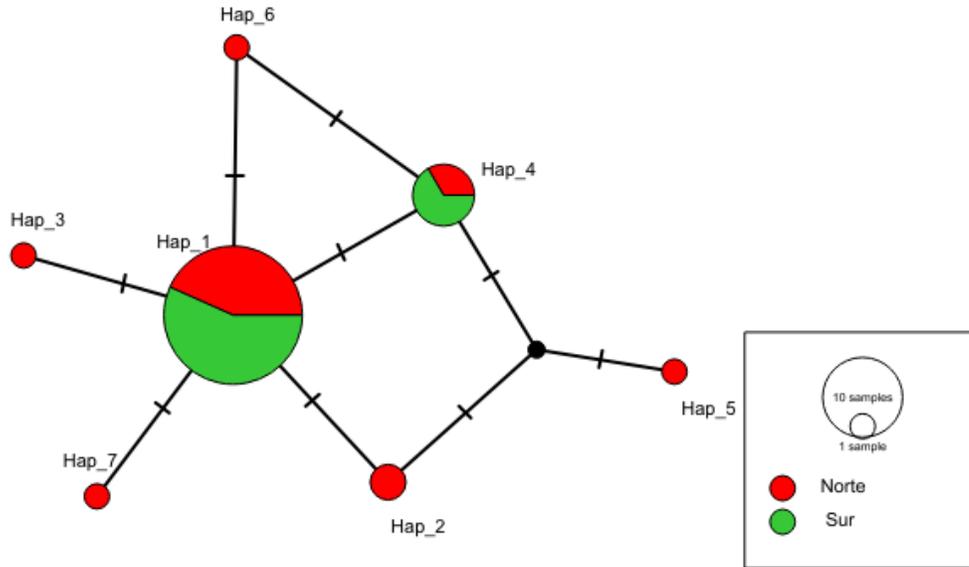


Figura 16. Red de haplotipos de la especie *Chinchilla chinchilla*, presentes en la Región de Atacama. Los segmentos sobre las líneas que unen los distintos haplotipos representan el número de pasos mutacionales. El tamaño de los círculos representa la frecuencia relativa de cada haplotipo.

Tabla 7. Valor de índice de fijación ( $F_{ST}$ ) entre las macrozonas norte y sur y su significancia estadística, bajo y sobre la diagonal, respectivamente.

Sector	Macrozona norte	Macrozona sur
Macrozona norte	0	-
Macrozona sur	0,01934	0

Los resultados del análisis de estructura poblacional espacial indican que el número de poblaciones más esperable para *Chinchilla chinchilla* en la Región de Atacama, corresponde a una única población (Figura 17), con un 65,95% de probabilidad (valor de probabilidad posterior de 0,659477). Este valor sugiere que, aunque existe cierta incertidumbre en la delimitación poblacional, el modelo de una única unidad genética es el más respaldado por los datos en comparación con los otros modelos evaluados (dos a nueve grupos). Este resultado podría indicar una conectividad histórica entre los individuos muestreados, ausencia de barreras geográficas significativas para la dispersión o una homogeneidad genética producto de eventos de reducción poblacional reciente.

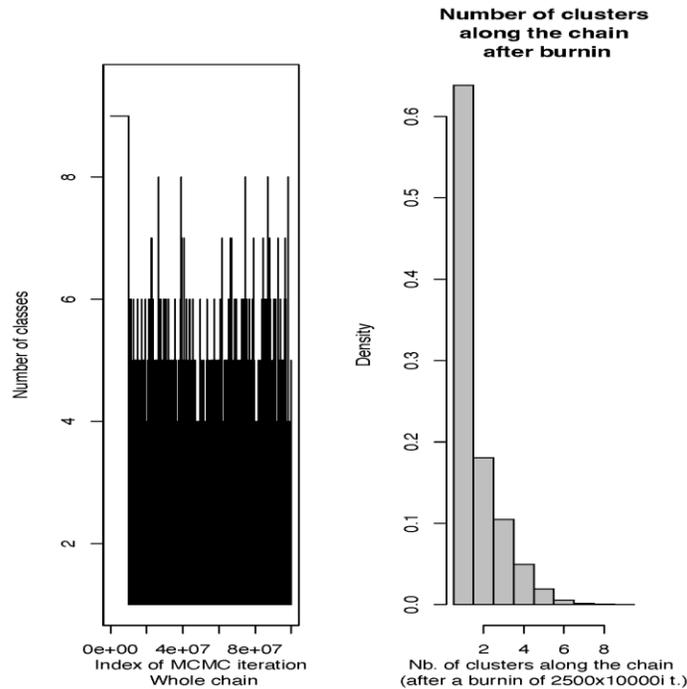


Figura 17. Número más probable de clústeres (poblaciones) para *Chinchilla chinchilla* presente en la Región de Atacama.

#### 4.4.5. Genotipificación con marcadores microsatélites

En la Tabla 8 se presentan los valores resultantes en cada proceso del análisis de identificación de secuencias microsatélites, donde se indica un total de 69 marcadores polimórficos para un total de 12.180 identificados. Bajo los criterios generales para el diseño de primers, se sugirió una lista de 24 marcadores polimórficos, cuya variabilidad se evaluó con al menos tres individuos de *Chinchilla chinchilla* obteniendo un número final de 10 marcadores polimórficos para la especie, en la Región de Atacama.

Tabla 8. Resultados del proceso de identificación de marcadores nucleares microsatélites para *Chinchilla chinchilla*, de la Región de Atacama.

Descripción	Conteo
Secuencias brutas	594.097
Secuencias filtradas	4551.51
Secuencias ensambladas For-Rev	407.471
Microsatélites identificados	12.180
Microsatélites polimórficos	69

#### 4.4.6. Análisis de datos de genomas diploides (microsatélites)

##### 4.4.6.1. Diversidad y estructura genética

Se analizaron 10 loci microsatélites para 43 individuos de la especie *Chinchilla chinchilla*, capturadas en nueve sitios de muestreo (colonia/localidad) en la Región de Atacama, Chile. En la Tabla 9 se presenta el número de alelos privados, el porcentaje de alelos polimórficos, los valores de la Heterocigosidad, y los valores del coeficiente de endogamia (FIS) para cada colonia, excepto para el punto de muestreo ubicado en la Laguna del Negro Francisco, ya que se obtuvo una única muestra (y por ende no puede calcularse). Los resultados indican que sólo dos de los sitios de muestreo presentan alelos exclusivos: Aster y Piedra Parada Noroeste, y en ambos casos corresponde a un alelo. No se detectó déficit de heterocigotos ( $H_O < H_E$ ) en ninguno de los puntos de muestreo. Todas las colonias mostraron valores de FIS negativos, con excepción de Salar de Maricunga. Lo anterior indica un exceso de heterocigotos respecto a lo esperado en una población donde los apareamientos ocurren al azar (panmixia); aunque estos valores fueron significativos únicamente para las colonias muestreadas en el Polígono 7 y Piedra Parada Noroeste.

Tabla 9. Número de individuos muestreados (N) e índices de diversidad genética en *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama. Np = número privado de alelos; Polimorfismo (%) = Porcentaje de loci polimórficos; H<sub>O</sub>= Heterocigosidad observada; H<sub>E</sub> = Heterocigosidad esperada; FIS = coeficiente de endogamia (valores en negrita indican P<0,05; 1.000 permutaciones).

Sitio de muestreo	N	Np	Polimorfismo (%)	H <sub>O</sub>	H <sub>E</sub>	F <sub>S</sub>
Aster 2 (A2)	4	1	90	0,625	0,463	-0,21951
Salar Agua Amarga (AA)	4	0	100	0,683	0,55	-0,10067
Laguna del Negro Francisco (LNF)	1	0	-	-	-	-
Laguna Verde (LV)	5	0	100	0,6	0,516	-0,05263
Polígono 7 (P7)	5	0	80	0,595	0,425	-0,30055
Piedra Parada Noroeste (PPNO)	7	1	100	0,6	0,44	-0,29563
Quebrada Tuco Tuco (QTT)	4	0	100	0,65	0,441	-0,35652
Salar de Aguilar (SA)	6	0	100	0,583	0,514	-0,04478
Salar Maricunga (SM)	7	0	90	0,514	0,488	0,02262
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>95</b>	<b>0,606</b>	<b>0,479</b>	

La diferenciación genética se evaluó entre pares de sitios de muestreo mediante una prueba de FST-SSR pareado, que analiza el grado de estructuración genética. Todas las comparaciones mostraron valores bajos de diferenciación, siendo los valores mayores aquellos que comparan Quebrada Tuco Tuco con Polígono 7 y Piedra Parada Noroeste (Tabla 10). En general, Quebrada Tuco Tuco muestra una diferenciación significativa con la mayoría de las colonias muestreadas: Aster, Salar de Agua

Amarga, Laguna del Negro Francisco, Polígono 7, Piedra Parada Noroeste y Salar de Aguilar (Tabla 10). Por su parte, Piedra Parada Noroeste muestra diferencias significativas con cuatro de los sitios de muestreo: Laguna Verde, Polígono 7, Quebrada Tuco Tuco y Laguna del Negro Francisco; mientras que Polígono 7 se diferencia significativamente de Aster y Laguna del Negro Francisco (Tabla 10). Este resultado sugiere que la diferenciación genética observada entre las colonias de *C. chinchilla* en el área de estudio no está determinada por la distancia geográfica entre ellas, ya que localidades más distantes no presentaron valores de diferenciación más altos

Tabla 10. Valores de FST-SSR estimados entre cada par de sitios de muestreo utilizando 10 marcadores microsatélites (bajo la diagonal) en *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama.

	Aster 2	Salar de Agua Amarga	Laguna Negro Francisco	Laguna Verde	Polígono 7	Salar Piedra Parada Noreste	Quebrada Tucotuco	Salar de Aguilar	Salar de Maricunga
Aster 2		-	+	-	+	-	+	-	-
Salar de Agua Amarga	0,03231		-	-	-	-	+	-	-
Laguna Negro Francisco	0,13978	0,01024			+	+	+	+	-
Laguna Verde	0,00092	0,02413	0,04261			+	-	-	-
Polígono 7	0,09818	0,08436	0,22078	0,09536		+	+	-	-
Salar Piedra Parada Noreste	0,06946	0,04512	0,21161	0,08588	0,15584		+	-	-
Quebrada Tucotuco	0,17576	0,16441	0,18028	0,09124	0,27864	0,2601		+	-
Salar de Aguilar	0,00383	0,0071	0,14784	0,00435	0,09172	0,10544	0,13589		-
Salar de Maricunga	0,03733	0,07352	0,04954	0,03292	0,06584	0,13127	0,06718	0,01936	

Los valores de significancia se indican sobre la diagonal, donde los resultados significativos ( $P < 0,05$ ) se indican con un signo "+". Valores de FST-SSR significativos se indican en negrita.

En la Figura 18 se presentan los resultados del Análisis de Correspondencia Factorial (AFC), donde se observa la divergencia genética entre los individuos de las colonias muestreadas en la Región de Atacama, y que representa la diferenciación genotípica entre los individuos. En la gráfica se observa la ausencia de una diferenciación marcada (que se observaría como una agrupación de individuos separada en el espacio multivariado), pero se puede distinguir que los individuos de la colonia de Piedra Parada Noroeste (PPNO) tienden a agruparse al extremo izquierdo del espacio genético, y que los individuos de la Quebrada Tuco Tuco (QTT) se ubican hacia el extremo derecho del espacio genético (Figura 18). Los individuos muestreados en el Polígono 7 (P7) tienden a agruparse en la

parte inferior y centro del espacio genético. El resto de los individuos se distribuye de forma más homogénea en el centro del espacio genético.

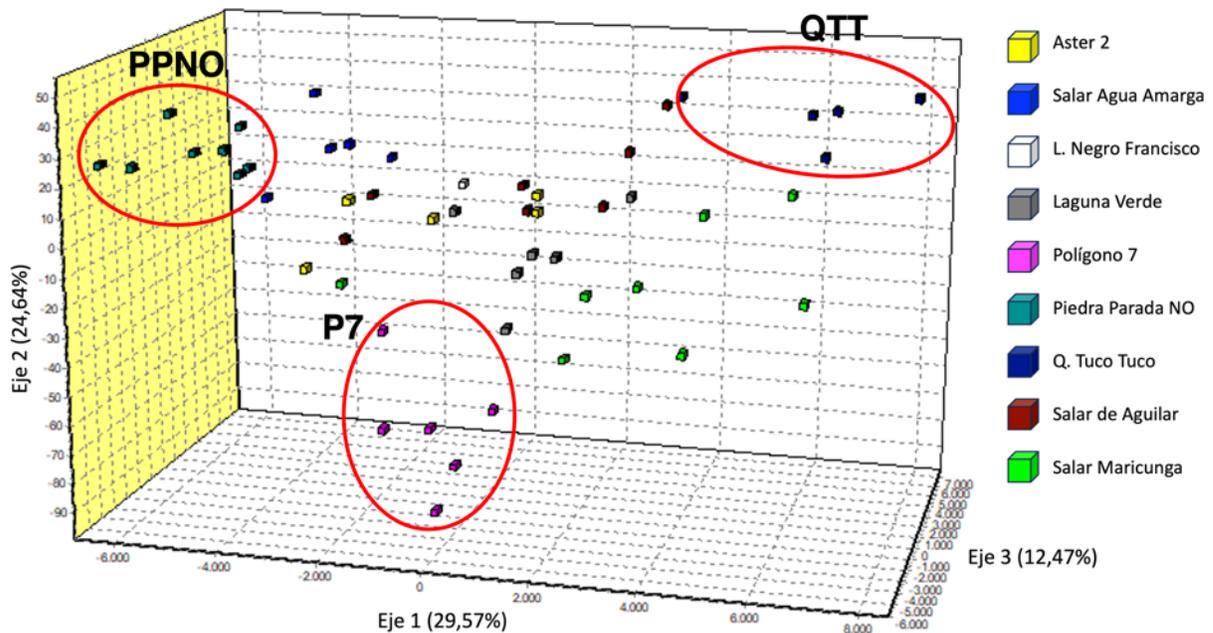


Figura 18. Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) basado en la diferenciación genotípica obtenida con 10 loci microsatélites de los individuos de *Chinchilla chinchilla* muestreados en la Región de Atacama. PPNO: Piedra Parada Noreste. QTT = Quebrada Tuco Tuco. P7 = Polígono 7.

El análisis de Structure indicó un valor óptimo de KSSR = 1 y 3 para los modelos de no admixture y admixture, respectivamente, utilizando el logaritmo de la verosimilitud de los datos observados (Figura 6). El método descrito por Evanno et al. (2005), utilizando la tasa de cambio de segundo orden del logaritmo de la probabilidad de los datos entre distintas corridas ( $\Delta KSSR$ ), mostró un valor óptimo de KSSR = 3 para ambos modelos de mezcla (Figura 19), con una gran dispersión de los datos ( $Stdev \ln P(K) = 7,6088$  y  $37,8933$ , para los modelos no admixture y admixture, respectivamente). Sin embargo, el resultado obtenido con este último método carece de una asignación robusta en la mayoría de los casos, ya que la probabilidad de un individuo de pertenecer al grupo 1 (azul), 2 (verde) o 3 (morado), fue similar (Figura 20); con excepción de 3 de los 4 individuos de Quebrada Tuco Tuco, que son asignados con mayor probabilidad al grupo 3, junto con algunos individuos del Salar de Aguilar y del Salar de Maricunga (Figura 19). El grupo 1 (azul) estaría formado únicamente por un individuo de la colonia Aster y un individuo de la colonia Quebrada Tuco Tuco. El grupo 2 (verde) incluye a la mayoría de los individuos muestreados en la Región de Atacama, incluyendo

todas las muestras del Salar Agua Amarga, todas las muestras de Piedra Parada Noroeste, la mayoría de las muestras de Polígono 7, tres muestras de Salar de Maricunga, dos muestras de Laguna Verde y Salar de Aguilar (cada una), una muestra de Aster, y la muestra obtenida en la Laguna del Negro Francisco. Por su parte, el grupo 3 (morado), está formado por cuatro muestras del Salar de Aguilar y del Salar de Maricunga (cada una), tres muestras de Laguna Verde y Quebrada Tuco Tuco (cada una), dos muestras de Aster, y una muestra de Polígono 7. Considerando que el método de Evanno tiende a sobre-estimar (o subestimar) el número de poblaciones (Janes et al., 2017), también se muestran los resultados de Structure considerando 1 y 2 grupos (Figura 20). En todos los resultados se mantiene la ausencia de una asignación robusta a uno u otro grupo.

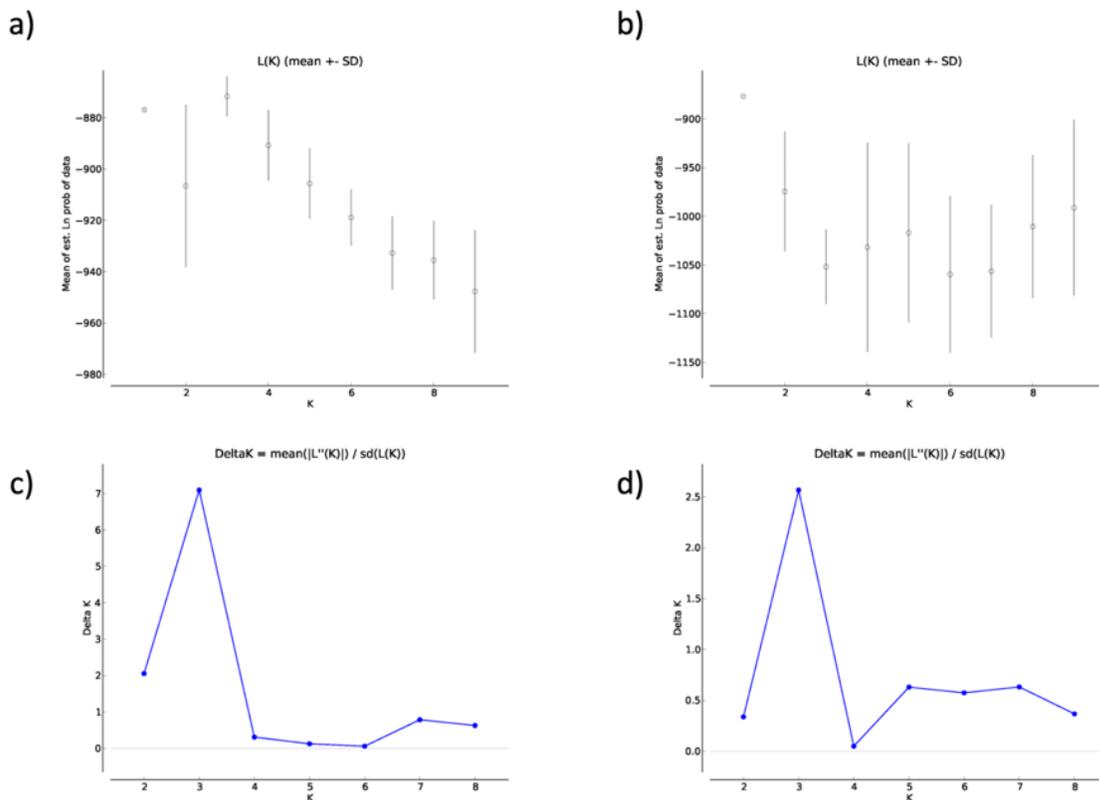


Figura 19. Número de grupos (poblaciones) de *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama inferidos por el Programa Structure utilizando 10 marcadores microsatélites. Las figuras a) y b) grafican el logaritmo de la verosimilitud de los datos observados con los modelos no admixture y admixture, respectivamente. Las figuras c) y d) muestran el gráfico de la tasa de cambio de segundo orden del logaritmo de la probabilidad de los datos entre distintas corridas (Delta KSSR), con los modelos no admixture y admixture, respectivamente.

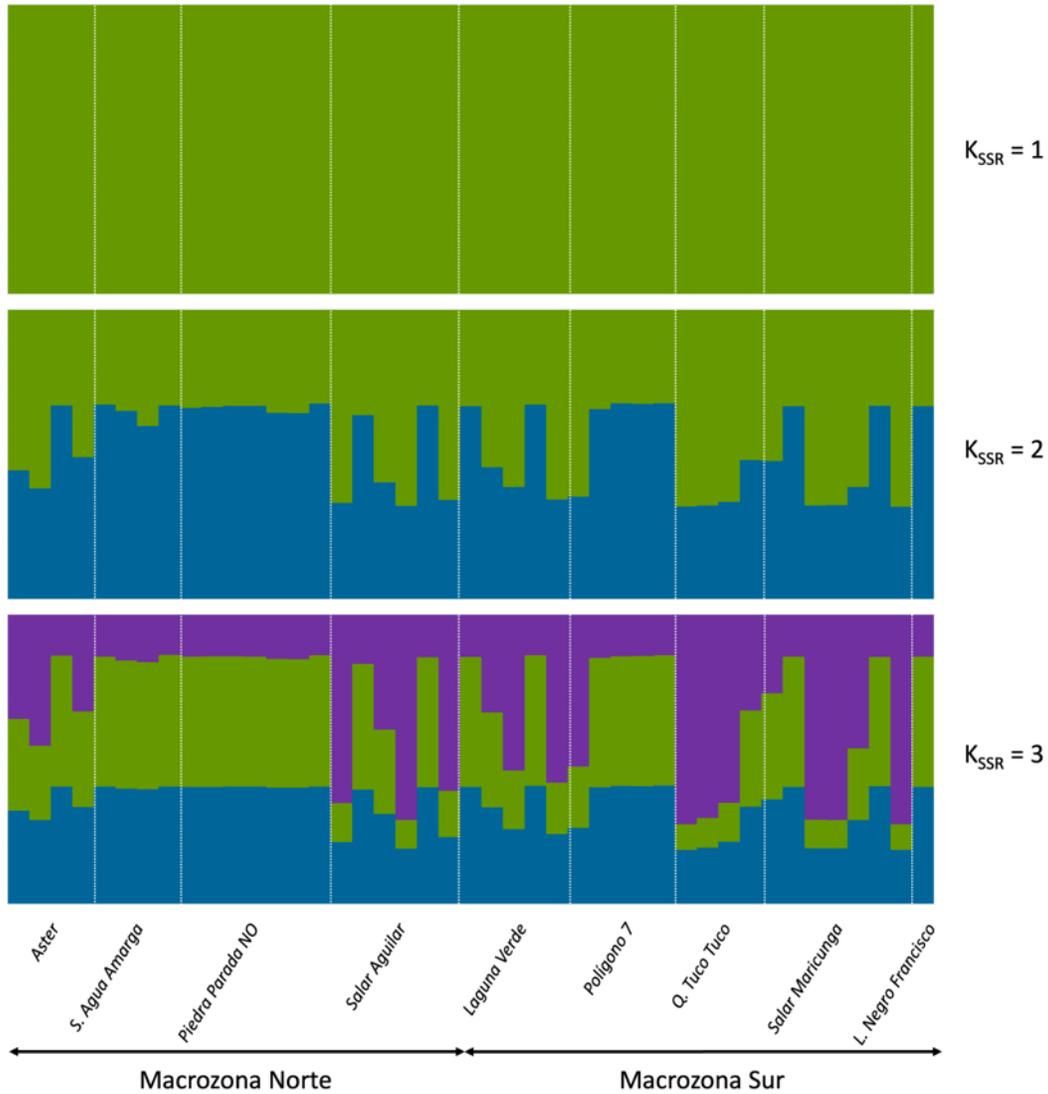


Figura 20. Estructura poblacional inferida para *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama obtenida a partir de 10 marcadores microsatélites utilizando el programa Structure. Cada individuo está representado por una línea vertical dividida en K segmentos coloreados, con longitudes proporcionales a cada uno de los grupos inferidos. Los distintos colores representan una agrupación.

#### 4.4.7. Polimorfismo de Nucleótido Simple (Single Nucleotide Polymorphism, SNP)

##### 4.4.7.1. Diversidad y estructura genética

De los 43 individuos muestreados, se obtuvieron 19.225 SNPs no filtrados (raw SNPs en inglés). Después de eliminar los SNPs de baja calidad y outliers, se retuvieron 8.173 SNPs y 41 individuos para los análisis posteriores. Dos muestras (una de Polígono 7 y otra del Salar de Maricunga) fueron descartadas ya que no fueron genotipadas correctamente, probablemente debido a una baja calidad del ADN. Los tamaños de muestra antes y después del filtrado se presentan en la Tabla 11. La riqueza alélica (RA) y la heterocigosidad esperada (HE) fueron similares entre todas las localidades. La heterocigosidad observada (HO) varió entre 0,258 en Quebrada Tuco Tuco (QTT) y 0,282 en Aster 2 (A2). El valor más alto de FIS (coeficiente de endogamia) se observó en Salar de Aguilar (Tabla 11).

Tabla 11. Resumen de los datos utilizados en el análisis de SNPs de *Chinchilla chinchilla*, incluyendo el tamaño de muestra antes y después del filtrado (N inicial y N final, respectivamente), riqueza alélica (RA), heterocigosidad observada (HO.), heterocigosidad esperada (HE), heterocigosidad no sesgada (Hn.b.) y FIS en cada sitio de muestreo. Los índices de diversidad no fueron estimados para la población de Laguna del Negro Francisco debido a que se obtuvo una única muestra.

Localidad	N inicial	N final	RA	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	H. n.b.	F <sub>is</sub>
Aster 2	4	4	1,28	0,282	0,241	0,276	-0,024
Salar Agua Amarga	4	4	1,27	0,272	0,239	0,274	0,009
L. Negro Francisco	1	1	-	-	-	-	-
Laguna Verde	5	5	1,26	0,264	0,235	0,261	-0,012
Polígono 7	4	5	1,26	0,263	0,212	0,242	-0,104
Piedra Parada NO	7	7	1,26	0,262	0,216	0,233	-0,138
Q. Tuco Tuco	4	4	1,26	0,258	0,194	0,222	-0,194
Salar de Aguilar	6	6	1,26	0,263	0,249	0,271	0,031
Salar Maricunga	6	7	1,26	0,267	0,236	0,258	-0,039
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>43</b>					

Los análisis de la estructura genética poblacional detectaron diferencias significativas entre los sitios estudiados. Se encontraron diferencias significativas en FST-SNP en todas las comparaciones pareadas entre localidades (Tabla 12). Quebrada Tuco Tuco y Piedra Parada Noroeste mostraron los valores más altos de diferenciación. En general, los resultados de la prueba de FST-SNP sugieren que la divergencia genética no está asociada con las posiciones espaciales de los sitios, ya que localidades más distantes no presentaron valores de diferenciación más altos. Este patrón fue corroborado mediante la prueba de Mantel. Este análisis se utilizó para estimar la significancia de

la correlación entre la matriz de distancias geográficas y las distancias genéticas (FST) obtenida mediante SNPs. Luego de realizar 1000 permutaciones, la prueba de Mantel entregó un coeficiente de correlación de Pearson bajo y no significativo ( $r = 0.0118$ ;  $p > 0.05$ ).

Tabla 12. Valores de FST entre pares de localidades de *Chinchilla chinchilla*. Las distancias calculadas utilizando SNPs se muestran debajo de la diagonal, y los valores de significancia obtenidos mediante 1000 permutaciones se encuentran sobre la diagonal.

	Aster 2	Salar de Agua Amarga	Laguna Negro Francisco	Laguna Verde	Polígono 7	Salar Piedra Parada Noreste	Quebrada Tucotuco	Salar de Aguilar	Salar de Maricunga
Aster 2		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Salar de Agua Amarga	0,047		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Laguna Negro Francisco	0,0795	0,1019		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Laguna Verde	0,0867	0,0951	0,0896		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Polígono 7	0,1266	0,127	0,1556	0,1166		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Salar Piedra Parada Noreste	0,1342	0,1454	0,2153	0,1585	0,1982		<0,05	<0,05	<0,05
Quebrada Tucotuco	0,1506	0,1499	0,261	0,1643	0,2099	0,2223		<0,05	<0,05
Salar de Aguilar	0,0371	0,0411	0,0853	0,0797	0,1153	0,1243	0,1368		<0,05
Salar de Maricunga	0,0895	0,0964	0,1074	0,0849	0,1247	0,1481	0,1615	0,0785	

Los resultados del análisis de coordenadas principales (PCoA) mostró una clara segregación de los individuos en el espacio multivariado (Figura 21, A). Los individuos de Piedra Parada Noreste (PPNO) mostraron la mayor separación con respecto al resto de las localidades. Un patrón similar, aunque no tan evidente, fue detectado para las muestras de Quebrada Tuco Tuco (QTT) y Polígono 7 (P7). Por otro lado, las muestras del centro sur, Salar Maricunga (SM), Laguna Verde (LV) y Laguna del Negro Francisco (LNF), se agruparon en un clúster cercano a los individuos de Polígono 7. De la misma forma, las muestras de las localidades del norte de la zona de estudio, Salar de Aguilar (SA), Salar Agua Amarga (AA) y Aster 2 (A2), se agruparon y mostraron un evidente solapamiento en el espacio multivariado. Los resultados del PCoA agrupando los individuos por macrozonas mostró una diferenciación genética entre los grupos en ambos ejes principales (Figura 21, B).

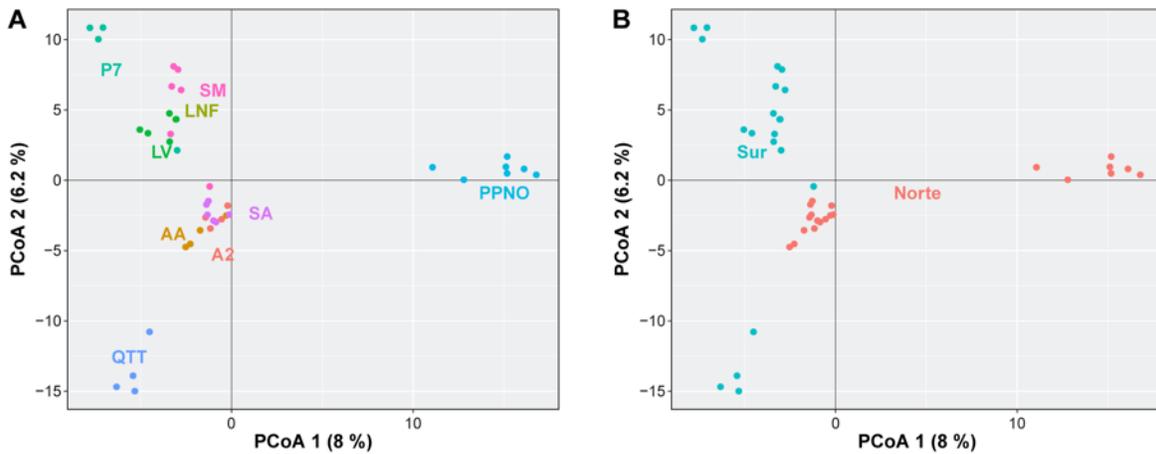


Figura 21. Análisis de coordenadas principales (PCoA) de *Chinchilla chinchilla*. (A) Resultado del PCoA agrupando los individuos por sitio de origen. (B) Resultado del análisis agrupando a los individuos por macrozona.

El número más probable de poblaciones en la primera ronda de Structure, determinado mediante el método de Evanno, fue  $K = 2$  (Figura 22). Esta partición del set de datos segregó claramente a los individuos de Piedra Parada Noreste (PPNO) del resto de muestras analizadas. Luego, se realizó una segunda ronda de análisis de Structure con los sitios restantes sin PPNO. En la segunda ronda, se definieron tres grupos ( $K = 3$ ), y esta nueva partición definió a Salar Maricunga (SM) como una población diferenciada. En la tercera ronda, los individuos de Quebrada Tuco Tuco (QTT) fueron recuperados como una población diferenciada de Aster 2 (A2), Salar Agua Amarga (AA) y Salar de Aguilar (SA). Por otro lado, las muestras de Polígono 7 (P7) conformaron un cluster diferenciado de Laguna Verde (LV) y Laguna del Negro Francisco (LNF). Finalmente, de acuerdo a los resultados de Structure, en el set de datos se definieron seis clusters genéticos o poblaciones: i) Cluster 1 contuvo a Salar Aguilar (SA), Salar Agua Amarga (AA) y Aster 2 (A2); ii) Cluster 2 estuvo compuesto solo por lo individuos de Piedra Parada Noreste (PPNO); iii) Cluster 3 corresponde a las muestras de Quebrada Tuco Tuco (QTT); iv) Cluster 4 recuperó a los individuos del Salar Maricunga (SM); v) Cluster 5 contuvo a las muestras de Laguna Verde (LV) y Laguna del Negro Francisco (LNF); y vi) Cluster 6 contuvo a los individuos del Polígono 7 (P7).

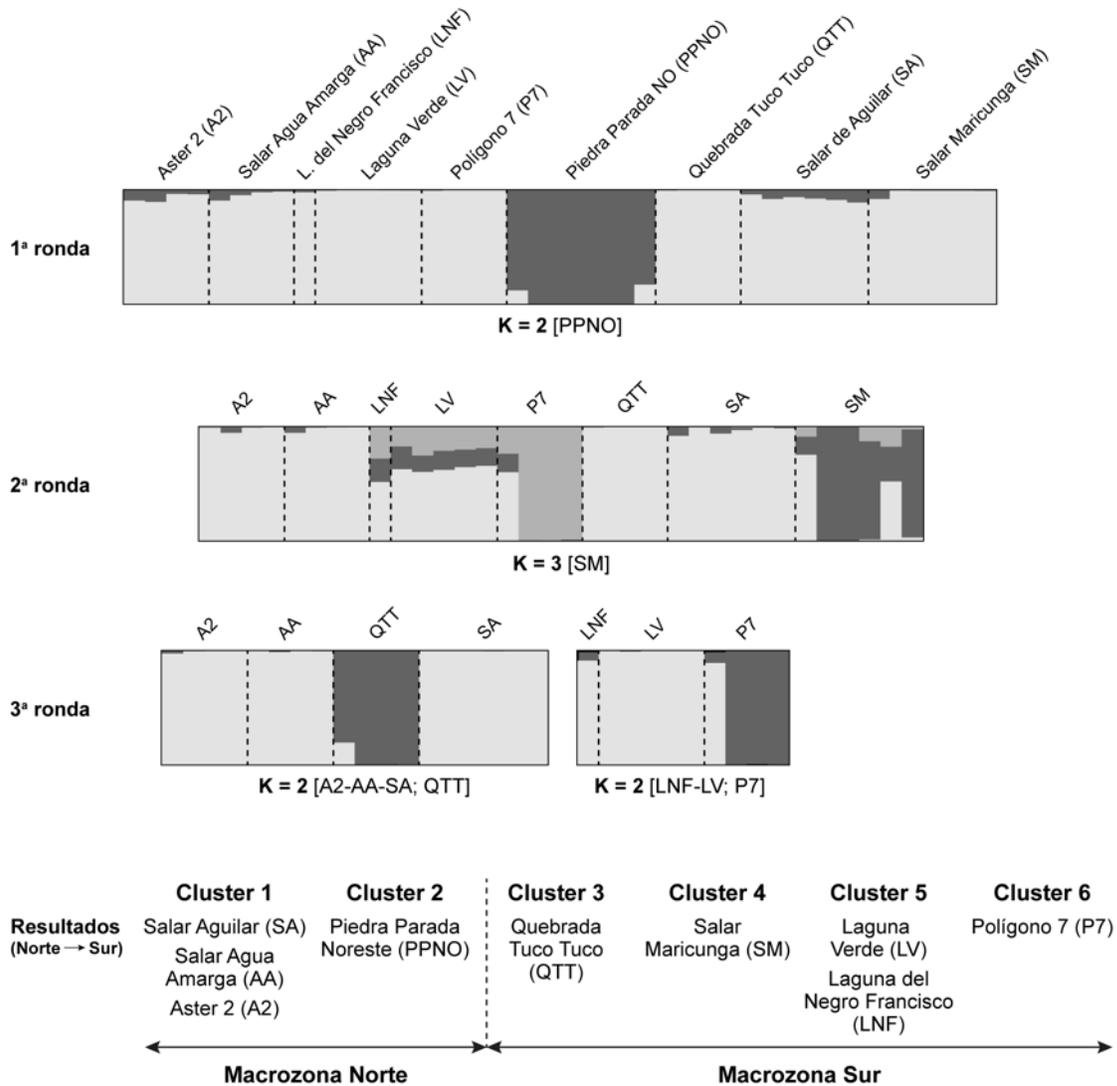


Figura 22. Estructura poblacional de *Chinchilla chinchilla* obtenida usando marcadores SNPs mediante un análisis jerárquico de Structure.

#### 4.4.7.2. Flujo génico

Los resultados de divMigrate mostraron un patrón claro de migración recíproca entre los sitios de muestreo (Figura 23). Este resultado indica que existiría flujo génico entre todas las localidades y sugiere la ausencia de barreras efectivas para la migración entre las poblaciones. Por otro lado, el análisis de bootstrap de divMigrate no detectó un flujo génico asimétrico significativo entre las localidades ( $p > 0.05$ ). Las tasas de migración estimadas en BayesAss mostraron un alto valor de auto

reclutamiento en el Cluster 1 (Salar de Aguilar, Salar Agua Amarga y Aster 2), indicando un flujo génico reducido desde estos sistemas hacia el resto de las localidades (Tabla 13). En cambio, el Grupo 1 recibió un flujo moderado de migrantes del Cluster 4 (Salar de Maricunga) y Cluster 6 (Polígono 7). Todas las poblaciones (excepto el Cluster 1) exhibieron tasas de auto reclutamiento bajas o moderadas, sugiriendo la emigración de individuos a otras localidades. Sin embargo, esta emigración sería reducida ya que todas las demás comparaciones mostraron tasas de flujo génico bajas entre las localidades. En general, la proporción de migrantes entre pares de sitios pareció variar según el tipo de análisis realizado, aunque divMigrate y BayesAsss indicaron consistentemente flujo génico entre los sitios.

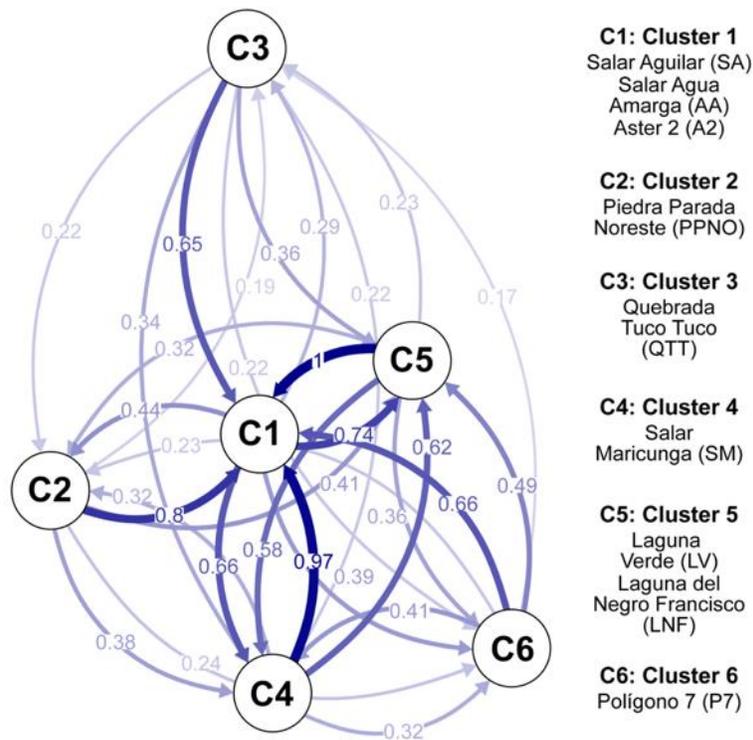


Figura 23. Resultados de flujo génico de *Chinchilla chinchilla* utilizando el paquete diveRsity. Las poblaciones o clusters se muestran en los círculos y están conectadas con flechas representan las tasas de flujo génico. Las tasas (0–1) representan valores relativos del número de migrantes por generación.

Tabla 13. Tasas de migración contemporánea estimada para las poblaciones de *Chinchilla chinchilla* de Atacama usando BayesAss. La desviación estándar se muestra entre paréntesis. La tasa de auto-reclutamiento está resaltada en la diagonal

Desde/ hacia	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
Cluster 1	0.9168 (0.0321)	0.0166 (0.0160)	0.0167 (0.0160)	0.0164 (0.0158)	0.0169 (0.0166)	0.0167 (0.0160)
Cluster 2	0.0253 (0.0236)	0.8713 (0.0435)	0.0260 (0.0240)	0.0259 (0.0244)	0.0259 (0.0243)	0.0256 (0.0237)
Cluster 3	0.0338 (0.0305)	0.0338 (0.0305)	0.8338 (0.0502)	0.0341 (0.0306)	0.0324 (0.0298)	0.0321 (0.0293)
Cluster 4	0.0836 (0.0398)	0.0279 (0.0256)	0.0276 (0.0253)	0.8054 (0.0459)	0.0282 (0.0258)	0.0272 (0.0249)
Cluster 5	0.0271 (0.0246)	0.0279 (0.0259)	0.0279 (0.0255)	0.0275 (0.0251)	0.8616 (0.0453)	0.0280 (0.0264)
Cluster 6	0.0666 (0.0401)	0.0336 (0.0303)	0.0333 (0.0306)	0.0333 (0.0306)	0.0333 (0.0301)	0.7998 (0.0485)

## 5. DISCUSIONES

Se ejecutaron 17 campañas de terreno, y se definieron 12 polígonos para la exploración y captura de *Chinchilla chinchilla*. Se instalaron 328 trampas Tomahawk, lográndose la captura de 43 individuos y obteniéndose igual número de muestras de material genético.

Todas las muestras obtenidas desde tejido de pabellón auricular utilizadas para obtener DNA resultaron exitosas en cantidad y calidad. Con relación a las muestras de pelo, estas presentaron un menor rendimiento debido, probablemente, a la menor cantidad de células desde las que se puede extraer DNA. Es posible que esta dificultad esté también relacionada con la posibilidad de observar en el campo el número de pelos que realmente contiene folículo, de donde es posible extraer DNA.

La secuenciación de ADN es una herramienta ampliamente utilizada en la identificación de especies o unidades evolutivamente significativas. Además, durante las últimas dos décadas la sistemática molecular ha desarrollado principios y protocolos de reconstrucción e interpretación de árboles genéticos a partir de secuencias de ADN que son robustos y aplicables a diversos grupos taxonómicos (Baker et al., 1996). En este estudio, la secuenciación y posterior análisis de la región mitocondrial *Cytb* resultó en una técnica sensible y estadísticamente resolutive en la identificación y asignación a nivel de especie de las muestras de interés de *Chinchilla sp.*

Los resultados del análisis filogenético realizados en este estudio son concordantes con los reportados para histricomorfos andinos (Spotorno et al., 2004b), validando la utilización del marcador *Cytb* como proxy diferenciador de especies de roedores. Las reconstrucciones filogenéticas utilizando algoritmos frecuentistas, bayesianos y coalescentes recuperaron en todos los análisis monofilia recíproca entre *C. chinchilla* y *C. lanigera*, lo que permitió aplicar diferentes métodos de delimitación e identificación de especies sin la necesidad de considerar explícitamente flujo genético, incomplete lineage sorting u otros factores que pueden afectar la identificación molecular de especies (Solís-Lemus et al., 2015; Yang & Rannala, 2017).

Diferentes métodos de delimitación de especies fueron empleados con el objetivo de inferir la afiliación taxonómica de las muestras de interés de *Chinchilla* en un contexto filogenético. El número de especies candidatas entre las diferentes aproximaciones (FINS, ABGD, PTP) fue similar, y en todas ellas las muestras de interés fueron asignadas sin ambigüedad a la especie *Chinchilla chinchilla*. La discordancia parcial entre los resultados inferidos por ABGD y los otros métodos se puede explicar dado que ABGD es más robusto cuando se evalúan más de 5 entidades o especies (Puillandre et al., 2012), dado que la aproximación de umbrales estadísticos es afectada cuando las entidades evaluadas presentan una divergencia intraespecífica reducida, como es el caso de *Lagidium* en este estudio. Sin embargo, la discordancia entre los métodos no afecta la asignación taxonómica de la muestra de interés, ya que fue recuperada inequívocamente en todos los casos como *C. chinchilla*.

Considerando las diferentes líneas de evidencia obtenidas a partir de los análisis realizados en este estudio los resultados sugieren que las muestras de interés pertenecen taxonómicamente a la especie *Chinchilla chinchilla*, esta proposición se fundamenta en la evidencia genética evaluada en un contexto filogenético (utilizando los métodos FINS, PTP) y estadístico (mediante ABGD).

Aunque el gen *Cytb* resultó de utilidad para la identificación a nivel de especie, este marcador molecular mostró una escasa variación a nivel intraespecífico, lo que es posible de observar incluso si se le compara con las secuencias de *C. chinchilla* obtenidas en GenBank, y que de acuerdo con Spotorno et al., (2014), corresponden a ejemplares capturados en la región de Antofagasta. Por lo tanto, para realizar análisis genéticos de poblaciones, es necesario utilizar otro marcador molecular que presente mayor variabilidad como, por ejemplo, la región D-loop. En relación con esto último, las pruebas realizadas con primers ya descritos, y utilizados en otras especies de roedores filogenéticamente cercanos a *C. chinchilla* (Kocher et al., 1989; Ojeda 2010; Gariboldi et al., 2019), no mostraron amplificación cruzada con las muestras de interés, debido probablemente a alta la variación de esta región no codificante del mtDNA. En segunda instancia, aun cuando se recurrió al diseño de primers específicos a partir de la secuenciación del mitogenoma de la especie, tampoco se logró obtener secuencias con lectura confiable. Tal como se indicó anteriormente, esto obedecería a ambigüedades en esta región del mtDNA producto de su condición no codificante, y a la presencia de múltiples regiones repetidas.

Como era de esperar, la diversidad genética observada con el gen mitocondrial *Cytb* para las muestras de *Chinchilla chinchilla* de la Región de Atacama, fue baja, detectándose siete haplotipos para todas las muestras de interés. Resulta interesante, que la mayor parte de la variabilidad detectada se encuentra en las colonias presentes en la macrozona norte del área de estudio, y que 5 de los haplotipos detectados se encuentran exclusivamente en esta zona. Sin embargo, la diferenciación genética observada entre las macrozonas norte y sur fue baja. Lo anterior corrobora el resultado obtenido del análisis de estructura poblacional espacial, que sugiere que las colonias de *C. chinchilla* de la Región de Atacama, corresponden a una única población. No obstante, este resultado debe tomarse con cautela debido a que: 1) el tamaño de muestras por colonia es bajo (entre 1 y 7 individuos); 2) el marcador mitocondrial *Cytb* muestra escasa variación intraespecífica, hecho que ya se había documentado para esta especie en individuos capturados con más de 100 km de distancia (Spotorno et al., 2004); y 3) la Región de Atacama representa sólo una parte de la distribución total de la especie, por lo tanto, es desconocido si estas colonias forman parte de una población con una distribución más amplia o corresponde a una población divergente en relación con el total de su distribución.

Los análisis realizados con 10 loci microsatélites diseñados específicamente para *C. chinchilla* mostraron un bajo nivel de endogamia para la mayoría de las colonias muestreadas. Lo anterior sugiere que ocurrirían menos apareamientos entre parientes cercanos de lo que se esperaría por azar. Esto podría explicarse por tres motivos: 1) flujo génico, 2) selección natural, y 3) variabilidad aleatoria en los apareamientos, debiendo evaluarse explícitamente cada uno de ellos con un mayor número de muestras. Los resultados también mostraron un escaso número de alelos exclusivos para cada colonia y una baja diferenciación genética, lo que sugiere una homogeneidad genética de las colonias presentes en la Región de Atacama. Mediante los análisis con microsatélites, sólo Quebrada Tuco Tuco, Piedra Parada Noroeste y Polígono 7 mostraron un nivel de diferenciación significativo con respecto a las otras localidades, ya que las comparaciones realizadas con la Laguna del Negro Francisco, aun cuando muestran diferencias significativas, deben tomarse con cautela al tratarse de una única muestra. Por su parte, el análisis de asignación poblacional sugiere una estructuración con tres grupos o clústeres genéticos. Sin embargo, la probabilidad de asignación de los individuos a uno u otro cluster fue similar.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de SNPs mostraron mayor capacidad de resolución de la estructura poblacional de las muestras de *Chinchilla chinchilla* en comparación a los datos obtenidos con el mtDNA y con los marcadores microsatélites. De la misma forma, permitieron generar inferencias con respecto a la diferenciación y conectividad entre las colonias. Futuras acciones deberían propender a aumentar tanto el número de individuos analizados como también abarcar otras regiones de la distribución histórica de la especie para robustecer la interpretación. Las métricas de diversidad genética indicaron valores bajos de riqueza alélica (RA), así como tasas bajas de heterocigosidad. Los coeficientes de endogamia actuales (FIS) en las áreas muestreadas fueron generalmente bajos, lo que indica que la heterocigosidad reducida probablemente no se debió a un apareamiento no aleatorio entre individuos relacionados. Los niveles bajos de heterocigosidad pueden haber resultado de la deriva genética y cuellos de botella debido a eventos climáticos y sobreexplotación. Sin embargo, estas afirmaciones deberían contrastarse a la luz de más evidencia.

Los resultados obtenidos con los marcadores mitocondriales y microsatélites sugieren que las colonias de *C. chinchilla* analizadas en este estudio corresponden a una única población, que en términos de genética de poblaciones, corresponde a un grupo de individuos de la misma especie que comparte un acervo genético y que tienen la misma probabilidad de aparearse (Hartl & Clark, 2007).

Por su parte, los análisis con los marcadores SNPs mostraron que la población de *C. chinchilla* de Atacama se estructura en seis subpoblaciones o demes, entendidas para este informe como grupos o clústeres genéticos. En todos los análisis, las muestras de Piedra Parada Noreste (PPNO) mostraron la mayor diferenciación con respecto al resto de las localidades. Similarmente, los individuos de

Quebrada Tuco Tuco (QTT) y Polígono 7 (P7) fueron recuperados como clusters diferenciados. Debido a que corresponde a un estudio realizado a nivel regional, los resultados podrían estar recuperando la estructura que subyace a las colonias y no a la estructura poblacional producto de una historia evolutiva.

Si bien no se detectaron señales de aislamiento por distancia (isolation-by-distance), los resultados mostraron una segregación genética entre las localidades de las macrozonas norte y sur. Este patrón es compatible con el modelo de islas infinitas (infinite-island model) en el cual las poblaciones se encuentran fragmentadas y aisladas por barreras geográficas. Además, de acuerdo con el modelo, estas subpoblaciones (o demes) presentan flujo genético que tiende a homogeneizar el acervo genético de las unidades, lo que es coincidente con los resultados obtenidos a partir de marcadores mitocondriales y microsátélites.

El flujo génico entre las colonias de *C. chinchilla* de la Región de Atacama se infirió mediante los datos de SNPs, ya que estos marcadores mostraron un mayor nivel de resolución de la estructura poblacional que los otros marcadores utilizados en este estudio, destacar que los marcadores SNPs corresponden a una metodología complementaria a lo ya propuesto en los TdR correspondiente a los microsátélites, siendo un marcador nuclear más polimórfico. Los análisis de migración sugieren que el flujo génico es simétrico entre los sitios estudiados. Además, los resultados de divMigrate mostraron flujo génico entre todos los sitios, pero con proporciones diferentes entre las múltiples comparaciones. Esta observación es respaldada por los análisis de BayesAss, que también indicaron un número variable de migrantes entre los pares de sitios. El patrón común detectado por ambos análisis es que el Cluster 1 (Salar de Aguilar, Salar Agua Amarga y Aster 2) exhibió la tasa más alta de inmigración, lo que podría estar asociado con un flujo predominante de sur a norte, a pesar de las discordancias entre divMigrate y BayesAss en las otras comparaciones en donde se sugiere que el patrón no es tan claro, probablemente debido al reducido tamaño de muestra analizado.

Respecto al objetivo relacionado con la historia demográfica de *Chinchilla chinchilla* en la región de Atacama, el marcador mitocondrial utilizado en este estudio revela una escasa variación genética en comparación con los resultados obtenidos con los marcadores nucleares. Respecto a la demografía de esta especie, ese cree necesario aumentar el número de poblaciones muestreadas, lo que nos permitiría tener una mejor representación de la especie en términos de rango de distribución y variación genética.

A partir del presente estudio se identificaron nuevos sitios no conocidos antes por el mundo científico, donde fue posible confirmar la presencia de la especie *Chinchilla chinchilla*, como por ejemplo, sitios de muestreo cercanos a la Laguna Verde o en el Salar de Aguilar. Esta nueva información podría contribuir a la hipótesis respecto a la migración y flujo de individuos entre colonias, concordante con los resultados de flujo génico reportados en este informe.

## 6. CONCLUSIONES

- i. El marcador mitocondrial Cytb es un buen predictor de la afiliación taxonómica de las muestras de *Chinchilla*, ya que este fragmento exhibe una alta variabilidad interespecífica, pero una baja variabilidad intraespecífica lo que permite evitar ambigüedades en la determinación o identificación de especies.
- ii. Se da cumplimiento al objetivo específico 1, en cuanto a identificar y asignar molecularmente la afiliación a nivel de especie de muestras genéticas de *Chinchilla* sp, obtenidas en la Región de Atacama. Los resultados de los análisis genéticos e identificación de especies (FINS, ABGD y PTP) asignaron las muestras de interés en todos los casos a la especie *Chinchilla chinchilla*.
- iii. Los análisis realizados a partir de los datos de mtDNA muestran que la diversidad y diferenciación genética de las colonias de *C. chinchilla* en la Región de Atacama, es baja.
- iv. En cuanto al objetivo específico 2 sobre caracterizar la diversidad y la estructura genética espacial entre poblaciones de *Chinchilla chinchilla* en su rango de distribución histórica en la Región de Atacama, se da cumplimiento ya que los análisis realizados a partir de los datos de mtDNA muestran que la diversidad y diferenciación genética de las colonias de *C. chinchilla* en la Región de Atacama, es baja y corresponden a una única población.
- v. Por otra parte, los resultados obtenidos a partir del análisis de SNPs mostraron mayor capacidad de resolución de la estructura poblacional de las muestras de Chinchilla en comparación a los marcadores microsatélites y el mtDNA, siendo los marcadores SNPs un aporte complementario a la metodología de los TdR y exitoso para las muestras objetivo.
- vi. Respecto al objetivo específico 3 sobre determinar el flujo génico e historia demográfica entre las poblaciones de chinchilla de la Región de Atacama, los análisis realizados a partir de 10 marcadores microsatélites mostraron un bajo nivel de endogamia y un bajo nivel de divergencia genética, lo que podría deberse a la ocurrencia de flujo genético entre colonias, tal como lo muestran los resultados obtenidos con los SNPs. Además, los análisis de microsatélites y SNPs son concordantes en mostrar que Quebrada Tuco Tuco y Piedra Parada Noroeste presentaron los valores más altos de diferenciación genética.
- vii. Respecto al objetivo relacionado con la historia demográfica de *Chinchilla chinchilla* en la región de Atacama, el marcador mitocondrial utilizado en este estudio reveló una escasa variación genética en comparación con los resultados obtenidos con los marcadores nucleares. Para aumentar la robustez de las inferencias en la demografía de esta especie,

se sugiere aumentar el número de poblaciones muestreadas, para contar con una mayor representación de la especie en términos de rango de distribución y variación genética..

- viii. Los análisis de SNPs mostraron que la población de *C. chinchilla* de Atacama se estructura en seis subpoblaciones o clústers genéticos.
- ix. Este estudio además de generar conocimiento en términos de ciencia básica desconocido a la fecha para la especie objetivo en la Región de Atacama, en relación a los objetivos propuestos, reporta resultados con información de relevancia científica que pueden ser aplicados y replicados, como el éxito en la extracción de ADN a partir de tejido del pabellón auricular, la generación de partidores moleculares útiles en futuros estudios para replicar la metodología y la generación de marcadores nucleares para la especie. Lo anterior sumado a la ampliación de la presencia de la especie en su rango de distribución geográfica conocido.
- x. Futuras acciones deberían propender a aumentar tanto el número de individuos analizados como también abarcar otras regiones de la distribución histórica de la especie para robustecer la interpretación.

## 7. REFERENCIAS

- Alcalá, N., Goudet, J., and Vuilleumier, S. 2014. On the transition of genetic differentiation from isolation to panmixia: What we can learn from GST and D. *Theoretical Population Biology* 93, 75–84
- Baker, C.S., Cipriano, F. & Palumbi, S.R. 1996. Molecular genetic identification of whale and dolphin products from commercial markets in Korea and Japan. *Molecular Ecology* 5: 671–685.
- Belkhir, K., Borsa, P., Raufaste, N., and Bonhomme, F. 2004. GENETIX 4.05, Logiciel sous Windows TM Pour la Génétique des Populations. Montpellier: Laboratoire Génome, Populations, Interactions. CNRS Umr 5171, Université de Montpellier.
- Besnier, F., and Glover, K. A. 2013. ParallelStructure: A R Package to Distribute Parallel Runs of the Population Genetics Program STRUCTURE on Multi-Core Computers. *Plos One* 8, e70651.
- Bidlingmaier, T.C. 1937. Notes on the Genus *Chinchilla*. *Journal of Mammalogy* 18: 159.
- Chang, C. C., Chow, C. C., Tellier, L. C., Vattikuti, S., Purcell, S. M., and Lee, J. J. 2015. Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets. *GigaScience* 4, 1–16.
- Cortés, A., Miranda, E., & Jiménez, J. E. 2002. Seasonal food habits of the endangered long-tailed chinchilla (*Chinchilla lanigera*): The effect of precipitation. *Mammalian Biology*, 67(3), 167–175. <https://doi.org/10.1078/1616-5047-00024>.
- Earl, D. A., and vonHoldt, B. M. 2012. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources* 4, 359–361.
- Evanno, G., Regnaut, S., and Goudet, J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software structure: a simulation study. *Molecular Ecology* 14, 2611–2620.
- Falush, D., Stephens, M., and Pritchard, J. K. 2003. Inference of Population Structure Using Multilocus Genotype Data: Linked Loci and Correlated Allele Frequencies. *Genetics* 164, 1567–1587.

- Falush, D., Stephens, M., and Pritchard, J. K. 2007. Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and null alleles. *Molecular Ecology Notes* 7, 574–578
- Foll, M., and Gaggiotti, O. 2008. A Genome-Scan Method to Identify Selected Loci Appropriate for Both Dominant and Codominant Markers: A Bayesian Perspective. *Genetics* 180, 977–993.
- Gariboldi, M.C., Inserra, P.I.F., Lucero, S., Failla M., Pérez, S.I., Vitullo A.D. 2019. Unexpected low genetic variation in the South American hystricognath rodent *Lagostomus maximus* (Rodentia: Chinchillidae). *PLoS ONE* 14(9): e0221559.
- Grant, K. 2014. Rodent nutrition: Digestive comparisons of 4 common rodent species. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 17(3), 471–483. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2014.05.007>
- Gruber, B., Unmack, P. J., Berry, O. F., and Georges, A. 2018. dartr: An r package to facilitate analysis of SNP data generated from reduced representation genome sequencing. *Molecular Ecology Resources* 18, 691–699.
- Hartl, D. L., & Clark, A. G. 2007. *Principles of Population Genetics* (4th ed.). Sinauer Associates.
- Jiménez, J. E. 1996. The extirpation and current status of wild chinchillas *Chinchilla lanigera* and *C. brevicaudata*. *Biological Conservation*, 77(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(95\)00116-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(95)00116-6).
- Kennedy GC , Matsuzaki H, Dong S, et al. (2003) Large-scale genotyping of complex DNA. *Nature biotechnology* 21:1233-1237. doi:10.1038/nbt869.
- Keenan, K., McGinnity, P., Cross, T. F., Crozier, W. W., and Prodöhl, P. A. 2013. diveRsity: An R package for the estimation and exploration of population genetics parameters and their associated errors. *Methods in Ecology and Evolution* 4, 782–788.
- Kilian, A., Wenzl, P., Huttner, E., Carling, J., Xia, L., Blois, H., et al. 2012. Data Production and Analysis in Population Genomics, *Methods and Protocols. Methods in Molecular Biology* 888, 67–89.

- Kocher T.D., Thomas, W.K., Meyer, A., Edwards, S.V., Paabo, S., Villablanca, F.X. & Wilson, A.C. 1989. Dynamics of mitochondrial DNA evolution in mammals: amplification and sequencing with conserved primers. *Proceeding of the National Academi of Sciences* 86: 6196-6200.
- Kopelman, N. M., Mayzel, J., Jakobsson, M., Rosenberg, N. A., and Mayrose, I. 2015. Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. *Molecular Ecology Resources* 15, 1179–1191.
- Sundqvist, L., Keenan, K., Zackrisson, M., Prodöhl, P., and Kleinhans, D. 2016. Directional genetic differentiation and relative migration. *Ecology and Evolution* 6, 3461–3475
- Lindblad-Toh K, Winchester E, Daly MK, et al. (2000) Large-scale discovery and genotyping of single-nucleotide polymorphisms in the mouse. *Nature genetics* 24:381-386. doi:10.1038/74215.
- Luu, K., Bazin, E., and Blum, M. G. B. 2017. pcadapt: an R package to perform genome scans for selection based on principal component analysis. *Molecular Ecology Resources* 17, 67–77.
- Miller, S. D., Rottmann, J., Raedeke, K. J., & Taber, R. D. 1983. Endangered mammals of Chile: Status and conservation. *Biological Conservation*, 25(4), 335–352. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(83\)90069-1](https://doi.org/10.1016/0006-3207(83)90069-1)
- Minera Gold Fields Salares Norte (MGFSN). 2019. Anexo 3.4-1 Estudio ecosistémico Salar Grande Informe consolidado. Proyecto Salares Norte. 410p.
- Minera Gold Fields Salares Norte (MGFSN). 2019. Anexo 8. Estudio de *Chinchilla chinchilla*. Adenda complementaria. Proyecto Salares Norte. 82p.
- Minera Gold Fields Salares Norte (MGFSN). 2019b. Anexo 11. Actualización Línea Base Medio Biótico Terrestre. Área destinada a la compensación del Proyecto. Adenda complementaria. Proyecto Salares Norte. 98p.
- MMA-Chile. 2013. Decreto Supremo N° 13/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 25 de julio de 2013).

- MMA-Chile. 2014. *Chinchilla lanigera* (Molina, 1782). 10o Proceso de Clasificación de Especies. Ministerio del Medio Ambiente (MMA), Chile. Disponible en: <http://www.mma.gob.cl> (30/08/2023).
- MMA-Chile. 2018. Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*). Sitio web: <https://simbio.mma.gob.cl/PlanesRecoge/VistaImpresion/6>.
- Nguyen, L.-T., Schmidt, H.A., von Haeseler, A., Minh, B.Q., 2015. IQ-TREE: A fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum likelihood phylogenies. *Molecular Biology and Evolution* 32: 268-274.
- Ojeda, A.A. 2010. Phylogeography and genetic variation in the South American rodent *Tympanoctomys barrerae* (Rodentia: Octodontidae). *Journal of Mammalogy*, 91(2): 302–313.
- Osgood, W.H. 1941. The Technical Name of the Chinchilla. *Journal of Mammalogy* 22: 407.
- Pembleton, L. W., Cogan, N. O. I., and Forster, J. W. 2013. StAMPP: an R package for calculation of genetic differentiation and structure of mixed-ploidy level populations. *Molecular Ecology Resources* 13, 946–952.
- Pritchard, J. K., Stephens, M., and Donnelly, P. 2000. Inference of Population Structure Using Multilocus Genotype Data. *Genetics* 155, 945–959.
- Puillandre, N., Lambert, a, Brouillet, S. & Achaz, G. 2012. ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation. *Molecular ecology* 21: 1864–77.
- R Development Core Team 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. R Foundation for Statistical Computing
- Riquelme, J., Contreras, C., & Vega, J. 2016. Configuración espacial y patrones de distribución de parches de hábitats potenciales para *Lagidium viscacia* (Molina, 1782) y *Chinchilla chinchilla* (Watherhouse, 1848) en el Parque Nacional Lluillalaco: análisis desde una perspectiva de paisaje. In: *Boletín biodiversidata* (4): 20-29.
- Solís-Lemus, C., Knowles, L.L. & Ané, C. 2015. Bayesian species delimitation combining multiple genes and traits in a unified framework. *Evolution* 69: 492–507.

- Spotorno, A.E., Valladares, J.P., Marin, J.C., Palma, R.E. & Zuleta R, C. 2004b. Molecular divergence and phylogenetic relationships of Chinchillids (Rodentia: Chinchillidae). *Journal of Mammalogy* 85: 384–388.
- Spotorno, A.E., Zuleta, C.A., Valladares, J.P., Deane, A.L. & Jiménez, J.E. 2004a. *Chinchilla laniger*. *Mammalian Species* 758: 1–9.
- Thavamanikumar S, McManus LJ, Tibbits JFG, Bossinger G. 2011. The significance of single nucleotide polymorphisms (SNPs) in *Eucalyptus globulus* breeding programs. *Australian Forestry* 74:23-29. doi:10.1080/00049158.2011.10676342.
- Valladares, P. F., Espinosa, M., Torres, M., Diaz, E., Zeller, N., Riva, J. D. La, & Grimberg, M. 2012. Nuevo registro de *Chinchilla chinchilla* (Rodentia, Chinchillidae) para la Región de Atacama, Chile. Implicancias para su estado de conservación. *Mastozoología Neotropical*, 19(1), 173–178.
- Valladares, P., Spotorno, A.E. & Zuleta, C.A. 2014b. Natural history of the Chinchilla genus (Bennett 1829): Considerations of their ecology, taxonomy and conservation status. *Gayana (Concepcion)* 78: 135–143.
- Valladares, P., Zuleta, C. & Spotorno, Á. 2014a. *Chinchilla lanigera* (Molina, 1782) and *C. chinchilla* (Lichtenstein 1830): review of their distribution and new findings. *Animal Biodiversity and Conservation* 37: 89–93.
- Walker, R. S., Novaro, A. J., Perovic, P., Palacios, R., Donadio, E., Lucherini, M., & López, M. S. 2007. Diets of three species of Andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy*, 88(2), 519-525. Spotorno, A. (1998). Sistemática y Adaptación de Mamíferos, Aves e Insectos Fitófagos de la Región de Antofagasta, Chile. 501–526.
- Yang, Z. & Rannala, B. 2017. Bayesian species identification under the multispecies coalescent provides significant improvements to DNA barcoding analyses. *Molecular Ecology* 26: 3028–3036.
- Wilson, G. A., and Rannala, B. 2003. Bayesian Inference of Recent Migration Rates Using Multilocus Genotypes. *Genetics* 163, 1177–1191.
- Zhang, J., Kapli, P., Pavlidis, P. & Stamatakis, A. 2013. A general species delimitation method with applications to phylogenetic placements. *Bioinformatics* 29: 2869–2876.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo 1. ORD N°275 del MMA: Da conformidad a “TDR de Actividades del Plan Recoge para la Chinchilla de Cola Corta”.



ORD.: N° 275 /

MAT.: Da conformidad a “TDR de Actividades del Plan Recoge para la Chinchilla de Cola Corta”.

ANT.: Carta MGFSN-2020-0030, MINERA GOLD FIELDS SALARES NORTE SPA.

Ord. N° 234 del 31 de julio de 2020, SEREMI del Medio Ambiente Región de Atacama.

Carta MGFSN-2020-00118, MINERA GOLD FIELDS SALARES NORTE SPA.

COPIAPÓ, 01 DE OCTUBRE DE 2020

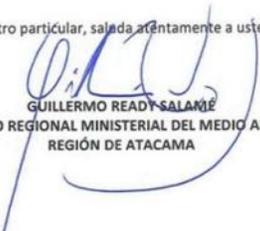
A : SR. MANUEL DÍAZ MOLES  
REPRESENTANTE LEGAL  
MINERA GOLD FIELDS SALARES NORTE SPA

DE: SR. GUILLERMO READY SALAMÉ  
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGION DE ATACAMA

Junto con saludar, tengo a bien señalar que se revisaron las correcciones a propuesta de “Términos de Referencia de las Actividades del Plan Recoge para la Chinchilla de Cola Corta”, presentados por MINERA GOLD FIELDS SALARES NORTE SPA., en el marco de compromiso de Resolución de Calificación Ambiental N° 153/2019 que calificó favorablemente el Proyecto Salares Norte. Al respecto esta SEREMI del Medio Ambiente se pronuncia conforme a la propuesta de términos de referencia corregidos.

Finalmente indicar, que el titular deberá contar de forma oportuna con todos los permisos sectoriales que sean requeridos, tal como autorización de permisos de captura por parte del Servicio Agrícola y Ganadero o permisos de investigación en Parque Nacional Nevado Tres Cruces por parte de la Corporación Nacional Forestal, según corresponda.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

  
GUILLERMO READY SALAMÉ  
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DEL MEDIO AMBIENTE  
REGIÓN DE ATACAMA



GRS/APV/apv  
Distribución:  
- Destinatario  
- División Recursos Naturales y Biodiversidad MMA (c.i)  
- Archivos

## 8.2. Anexo 2. Equipo de trabajo

Nombre	Cargo	Profesión
Nicole Arias	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinaria
Felipe Díaz	Especialista Fauna Terrestre	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
Carlos Garcés	Especialista Fauna Terrestre	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
Rodrigo Lanas	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinario
Paulina González	Administradora de contrato	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
Macarena Lira	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinaria
Cintia Munita	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinaria
Felipe Rominaus	Técnico	Técnico de terreno
Vicente Rosales	Técnico	Especialista fauna
Juan Pablo Silva	Técnico	Técnico de terreno
Claudia Ulloa	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinaria
Rodrigo Valenzuela	Especialista Fauna Terrestre	Médico Veterinario
Salvador Guerra	Especialista SIG	Geógrafo

### 8.3. Anexo 3. Carta de adjudicación de estudios del Plan RECOGE a Centro de Ecología Aplicada S.A.



**GOLD FIELDS**

Minera Gold Fields Salares Norte SpA  
Av. Presidente Riesco N°5561, piso 7, Las  
Condes, Santiago.  
Tel.: 56 2 2979 6350  
www.goldfields.com

MGFSN-2021-074

Santiago, 01 de abril de 2021

Sr.

**Guillermo Ready Salamé**  
Secretario Regional Ministerial Atacama  
Ministerio del Medio Ambiente  
Presente

**Mat.:** Informa Adjudicación Plan RECOGE a Empresa Centro de Ecología Aplicada (CEA).

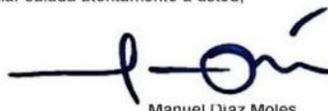
**Ref.:** Resolución Exenta N°153, del 18 de diciembre de 2019.

De nuestra consideración

Por medio de la presente, en representación de Minera Gold Fields Salares Norte SpA, Rut 76.101.725-K, de mi mismo domicilio, ubicado para estos efectos en Av. Presidente Riesco N°5561, piso 7, Las Condes, Santiago, informo a Ud. que, cumpliendo con lo establecido en la Resolución Exenta N°153 de fecha 19 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de Atacama (RCA), que calificó favorablemente el proyecto Salares Norte, informamos a usted que ha finalizado el proceso de licitación para la elaboración de los estudios que deben generarse en el marco del Plan Recoge.

En efecto, cumpliendo con lo establecido en el considerando 7.1.4 de la RCA, que establece la necesidad de "*Generar un protocolo de referencia para una adecuada búsqueda y prospección de la especie Chinchilla chinchilla a nivel de la Región de Atacama*"; y 7.1.5., que define el compromiso de "*Elaboración de un estudio de genética poblacional de la especie Chinchilla chinchilla a nivel de la Región de Atacama*", el titular ha realizado un proceso de licitación que finalizó con la adjudicación de ambas actividades a la empresa Centro de Ecología Aplicada (CEA) bajo el Contrato GF-CH-197.

Sin otro particular saluda atentamente a usted,



Manuel Díaz Moles  
Representante Legal  
**Minera Gold Fields Salares Norte SpA**

Firmado digitalmente por Manuel  
Díaz Moles

Fecha: 2021.04.01 20:25:27 -03'00'

c.c.: Sr. Felipe Sáchez, Jefe Regional Atacama, Superintendencia del Medio Ambiente.

### 8.4. Anexo 4. Comprobante de ingreso de permiso de investigación en Áreas Silvestres Protegidas del Estado de CONAF.

		Oficina de informaciones, reclamos y sugerencias (OIRS)
<p>Formulario   Preguntas Frecuentes   Carta de Compromisos   Consulta estado de solicitud</p>		
<p>Viernes 28 de octubre de 2022</p>		
<p>Respuesta consulta ciudadana</p>		
Fecha de recepción de la solicitud	12-oct-2022	
Tipo de consulta	Consulta	
Tema	Áreas Silvestres Protegidas	
Consulta	Felipe Díaz Silva 12:24 (hace 33 minutos) para mí Buenas tardes! escribo para consultarle sobre una solicitud que ingrese el jueves de la semana pasada 6 octubre, relativo a un permiso de investigación en áreas silvestres protegidas, específicamente en parque nacional nevado tres cruces. Realicé el proceso de llenar el formulario al culminar la etapa en finalizar, no se generó ningún correo de aviso o confirmación de recepción de la solicitud. Necesito saber si quedó ingresada o no. Saludos!	
Estado de tramitación	Respondida	
Plazo de respuesta		
<p>Respuesta</p>		
<p>Estimado:</p> <p>Favor, escribir directamente a don Jorge Carabantes, Jefe del Departamento Áreas Silvestres Protegidas de la Región de Atacama. Atendiendo que este tema se ve en forma descentralizada.                      contacto: jorge.carabantes@conaf.cl - atacama.oirs@conaf.cl</p> <p>Además debo comunicar que si, su solicitud la ingresó a través de esta misma vía, aquí en Oficina Central, se deriva al instante a la Oficina Regiona respectiva.</p> <p>Atte.</p> <p>Oficina de Información                      OIRS CONAF Of.Central-Santiago                      www.conaf.cl</p>		

Oficina CeroPapel

Desarrollado por  coverly

## 8.5. Anexo 5. Rechazo CONAF a solicitud de permiso de investigación en Áreas Silvestres Protegidas

**De:** no-reply@digital.gob.cl <no-reply@digital.gob.cl>

**Enviado:** viernes, 23 de junio de 2023 12:47

**Para:** Felipe Díaz Silva <fdiazs@cea.cl>

**Asunto:** Corporación Nacional Forestal - Rechazo Solicitud



**Estimado(a) Felipe Esteban Diaz Silva**

Vuestra solicitud de Permiso de Investigación en las Áreas Silvestres Protegidas número: 30542170, ha sido rechazada por el siguiente motivo:

Al revisar la autorización del SAG, esta autoriza la captura, pero en ningún párrafo se hace referencia a autorizar toma de muestras de tejido del cuerpo de Chinchillas de cola corta capturadas. Según reportes de Guardaparques tuvieron encuentros con parte del equipo de investigación utilizando rutas del Parque Nacional y Sitio Ramsar. No se puede verificar que hayan incurrido en captura y toma de tejido vivo de la especie en categoría En Peligro crítico de extinción dentro de las áreas protegidas.

Atentamente,

Corporación Nacional Forestal

Este correo ha sido enviado de manera automática, favor no contestar al remitente.

## 8.6. Anexo 6. Permisos de captura para el estudio de genética poblacional de *Chinchilla chinchilla*



### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 273/2022

**AUTORIZA AL SR. DAVID LEISSER FASSLER ZAMORA LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que para la ejecución del proyecto "Salares Norte" el Sr. David Leisser Fassler Zamora, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

#### RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. **David Leisser Fassler Zamora**, Rut N° 15.475.050-9 de la empresa Centro de Ecología Aplicada, con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie *Chinchilla chinchilla* (*Chinchilla* de Cola Corta); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la *Chinchilla* de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución registrá desde la fecha de su emisión hasta el 22 de junio del 2022.

#### Cuadro N°1 Sitio de Captura

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273
B	493172	7183192

C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. David Leisser Fassler Zamora, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
- o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
- o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
- o Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria
- o Rodrigo Nicolás Lanas Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
- o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
- o José Luis Besa Donoso, Rut: 10.661.978-6, Fotografía profesional
- o Irene Sofía Kraft Gutiérrez, Rut: 18.309.327-4, Ingeniero Agrónomo
- o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario.
- o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
- o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [diporen@sag.gob.cl](mailto:diporen@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNIQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Solicitud captura	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		

LZS

Distribución:

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- David Leisser Fassler Zamora Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 274/2022**

**AUTORIZA AL SR. FELIPE ESTEBAN DÍAZ SILVA LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

**VISTOS:**

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**" el Sr. Felipe Esteban Díaz Silva, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

**RESUELVO:**

1. Autorízase al Sr. **Felipe Esteban Díaz Silva**, Rut N° 17.675.914-3 de la empresa Centro de Ecología Aplicada, con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (Chinchilla de Cola Corta); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (Chinchilla chinchilla) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Capturas se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el 22 de junio del 2022.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273
B	493172	7183192

C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Felipe Esteban Diaz Silva, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
- o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
- o Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria
- o Rodrigo Nicolas Lanas Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
- o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
- o José Luis Besa Donoso, Rut: 10.661.978-6, Fotografía profesional
- o Irene Sofía Kraft Gutiérrez, Rut: 18.309.327-4, Ingeniero Agrónomo
- o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario.
- o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
- o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [dipron@sag.gob.cl](mailto:dipron@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNIQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Solicitud captura	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		

LZS

Distribución:

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Felipe Esteban Diaz Silva Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 275/2022

**AUTORIZA AL SR. RODRIGO NICOLÁS LANAS CANALES LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**" el Sr. Rodrigo Nicolás Lanás Canales, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

#### RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. **Rodrigo Nicolás Lanás Canales**, Rut N° 16.362.214-9 de la empresa Centro de Ecología Aplicada, con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (Chinchilla de Cola Corta); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Capturas se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el 22 de junio del 2022.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273
B	493172	7183192

C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Rodrigo Nicolas Lanas Canales, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:
- o José Luis Besa Donoso, Rut: 10.661.978-6, Fotografía profesional
  - o Felipe Esteban Diaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
  - o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
  - o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
  - o Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria
  - o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
  - o Irene Sofía Kraft Gutiérrez, Rut: 18.309.327-4, Ingeniero Agrónomo
  - o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario.
  - o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
  - o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [diporen@sag.gob.cl](mailto:diporen@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNIQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Solicitud captura	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		

LZS

Distribución:

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Rodrigo Nicolás Lanás Canales Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 276/2022

**AUTORIZA AL SR. JOSÉ LUIS BESA DONOSO LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**" el Sr. José Luis Besa Donoso, ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada, ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

#### RESUELVO:

1. Autorízase al Sr. **José Luis Besa Donoso**, Rut N° 10.661.978-6 de la empresa Centro de Ecología Aplicada, con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (Chinchilla de Cola Corta); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (Chinchilla chinchilla) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Capturas se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución registrá desde la fecha de su emisión hasta el 22 de junio del 2022.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273
B	493172	7183192

C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. José Luis Besa Donoso, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:
- o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
  - o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
  - o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
  - o Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria
  - o Rodrigo Nicolas Lanas Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
  - o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
  - o Irene Sofía Kraft Gutiérrez, Rut: 18.309.327-4, Ingeniero Agrónomo
  - o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario.
  - o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
  - o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna

El Titular de esta resolución deberá estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [diporen@sag.gob.cl](mailto:diporen@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sea efectuada, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNIQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
**DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Solicitud captura	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		

LZS

**Distribución:**

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Juana Tihare Zarricueta Álvarez - Prospector Lobesía Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Besa Donoso Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 280/2022

**RECTIFICA RESOLUCION N° 273 DEL 2022, QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA ANIMALES DE ESPECIES PROTEGIDAS DE FAUNA SILVESTRE PARA PROYECTO CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; lo dispuesto en la Ley N° 19.880 que establece Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; lo dispuesto en la Resolución N° 1.600 de 2008 de la Contraloría General de la República; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que mediante Resolución exenta N° 273 del 22 junio 2022, se autoriza la captura Micromamíferos al Sr. **David Leisser Fassler Zamora**, Rut N° 15.475.050-9, de la empresa Centro de Ecología Aplicada.
2. Que en el resuelvo dos se indica; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2022, y por este instrumento se procede a rectificar.
3. El Artículo 62 de la Ley 19.880 señala que en cualquier momento, la autoridad administrativa que hubiere dictado una decisión que ponga término a un procedimiento podrá, de oficio o a petición del interesado, aclarar los puntos dudosos u oscuros y rectificar los errores de copia, de referencia, de cálculos numéricos y, en general, los puramente materiales o de hechos que aparecieren de manifiesto en el acto administrativo.

#### RESUELVO:

1. Rectifíquese Resolución Exenta N° 273 del 22 junio 2022, que autoriza la captura Micromamíferos en el sentido que en el resuelvo dos; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2023.
2. En todo lo demás, queda plenamente vigente la Resolución Exenta N° 273 del 22 junio 2022 que se adjunta.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

LZS

**Distribución:**

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=123008891&hash=732df>



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 281/2022

**RECTIFICA RESOLUCION N° 274 DEL 2022, QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA ANIMALES DE ESPECIES PROTEGIDAS DE FAUNA SILVESTRE PARA PROYECTO CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; lo dispuesto en la Ley N° 19.880 que establece Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; lo dispuesto en la Resolución N° 1.600 de 2008 de la Contraloría General de la República; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que mediante Resolución exenta N° 274 del 22 junio 2022, se autoriza la captura Micromamíferos al Sr. **Felipe Esteban Díaz Silva**, Rut N° 17.675.914-3, de la empresa Centro de Ecología Aplicada.
2. Que en el resuelvo dos se indica; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2022, y por este instrumento se procede a rectificar.
3. El Artículo 62 de la Ley 19.880 señala que en cualquier momento, la autoridad administrativa que hubiere dictado una decisión que ponga término a un procedimiento podrá, de oficio o a petición del interesado, aclarar los puntos dudosos u oscuros y rectificar los errores de copia, de referencia, de cálculos numéricos y, en general, los puramente materiales o de hechos que aparecieren de manifiesto en el acto administrativo.

#### RESUELVO:

1. Rectifíquese Resolución Exenta N° 274 del 22 junio 2022, que autoriza la captura Micromamíferos en el sentido que en el resuelvo dos; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2023.
2. En todo lo demás, queda plenamente vigente la Resolución Exenta N° 274 del 22 junio 2022 que se adjunta.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

LZS

**Distribución:**

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=123009618&hash=9c909>



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 282/2022

**RECTIFICA RESOLUCION N° 276 DEL 2022, QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA ANIMALES DE ESPECIES PROTEGIDAS DE FAUNA SILVESTRE PARA PROYECTO CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; lo dispuesto en la Ley N° 19.880 que establece Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; lo dispuesto en la Resolución N° 1.600 de 2008 de la Contraloría General de la República; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que mediante Resolución exenta N° 276 del 22 junio 2022, se autoriza la captura Micromamíferos al Sr. **José Luis Besa Donoso**, Rut N° 10.661.978-6, de la empresa Centro de Ecología Aplicada.
2. Que en el resuelvo dos se indica; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2022, y por este instrumento se procede a rectificar.
3. El Artículo 62 de la Ley 19.880 señala que en cualquier momento, la autoridad administrativa que hubiere dictado una decisión que ponga término a un procedimiento podrá, de oficio o a petición del interesado, aclarar los puntos dudosos u oscuros y rectificar los errores de copia, de referencia, de cálculos numéricos y, en general, los puramente materiales o de hechos que aparecieren de manifiesto en el acto administrativo.

#### RESUELVO:

1. Rectifíquese Resolución Exenta N° 276 del 22 junio 2022, que autoriza la captura Micromamíferos en el sentido que en el resuelvo dos; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2023.
2. En todo lo demás, queda plenamente vigente la Resolución Exenta N° 276 del 22 junio 2022 que se adjunta.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

LZS

**Distribución:**

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=123010032&hash=1adde>



#### RESOLUCIÓN EXENTA N°: 283/2022

**RECTIFICA RESOLUCIÓN N° 275 DEL 2022, QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA ANIMALES DE ESPECIES PROTEGIDAS DE FAUNA SILVESTRE PARA PROYECTO CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 22/06/2022

#### VISTOS:

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; lo dispuesto en la Ley N° 19.880 que establece Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado; lo dispuesto en la Resolución N° 1.600 de 2008 de la Contraloría General de la República; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

#### CONSIDERANDO:

1. Que mediante Resolución exenta N° 275 del 22 junio 2022, se autoriza la captura Micromamíferos al Sr. **Rodrigo Nicolás Lanas Canales**, Rut N° 16.362.214-9, de la empresa Centro de Ecología Aplicada.
2. Que en el resuelvo dos se indica; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2022, y por este instrumento se procede a rectificar.
3. El Artículo 62 de la Ley 19.880 señala que en cualquier momento, la autoridad administrativa que hubiere dictado una decisión que ponga término a un procedimiento podrá, de oficio o a petición del interesado, aclarar los puntos dudosos u oscuros y rectificar los errores de copia, de referencia, de cálculos numéricos y, en general, los puramente materiales o de hechos que aparecieren de manifiesto en el acto administrativo.

#### RESUELVO:

1. Rectifíquese Resolución Exenta N° 275 del 22 junio 2022, que autoriza la captura Micromamíferos en el sentido que en el resuelvo dos; Las fechas de captura corresponden hasta el 22 de junio de 2023.
2. En todo lo demás, queda plenamente vigente la Resolución Exenta N° 275 del 22 junio 2022 que se adjunta.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

LZS

Distribución:

- Ema Makarena Alvarez Marin - Encargada Regional (S) Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Apoyo Técnico Sector Copiapó Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Pamela Alejandra Guerra Olcay - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Encargado Regional RNR (S) Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=123010411&hash=0c4dc>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 6/2023**

**AUTORIZA A LA SRA. CINTIA CAROLINA MUNITA SALAZAR LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 05/01/2023

**VISTOS:**

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución Exenta RA N° 240/954/2022 del 25 de octubre de 2022 de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; y las facultades que invisto como Directora Regional (S) de la Institución.

**CONSIDERANDO:**

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**", la Sra. Cintia Carolina Munita Salazar ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

**RESUELVO:**

1. Autorízase, a la Sra. Cintia Carolina Munita Salazar, Rut N° 17.949.687-9 de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (*Chinchilla de Cola Corta*); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE).

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución registrá desde la fecha de su emisión hasta el **05 de enero de 2024**.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273
B	493172	7183192

C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, a la Sra. Cintia Carolina Munita Salazar, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- o Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria
- o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
- o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario
- o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
- o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
- o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
- o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna
- o Rodrigo Nicolás Lanás Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
- o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo

El Titular de esta resolución deberán estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [diporen@sag.gob.cl](mailto:diporen@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sean efectuadas, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**CARLA LORENA MONTIEL GONZÁLEZ**  
**DIRECTORA REGIONAL (S) REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta Conductora	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Formulario Solicitud	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV_Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/PAL/CMG

Distribución:

- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Cintia Munita Salazar - Investigador Líder Centro de Ecología Aplicada

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=132032256&hash=633cc>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 7/2023**

**AUTORIZA A LA SRA. NICOLE DEL PILAR ARIAS CAMPAÑA LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 05/01/2023

**VISTOS:**

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución Exenta RA N° 240/954/2022 del 25 de octubre de 2022 de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; y las facultades que invisto como Directora Regional (S) de la Institución.

**CONSIDERANDO:**

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**", la Sra. Nicole del Pilar Arias Campaña ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

**RESUELVO:**

1. Autorízase, a la Sra. Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut N° 17.674.851-6, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (*Chinchilla de Cola Corta*); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE).

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el **05 de enero de 2024**.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273

B	493172	7183192
C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, a la Sra. Nicole del Pilar Arias Campaña, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:
- o Cintia Carolina Munita Salazar, Rut: 17.949.687-9, Médica Veterinaria
  - o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
  - o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario
  - o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
  - o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
  - o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
  - o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna
  - o Rodrigo Nicolás Lanás Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
  - o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo

El Titular de esta resolución deberán estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [dipiroren@sag.gob.cl](mailto:dipiroren@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en

ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sean efectuadas, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**CARLA LORENA MONTIEL GONZÁLEZ**  
**DIRECTORA REGIONAL (S) REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta Conductora	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Formulario Solicitud	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV_Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/PAL/CMG

Distribución:

- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Nicole del Pilar Arias Campaña - Investigador Lider Centro de Ecología Aplicada

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=132034799&hash=c72f3>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 10/2023**

**AUTORIZA AL SR. RODRIGO PATRICIO VALENZUELA ACEVAL LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 06/01/2023

**VISTOS:**

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución Exenta RA N° 240/954/2022 del 25 de octubre de 2022 de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; y las facultades que invisto como Director Regional (S) de la Institución.

**CONSIDERANDO:**

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**", el Sr. Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

**RESUELVO:**

1. Autorízase, al Sr. Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval, Rut N° 13.048.673-8, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (*Chinchilla de Cola Corta*); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE).

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el **05 de enero de 2024**.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273

B	493172	7183192
C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:

- o Cintia Carolina Munita Salazar, Rut: 17.949.687-9, Médica Veterinaria
- o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
- o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario
- o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
- o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
- o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
- o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
- o Vicente Rosales Fuenzalida, Rut: 13.858.675-8, Especialista fauna
- o Rodrigo Nicolás Lanas Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
- o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
- o Nicol del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria

El Titular de esta resolución deberán estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [dipronen@sag.gob.cl](mailto:dipronen@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días

hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sean efectuadas, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**CARLA LORENA MONTIEL GONZÁLEZ**  
**DIRECTORA REGIONAL (S) REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

#### Anexos

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta Conductor	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Formulario Solicitud	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV_Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/PAL/CMG

Distribución:

- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval - Investigador Líder CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=132037174&hash=b94c2>





**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 11/2023**

**AUTORIZA AL SR. VICENTE HERNAN ROSALES FUENZALIDA LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 06/01/2023

**VISTOS:**

La Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; la Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; el D.S. N°40, de 2013, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 153 del 18 de diciembre de 2019; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012 modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución Exenta RA N° 240/954/2022 del 25 de octubre de 2022 de la Dirección Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero; y las facultades que invisto como Director Regional (S) de la Institución.

**CONSIDERANDO:**

1. Que para la ejecución del proyecto "**Salares Norte**", el Sr. Vicente Hernán Rosales Fuenzalida ha solicitado autorización de Captura con fines de investigación, para dar cumplimiento a lo indicado en la **RCA N° 153/2019** de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. La carta del Titular del proyecto aludido Minera Gold Fields Salares Norte SpA., en que encomienda a la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., ejecutar la actividad comprometida en la RCA señalada anteriormente.

**RESUELVO:**

1. Autorízase, al Sr. Vicente Hernán Rosales Fuenzalida, Rut N° 13.858.675-8, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A., con dirección en Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, la captura de Micromamíferos bajo las condiciones de la Presente Resolución para dar cumplimiento a lo indicado en la Resolución Exenta N° 153 del 18 de diciembre de 2019 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Atacama.
2. Se autoriza la captura de la especie Chinchilla chinchilla (*Chinchilla de Cola Corta*); en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE).

Los métodos autorizados son para Micromamíferos empleando trampas Tomahawk de doble entrada.

El lugar de las Captura se encuentra definido por las coordenadas indicadas en el Cuadro N°1. La vigencia de la presente resolución regirá desde la fecha de su emisión hasta el **05 de enero de 2024**.

**Cuadro N°1 Sitio de Captura**

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	534914	7189273

B	493172	7183192
C	461508	6946083
D	510438	6939026
E	517895	7002964
F	557962	7008836
G	560308	7033424
H	536151	7068288
I	553632	7105436

3. En caso que ocurra la muerte de un ejemplar se deberá dar aviso inmediato al SAG de la Región de Atacama a la oficina sectorial correspondiente.

Para la captura y manipulación de los ejemplares, deberán utilizarse las medidas de bioseguridad respectivas, tomando las precauciones adecuadas con el fin de evitar la contaminación cruzada entre ejemplares y áreas de estudio y que aseguren la protección de la fauna y evitar el sufrimiento innecesario de los especímenes.

4. Para las capturas se autoriza, bajo la supervisión del Titular de esta resolución, al Sr. Vicente Hernán Rosales Fuenzalida, la participación de los siguientes investigadores colaboradores de terreno:
- o Cintia Carolina Munita Salazar, Rut: 17.949.687-9, Médica Veterinaria
  - o Carla Antonella Tagini Allende, Rut: 17.063.264-8, Médica Veterinaria
  - o Andrés Ignacio Heresmann Rodríguez, Rut: 16.012.910-7, Médico Veterinario
  - o Felipe Esteban Díaz Silva, Rut: 17.675.914-3, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
  - o David Leisser Fassler Zamora, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Carla Baros Jorquera, Rut: 18.399.602-9, Médico Veterinario
  - o Macarena Lira Haeussler, Rut: 15.475.050-9, Médico Veterinario
  - o Leonardo José Ríos Barrios, Rut: 13.270.555-0, Ingeniero Agrónomo
  - o Rodrigo Nicolás Lanás Canales, Rut: 16.362.214-9, Médico Veterinario
  - o Sebastián Ramos Oliver, Rut: 15.314.617-9, Biólogo
  - o Nicol del Pilar Arias Campaña, Rut: 17.674.851-6, Médica Veterinaria

El Titular de esta resolución deberán estar presente en las actividades de captura y supervisar en forma directa las actividades que realicen los participantes autorizados. La captura y manipulación de los ejemplares, sólo está permitida para las personas autorizadas en esta Resolución.

5. Para las capturas, deberá contarse con la autorización expresa de la Corporación Nacional Forestal, en caso que éstas se realicen dentro de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, o de los respectivos propietarios en caso de realizarse fuera de ellas.
6. En forma previa a las actividades de captura, y con al menos 10 días hábiles de anticipación, el Titular de esta resolución deberá informar por escrito a la Dirección Regional del SAG Región de Atacama, al mail [luis.zambra@sag.gob.cl](mailto:luis.zambra@sag.gob.cl), y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, al mail [dipiroren@sag.gob.cl](mailto:dipiroren@sag.gob.cl), las fechas y sitios específicos de captura, además de un número de teléfono y/o dirección de correo electrónico de contacto.
7. Una vez concluidas cada actividad de terreno, el Titular de esta Resolución deberá enviar a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, a los correos indicados anteriormente, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En caso de existir alguna publicación originada de la autorización otorgada, deberá hacer referencia en

ellas del permiso expedido.

En el caso que las capturas de individuos no sean efectuadas, el Titular deberá de informar el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

8. Toda infracción a lo señalado en la presente Resolución será sancionada por el Servicio Agrícola y Ganadero o informado a la Superintendencia del Medio Ambiente, según competencias legales.
9. Teniendo en consideración la contingencia sanitaria mundial, en la cual la Organización Mundial de la Salud ha reconocido la enfermedad del coronavirus (Covid-19) como una pandemia, además de existir la posibilidad de que algunos animales de fauna silvestre se infecten a través del contacto cercano con humanos infectados, se establece que durante todo el manejo de los ejemplares, durante la captura y/o manipulación, deberán utilizarse medidas de bioseguridad que contemplan, a lo menos, el uso de mascarillas, guantes y la desinfección de todos los materiales a utilizar.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**CARLA LORENA MONTIEL GONZÁLEZ**  
**DIRECTORA REGIONAL (S) REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta Conductora	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Carta Encomendación	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Formulario Solicitud	Digital	<a href="#">Ver</a>		
CV_Especialistas	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/PAL/CMG

Distribución:

- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Jeniffer Karina Cañete Izquierdo - Oficina de Partes Oficina de Partes - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Vicente Rosales Fuenzalida - Investigador Líder CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=132052745&hash=e608c>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 344/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 276 DE 22 DE JUNIO DE 2022 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 18/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 276 de 22 de junio de 2022, que se otorga al Sr. José Luis Besa Donoso, Rut N° 10.661.978-6, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 22 de junio 2023.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, del Sr. José Luis Besa Donoso, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifíquese la Resolución N° 276 de 22 de junio de 2022, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 276 de 22 de junio de 2022.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- José Luis Besa Donoso Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138646526&hash=0d764>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 345/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 273 DE 22 DE JUNIO DE 2022 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 18/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 273 de 22 de junio de 2022, que se otorga al Sr. David Leisser Fassler Zamora, Rut N° 15.475.050-9, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 22 de junio 2023.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, del Sr. David Leisser Fassler Zamora, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 273 de 22 de junio de 2022, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 273 de 22 de junio de 2022.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
**DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- David Leisser Fassler Zamora Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138642995&hash=43820>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 346/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 274 DE 22 DE JUNIO DE 2022 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 18/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 274 de 22 de junio de 2022, que se otorga al Sr. Felipe Esteban Díaz Silva, Rut N° 17.675.914-3, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 22 de junio 2023.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, del Sr. Felipe Esteban Díaz Silva, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 274 de 22 de junio de 2022, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas;

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 274 de 22 de junio de 2022.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU**  
**DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -**  
**SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Felipe Esteban Díaz Silva Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138644653&hash=a4980>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 347/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 275 DE 22 DE JUNIO DE 2022 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 18/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 275 de 22 de junio de 2022, que se otorga al Sr. Rodrigo Nicolás Lanás Canales, Rut N° 16.362.214-9, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 22 de junio 2023.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, del Sr. Rodrigo Nicolás Lanás Canales, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 275 de 22 de junio de 2022, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 275 de 22 de junio de 2022.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Rodrigo Nicolás Lanás Canales Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138645503&hash=891cc>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 349/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 6 DE 05 DE ENERO DE 2023 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 19/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 6 de 05 de enero de 2023, que se otorga a la Sra. Cintia Carolina Munita Salazar, Rut N° 17.949.687-9, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 05 de enero 2024.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, de la Sra. Cintia Carolina Munita Salazar, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 6 de 05 de enero de 2023, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 6 de 05 de enero de 2023.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Cintia Carolina Munita Salazar Investigadora Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138647581&hash=cd8c7>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 350/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 7 DE 05 DE ENERO DE 2023 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 19/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 7 de enero de 2023, que se otorga a la Sra. Nicole del Pilar Arias Campaña, Rut N° 17.674.851-6, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 05 de enero 2024.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, de la Sra. Nicole del Pilar Arias Campaña, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 7 de 05 de enero de 2023, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 7 de 05 de enero de 2023.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Nicole del Pilar Arias Campaña Investigadora Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138648618&hash=50fe2>



**RESOLUCIÓN EXENTA N°: 351/2023**

**MODIFICA RESOLUCIÓN N° 10 DE 06 DE ENERO DE 2023 QUE AUTORIZÓ LA CAPTURA DE MICROMAMÍFEROS CON FINES DE INVESTIGACIÓN (PROYECTO CON RESOLUCIÓN DE CALIFICACIÓN AMBIENTAL (RCA)).**

Copiapo, 19/05/2023

**VISTOS:**

Ley N° 18.755, que establece normas sobre el Servicio Agrícola y Ganadero; Ley N°19.473, que sustituye en su texto a la ley N°4.601, sobre Caza; Ley N° 19.300, General de Bases del Medio Ambiente, de 1994; D.S. N° 5, de 1998, del Ministerio de Agricultura y sus modificaciones; D.S. N° 40, del Ministerio del Medio Ambiente; la Resolución N° 2.433 del 27 de abril de 2012, modificada por la Res. Exenta N° 437, del 21 de enero de 2013 y la Resolución N°240/420/2018, todas del Director Nacional del Servicio Agrícola y Ganadero.

**CONSIDERANDO:**

1. La Resolución Exenta N° 10 de 06 de enero de 2023, que se otorga al Sr. Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval, Rut N° 13.048.673-8, con domicilio Príncipe de Gales 6465, Comuna de La Reina, Región Metropolitana, el permiso sectorial de captura de ejemplares de la Clase y especies de fauna silvestre en el marco de la elaboración de la línea base de fauna del Proyecto "Salares Norte" para la Región de Atacama con vigencia hasta el 05 de enero 2024.
2. Que mediante carta de fecha 18 de abril de 2023, del Sr. Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval, de la empresa Centro de Ecología Aplicada S.A (CEA), que solicita modificación de las coordenadas del área de captura, en el marco del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión (RECOGE) de la Chinchilla de Cola Corta (*Chinchilla chinchilla*) correspondiente al estudio de genética poblacional de la especie.

**RESUELVO:**

1. Modifícase la Resolución N° 10 de 06 de enero de 2023, en el sentido de:

Modifíquese las coordenadas del área de captura por las siguientes coordenadas:

Vértice	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
A	470.560	7.139.185
B	501.456	7.191.666
C	543.288	7.202.806
D	561.681	7.104.039
E	540.667	7.067.784
F	571.499	7.014.199
G	535.454	6.991.642
H	483.837	6.904.621
I	424.856	6.915.966

2. En todo lo demás se mantiene vigente la resolución N° 10 de 06 de enero de 2023.

ANÓTESE Y COMUNÍQUESE



**MEI SIU MAGGI ACHU  
DIRECTORA REGIONAL REGIÓN DE ATACAMA -  
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO**

**Anexos**

Nombre	Tipo	Archivo	Copias	Hojas
Carta	Digital	<a href="#">Ver</a>		
Pago	Digital	<a href="#">Ver</a>		

JAC/LZS/CMG

Distribución:

- Luis Orlando Zambra Salas - Profesional Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- José Luis Andaur Cáceres - Encargado Regional RNR Unidad de Protección de Recursos Naturales Renovables Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Carla Lorena Montiel González - Encargada Regional Unidad Jurídica Región de Atacama - Oficina Regional Atacama
- Cristian Rafael Sotomayor Meyer - Jefe Sector Copiapó (S) Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Patricia Verónica Cáceres Díaz - Encargada Sectorial Recursos Naturales Renovables Oficina Sector Copiapó - Oficina Regional Atacama
- Rodrigo Patricio Valenzuela Aceval Investigador Líder

Región de Atacama - Servicio Agrícola y Ganadero - Chacabuco N°546, Edificio Copayapu, Depto. 41



El presente documento ha sido suscrito por medio de firma electrónica avanzada en los términos de la Ley 19.799  
Validar en:  
<https://ceropapel.sag.gob.cl/validar/?key=138649602&hash=e60ce>

## 8.7. Anexo 7. Avisos de inicio de actividades

De: Felipe Diaz Silva <fdiazs@cea.cl>

Enviado el: jueves, 17 de noviembre de 2022 16:29

Para: Luis Orlando Zambra Salas <luis.zambra@sag.gob.cl>; Dipiroren <dipiroren@sag.gob.cl>

CC: Paulina González Mendoza <pgonzalez@cea.cl>; Pablo Lagos Salamanca <plagos@cea.cl>

Asunto: Aviso inicio actividades de captura Res Ex 273/274/275/276 del 2022

Sr. Luis Zambra Salas

Servicio Agrícola y Ganadero - Región de Atacama

Copiado

En cumplimiento del Resolvo 6 de las **Resoluciones Exentas 273/2022** (modificada mediante 280/2022 por ampliación de plazo), **274/2022** (modificada mediante 281/2022 por ampliación de plazo), **275/2022** (modificada mediante 283/2022 por ampliación de plazo) y **276/2022** (modificada mediante 282/2022 por ampliación de plazo), mediante el presente correo electrónico informamos el inicio de las actividades de captura de especies con 10 días hábiles de anticipación, según el siguiente detalle:

**Fecha de inicio de la actividad de captura:** 01-12-2022

**Sitio específico de captura:** Coordenadas del sitio de captura en resuelvo 2.

**Nombre de contactos y titulares de permiso:** Felipe Diaz (profesional CEA titular de permiso), Rodrigo Lanas (profesional CEA titular de permiso), Jose Besa (profesional CEA titular de permiso), David Fassler (profesional CEA titular de permiso), Paulina Gonzalez (profesional CEA, administradora de contrato)

**Personal acompañante de los titulares de permiso:** Vicente Rosales (personal CEA), Rodrigo Valenzuela (personal CEA), Cintia Munita (personal CEA)

**Teléfonos de contacto:** Felipe Diaz (962139403), Paulina Gonzalez (995905511), Vicente Rosales (988241378), Rodrigo Valenzuela (991275787), Cintia Munita (976688784)

**Correos de contacto:** Felipe Diaz ([fdiazs@cea.cl](mailto:fdiazs@cea.cl)), Paulina Gonzalez ([pgonzalez@cea.cl](mailto:pgonzalez@cea.cl)), Vicente Rosales ([vrosales@cea.cl](mailto:vrosales@cea.cl)), Rodrigo Valenzuela ([rvalenzuela@cea.cl](mailto:rvalenzuela@cea.cl)), Cintia Munita ([cmunita@cea.cl](mailto:cmunita@cea.cl)), Jose Besa ([jbesa@cea.cl](mailto:jbesa@cea.cl)), David Fassler ([dfassler@cea.cl](mailto:dfassler@cea.cl)).

Una vez concluidas las actividades de terreno, se enviarán a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre del SAG Central, un informe basado en el formato proporcionado por este Servicio, donde señale la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos, incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84) a más tardar 30 días hábiles después de finalizadas las capturas.

En el caso de que las capturas de individuos no se efectúen, los titulares informarán el hecho a la Dirección Regional SAG Región de Atacama y al Subdepartamento de Vida Silvestre.

Sin otro particular, saluda atentamente a usted.



**Felipe Diaz Silva**  
Jefe de proyectos  
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

**Centro de Ecología Aplicada**  
Av. Príncipe de Gales 6465, La Reina. Santiago |  
Chile  
Tel. (56)2 2449 1250  
[www.cea.cl](http://www.cea.cl)

De: Felipe Diaz Silva <fdiazs@cea.cl>

Enviado: viernes, 6 de enero de 2023 17:04

Para: Paulina Alejandra Letelier Castañón <paulina.letelier@sag.gob.cl>; Jose Andaur Caceres <jose.andaaur@sag.gob.cl>

Cc: Paulina González Mendoza <pgonzalez@cea.cl>; Rodrigo Lanas Canales <rlanas@cea.cl>; Pablo Lagos Salamanca <plagos@cea.cl>

Asunto: RE: Aviso inicio actividades de captura Res Ex 273/274/275/276 del 2022

Estimada Paulina,

El aviso de inicio de actividades de captura del 01 de diciembre de 2022 estaba asociado a las Resoluciones Exentas n°273/2022 (modificada mediante Res.Ex N°280/2022 por ampliación de plazo), N°274/2022 (modificada mediante Res.Ex N°281/2022 por ampliación de plazo), N°275/2022 (modificada mediante Res.Ex N°283/2022 por ampliación de plazo) y N°276/2022 (modificada mediante Res.Ex N°282/2022 por ampliación de plazo), todas las cuales fueron otorgadas en junio de 2022.

El aviso de inicio de actividades emitido el día de hoy 06/01/2023 está asociado a las Res. Ex N°06/2023, 07/2023, 10/2023 y 11/2023, que fueron otorgadas entre ayer (05 de enero 2023) y hoy (06 de enero 2023), para las cuales se aclara que se da inicio de aviso de actividades de captura para comenzar en un plazo de 10 hábiles contados desde hoy, esto es, para el 20 de enero de 2023. Cuando se indica en correo de arrastre que corresponde a una continuidad de actividades, se refiere a que los nuevos permisos de captura están asociados a la misma actividad y objetivos de las Resoluciones emitidas en junio 2022, pero las actividades de captura de las nuevas resoluciones se realizarán efectivamente en los plazos normados por el SAG.

Saludos cordiales,

**Felipe Diaz**  
Jefe de proyecto

+ 56 9 6213 9403 | +56 2 2449 1250  
[cea.cl](http://cea.cl)

**CEA** CENTRO  
ECOLOGÍA  
APLICADA

## 8.8. Anexo 8. Comprobante de entrega de informe de captura

**RC** Rodrigo Lanas Canales 😊 ↶ ↷ ↲ ⋮  
Para: Luis Orlando Zambra Salas <luis.zambra@sag.gob.cl>; diproren@sag.gob.cl Vie 09/06/2023 12:47  
CC: Rodrigo Valenzuela Aceval; Nicole Arias Campaña; cintia.munita@gmail.com **y 3 más**

 Formato Informe de Captura ... 21 KB

Estimados:

Junto con saludar, les escribo para informar que las campañas de terreno correspondientes a las resoluciones exentas N° 274\_2022 (Rectificación N° 281\_2022), N° 06\_2023, N° 10\_2023, N° 275\_2022 (Rectificación 283\_2022) y N° 07\_2023 (modificada por 350\_2023) han finalizado el 30 de mayo de 2023. Cumpliendo con el resuelvo 7 de cada una de las resoluciones antes nombradas, adjunto informe de captura, destacando que las actividades se realizaron cumpliendo todo lo estipulado, obteniendo óptimos resultados en la captura y manipulación de los individuos.  
Muchas gracias.  
Saludos cordiales

**Rodrigo Lanás Canales**  +56 9 3330 7692 | +56 2 2449 1250  
Jefe de Proyecto  cea.cl



## 8.9. Anexo 9. Tabla Trampas Tomahawk y esfuerzo de muestreo

Tabla 14. Trampas Tomahawk y esfuerzo de muestreo

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
1	TH01	Norte	1	501936	7156624	9
2	TH010B	Norte	1	501958	7156339	4
3	TH011B	Norte	1	501959	7156325	4
4	TH012B	Norte	1	501960	7156425	4
5	TH002	Norte	1	501939	7156618	9
6	TH025B	Norte	1	501958	7156265	4
7	TH003	Norte	1	501948	7156647	9
8	TH03B	Norte	1	501940	7156254	4
9	TH004	Norte	1	501956	7156660	9
10	TH005	Norte	1	501944	7156653	9
11	TH006	Norte	1	501955	7156672	9
12	TH007	Norte	1	501915	7156726	8
13	TH008	Norte	1	501936	7156589	8
14	TH009	Norte	1	501944	7156589	8
15	TH009B	Norte	1	501964	7156283	4
16	TH010	Norte	1	502001	7156434	8
17	TH011	Norte	1	502007	7156434	8
18	TH012	Norte	1	501961	7156682	7
19	TH013	Norte	1	501959	7156674	7
20	TH013B	Norte	1	501960	7156305	4
21	TH014	Norte	1	501942	7156664	7
22	TH015	Norte	1	501950	7156664	7
23	TH016	Norte	1	501936	7156670	7
24	TH017	Norte	1	501933	7156654	7
25	TH018	Norte	1	501914	7156639	7
26	TH019	Norte	1	501931	7156599	7
27	TH020	Norte	1	501934	7156585	7
28	TH021	Norte	1	501991	7156457	6
29	TH022	Norte	1	501966	7156451	6
30	TH023	Norte	1	501955	7156529	6

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
31	TH024	Norte	1	501934	7156577	6
32	TH025	Norte	1	501953	7156589	6
33	TH026	Norte	1	501955	7156588	6
34	TH026B	Norte	1	501979	7156438	4
35	TH027	Norte	1	501928	7156597	6
36	TH028	Norte	1	501935	7156587	6
37	TH029	Norte	1	501923	7156543	6
38	TH030	Norte	1	501944	7156538	6
39	TH031	Norte	1	501915	7156625	6
40	TH01	Norte	3	522492	7148117	3
41	TH02	Norte	3	522485	7148136	3
42	TH03	Norte	3	522443	7148125	3
43	TH04	Norte	3	522423	7148090	2
44	TH05	Norte	3	522348	7148018	3
45	TH06	Norte	3	522392	7148017	3
46	TH07	Norte	3	522365	7148032	3
47	TH08	Norte	3	522352	7148017	3
48	TH09	Norte	3	522364	7148042	3
49	TH10	Norte	3	522422	7148084	3
50	TH11	Norte	3	522384	7148075	3
51	TH12	Norte	3	522407	7148098	3
52	TH13	Norte	3	522447	7148105	3
53	TH14	Norte	3	522322	7147993	3
54	TH15	Norte	3	522495	7148174	3
55	TH16	Norte	3	522562	7148253	3
56	TH17	Norte	3	523402	7147056	1
57	TH18	Norte	3	523420	7147054	1
58	TH19	Norte	3	523237	7147243	1
59	TH20	Norte	3	523210	7147253	1
60	TH21	Norte	3	522831	7147797	4
61	TH22	Norte	3	522878	7147779	2
62	TH22B	Norte	3	522866	7147826	3
63	TH23	Norte	3	523205	7147415	3
64	TH24	Norte	3	523205	7147427	3

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
65	TH25	Norte	3	523168	7147421	3
66	TH26	Norte	3	523176	7147447	3
67	TH27	Norte	3	523240	7147275	1
68	TH28	Norte	3	523321	7147212	1
69	TH29	Norte	3	523240	7147361	2
70	TH30	Norte	3	523241	7147362	2
71	TH31	Norte	3	523304	7147060	1
72	TH32	Norte	3	523311	7147166	1
73	TH33	Norte	3	523350	7147102	1
74	TH34	Norte	3	523366	7147163	1
75	TH35	Norte	3	523325	7147148	1
76	TH36	Norte	3	523317	7147157	1
77	TH37	Norte	3	523276	7147215	1
78	TH38	Norte	3	523260	7147227	1
79	TH39	Norte	3	523322	7147114	1
80	TH40	Norte	3	523322	7147113	1
81	TH41	Norte	3	523258	7147230	1
82	TH42	Norte	3	523243	7147238	1
83	TH01	Norte	4	512140	7129184	3
84	TH02	Norte	4	512138	7129178	3
85	TH03	Norte	4	512132	7128168	3
86	TH04	Norte	4	512101	7129123	3
87	TH05	Norte	4	512095	7129121	3
88	TH06	Norte	4	512097	7129127	3
89	TH07	Norte	4	512086	7129127	3
90	TH08	Norte	4	512085	7129119	3
91	TH09	Norte	4	512049	7129099	3
92	TH10	Norte	4	512049	7129108	3
93	TH11	Norte	4	510553	7130984	6
94	TH12	Norte	4	510482	7130937	6
95	TH13	Norte	4	510453	7130926	6
96	TH14	Norte	4	510448	7130903	6
97	TH15	Norte	4	510414	7130892	6
98	TH16	Norte	4	510360	7130895	6

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
99	TH17	Norte	4	510360	7130890	6
100	TH18	Norte	4	510362	7130883	6
101	TH19	Norte	4	510360	7130906	6
102	TH20	Norte	4	510350	7130866	6
103	TH21	Norte	4	510358	7130872	6
104	TH22	Norte	4	510353	7130832	6
105	TH23	Norte	4	510335	7130828	6
106	TH24	Norte	4	510342	7130820	6
107	TH25	Norte	4	510339	7130804	6
108	TH26	Norte	4	510580	7130855	6
109	TH27	Norte	4	510424	7130825	6
110	TH28	Norte	4	510440	7130895	6
111	TH29	Norte	4	510400	7130835	6
112	TH30	Norte	4	510362	7130822	6
113	TH31	Norte	4	510346	7130810	6
114	TH32	Norte	4	510333	7130802	6
115	TH33	Norte	4	510476	7130929	5
116	TH34	Norte	4	510511	7130949	5
117	TH35	Norte	4	510558	7130980	5
118	TH36	Norte	4	510593	7130856	5
119	TH37	Norte	4	510579	7130841	5
120	TH38	Norte	4	510562	7130836	5
121	TH39	Norte	4	510462	7130941	4
122	TH40	Norte	4	510466	7130932	4
123	TH41	Norte	4	510456	7130923	4
124	TH42	Norte	4	510520	7130841	4
125	TH43	Norte	4	510411	7130809	4
126	TH44	Norte	4	510369	7130815	4
127	TH45	Norte	4	510385	7131161	3
128	TH46	Norte	4	510391	7131163	3
129	TH47	Norte	4	510221	7131021	3
130	TH48	Norte	4	510220	7131026	3
131	TH49	Norte	4	510197	7131029	3
132	TH50	Norte	4	510206	7131036	3

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
133	TH51	Norte	4	511993	7129099	2
134	TH52	Norte	4	511995	7129091	2
135	TH53	Norte	4	512111	7129086	2
136	TH54	Norte	4	512098	7129089	1
137	TH001_PPNO	Norte	5	514933	7098368	3
138	TH002_PPNO	Norte	5	514934	7098355	3
139	TH003_PPNO	Norte	5	514901	7098338	3
140	TH004_PPNO	Norte	5	514932	7098320	3
141	TH005_PPNO	Norte	5	514929	7098282	3
142	TH006_PPNO	Norte	5	514944	7098387	3
143	TH007_PPNO	Norte	5	514950	7098395	3
144	TH008_PPNO	Norte	5	514891	7098337	3
145	TH009_PPNO	Norte	5	514890	7098332	2
146	TH009B_PPNO	Norte	5	514859	7098302	1
147	TH010_PPNO	Norte	5	514944	7098339	3
148	TH011_PPNO	Norte	5	514961	7098408	2
149	TH012_PPNO	Norte	5	514960	7098408	3
150	TH013_PPNO	Norte	5	514955	7098399	2
151	TH014_PPNO	Norte	5	514950	7098393	3
152	TH015_PPNO	Norte	5	514934	7098383	3
153	TH016_PPNO	Norte	5	514910	7098337	3
154	TH017_PPNO	Norte	5	514874	7098311	3
155	TH018_PPNO	Norte	5	514885	7098307	2
156	TH018_PPNO	Norte	5	514885	7098307	2
157	TH018B_PPNO	Norte	5	514852	7098347	1
158	TH019_PPNO	Norte	5	514873	7098324	3
159	TH020_PPNO	Norte	5	514872	7098319	3
160	TH001_QTT	Centro	6	480400	7058410	3
161	TH002_QTT	Centro	6	480432	7058417	3
162	TH003_QTT	Centro	6	480431	7058443	3
163	TH004_QTT	Centro	6	480350	7058452	3
164	TH005_QTT	Centro	6	480668	7058938	3
165	TH006_QTT	Centro	6	480705	7058893	3
166	TH007_QTT	Centro	6	480704	7059007	1

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
167	TH007B_QTT	Centro	6	480712	7059009	1
168	TH008_QTT	Centro	6	480706	7059003	3
169	TH009_QTT	Centro	6	480720	7058992	1
170	TH01_SM	Centro	6	500311	7041092	3
171	TH010_QTT	Centro	6	480723	7058984	1
172	TH011_QTT	Centro	6	480745	7059044	3
173	TH012_QTT	Centro	6	480758	7059033	3
174	TH013_QTT	Centro	6	480733	7058995	3
175	TH014_QTT	Centro	6	480738	7058967	3
176	TH015_QTT	Centro	6	480673	7058926	3
177	TH016_QTT	Centro	6	480689	7058913	3
178	TH017_QTT	Centro	6	480743	7058928	3
179	TH018_QTT	Centro	6	480759	7058953	2
180	TH019_QTT	Centro	6	480755	7059037	3
181	TH02_MP	Centro	6	483244	7031696	3
182	TH02_SM	Centro	6	500284	7041125	3
183	TH03_MP	Centro	6	483253	7031690	3
184	TH03_SM	Centro	6	500310	7041020	3
185	TH04_MP	Centro	6	483255	7031696	3
186	TH04_SM	Centro	6	500318	7041011	3
187	TH05_MP	Centro	6	483277	7031682	3
188	TH05_SM	Centro	6	500317	7041008	3
189	TH06_MP	Centro	6	483281	7031692	3
190	TH06_SM	Centro	6	500316	7041000	3
191	TH07_MP	Centro	6	483256	7031522	3
192	TH07_SM	Centro	6	500322	7041002	3
193	TH08_MP	Centro	6	483266	7031532	3
194	TH08_SM	Centro	6	500320	7040999	3
195	TH09_MP	Centro	6	483307	7031537	3
196	TH09_SM	Centro	6	500327	7040985	3
197	TH10_MP	Centro	6	483306	7031533	3
198	TH10_SM	Centro	6	500327	7040967	3
199	TH11_SM	Centro	6	500324	7040958	3
200	TH12_SM	Centro	6	500324	7040953	3

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
201	TH13_SM	Centro	6	500335	7040917	3
202	TH14_SM	Centro	6	500317	7040852	3
203	TH15_SM	Centro	6	500333	7040843	3
204	TH16_SM	Centro	6	500320	7040805	3
205	TH17_SM	Centro	6	500326	7040804	3
206	TH18_SM	Centro	6	500321	7041005	3
207	TH19_SM	Centro	6	500315	7040859	3
208	TH20_SM	Centro	6	500308	7041054	3
209	TH21_SM	Centro	6	500350	7041136	3
210	TH22_SM	Centro	6	500297	7041119	3
211	TH001_LV	Centro	7	558829	7025482	1
212	TH002_LV	Centro	7	558840	7025432	1
213	TH003_LV	Centro	7	558850	7025401	1
214	TH004_LV	Centro	7	558962	7025336	1
215	TH005_LV	Centro	7	559431	7025478	1
216	TH006_LV	Centro	7	559436	7025475	1
217	TH007_LV	Centro	7	559504	7025384	1
218	TH01_LV_T1	Centro	7	559783	7026052	3
219	TH01_MP	Centro	7	483238	7031701	3
220	TH010_LV_T1	Centro	7	559764	7026115	3
221	TH011_LV_T1	Centro	7	560436	7025199	2
222	TH012_LV_T1	Centro	7	560426	7025194	2
223	TH013_LV_T1	Centro	7	560442	7025158	2
224	TH014_LV_T1	Centro	7	560305	7024975	2
225	TH015_LV_T1	Centro	7	560303	7024978	2
226	TH016_LV_T1	Centro	7	560276	7024988	2
227	TH017_LV_T1	Centro	7	560270	7024973	2
228	TH018_LV_T1	Centro	7	560084	7025203	2
229	TH019_LV_T1	Centro	7	560099	7025275	2
230	TH02_LV_T1	Centro	7	559783	7026054	3
231	TH020_LV_T1	Centro	7	560220	7025310	2
232	TH021_LV_T1	Centro	7	560230	7025306	2
233	TH022_LV_T1	Centro	7	560224	7025299	2
234	TH03_LV_T1	Centro	7	559788	7026052	2

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
235	TH03-B_LV_T1	Centro	7	560102	7025271	2
236	TH04_LV_T1	Centro	7	559770	7026051	3
237	TH05_LV_T1	Centro	7	559788	7026066	3
238	TH06_LV_T1	Centro	7	559772	7026043	3
239	TH07_LV_T1	Centro	7	559777	7026046	3
240	TH08_LV_T1	Centro	7	559781	7026043	3
241	TH09_LV_T1	Centro	7	559769	7026103	3
242	TH001_P7	Centro	8	501984	6997257	7
243	TH002_P7	Centro	8	501973	6997232	7
244	TH003_P7	Centro	8	501968	6997221	7
245	TH004_P7	Centro	8	501983	6997197	7
246	TH005_P7	Centro	8	501962	6997186	7
247	TH006_P7	Centro	8	501964	6997188	7
248	TH007_P7	Centro	8	501986	6997189	6
249	TH008_P7	Centro	8	501986	6997179	6
250	TH009_P7	Centro	8	501992	6997165	6
251	TH01_NV	Centro	8	510022	7008334	5
252	TH01_NV	Centro	8	510022	7008334	2
253	TH010A_P7	Centro	8	501983	6997164	4
254	TH010B_P7	Centro	8	501983	6997106	2
255	TH011A_P7	Centro	8	501980	6997166	4
256	TH011B_P7	Centro	8	501983	6997076	2
257	TH012A_P7	Centro	8	501994	6997150	3
258	TH012B_P7	Centro	8	501979	6997114	2
259	TH012C_P7	Centro	8	501973	6997095	1
260	TH013_P7	Centro	8	501985	6997151	6
261	TH014_P7	Centro	8	501956	6997149	6
262	TH015A_P7	Centro	8	501969	6997165	6
263	TH016_P7	Centro	8	501978	6997139	5
264	TH017_P7	Centro	8	501991	6997127	5
265	TH018A_P7	Centro	8	501988	6997123	5
266	TH018B_P7	Centro	8	501970	699705	1
267	TH019_P7	Centro	8	501990	6997119	5
268	TH02_NV	Centro	8	510020	7008339	5

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
269	TH02_NV	Centro	8	510020	7008339	1
270	TH020_P7	Centro	8	501975	6997110	3
271	TH021_P7	Centro	8	501974	6997103	3
272	TH022_P7	Centro	8	501965	6997107	3
273	TH03_NV	Centro	8	510014	7008349	5
274	TH04_NV	Centro	8	510027	7008362	5
275	TH04_NV	Centro	8	510027	7008362	2
276	TH05_NV	Centro	8	510009	7008406	5
277	TH05_NV	Centro	8	510009	7008406	2
278	TH06_NV	Centro	8	510005	7008409	5
279	TH06_NV	Centro	8	510005	7008409	1
280	TH07_NV	Centro	8	510098	7008340	5
281	TH07_NV	Centro	8	510098	7008340	2
282	TH08_NV	Centro	8	510121	7008361	5
283	TH08_NV	Centro	8	510121	7008361	2
284	TH09_NV	Centro	8	510119	7008377	5
285	TH10_NV	Centro	8	510111	7008395	5
286	TH10_NV	Centro	8	510111	7008395	2
287	TH11_NV	Centro	8	510150	7008395	5
288	TH12_NV	Centro	8	510195	7008324	5
289	TH12_NV	Centro	8	510195	7008324	2
290	TH13_NV	Centro	8	510192	7008348	5
291	TH13B_NV	Centro	8	510352	7008353	5
292	TH14_NV	Centro	8	510178	7008356	5
293	TH14_NV	Centro	8	510178	7008356	2
294	TH15_NV	Centro	8	510178	7008353	5
295	TH15_NV	Centro	8	510178	7008353	2
296	TH16_NV	Centro	8	510185	7008346	5
297	TH16_NV	Centro	8	510185	7008346	2
298	TH17_NV	Centro	8	510172	7008337	5
299	TH17_NV	Centro	8	510172	7008337	1
300	TH18_NV	Centro	8	510320	7008425	5
301	TH18_NV	Centro	8	510320	7008425	2
302	TH19_NV	Centro	8	510318	7008425	5

Nº	Código trampa	Macrozona	Polígono	UTM E	UTM N	Esfuerzo (noches)
303	TH19_NV	Centro	8	510318	7008425	2
304	TH20_NV	Centro	8	510327	7008408	5
305	TH20_NV	Centro	8	510327	7008408	2
306	TH01_LNF	Sur	11	475325	6942737	6
307	TH02_LNF	Sur	11	475328	6942743	5
308	TH03_LNF	Sur	11	475288	6942747	6
309	TH04_LNF	Sur	11	475270	6942781	6
310	TH05_LNF	Sur	11	475269	6942772	6
311	TH06_LNF	Sur	11	475294	6942814	6
312	TH07_LNF	Sur	11	475293	6942812	6
313	TH08_LNF	Sur	11	475276	6942810	6
314	TH09_LNF	Sur	11	475275	6942812	6
315	TH10_LNF	Sur	11	475279	6942817	6
316	TH11_LNF	Sur	11	475274	6942827	6
317	TH12_LNF	Sur	11	475272	6942839	6
318	TH13_LNF	Sur	11	475275	6942875	3
319	TH14_LNF	Sur	11	475274	6942877	3
320	TH15_LNF	Sur	11	475256	6942872	3
321	TH16_LNF	Sur	11	475255	6942869	3
322	TH17_LNF	Sur	11	475248	6942865	3
323	TH18_LNF	Sur	11	475238	6942852	3
324	TH19_LNF	Sur	11	475233	6942843	3
325	TH19B_LNF	Sur	11	475262	6942858	2
326	TH20_LNF	Sur	11	475247	6942840	3
327	TH21_LNF	Sur	11	475232	6942832	3
328	TH22_LNF	Sur	11	475261	6942851	3
TOTAL						1218

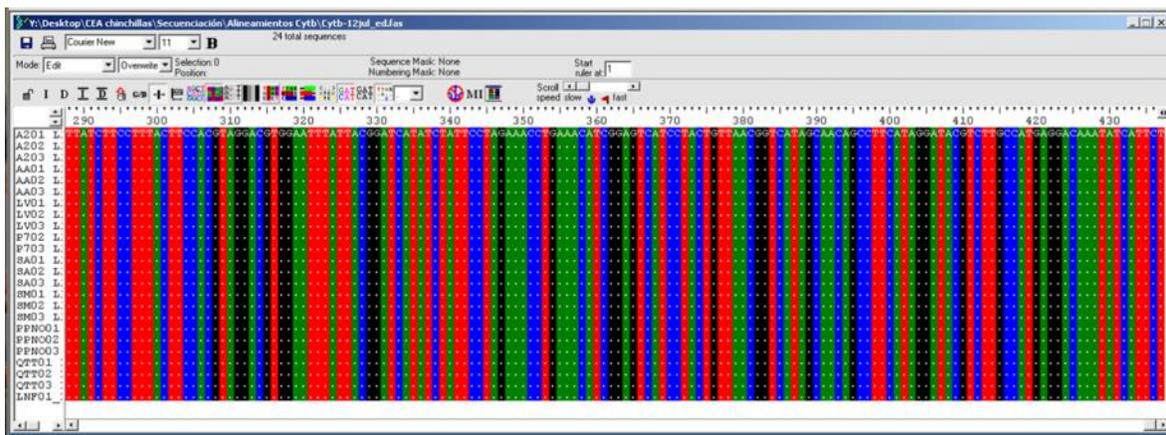
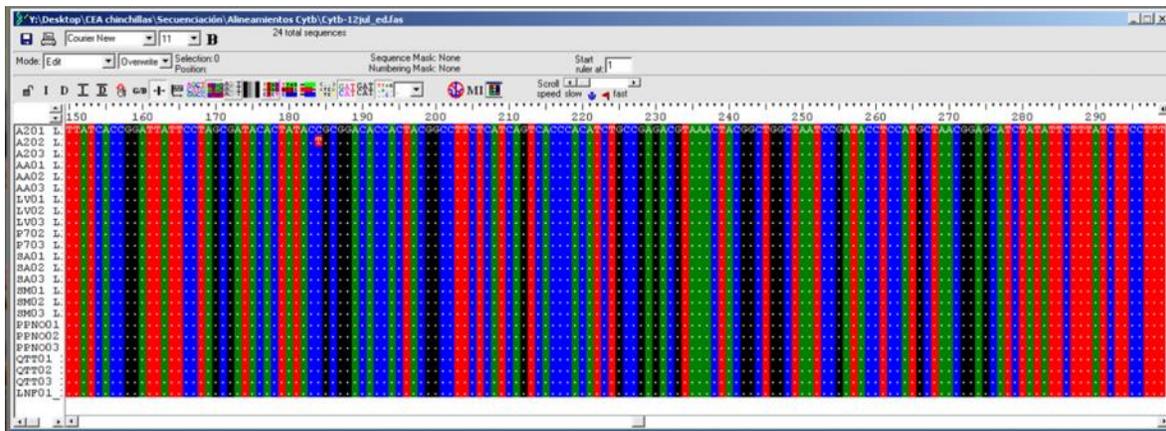
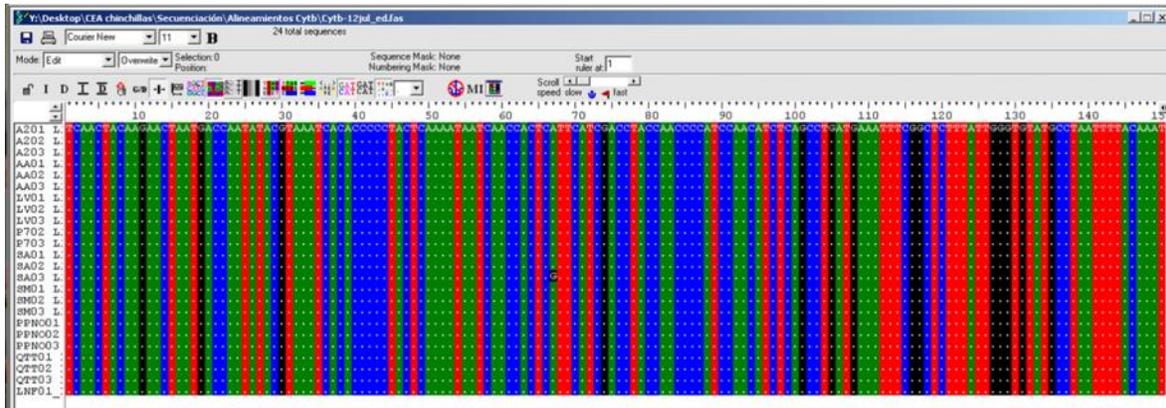
Fuente: CEA S.A.

### 8.10. Anexo 10. Número de acceso a la base de datos genbank para las secuencias utilizadas en este estudio

Nº	Especie	Nº acceso GenBank	Referencia
1	<i>Octodon degus</i>	MT461706	Cadenillas y D`elía 2021
2	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244378	Spotorno et al., 2004
3	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244379	Spotorno et al., 2000*
4	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244380	Spotorno et al., 2000*
5	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244381	Spotorno et al., 2000*
6	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244382	Spotorno et al., 2000*
7	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF244383	Spotorno et al., 2000*
8	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF283979	Spotorno et al., 2000*
9	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF283980	Spotorno et al., 2004
10	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF283981	Spotorno et al., 2004
11	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF464761	Spotorno et al., 2004
12	<i>Chinchilla lanigera</i>	AF464762	Spotorno et al., 2004
13	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF244386	Spotorno et al., 2000*
14	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF283977	Spotorno et al., 2004
15	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF283978	Spotorno et al., 2004
16	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF464756	Spotorno y Valladares, 2002*
17	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF464757	Spotorno et al., 2004
18	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF464758	Spotorno et al., 2004
19	<i>Chinchilla brevicaudata</i>	AF464759	Spotorno et al., 2004
20	<i>Abrocoma bennettii</i>	AF244387	Spotorno et al., 2000*
21	<i>Abrocoma cinerea</i>	AF244388	Spotorno et al., 2004
22	<i>Lagostomus maximus</i>	AF245485	Spotorno et al., 2004
23	<i>Dinomys branickii</i>	AY254884	Spotorno et al., 2004
24	<i>Lagidium peruanum</i>	AY254885	Spotorno et al., 2004
25	<i>Lagidium viscacia perlutea</i>	AY254886	Spotorno et al., 2004
26	<i>Lagidium viscacia perlutea</i>	AY254887	Spotorno et al., 2004
27	<i>Lagidium viscacia viscacia</i>	AY254888	Spotorno et al., 2004
28	<i>Lagidium viscacia boxi</i>	AY254889	Spotorno et al., 2004

N°	Especie	N° acceso GenBank	Referencia
29	<i>Lagidium viscacia boxi</i>	AY254890	Spotorno et al., 2004

### 8.11. Anexo 11. Alineamiento de secuencias mitocondriales del gen Cytb



## 8.12. Anexo 12. Metodología estudio genético

### 8.12.1. Extracción de ADN

En laboratorio, el ADN total es extraído de las muestras utilizando un kit comercial como el DNeasy Blood & Tissue (Qiagen®), siguiendo las instrucciones del fabricante. Este kit utiliza reactivos que provocan la lisis celular en presencia de Proteinasa K y posteriormente precipita el ADN en minicolumnas compuestas de sílica. La verificación de la extracción y la calidad del ADN se confirmó mediante el método de electroforesis y visualización con luz UV, para observar la integridad del ADN. La cuantificación del ADN (ng/ $\mu$ l), se realizó en un equipo de espectrofotometría NanoDrop Lite® (Thermo Scientific). La calidad (pureza) del ADN se evaluó mediante la relación de absorbancia de 260 nm y 280 nm (relación A260 / A280; Manchester 1995) para la verificación de que los contaminantes no excedan la proporción total de la muestra. Para evaluar con precisión la calidad de la muestra, 260/280 o 260/230 ratios son analizados en combinación con una calidad espectral global. Los ácidos nucleicos puros generalmente producen una proporción 260/280 de  $\sim 1,8$  y un ratio de 260/280 de  $\sim 2,0$  para el ADN y ARN, respectivamente.

### 8.12.2. Genotificación con genes mitocondriales

Las muestras de ADN fueron amplificadas mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). El producto de PCR se observó mediante electroforesis y fueron secuenciados en un equipo especializado, por el servicio de secuenciación de MacroGen Inc. (Seúl, Corea).

Para la genotificación de los genes mitocondriales se obtuvieron las secuencias de ADN de cada muestra. Para el marcador Cytb se utilizaron los primers L14724 (Irwin, Kocher & Wilson, 1991) y H15149 (Kocher et al., 1989). Para la región Dloop, se diseñaron marcadores a partir del genoma de *Chinchilla laniger* (Voloch et. al., 2013). Las muestras de ADN fueron amplificadas mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en un volumen total de 30  $\mu$ l, que contuvo 1x de Taq buffer; 2,0 mM de MgCl<sub>2</sub>; 0,2  $\mu$ M de dNTP mix; 0,1  $\mu$ M de cada partidor forward y reverse; y 0,06 U/ $\mu$ l de Taq polimerasa. El producto de PCR se observó mediante electroforesis en gel de agarosa (2%) con tinción GelRed® (Biotium, Inc.) y fueron secuenciados en un equipo ABI3700 (Applied Biosystems), por el servicio de secuenciación de MacroGen Inc. (Seúl, Corea). Posteriormente, las secuencias nucleotídicas fueron alineadas y editadas en el programa BioEdit v.7.2.5 (Hall 1999) utilizando la opción ClustalW, y por inspección visual. Para cada locus, se determinaron los tamaños alélicos utilizando el programa GeneMarker v2.4.0 (Softgenetics, State College, PA, USA). La desviación del equilibrio Hardy-Weinberg (HWE) y el desequilibrio de ligamiento fueron evaluados utilizando el software GENEPOP.

### 8.12.3. Análisis de datos de genes mitocondriales y nucleares

Las secuencias nucleotídicas fueron ingresadas en un programa específico para este tipo de análisis.

La diversidad genética de cada localidad se caracterizó a partir del gen Cytb (debido a que presenta mayor variabilidad), mediante índices de diversidad específicos y ampliamente utilizados en análisis genéticos. Posteriormente, para examinar la diferenciación entre cada par de localidades, se realizó un test de FST pareado. Para determinar el número de grupos genéticos y la estructura poblacional espacial entre poblaciones del género *Chinchilla*, se realizó un análisis en un programa específico como el programa GENELAND (Guillot et al., 2005).

### 8.12.4. Genotipificación

Las muestras de ADN fueron amplificadas mediante el método PCR. El producto de PCR se observó mediante electroforesis y posteriormente se realizó el análisis de fragmento a través de un servicio especializado de secuenciación, como el que provee la empresa MacroGen Inc. (Seúl, Corea).

### 8.12.5. Identificación de muestras de *Chinchilla sp.*

La asignación a nivel de especie de las muestras de *Chinchilla sp.* (Objetivo específico 1), se realizó a partir de tres aproximaciones (con una aproximación complementaria para aportar robustez al análisis, correspondiente al Poisson Tree Process), en base a la información genética emanada de los análisis utilizando las secuencias de Cytb. Este marcador se ha utilizado con éxito en diferentes taxa con el objetivo de identificar su afiliación a nivel de especie, debido a la variabilidad que presenta para el análisis a nivel de especies (Parson *et al.*, 2000).

En primer lugar, se aplicó la metodología de Secuenciación de Nucleótidos de Información Forense (Forensically informative nucleotide sequencing, FINS) (Bartlett & Davidson, 1992). Para identificar una especie utilizando este método se amplifica un fragmento específico de ADN (fragmento de interés) mediante PCR, y luego esta secuencia se compara con secuencias relacionadas provenientes de una base de datos (GenBank) utilizando análisis filogenéticos. Posteriormente, la (o las) secuencia con la menor distancia genética o número de sustituciones nucleotídicas de la base de datos, con respecto al fragmento de interés, representan a la especie a la cual pertenece la muestra original (Rasmussen & Morrissey, 2008). Esta metodología ha sido utilizada con éxito en la identificación de muestras de importancia alimenticia (Rasmussen & Morrissey, 2008; Li et al., 2011), reptiles (Rajpoot et al., 2016), mamíferos (Palomares et al., 2002; Fernandes et al., 2008), etc.

La segunda aproximación utilizada para la identificación de las muestras fue en base al “código de barras genético” (genetic barcode ABGD). Esta aproximación se centra en el análisis de secuencias cortas de ADN (denominadas DNA barcodes) que están presente en un amplio rango de especies y

que fueron utilizadas principalmente en estudios taxonómicos, pero que en la actualidad son aplicadas rutinariamente en la clasificación y análisis de diversidad de especies en grupos animales y vegetales (Rubinoff, 2006; Puillandre et al., 2012; Kekkonen & Hebert, 2014). En este sentido, los DNA barcodes han sido utilizados como una herramienta de identificación de especies, simplificando las dificultades de una identificación basada en rasgos morfológicos (Stoeckle, 2003; Blaxter, 2004). Esta metodología no recurre a una reconstrucción filogenética per se, lo que permite categorizar muestras sin la necesidad de poseer la información genética de todos los integrantes del grupo. La utilización del DNA barcoding ha sido utilizada con éxito en la identificación y estimación de diversidad específica en múltiples taxa (Puillandre et al., 2012; Zhang et al., 2013; Kekkonen & Hebert, 2014; Kapli et al., 2016).

La tercera aproximación consiste en el Poisson Tree Process (PTP), el cual realiza una reconstrucción filogenética en donde la longitud de ramas representa el número de sustituciones. Ésta corresponde a una metodología complementaria que tiene el propósito de aportar una mayor robustez al resultado, ya que el análisis de Poisson Tree Process (PTP) está basado en un supuesto diferente a FINS y ABGD. La principal ventaja de este método es que sólo requiere de un árbol filogenético de entrada, sin necesidad de calibrar el tiempo del árbol (donde la longitud de las ramas representa el tiempo) (Zhang *et al.*, 2013). En este estudio se utilizaron dos aproximaciones del análisis PTP: Bayesian PTP (bPTP) y normal PTP (mPTP). El PTP original puede determinar el punto de transición entre los procesos que ocurren entre especies y dentro de una especie utilizando un modelo de dos parámetros: un parámetro para la especiación y otro para los procesos de coalescencia, de modo que el ajuste de ambos parámetros delimita las especies en una topología dada (Zhang *et al.*, 2013). El análisis bPTP añade valores de soporte bayesiano (BS a las especies delimitadas en el árbol de entrada. Un valor BS más alto en un nodo indica que es más probable que todos los descendientes de este nodo sean de una misma especie. Para ambos análisis (bPTP y mPTP), se utilizó el árbol filogenético obtenido por el análisis de ML en IQ-TREE 1.6 (Nguyen et al., 2015), descrito más arriba. Para realizar el PTP normal se utilizó el servidor web mPTP (<http://mptp.h-its.org/>), mientras que para bPTP se utilizó el servidor web bPTP (<https://species.h-its.org/>).

#### **8.12.6. Análisis de datos de genomas diploides (microsatélites)**

##### *8.12.6.1. Diversidad y estructura genética*

Como se mencionó en el punto 3.3, el método de microsatélites se realiza para dar cumplimiento a los objetivos específicos 2 y 3. Se estimó el tamaño de los alelos, en pares de bases, mediante el software GeneMapper® (Applied Biosystems). Luego se descargaron los datos de alelos para cada genotipo en cada uno de los loci, organizándose en un archivo Excel Microsoft® Office. La diversidad

genética entre individuos de una misma subpoblación se estimó en un software como el GENETIX (Belkhir et al., 2004) y fue caracterizada por factores como la heterocigosidad esperada y observada, el número de alelos por locus, el número promedio por locus, desviaciones del equilibrio de Hardy-Weinberg y desequilibrio de ligamiento. El grado de estructuración genética de las poblaciones y las diferencias significativas entre los sitios de estudio se calcularon a través del índice FST en software especializado como el GENETIX. La significancia de cada comparación se obtuvo realizando 10.000 permutaciones de las frecuencias alélicas entre las poblaciones, implementada en el programa antes mencionado. Para graficar la variabilidad entre individuos de cada población se realizó un Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) en GENETIX 4.05.

Por su parte, la estructura geográfica de la diversidad genética se analizó determinando el número de grupos genéticos (KSSR), utilizando los genotipos de los individuos, por medio de un análisis bayesiano implementado en STRUCTURE v2.3.4 (Pritchard et al., 2000, Falush et al., 2003, 2007). El número más probable de poblaciones (KSSR), fue evaluado considerando el valor del logaritmo de la verosimilitud de los datos observados (LnP [D]) y la tasa de cambio de segundo orden del logaritmo de la verosimilitud de los datos en corridas diferentes de KSSR (Delta KSSR) descrito en Evanno *et al.*, (2005) utilizando el paquete Pophelper (Francis, 2017) desarrollado para R. La consistencia entre las diferentes corridas de STRUCTURE, con el fin de evitar la multimodalidad, se evaluó mediante el software CLUMPP (Jakobsson & Rosenberg, 2007).

La presencia y/o frecuencia de alelos nulos fue evaluada usando el programa MICROCHECKER (van Oosterhout et al., 2004). Estos análisis permiten evaluar la necesidad de incorporar más marcadores al estudio y en el caso de que la cantidad de microsatélites no sean muy informativos se aumentarán el número de estos de manera de que permitan determinar la variabilidad genética. Además, se contrastará la información obtenida con los otros marcadores (mitocondriales y nucleares).

Finalmente se estimaron los niveles de flujo genético contemporáneo entre los sitios de estudio mediante otro software específico, como el software BAYESASS (Wilson & Rannala, 2003).

#### **8.12.7. Análisis de Polimorfismos de Nucleótido Simple (Single Nucleotide Polymorphism, SNP)**

Como se mencionó en el punto 3.3, el método de SNPs se realiza para dar cumplimiento a los objetivos específicos 2 y 3, correspondiendo a un método complementario de análisis. Los SNPs son variaciones en una secuencia que involucra la sustitución de un nucleótido cuando se comparan dos alelos (ya secuenciados) de cromosomas homólogos, generalmente provocados por errores durante la división celular (Thavamanikumar *et al.* 2011). Se caracterizan por ser estables genéticamente y poseer una baja tasa de mutación (~10<sup>-8</sup>) además requieren de una mínima cantidad de muestra

para su identificación, sin embargo, se necesita una alta densidad de SNPs para obtener un nivel de información adecuada, como la obtenida por SSR. La gran ventaja de los SNPs por sobre los demás tipos de marcadores, es que tienen la capacidad de ser identificados de forma automatizada, de manera que pueden encontrarse millones de SNPs a la vez (Lindblad-Toh *et al.* 2000; Kennedy *et al.* 2003).

Para la búsqueda de polimorfismos de nucleótido único (SNP, por sus siglas en inglés), la extracción de ADN y la secuenciación masiva se realizaron utilizando el servicio Diversity Arrays Technology Pty Ltd. (Canberra, Australia). Esta plataforma realiza una secuenciación de representación reducida del genoma para obtener miles de marcadores SNPs. Para esto, el ADN se digirió con las enzimas de restricción SbfI y PstI siguiendo el protocolo de Kilian *et al.* (2012). Los fragmentos de largo > 200 pares de bases (pb) fueron ligados a un adaptador de 6 a 9 pb y se amplificaron mediante PCR. Los productos de PCR se estandarizaron y se secuenciaron en un secuenciador HiSeq 2500 (Illumina Inc, San Diego, USA) obteniendo 2,5 millones de lecturas (reads) por muestra.

#### 8.12.7.1. Control de calidad y llamado inicial de SNP (initial SNP calling)

Los loci fueron identificados como alelos de SNP o referencia de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia. Posteriormente, la matriz de SNP fue filtrada utilizando la librería dartR v2.9.7 (Gruber *et al.*, 2018) en el software estadístico R v4.3.1 (R Development Core Team, 2019), conservando: (i) solo un SNP en lecturas que contenían dos o más SNPs, (ii) SNPs con una profundidad de lectura mayor 5 o menor a 100, y (iii) SNPs con una puntuación de reproducibilidad mayor al 95%. La segunda batería de filtros en dartR consideró los siguientes pasos: (iv) se eliminaron los SNPs monomórficos, (v) se quitaron los loci que presentaron más del 15% de datos faltantes (missing data), se eliminaron los SNPs con frecuencias alélicas mínimas (MAF por su sigla en inglés) menor al 1%, (vi) también se eliminaron las muestras (individuos) con más del 15% de missing data.

Para evitar sesgos en la estimación de las diferencias entre poblaciones, se eliminaron los loci identificados como bajo selección. Para esto se utilizaron cuatro aproximaciones diferentes: i) el método basado en verosimilitud (likelihood) implementado en la función outflank de dartR, ii) el método basado en componentes principales de la librería PCAdapt v4.3.5 (Luu *et al.*, 2017) en el software R, iii) el método Bayesiano implementado en el programa BayeScan v2.1 (Foll & Gaggiotti, 2008), y iv) el método basado en la relación entre FST y heterocigosidad de la librería Fsthet v1.0.1 (Flanagan & Jones, 2017) en R. El filtro de potenciales SNPs bajo selección se realizó para todos los loci que mostraron evidencia de selección (outliers) en al menos 2 de los 4 métodos utilizados. Posteriormente, los loci con desviaciones significativas del equilibrio de Hardy-Weinberg en todos los sitios de muestreo fueron eliminados utilizando dartR. Por último, los loci que mostraron desequilibrio de ligamiento mayor a 0,5 en todos los sitios de muestreo fueron filtrados con el software PLINK v1.9 (Chang *et al.*, 2015).

#### 8.12.7.2. *Diversidad y estructura genética*

La heterocigosidad esperada (HE), la heterocigosidad observada (HO), la heterocigosidad no sesgada (Hn.b.; non-biased heterocigosity en inglés) y el coeficiente de endogamia (FIS) se estimaron utilizando Genetix v 4.05 (Belkhir et al., 2004). La riqueza alélica (AR) se estimó con la función divBasic de la librería diveRcity v1.9.90 (Keenan et al., 2013).

La estructura poblacional se estimó utilizando tres métodos: i) se evaluó el índice pareado de FST mediante 1000 permutaciones implementado en la librería StAMPP v1.6.3 (Pembleton et al., 2013); ii) se utilizó un análisis de coordenadas principales (PCoA) para observar la distribución de los individuos en un espacio multivariado utilizando dartR; iii) se estimó el número más probable de poblaciones (K) realizando múltiples rondas de análisis utilizando una aproximación jerárquica en el software Structure v2.3.4 (Pritchard et al., 2000; Falush et al., 2003, 2007). Para este análisis, en la primera ronda se analizó todo el set de datos para estimar el número de poblaciones considerando todas las muestras disponibles. Posteriormente, el proceso se repitió de manera recursiva para cada grupo detectado en la ronda anterior. El análisis se repitió hasta que no se detectó estructura poblacional en los grupos estimados. En todas las rondas, los parámetros de estructuración fueron calculados para cada valor de K bajo un modelo de mezcla (admixture model) y las frecuencias alélicas correlacionadas. Además, en la primera ronda se utilizó la información de las localidades de origen como prior de la búsqueda Bayesiana (LocPrior). El procedimiento se realizó siete veces para cada valor de K (K = 1 - 9) con una fase de burnin de 300,000 iteraciones y una de búsqueda de 600,000 iteraciones. Todos los análisis de Structure fueron paralelizados y escalados utilizando ParallelStructure v2.3.4 (Besnier & Glover, 2013). Posteriormente, el número más probable de poblaciones (K) se evaluó considerando el valor del logaritmo de la verosimilitud de los datos observados (LnP [D]) y la tasa de cambio de segundo orden en el logaritmo de los datos en diferentes corridas de K ( $\Delta K$ ), según lo descrito por Evanno et al. (2005). Los valores de  $\Delta K$  se calcularon utilizando la plataforma en línea Structure Harvester v0.6.94 (Earl & vonHoldt, 2012). Los resultados se resumieron y compararon en CLUMPAK v1.1 (Kopelman et al., 2015).

La existencia de un patrón de divergencia genética asociado a un fenómeno de aislamiento por distancia (isolation-by-distance en inglés, IBD) se evaluó mediante una prueba de Mantel utilizando matrices de distancias genéticas (variable dependiente) y distancias geográficas (variable independiente). La matriz de distancia espacial correspondió a la distancia geográfica en metros estandarizada entre los sistemas estudiados. La matriz de distancia genética correspondió a la matriz de FST por pares de poblaciones. El análisis se realizó mediante 1000 permutaciones utilizando el paquete dartR.

#### 8.12.7.3. Flujo génico

El flujo génico entre las poblaciones definidas por Structure se estimó utilizando la función divMigrate en el paquete diveRsity. La función divMigrate estima el número de migrantes por generación para todas las comparaciones, este valor es derivado a partir de la diferenciación genética entre las poblaciones (Sundqvist et al., 2016). En este análisis, se utilizó el índice estadístico de Alcalá (Nm) como medida de distancia (Alcala et al., 2014). Además, se evaluó la significancia del flujo génico asimétrico (dinámica fuente-sumidero) entre sitios utilizando bootstrap de 1000 iteraciones. Las estimaciones resultantes del flujo génico se escalaron según el mayor número de migrantes por generación, proporcionando tasas relativas de flujo génico entre 0 a 1. Las tasas de flujo génico relativas entre las áreas muestreadas se graficaron para ilustrar la magnitud de las tasas de migración relativas y la agrupación de los sitios analizados (Keenan et al., 2013).

Finalmente, para estimar el flujo génico contemporáneo entre las poblaciones definidas por Structure, se realizó un análisis Bayesiano utilizando el software BayesAss v3.0.5 (Wilson & Rannala, 2003). Este análisis se llevó a cabo con 10 millones de iteraciones y un período de burnin del 20%, con muestreo cada 2000 iteraciones. Los parámetros de mezcla para las frecuencias alélicas, tasas de migración y coeficientes de endogamia se definieron como 0.80, 0.30 y 0.01, respectivamente. Se realizaron siete análisis independientes para examinar la consistencia y convergencia en los resultados.