

**INFORME N°1 CAPTURA DE GUANACOS (*LAMA GUANICOE*)
MEDIANTE TELE-INYECCIÓN QUÍMICA TERRESTRE PARA EL
AJUSTE DE COLLARES GPS ASOCIADO AL PROYECTO
FOTOVOLTAICO SOLAR TAMARICO, VALLENAR.
“SEGUIMIENTO CON DISPOSITIVOS GPS A EJEMPLARES
DE *LAMA GUANICOE* (MCFAU2-B)”**


JULIO 2023

RES. EX. N°172/2016: PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TAMARICO



Elaborado por



	INFORME	TEBAL-DOC-032
		VER 01
		Julio 2022
ÁREA: GERENCIA ESTUDIOS	RESPONSABLE: GERENTE GENERAL	FECHA ACTUALIZACION: 2023




Documento preparado por: TEBAL, Estudios e ingeniería ambiental Ltda.
 Andrés de Fuenzalida 17, Oficina 34, Providencia, Santiago de Chile

Teléfono +56 2 2222 7059
 Email info@tebal.cl
 Website www.tebal.cl

REGISTRO DE CONTROL DE DOCUMENTO

PRIMER SEGUIMIENTO DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE RESCATE Y RELOCALIZACIÓN DE REPTILES PSF TAMARICO								
Versión	Elaboración y fecha	Firma	Revisión y Fecha	Firma	Aprobación TEBAL y Fecha	Firma	Aprobación Cliente y Fecha	Firma
00	BG 22.07.2023		SM 25.07.2023		SM 26.07.2023			

	INFORME	TEBAL-DOC-032
		VER 01
		Julio 2022
ÁREA: GERENCIA ESTUDIOS	RESPONSABLE: GERENTE GENERAL	FECHA ACTUALIZACION: 2023

CAPTURA DE GUANACOS (*Lama guanicoe*) MEDIANTE TELE- INYECCIÓN QUÍMICA TERRESTRE PARA EL AJUSTE DE COLLARES GPS ASOCIADO AL PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO TAMARICO, VALLENAR.



Responsable: Dr. Benito A. González, Ingeniero Agrónomo

Equipo: Hugo Castillo Doloriert, Médico Veterinario
 Rita Zamorano, Médico Veterinaria
 Daniel Valencia, Médico Veterinario
 Francisco Zamorano, Biólogo
 Matías Yocelvezky, Licenciado Ciencias Forestales

21 de julio de 2023

CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. ALCANCE.....	3
4. MATERIALES Y MÉTODOS	4
4.1 Área de trabajo.....	4
4.2 Conteo Poblacional	4
4.3 Proceso de captura.....	5
4.4 Manipulación del animal, marcaje y toma de muestras	5
5. RESULTADOS.....	7
5.1 Seguimiento y dardeo	7
5.2 Efecto de fármacos.....	8
5.3 Monitoreo y mediciones	8
6. CONCLUSIONES PRELIMINARES	10
7. APÉNDICE FOTOGRÁFICO	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esfuerzo de seguimiento, dardeo y captura de guanacos en Parque Solar Fotovoltaica Tamarico.....	7
Tabla 2. Duración (minutos) de distintos eventos relacionados con la contención química, manipulación y recuperación de guanacos silvestres a partir del dardeo efectivo.....	8
Tabla 3. Monitoreo de variables fisiológicas de guanaco capturado e inmovilizado químicamente.	9
Tabla 4. Dimensiones corporales promedio (cm para longitudes y kg para masa) de guanaco silvestre capturado por tele-inyección química.	9
Tabla 5. Cálculo de la dosis intramuscular aplicada de Medetomidina, Ketamina y Atipamezole basados en el peso estimado de los guanacos.	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de trabajo (Resuelvo N°2 Res. Ex. N°69/2023, Copiapó).	4
---	---

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Grupo de guanacos en el área de estudio.	11
Fotografía 2. Guanaco macho juvenil mientras se seguía en el vehículo previo a proyectar el dardo para su captura.....	12
Fotografía 3. Procedimiento de registro de variables fisiológicas sobre el animal previamente inmovilizado físicamente, con caperuza y con el collar GPS ya instalado.	13
Fotografía 4. Ubicación del guanaco marcado con el collar GPS # 054370. Se muestra el lugar de captura (marca amarilla), las localizaciones acumuladas cada 3 hrs en el tiempo (puntos verdes) y las localizaciones en los últimos 3 días (puntos rojos), a una escala amplia (izquierda) y otra local (derecha).	14

RESUMEN

En el marco del cumplimiento de la Res. Exenta N°172 de 2016 del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante, el Proyecto) y su Plan de Medidas Ambientales (Capítulo VII, letra b) del ICE) se reportó para dar cumplimiento al Resuelvo N°7 de la Res. Ex. N°69/2023 SAG e informar respecto al resultado de la primera campaña de captura de *Lama guanicoe* y su medida de compensación MCFau2-b “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*”.

En cinco días de campaña se capturó y marcó sólo un ejemplar macho juvenil de guanaco (UTM 310453 N, 6839647 E). Se realizaron 11 intentos de dardeo, de los cuales en dos instancias se logró una distancia de acercamiento de entre 30 y 35 m, ante lo cual se procedió a disparar los dardos.

La combinación de Medetomidina y Ketamina fue apropiada para la captura de guanacos mediante tele-inyección. Las dosis de Medetomidina recibidas por el animal que pesó menos que un ejemplar estándar (100 kg) sobre el cual se prepara el dardo, fue el doble del recomendado. Se disminuirá la dosis en campañas posteriores, aunque no se observó efectos en el ejemplar.

El animal tuvo un plano de sedación profunda por cerca de 1 hr, lo que fue adecuado para realizar todas las labores sin dificultades.

El ejemplar marcado aparentemente no mostró efectos del proceso de captura (día y semana siguiente), enviando señales de movimiento a través del sistema GPS del collar implementado.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en la letra e) del artículo 12 de la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante, la Ley), y el artículo 18 letra i) del Decreto Supremo N°40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, RSEIA); y en virtud del cumplimiento del Plan de Medidas Ambientales del “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, se reporta la implementación de la medida de compensación “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*” (MCFau2-b), de la componente Fauna, según se indica en Res. Ex. N°172 de 2016 en su numeral 7.2 Fauna y asociada al Anexo 6 de la Adenda Complementaria al EIA.

El proyecto “Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” (en adelante “Proyecto”) calificado ambientalmente favorable mediante la Resolución Exenta N°172 del 12 de septiembre del 2016 (en adelante RCA N°172/2016) emitida por el Servicio de Evaluación Ambiental de la región de Atacama, consiste en la instalación y operación de un parque solar fotovoltaico, formado por 496.512 paneles solares, de 300 Watts peak (Wp) o similar para el bloque Tamarico I y de 310 Wp o similar para el bloque Tamarico II, los cuales suman una potencia peak de 152,98 MWp. La evacuación de la energía se realizará mediante una única línea de transmisión de 220 kV de aproximadamente 13,37 km de longitud que unirá la subestación elevadora del Proyecto (S/E Elevadora PSFV Tamarico 23/220kV) y la nueva subestación seccionadora (S/E Seccionadora Tamarico-Caserones 220 kV) que forma parte del Proyecto, la cual seccionará un circuito de la LAT existente 2x220kV Maitencillo-Caserones, lugar donde se inyectará la energía al SIC.

Posteriormente, específicamente en julio de 2021, se presentó el documento “Ajuste tecnológico al Parque Solar Fotovoltaico Tamarico” a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2021-14652), el que actualiza la capacidad de los paneles a ser utilizados, disminuyendo el área de afectación (no se utilizará el Bloque denominado Tamarico I), redefine la configuración del “layout”, caminos, distribución de centros de inversión y transformación. Mediante la Resolución Exenta N°202103101201 del 22/09/2021 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Asimismo, en julio de 2022 el titular presentó un nuevo documento denominado “Optimizaciones Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico”, a través de una Consulta de Pertinencia de ingreso al SEIA (PERTI-2022-11702), que consiste principalmente en la optimización del proyecto a través de la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía basado en baterías, denominada Parque de Baterías BESS Tamarico y cuyo objetivo es aumentar la confiabilidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) a través de la prestación de servicios complementarios, como, por ejemplo: regulación de frecuencia. Esto es producto de los recientes avances tecnológicos desarrollados para la administración de la generación eléctrica fotovoltaica. Mediante la Resolución Exenta N°202203101194 del 03/10/2022 se determinó que estas modificaciones no debían someterse al SEIA.

Con motivo de la ejecución de la medida de compensación del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico sobre las poblaciones de guanaco (*Lama guanicoe*), de la RCA N° 172/2016, se ha

planificado la captura y marcaje de animales para su seguimiento telemétrico. En este proyecto se requiere capturar 15 ejemplares a los cuales se les instalarán collares de localización GPS. Para ello, se planificó una primera campaña de captura mediante tele-inyección desde tierra entre los días 12 y 16 de junio de 2023 bajo la Res. N° 69/2023 del Servicio Agrícola y Ganadero del 30 de enero de 2023 en la ciudad de Copiapó.

El presente documento entrega resultados de la primera campaña de captura de guanacos, reportando información acerca de la técnica de acercamiento y dardeo aéreo, efectividad de los medicamentos, y procedimientos de manipulación y toma de datos del ejemplar capturado. Esto para cumplir con los requerimientos de la autorización de captura mencionada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Dar cumplimiento al Resuelvo N°7 de la Res. Ex. N°69/2023 SAG para informar respecto al resultado de la primera campaña de captura de *Lama guanicoe* en el marco de la Res. Ex. N°172/2016 Atacama, del Parque Solar Fotovoltaico Tamarico.

2.2 Objetivos específicos

Señalar la cantidad de ejemplares capturados por especie y las localidades donde fueron obtenidos incluyendo la georreferenciación (coordenadas UTM, DATUM WGS84).

3. ALCANCE

El presente documento entrega resultados de la primera campaña de captura de guanacos, reportando información acerca de la técnica de acercamiento y dardeo aéreo, efectividad de fármacos, y procedimientos de manipulación y toma de datos de los ejemplares capturados. Esto para cumplir con los requerimientos de la autorización en su Resuelvo N°7 de la Res. Ex. N° 69/2023 del Servicio Agrícola y Ganadero del 30 de enero de 2023, Copiapó, para el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Tamarico Res. Ex. N°172/2016 Atacama, en el marco de la implementación de la medida de compensación MCFau2-b “Seguimiento con dispositivos GPS a ejemplares de *Lama guanicoe*”.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de trabajo

El área corresponde a una superficie total de 2.100 km² el cual se ubica en las comunas de Freirina y Vallenar. El territorio comprende zonas ubicadas tanto al norte como al sur del río Huasco (Figura 1). Estas incluyen la Subcuenca Quebrada Chacritas, Subcuenca Río Huasco entre Quebrada El Jilguero y Quebrada Maitencillo, y la Subcuenca Río Huasco entre Quebrada Maitencillo Bajo y Bajo Quebrada Tórtolas.



Figura 1. Área de trabajo (Resolución N°2 Res. Ex. N°69/2023, Copiapó).

Fuente: Tebal, 2023.

4.2 Censo Poblacional

La población contabilizada de guanacos registrada luego de 2 monitoreos que se realizaron estacionalmente (noviembre-primavera de 2022 y febrero-verano 2023) mediante recorridos vehiculares por caminos públicos del área, fue de 106 y 118 animales respectivamente.

4.3 Proceso de captura

La captura se realizó mediante seguimiento terrestre (pie y camioneta) para proyectar dardos (Daninject^{MR}) de 3 ml con agujas con muesca (1,5 x 38 mm, Daninject^{MR}) desde un rifle JMSP25 Daninject^{MR} un cañón de 11 mm.

Para la inmovilización química de los guanacos se utilizó la combinación del sedante Agonista Alfa-2-Adrenoceptor Medetomidine hydrochloride (Medised20X^{MR} 20 mg/ml, frascos de 5 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México) y del anestésico disociativo Ketamina hydrochloride (Ketamil^{MR} 100mg/ml, frasco de 50 ml, Troy Laboratories, Australia). La dosis preparada para un animal adulto de 100 kg fue 0,7 ml de Medised20X^{MR} y 2,3 ml de Ketamil^{MR}.

En la captura participaron, además de dos darderos, dos veterinarios y dos personas de apoyo.

Las actividades realizadas antes y después del disparo de los dardos fueron:

1. Localización de grupos de guanaco.
2. Acercamiento y selección del animal.
3. Acercamiento a una distancia aproximada de 30-35 m para proceder al disparo.
4. Disparo del dardo a la musculatura de la zona posterior del animal (piernas).
5. Cuando el dardeo era certero, se esperaba a que el animal mostrara signos de sedación y posterior caída.

Para este proceso, se registró el tamaño y tipo de grupo seguido, hora de disparo del dardo, el tiempo de inicio de efecto del fármaco y el tiempo de caída del animal.

4.4 Manipulación del animal, marcaje y toma de muestras

Como medida de seguridad, una vez caído el animal, el personal procedió a inmovilizar físicamente al guanaco, lo cual consistió en:

1. Sujeción de ambas orejas
2. Colocación de una caperuza para cubrir los ojos
3. Amarre del animal con cuerdas.

Con el guanaco ya contenido físicamente, se procedió a realizar las siguientes actividades:

1. Confirmación del sexo (macho / hembra) y edad del animal (juvenil / adulto).
2. Extracción del dardo y aplicación de desinfectante (Larvispray^{MR})
3. Ajuste del collar GPS.

4. Registro de variables fisiológicas: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura rectal cada 5-10 minutos.
5. Muestreo de sangre con tubos al vacío Vacutainer^{MR} con anticoagulante (EDTA) para estudios de Diversidad Genética, y sin anticoagulante para estudios de detección serológica de enfermedades.
6. Muestreo de fibra desde la zona costal (mitad de la última costilla), extrayendo aproximadamente 10 cm².
7. Mediciones corporales
8. Aplicación de 1,5 ml del antagonista Atipamezole hydrochloride (Atimil^{MR} 20 mg/ml, frasco de 10 ml, Wildlife Pharmaceuticals, México), que revierte los efectos de la Medetomidine hydrochloride.
9. Liberación del animal extrayendo las amarras y la caperuza.
10. Seguimiento visual hasta la total recuperación del animal de los efectos de los fármacos.

Durante la manipulación se registró además el tiempo de aplicación del fármaco antagonista y el tiempo de recuperación del animal.

5. RESULTADOS

5.1 Seguimiento y dardeo

En cinco días de campaña se capturó y marcó un ejemplar macho juvenil de guanaco (UTM 310453 N, 6839647 E). Se realizaron 11 intentos de dardeo, de los cuales en dos instancias se logró una distancia de acercamiento de entre 30 y 35 m, ante lo cual se procedió a disparar los dardos. De ellos, sólo uno inyectó la combinación de fármacos, mientras que en el otro pese a dar en el blanco, no se logró una inoculación efectiva (Tabla 1).

Tabla 1. Esfuerzo de seguimiento, dardeo y captura de guanacos en Parque Solar Fotovoltaica Tamarico.

	Fecha	Animales seguidos	Distancia de acercamiento (m)	Disparo	Inoculación efectiva	Animal capturado
1	13-jun-23	7	50 a pie	No	-	-
2	13-jun-23	2	90 a pie	No	-	-
3	14-jun-23	1	123 a pie	No	-	-
4	14-jun-23	3	32 a pie	Si	No	-
5	14-jun-23	4	50 a pie	No	-	-
6	15-jun-23	1	92 a pie	No	-	-
7	15-jun-23	1	90 a pie	No	-	-
8	15-jun-23	1	35 de camioneta	Si	Si	Si
9	16-jun-23	1	153 a pie	No	-	-
10	16-jun-23	1	100 a pie	No	-	-
11	16-jun-23	1	92 a pie	No	-	-

Fuente: Tebal, 2023.

De la tabla anterior se desprende que:

1. Se tuvo un éxito de captura de guanacos de un 9% (animales capturados / animales seguidos).
2. La eficiencia de dardos impactados en el cuerpo de los guanacos seguidos fue de un 100% (dardos impactados / dardos proyectados); sin embargo, éste disminuye si se considera la eficiencia de captura (animales capturados) con relación a los dardos proyectados y los dardos impactados, siendo de 50% y 50% respectivamente.

Del total de 2 dardos proyectados, 2 dieron en la pierna, pero sólo uno inoculó los fármacos. La razón de esto estaría en la aguja utilizada, la cual fue lisa y corta (1,5 y 25 mm), por lo que inmediatamente se cambió a la aguja de 1,5 x 38 mm y muesca, lo cual fue exitoso en el siguiente animal que se dardeó.

En el proceso de captura no hubo pérdida de dardos, agujas, ni de su contenido.

5.2 Efecto de fármacos

La combinación utilizada de Medetomidina y Ketamina resultó adecuada para la inmovilización del guanaco; sin embargo, su dosificación fue alta para el animal capturado. Esto se vio reflejado en el tiempo transcurrido entre la administración de los fármacos, y el inicio del efecto de ellas y caída del animal, así como también en el tiempo en que permaneció bajo sedación (Tabla 2).

Tabla 2. Duración (minutos) de distintos eventos relacionados con la contención química, manipulación y recuperación de guanacos silvestres a partir del dardeo efectivo.

Animal	Tiempo de inicio efecto	Tiempo de caída	Tiempo de manipulación	Tiempo de recuperación*	Tiempo total
Guanaco 1	1	2	64	80	82

* Tiempo tomado desde la inyección de Atipamezole

Fuente: Tebal, 2023.

Los planos de sedación fueron profundos. El tiempo total de manipulación fue apropiado para realizar todas las actividades planificadas sobre el animal: registro de variables fisiológicas, colocación del collar GPS, toma de muestras de sangre y mediciones corporales. Una vez finalizada la manipulación, se inyectó Atipamezole para acelerar la recuperación del animal.

5.3 Monitoreo y mediciones

La Tabla 3 muestra las variables fisiológicas monitoreadas durante la manipulación del guanaco. En él se observa que fue posible tomar registros, con una tendencia de disminución de la frecuencia cardiaca, aumento de la frecuencia respiratoria y la mantención de la temperatura corporal. Las variaciones de la frecuencia cardiaca y respiratoria pueden estar afectadas principalmente por los fármacos, mientras que la temperatura rectal por la actividad física del animal, puesto que durante el seguimiento previo y posterior al dardeo, el ejemplar se encontraba alimentándose en forma pasiva.

Tabla 3. Monitoreo de variables fisiológicas de guanaco capturado e inmovilizado químicamente.

Muestreo	Hora	Frecuencia Cardíaca (Latidos/minuto)	Frecuencia Respiratoria (Ciclos/minuto)	Temperatura Rectal (° C)
Tiempo 1	17:41		16	39,1
Tiempo 2	17:46		16	37,9
Tiempo 3	17:52	40	18	
Tiempo 4	18:02	28	19	38,4
Tiempo 5	18:11	30	12	
Tiempo 6	18:18		15	37,7
Tiempo 7	18:26	26	14	38,2

Fuente: Tebal, 2023.

La tabla 4 muestra las medidas corporales del guanaco capturado, agregándose además la estimación del peso del animal a partir del perímetro torácico. Esta estimación se realizó con información obtenida de guanacos provenientes de Tierra del Fuego mantenidos en cautiverio a través de la siguiente regresión lineal:

$$\text{Peso (kg.)} = 5,69 \times 10^{-5} \times [\text{Perímetro torácico (cm)}]^{3,04} \quad (R^2 = 0,95).$$

Tabla 4. Dimensiones corporales promedio (cm para longitudes y kg para masa) de guanaco silvestre capturado por tele-inyección química.

Tipo animal	Largo total	Perímetro torácico	Largo de tórax	Largo de mandíbula	Largo cuello	Largo cola	Peso estimado
Juvenil/macho	170	99	73	26	50	21	66
n	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Tebal, 2023.

Con la estimación del peso de los guanacos es posible calcular la dosificación del fármaco por kilogramo de peso vivo del animal. Lo anterior se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculo de la dosis intramuscular aplicada de Medetomidina, Ketamina y Atipamezole basados en el peso estimado de los guanacos.

Fármaco	Medetomidina	Ketamina	Atipamezole
Unidad	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Dosis	0,21 mg/kg	4,1 mg/kg	0,45
n	1	1	1

Fuente: Tebal, 2023.

La dosis por kg de Medetomidina es muy superior al recomendado por otros estudios y experiencias de captura, de 0,1-1,5 mg/kg intramuscular. Esto se debería a que el animal era de mucho menor peso que el requerido para un dardo estándar de 3 ml elaborado para un animal de 100 kg de peso vivo.

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES

1. La combinación de Medetomidina y Ketamina fue apropiada para la captura de guanacos mediante tele-inyección.
2. Las dosis de Medetomidina recibidas por el animal que pesó menos que un ejemplar estándar (100 kg) sobre el cual se prepara el dardo, fue el doble del recomendado. Pese a que no hubo problemas con el ejemplar, se disminuirá la dosis en campañas posteriores.
3. En general, el animal tuvo un plano de sedación profunda por cerca de 1 hr, lo que fue adecuado para realizar todas las labores sin dificultades.
4. El ejemplar marcado aparentemente no ha mostrado efectos del proceso de captura (día y semana siguientes), enviando señales de movimiento (Véase Apéndice Fotográfico).

7. APÉNDICE FOTOGRÁFICO



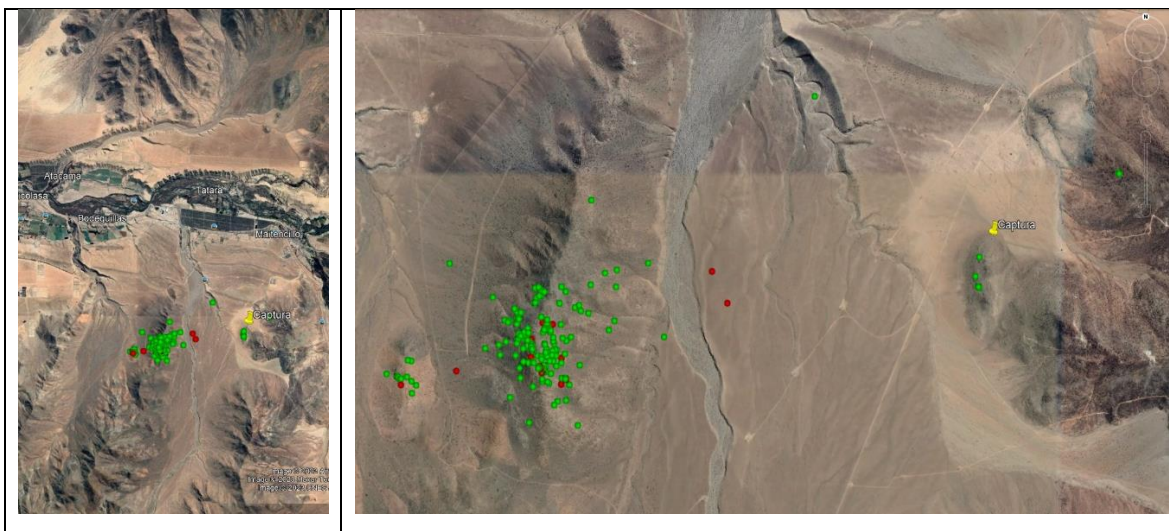
Fotografía 1. Grupo de guanacos en el área de estudio.



Fotografía 2. Guanaco macho juvenil mientras se seguía en el vehículo previo a proyectar el dardo para su captura.



Fotografía 3. Procedimiento de registro de variables fisiológicas sobre el animal previamente inmovilizado físicamente, con caperuza y con el collar GPS ya instalado.



Fotografía 4. Ubicación del guanaco marcado con el collar GPS # 054370. Se muestra el lugar de captura (marca amarilla), las localizaciones acumuladas cada 3 hrs en el tiempo (puntos verdes) y las localizaciones en los últimos 3 días (puntos rojos), a una escala amplia (izquierda) y otra local (derecha).