



En la búsqueda de potenciales polinizadores en Quebrada Cardones

Estudiantes:

Constanza Quiroga Aguilera

Constanza Rubilar Ordóñez

Curso:

E.F.P. Relación polinizador-planta

Docente:

Eliana Belmonte Schwarzbaum

Arica, 2024

Preámbulo

El Electivo de Formación Profesional “Relación polinizador-planta” es una asignatura teórica-práctica que se ofrece a estudiantes de octavo semestre de la carrera de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales, con la finalidad de contribuir a la formación integral del futuro profesional. Oportunidad en la que se ofrece al estudiante confrontar aspectos teóricos sobre las recompensas que ofrecen las plantas para satisfacer las necesidades de los polinizadores.

Con este objetivo presente, se estructuró este curso dando la posibilidad de indagar cómo se presenta la relación entre potenciales polinizadores y las plantas nativas, trabajando en un área silvestre particular.

Fue así como se seleccionó la Quebrada Cardones como el área de trabajo, considerando que es el único Monumento Natural de la provincia de Arica y que ofrece una vegetación xeromórfica adaptada a las condiciones climáticas y edáficas únicas que se presentan en este lugar.

Las experiencias vividas por las estudiantes fueron múltiples, interiorizándose en diferentes aspectos morfológicos y taxonómicos de la vegetación misma y de los insectos presentes en el área, de las condiciones abióticas de la Quebrada que es de extrema sequedad, situaciones todas que las condujeron, con un entusiasmo único, a indagar y diseñar toda la información que plasmaron en leyendas, textos y figuras que se presentan en las páginas siguientes y que ofrecemos como un aporte a generaciones venideras.

Como profesora de este Electivo, felicito a las estudiantes Constanza Quiroga y Constanza Rubilar por el trabajo realizado, deseándoles el más feliz desempeño futuro en sus labores pedagógicas.

**Para quienes consideran el desierto como una potencial zona de
herramientas naturales para la educación.**

**Para nuestra profesora Eliana, quien nos brindó su gran sabiduría y
vocación por la educación y las especies vegetales.**

Por los grandes tesoros que esconde la Región de Arica y Parinacota.

Índice

Resumen	1
1. Justificación del proyecto	2
2. Introducción	3
3. Metodología:.....	6
3.1. Lugar y contexto	6
3.2. Material y equipos	6
3.3. Procedimiento	6
3.3.1. Terreno	6
3.3.2. Gabinete	8
3.4. Variables a observar	9
Variables biológicas:	9
Variables ambientales:.....	9
3.5. Roles de los participantes.....	10
3.6. Consideraciones éticas y de seguridad.....	10
4.- Estado del arte.....	11
4.1 Gradiente altitudinal.....	11
4.2 Características de las plantas melitofílicas	11
4.2.1 Morfología floral	11
4.2.2 Hora del día en el que se ofrecen las recompensas.....	11
4.2.3 Composición bioquímica de las recompensas.....	12
4.2.4 Colores de la flor	12
4.3 Polinizador estrella de Quebrada Cardones: <i>Centris buchholzi</i>	12
4.4 El impacto humano en Quebrada Cardones	13
4.5 Tesoros biológicos de la Quebrada	14
5. Resultados y discusión	17
Gradiente altitudinal	17
Observación y registro de las especies vegetales por estación	18

Primera estación	18
Segunda estación	19
Tercera estación	19
Interacción entre <i>Solanum lycopersicoides</i> y <i>Centris buchholzi</i>	20
Herbario digital de especies vegetales colectadas en Quebrada Cardones	21
Familia Aizoaceae	22
Familia Asteraceae	23
Familia Caryophyllaceae	24
Familia Chenopodiaceae	26
Familia Malvaceae	30
Familia Montiaceae	31
Familia Solanaceae	35
Familia Solanaceae	37
Familia Verbenaceae	39
Fórmula floral	41
Conclusiones	42
Bibliografía	43

Resumen

El siguiente trabajo tiene por objetivo documentar la salida de campo realizada en el curso de electivo de formación profesional “Relación polinizador- planta” la cual tenía por objetivo principal observar la presencia de polinizadores potenciales en las especies vegetales de la Quebrada Cardones. Los resultados inesperados de este primer objetivo causaron la redirección de los estudios realizados más tarde en el trabajo en gabinete. *Centris buchholzi* resultó ser el único insecto polinizador en el área, el cual fue observado y fotografiado mientras polinizaba a la especie vegetal *Solanum lycopersicoides*. Además, se hizo un catastro de todas las especies recolectadas durante la salida, para posteriormente elaborar un herbario digital de la zona. Se construyó un estado del arte donde encontrará información relacionada con las plantas melitófilas, las principales características de la especie de abeja *C. buchholzi*, las características geográficas de Quebrada Cardones, los pisos altitudinales y finalmente el impacto humano de la zona. Para posteriormente elaborar una discusión y conclusión informadas, enriquecedoras para el sustento bibliográfico de la Quebrada.

1. Justificación del proyecto

Este estudio se justifica gracias a tres argumentos, los cuales son detallados a continuación.

Búsqueda de potenciales polinizadores

Las hostiles condiciones de los pisos andinos de la Región de Arica y Parinacota, necesitan de especies vegetales y animales que estén especializados y adaptados para su subsistencia y permanencia en la zona. El fin de esta investigación se relaciona directamente con la pesquisa de los organismos polinizadores que se encargan de ayudar a las especies vegetales a reproducirse en este accidentado y crudo paisaje. Con los resultados de esta también se espera adentrarse en la discusión de las formas que toman estas relaciones polinizador - planta.

Vacío de información especializada respecto de los componentes bióticos y sus interrelaciones

Las relaciones interespecíficas que se dan en este hostil lugar, continúan siendo de gran interés para los biólogos. Los drásticos cambios climáticos diarios y anuales, sumado a las condiciones abióticas del lugar, han derivado en diferentes tipos de relaciones entre organismos, desarrollando adaptaciones especializadas para su supervivencia en la Quebrada.

Uno de los argumentos de este proyecto, es la elaboración de un material académico que brinde información relacionada con los factores bióticos de la zona, con el fin de dejar constancia y hacer un llamado de alerta para futuras investigaciones sobre la preservación y/o análisis de algunas componentes que puedan llamar la atención de esta.

Catastro de especies vegetales de Quebrada Cardones

La realización de un catastro de especies vegetales no sólo es importante para contrastar con lo que la bibliografía supone como esperado, sino también ayuda a esclarecer su estado de conservación. Uno de los fundamentos para este proyecto, es tener un atisbo sobre la realidad ambiental de Quebrada Cardones, con el fin de abrir nuevos focos de interés en cuanto a las políticas ambientales de la zona y cómo estas se están llevando a cabo.

2. Introducción

Durante el curso electivo de formación profesional “Relación polinizador-planta”, se planificó una excursión a la Quebrada Cardones, único monumento natural de la región de Arica y Parinacota el cual cuenta con una flora singular que ha debido adaptarse a las hostiles condiciones de la zona.

Las condiciones climáticas de la zona son extremas: alta radiación solar, baja humedad, grandes fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, y precipitaciones escasas. Estas condiciones han favorecido la adaptación de especies vegetales xeromórficas que presentan rasgos fisiológicos específicos para resistir la aridez y alta radiación del desierto (Piña & Faúndez, 2009).

Luebert y Pliscoff (2006) definen este piso vegetacional como un bosque espinoso tropical andino, de *Browningia candelaris* y *Corryocactus brevistylus*, el cual está inserto en el macrobioclima tropical clasificado como DWH (clima desértico marginal de altura), ubicado altitudinalmente en áreas cercanas a la Cordillera de los Andes, entre los 2.000 y 3.800 msnm.

Según Gajardo (1994) en Piña & Faúndez (2009) Quebrada Cardones es un área silvestre que está inserta en la región del desierto subregión del desierto subandino, caracterizado por una vegetación denominada matorral desértico y Desierto de los aluviones (Vicencio 2020), con suculentas columnares como es el claro ejemplo de *Browningia candelaris*, el cactus columnar que le da nombre a este. Se ubica en la provincia de Arica y alberga una biodiversidad adaptada a condiciones de aridez e hiperaridez, esta zona se denomina “desierto marginal de altura” (Faúndez, 2007).

El entorno precordillerano de la Quebrada Cardones se extiende a lo largo de las laderas occidentales de la cordillera, entre aproximadamente 1.800 y 3.800 msnm, en un terreno predominantemente montañoso que combina características de las pampas desérticas y los tolares altiplánicos (Salas et al., 1966). Su geología contribuye a la dinámica del ecosistema: la ausencia de vegetación densa favorece un proceso de erosión, donde las corrientes de agua arrastran materiales volcánicos, cenizas y escombros desde las laderas hasta el fondo de la quebrada y hacia el río Lluta, generando desafíos para la estabilidad del suelo y la persistencia de las especies vegetales (Palma et al., 2014).

Los suelos de la quebrada son jóvenes, poco desarrollados y con altos niveles de salinidad superficial, sin horizontes orgánicos, y presentan una tonalidad rojiza por la oxidación (Piña & Faúndez, 2009). La baja disponibilidad de nutrientes limita la productividad del suelo, y la vegetación se distribuye de forma irregular,

respondiendo a las lluvias eventuales con un estrato efímero de hierbas y arbustos en los años más lluviosos (Piña & Faúndez, 2009).

La flora andina actual es el resultado de procesos geológicos y climáticos a largo plazo. La Cordillera de los Andes comenzó a formarse en el Cretácico Superior, época en la que las angiospermas se diversificaron y se expandieron. Desde entonces, los enfriamientos globales, desde el Cretácico hasta el Terciario, han influido en la vegetación y fauna de los Andes (Arroyo et al., 1983). En zonas áridas, el límite altitudinal de las especies no se determina por temperaturas extremas, sino por la sequedad del suelo, lo que condiciona la flora según las adaptaciones específicas de cada especie más que por el clima general (Arroyo et al., 1983).

La biodiversidad de la Quebrada Cardones incluye especies relevantes como la cactácea *Browningia candelaris*, majestuoso cactus columnar que tiene un rango de distribución restringida que abarca desde el sur del Perú (Arequipa) y la quebrada de Tarapacá, en el extremo norte de Chile (Rosello, 1999), *Solanum lycopersicoides* (Solanaceae) especie catalogada como rara y amenaza (RCE, 2005), también hay arbustos y hierbas adaptadas a la aridez, estas vegetaciones se encuentran sobre los 2500 msnm y actualmente la conservación de estas es fundamental para preservar la biodiversidad y el equilibrio ecológico del área. Sin embargo, las observaciones realizadas revelan que el número tanto de especies polinizadoras como vasculares es bajo.

Obedeciendo al objetivo general de esta investigación, la abeja nativa *Centris buchholzi* fue avistada polinizando *Solanum lycopersicoides* a 2.896 msnm, esta observación destaca la importancia de la polinización en este ecosistema árido, donde cada individuo juega un rol esencial para la supervivencia colectiva entre aquellas especies que a través de complejas relaciones interespecíficas luchan por su subsistencia en el mortal desierto. La abeja, adaptada al clima local, es clave para la reproducción de esta planta endémica, esta relación deja en constancia cómo los pequeños polinizadores pueden impactar significativamente en la conservación de especies locales. No es sólo el rol de “facilitador” que cumple el organismo polinizador para la reproducción de la flor el que llama la atención en ésta conexión planta - abeja, sino que también capta la atención de los investigadores la composición bioquímica de las recompensas desinteresadamente interesadas que ofrece la planta a su colaborador, las cuales son esenciales para suplir las necesidades energéticas que estos pequeños pero importantes organismos tienen.

El objetivo principal de esta salida a terreno fue observar la presencia de polinizadores potenciales en las especies vegetales de la Quebrada Cardones, zona

de extrema aridez e hiperaridez. Los objetivos específicos fueron determinar estaciones de muestreo en una gradiente altitudinal y describir las condiciones físicas que lo caracterizan, identificar, documentar las especies vegetales presentes en cada una de ellas y además de realizar la fórmula floral de *S. lycopersicoides*. El trabajo en gabinete se realiza con el fin de sustentar bibliográficamente los resultados y discusiones posteriores.

3. Metodología:

3.1. Lugar y contexto

La excursión se realizó en el Monumento Natural Quebrada Cardones, este se encuentra en la Región de Arica y Parinacota y abarca una superficie de 11.325,71 hectáreas y está ubicada entre los 2000 y 2700 msnm, a 65 km de la ciudad de Arica. Esta locación se caracteriza por tener un clima desértico, donde abunda la aridez y la hiperaridez desde fines del Oligoceno y comienzos del Mioceno (García *et al.*, 2004) & (Salas *et al.*, 1966). Fue difícil acceder a los puntos de interés, a causa del bloqueo por barreras de contención instaladas recientemente. El día se presentó con condiciones favorables, soleado, con una temperatura de 21°C que en su momento más alto fue de 23°C, humedad del 6% y un viento suave de 6 Km/hr.

3.2. Material y equipos

En cuanto a los materiales, se utilizó:

- Fichas de estación. Allí se detalla la localidad, mes, año, número de estación, altitud, orientación, pendiente, suelo, especie, forma de vida y observaciones.
- Cuaderno de campo. En este cuaderno se recolectaron las especies plantas observadas, con la finalidad de elaborar un herbario.
- Cinta maskin-tape. Utilizado para pegar plantas recolectadas en el cuaderno de campo.
- Tijera podadora. Empleada para extraer muestras de plantas para el herbario.
- Dispositivo móvil. Usado para fotografiar estaciones y especies vegetales.
- GPS y Brújula. Utilizadas para la orientación y posición correcta en las estaciones.

3.3. Procedimiento

3.3.1. Terreno

La salida a terreno se llevó a cabo el sábado 28 de septiembre de este año, con una duración total de seis horas y media (desde las 08:00 hasta las 14:30). El recorrido comenzó y finalizó en el Campus Velásquez de la Universidad de Tarapacá, involucrando un desplazamiento hasta la Quebrada Cardones, un sitio caracterizado por su vegetación endémica y biodiversidad particular.

Se establecieron 3 estaciones de muestreo a lo largo de la Quebrada, seleccionadas por su representación de distintos microhábitats y gradientes de altitud, lo que permitía obtener una muestra diversa de la flora local. En cada estación, se seleccionaron las especies vegetales en flor, lo que permitió observar cada una de

ellas durante 10 minutos consecutivos, con la finalidad de captar todas las visitas de los potenciales polinizadores. Estas observaciones incluyeron el registro de cualquier señal visible de interacción con polinizadores. Además, se registraron condiciones ambientales básicas, como la exposición al sol, la humedad del suelo y el tipo de sustrato presente en cada estación, con el fin de contextualizar las adaptaciones de las plantas observadas.

Con el fin de documentar lo que sucedía en cada estación, se utilizaron fichas de estación para registrar observaciones sobre el entorno y la relación de las plantas con el paisaje y su fauna. Esto incluyó la presencia de posibles polinizadores, como insectos nativos en cercanía de las flores, y cualquier señal de intervención humana en el área, como senderos o residuos, que pudiera influir en las condiciones naturales de las especies. Este registro en terreno contribuyó a obtener un perfil más completo de la ecología de cada estación.

Durante la recolección, se tomaron muestras de las especies vegetales, respetando las normas éticas y científicas de muestreo para minimizar el impacto en el entorno. Cada muestra fue almacenada en un cuaderno de campo, el cual indicaba el nombre preliminar de la especie, la estación de recolección y las condiciones ambientales observadas. Se emplearon técnicas de recolección cuidadosa para preservar las estructuras más frágiles de las plantas, como las flores, las cuales son esenciales para el análisis posterior en gabinete.

Observaciones por Estación:

Tabla I: Especies vegetales registradas en las tres estaciones de muestreo.

Familia	Género y especie	I 1947 m	II 2635 m	III 2896 m
Aizoaceae	<i>Tetragonia microcarpa</i>		+	
Asteraceae	<i>Senecio zapahuirensis</i>			+
Caryophyllaceae	<i>Spergularia fasciculata</i>	+		
Chenopodiaceae	<i>Atriplex glaucescens</i>	+		
	<i>Atriplex hortensis</i>		+	
Malvaceae	<i>Tarasa operculata</i>			+
Montiaceae	<i>Cistanthe amarantoides</i>		+	
	<i>Cistanthe salsoloides</i>		+	
Solanaceae	<i>Reyesia juniperoides</i>			+
	<i>Solanum lycopersicoides</i>			+
	<i>Solanum peruvianum</i>	+		
Verbenaceae	<i>Aloysia desertícola</i>			+

3.3.2. Gabinete

El análisis en gabinete se desarrolló en el laboratorio de biología vegetal de la Universidad de Tarapacá, donde se realizaron observaciones detalladas de las plantas recolectadas en la salida a terreno. Algunas de las especies fueron examinadas con una lupa estereoscópica para observar sus características morfológicas en detalle. Para el caso de *S. lycopersicoides*, se determinó su fórmula floral, con el fin de contrastar en la discusión con la información extraída en la revisión bibliográfica en cuanto a las características morfológicas de las plantas con síndrome de polinización melitofílica.

Posteriormente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva para construir fichas descriptivas de cada especie recolectada en el área, las que en conjunto

forman el herbario de esta salida de campo. Estas fichas incluyen información sobre las particularidades de las especies endémicas de la región, los organismos polinizadores asociados y las condiciones ambientales específicas de la Quebrada Cardones. Este análisis bibliográfico permitió contextualizar los hallazgos obtenidos en terreno y entender mejor las adaptaciones de estas plantas a un entorno influido por actividades humanas.

Además, consultamos y entrevistamos a ingenieros agrónomos académicos de la Universidad de Tarapacá. Estas entrevistas permitieron profundizar en la identificación taxonómica de las especies recolectadas y en sus adaptaciones específicas al ecosistema de la Quebrada Cardones. Los expertos compartieron sus conocimientos sobre la ecología de las plantas nativas, sus interacciones con polinizadores locales y el papel que desempeñan en el equilibrio ambiental de la región.

3.4. Variables a observar

Para alcanzar el objetivo del terreno, se enfocaron las observaciones en las siguientes variables:

Variables biológicas:

- **Especies vegetales:** Registro de especies presentes en cada una de las tres estaciones de muestreo.
- **Asociaciones polinizador-planta:** En la tercera estación, ubicada a 2896 msnm, se observó una interacción clave entre la abeja nativa *Centris buchholzi* y la planta *Solanum lycopersicoides*. Esta fue la única asociación de polinización registrada durante la salida a terreno.
- **Características morfológicas y fisiológicas:** En el laboratorio, se analizaron detalles morfológicos de las estructuras florales de las especies recolectadas para explorar adaptaciones que podrían favorecer la atracción de polinizadores y la adaptación al medio.

Variables ambientales:

- **Altitud:** Consideración de la altitud como factor relevante para la distribución de especies vegetales y la presencia de polinizadores, destacando el avistamiento de una abeja libando, en la estación más alta.
- **Condiciones ambientales de la Quebrada Cardones:** Observación general de las características climáticas y de suelo del lugar, relevantes para contextualizar el hábitat de la flora y posibles interacciones ecológicas en la Quebrada Cardones.

3.5. Roles de los participantes

La salida a terreno contó con la participación de tres estudiantes de cuarto año de Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales, quienes cursaban el electivo “Relación polinizador-planta”. Cada estudiante asumió la responsabilidad de registrar observaciones, fotografiar las especies vegetales y posibles interacciones con polinizadores, así como documentar las características ambientales de cada Estación.

La docente de la asignatura supervisó la actividad en terreno, brindando orientación en la identificación de especies y en la metodología de recolección de datos. También ofreció apoyo en el análisis preliminar de las interacciones ecológicas observadas, especialmente en la tercera estación, donde se identificó la interacción entre *Solanum lycopersicoides* y *Centris buchholzi*.

Finalmente, el chofer proporcionado por la Universidad fue responsable de la seguridad y logística del transporte, asegurando el desplazamiento seguro de los participantes hacia cada estación de observación en la Quebrada.

3.6. Consideraciones éticas y de seguridad

Para realizar la salida a terreno de manera responsable, se implementaron diversas medidas éticas y de seguridad. Estas precauciones fueron esenciales para proteger tanto a los participantes como al ecosistema del Monumento Natural Quebrada Cardones, asegurando que el trabajo de recolección y observación respetara los estándares de conservación ambiental.

La recolección de muestras se realizó con un enfoque de mínimo impacto, recolectando sólo aquellas plantas necesarias para el análisis en el laboratorio y evitando la alteración de las especies en peligro o en floración crítica. Asimismo, se evitó perturbar el hábitat de la fauna local, especialmente de los posibles polinizadores.

También, se trabajó conforme a las normativas vigentes para actividades de investigación en áreas protegidas. Las actividades fueron supervisadas por la docente botánica a cargo quien se aseguró de cumplir con los estándares éticos en la investigación y conservación de la biodiversidad.

Finalmente, se instruyó a los participantes sobre las precauciones necesarias para evitar accidentes en el terreno. Se utilizaron equipos de protección personal adecuados, como sombreros y protección solar, dada la altitud y la radiación intensa. Además de llevar alimento para evitar fatigas durante el trabajo en terreno.

4.- Estado del arte

4.1 Gradiente altitudinal

La compleja configuración de los ecosistemas del norte de Chile se debe a tres factores específicos; la posición latitudinal, la presencia de la fría corriente de Humboldt y el efecto sombra de lluvias que ejerce la Cordillera de los Andes. El camino hacia las alturas presenta variaciones físicas, en cuanto a clima, vegetación, altitud y fenómenos meteorológicos, estas se definen como gradientes altitudinales (Arroyo et al. 1988; Muñoz & Bonacic 2006).

La zona con vegetación abundante se denomina “Tolar”, caracterizada por la presencia de arbustos siempreverde, y se encuentra entre los 3000 y 4000 msnm (Veloso, 1987). Previa a ella, se ubica el desierto absoluto, zona caracterizada por la presencia de los elementos marginales de desierto (*sensu* Villagrán, 1982); es particularmente árida e interrumpida por algunos pequeños y aislados cojines de vegetación y se encuentra entre los 720 y 2400 msnm. Entre ambas se encuentra la zona de transición, una zona difusa que comparte, en su punto más alto características del tolar y en la zona de menor altitud, con el desierto absoluto.

4.2 Características de las plantas melitofílicas

Grant (1994) indica en Sazatornil (2018) que la morfología floral se considera un rasgo determinante para el aislamiento reproductivo de las angiospermas, debido a la influencia que genera en el comportamiento de los potenciales polinizadores. Por otro lado, la recompensa a nivel bioquímico y los mecanismos visuales y olfativos que las flores ofrecen para estos organismos también moldea y esquematiza qué polinizadores son los que están mejor calificados para ayudarlos en la tarea reproductiva.

4.2.1 Morfología floral

La estructura de la flor es esencial para la definición del síndrome de polinización, ya que es esta configuración arquitectónica la que posibilita y determina cuál o cuáles polinizadores le ayudarán en su reproducción. Para el caso de las plantas con polinización melitofílica se caracterizan por tener una morfología bilabiada, radiada, con pétalos y androceo libre.

4.2.2 Hora del día en el que se ofrecen las recompensas

Las plantas con este tipo de polinización, ofrecen el néctar y el polen durante el día, por la naturaleza diurna de los organismos que la polinizan. Por ende, la antesis de estas plantas se da a tempranas horas de la mañana hasta las primeras de la tarde.

4.2.3 Composición bioquímica de las recompensas

La bioquímica que configura a las plantas es bastante amplia y de ella depende en gran medida el éxito reproductivo que esta puede tener. Las plantas con flores generan dos tipos de compuestos químicos, para efectos de este trabajo se limita la búsqueda e investigación sólo a los compuestos secundarios, los cuales están relacionados con la atracción de polinizadores, las enzimas y genes implicados en la síntesis de estos, los cuales se concentran en los pétalos, estigma y estilo de la flor (Dudareva y Pichersky, 2000; Kolosova et al., 2001).

- **Fragancias florales:** Las plantas generan compuestos volátiles y orgánicos, que si bien tienen diferentes funciones para la defensa de la planta, principalmente cumple el rol de generar una especificidad entre estas y sus respectivos polinizadores, de manera que en un espacio donde hay una amplia variedad de flores, éstos sepan qué “señal” química deben seguir. Es por ese motivo que las angiospermas elaboran complejas mezclas químicas que optimicen este proceso. Para el caso de las flores con polinización melitófila, los aromas florales son percibidos por el olfato humano como dulces, suaves y agradables, estos son generados a partir de terpenos y alcoholes aromáticos (Grajales-Conesa et al., 2011).
- **Recompensas:** La composición bioquímica del polen y el néctar, varía según la especie. Particularmente para el síndrome de polinización de la melitofilia los organismos se inclinan por recompensas que van desde el néctar cuantioso y el polen en exceso.

4.2.4 Colores de la flor

Los colores florales de igual forma son determinantes al momento de establecer cuáles son los polinizadores que colaborarán en la reproducción de las flores. Los diferentes mecanismos visuales que tienen aves, escarabajos, mosca o abejas, también se consideran características relevantes.

Para las especies vegetales con síndrome de polinización de melitofilia los colores de los pétalos tienden a ser amarillos, blancos, lilas o verdes (Morillo et al., 2022).

4.3 Polinizador estrella de Quebrada Cardones: *Centris buchholzi*

Las abejas son popularmente conocidas como los polinizadores por excelencia, estos pequeños organismos al igual que las aves, murciélagos y escarabajos cumplen una función muy importante en la reproducción de las plantas a las que polinizan. Estas maravillosas criaturas, no sólo tienen una visión similar a la de los seres humanos (visión tricromática), sino que según Kühn en Carrasco et al. (2004) señala que además tienen la capacidad de percibir ondas UV.

La abeja *Centris buchholzi* pertenece al orden de los Hymenoptera (Linneus, 1758) y a la familia Apidae. *C. buchholzi* pertenece al género *Centris* ha sufrido una serie de modificaciones taxonómicas que a día de hoy la clasifica en el taxón natural del subgénero *Paracentris*, esta especie junto a otras conforman un taxón restringido al territorio sudamericano (Vivallo et al., 2003). En Chile *C. buchholzi* habita áreas del norte de Chile, desde Arica hasta Antofagasta (Solervicens et al., 1986), extendiéndose incluso hacia zonas de altura del noroeste de Argentina (Roig Alsina, 2000). Se encuentra volando a lo largo de todo el año en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 4000 msnm (Zanella, 2002; Wagenknecht, 1971).

En cuanto a las características físicas de esta especie, se puede decir que destaca su coloración café rojiza del metasoma en ambos sexos. Siendo levemente similar a *Centris mixta mixta* se diferencia de ella por el mayor tamaño corporal de ambos sexos y, adicionalmente las hembras y las estructuras con las que polinizan a las diferentes especies florales de su preferencia (Vivallo et al., 2003).

Las preferencias florales descritas para *Centris buchholzi* refleja que es un insecto generalista, considerando las observaciones en *Prosopis tamarugo*, *Solanum lycopersicum* en Putre provincia de Parinacota, *Medicago sativa* en la provincia de Iquique, *Tarasa operculata* en Cuesta Cardones, cordillera de Iquique, entre otros (Vivallo et al., 2003).

4.4 El impacto humano en Quebrada Cardones

La majestuosa Quebrada es atravesada por la ruta internacional CH-11 que conduce y conecta el paso fronterizo Chungará - Tambo Quemado con la frontera de Bolivia, esta extensa ruta terrestre de 192,9 km es una conexión estratégica para el intercambio de diversos productos y materias primas que permiten el desarrollo comercial de Chile y su país vecino, Bolivia (MOP, 2018).

En necesidad de aumentar la seguridad de viaje de este camino el Ministerio de Obras Públicas del país ha intervenido las últimas décadas en la mejora de la infraestructura vial en torno a esta zona, como lo es la carpeta asfáltica, ampliación de la calzada y rectificación de las curvas (MOP, 2018).

Esta carretera se caracteriza por un tener un alto tráfico de vehículos de carga pesada y alto tonelaje, este único dato hace referencia al recurrente paso de seres humanos por esta zona, considerando además que la ruta no cuenta con servicios higiénicos públicos ni zonas para dejar deshechos. Los grandes tramos de viaje, donde debería primar el paisaje natural, la flora y fauna de esta majestuosa zona, han sido colonizados silenciosamente por la huella humana la que hoy a modificado Quebrada Cardones a un confuso panorama intervenido con plásticos, restos de bebidas gaseosas, empaquetas de alimento, restos de material correspondiente a

los automóviles y desechos biológicos de los numerosos transeúntes de la acontecida carretera.

En el año 2010, fue promulgado el D.E. N°64 que crea el Monumento Natural Quebrada Cardones, con la finalidad de proteger y conservar la especie *Browningia candelaris* (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2010). El Informe Justificadorio para la creación de este monumento, declara la existencia de más de 88 especies vegetales en el área (Piña & Faúndez, 2009), y 25 especies asociadas directamente a *B. candelaris* (Coronado et al., 1987). Sin contar además las especies animales que también pueden ser encontradas en este lugar.

4.5 Tesoros biológicos de la Quebrada

La zona de Quebrada Cardones, es hogar principal del conocido cactus Candelabro (*Browningia candelaris*) Al igual que otras especies animales con características singulares. A continuación, se describen especies emblemáticas de la zona.

***Browningia candelaris* (Meyen) Britt. et Rose**

Esta especie vegetal pertenece a la familia de las cactáceas, con una distribución geográfica restringida al sur del Perú y al norte de Chile.

Este cactus posee características fisiológicas que les han permitido subsistir a estas condiciones hostiles de la Quebrada. Destacando lo que Rosello & Belmonte (1999) indican en su trabajo: el crecimiento de estos organismos depende de la frecuencia de las lluvias, para después iniciar la floración en las épocas frías y secas. Esta especie en los matorrales desérticos se ordena en bosques espinosos tropicales.



Figura 1. Cactus candelabro (*Browningia candelaris*) recuperado de

<https://spain.inaturalist.org/photos/10436971>

A pesar de que en 1982 esta especie fue clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) como una especie vulnerable, desde 2011 se encuentra como una especie con información insuficiente para una nueva clasificación. La erosión natural que experimenta gradualmente la Quebrada sumada a la presión antrópica, expone a *B. candelaris* a un considerable deterioro (Rosello & Belmonte, 1999).

Hippocamelus antisensis d'Orbigny

La taruca es una especie que habita el cordón montañoso andino entre los 2000 y 4600 msnm en Chile, los que se caracterizan por ser matorrales y pastizales. Sus colores le permiten mimetizarse con el paisaje desértico. Esta especie junto a otros mamíferos andinos jugaron un rol importante en la idiosincrasia de los antiguos pobladores andinos, (Díaz, 1995).

Este ciervo de las alturas se caracteriza por ser de tamaño mediano, el macho con un dimorfismo sexual en cuanto al tamaño y la cornamenta, siendo el macho más grande y con astas en forma de horquilla. En cuanto a su alimentación son herbívoros que se alimentan de dicotiledóneas en los meses cálidos y pastos en los que son más fríos (Montero, 2022).

Desde el 2017 esta especie se clasifica como vulnerable (IUCN) y según los antecedentes entregados por CONAF, tiene graves problemas de conservación, siendo sus principales amenazas la acción humana por la agricultura, minería y los corredores de transporte.



Figura 2. Taruca (*Hippocamelus antisensis*)

Lineros, 2018. Recuperado de

<https://tarapacainsitu.cl/contenido/679/taruca-el-ciervo-desconocido-de-tarapaca>

***Lama guanicoe* J. F. Müller**

Otro de los animales andinos dignos de mencionar en este trabajo es el guanaco; su distribución abarca casi todo el país y jugaron un rol importante en las culturas andinas del pasado (Raedeke, 1976). La materia prima que ofrecían estos animales fueron vitales para la subsistencia de aquellos que habitaron estas zonas.

El guanaco se caracteriza por un esbelto cuerpo que destaca entre el pelaje lanoso y espeso que desarrolla para el clima frío de las zonas más altas del altiplano. A nivel social presentan características complejas, como la distribución territorial entre familias, siendo el macho el que juega el rol de protección de su familia.

El año 2016 la UICN estableció que es una especie Amenazada de preocupación menor, destacando entre sus amenazas la acción humana.

Quebrada Cardones no sólo es un lugar donde habitan las especies de manera permanente, sino también, el hogar temporal y el corredor biológico de una variedad de aves que se trasladan entre la costa y el altiplano (CONAF, 2024).



Figura 3. Guanaco (*Lama guanicoe*)
Torres, 2018. iNaturalist. Recuperado de:
<https://ecuador.inaturalist.org/photos/62977000>

5. Resultados y discusión

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos durante la investigación y se discutirán en el contexto de la biodiversidad vegetal y las relaciones ecológicas observadas en la Quebrada Cardones. El propósito es analizar las observaciones de las especies vegetales y las interacciones con polinizadores, considerando las condiciones ambientales del lugar y su relación con adaptaciones ecológicas y posibles impactos de la intervención humana.

Los resultados y la discusión están organizados en subtemas que abordan los principales ejes del estudio. Se contrasta la información sobre el gradiente altitudinal con lo observado en la salida de campo respecto a la diversidad de especies vegetales y su distribución por estación; se analizan las interacciones entre las especies vegetales y los potenciales polinizadores registrados, conectando los datos obtenidos en investigaciones previas y posibles implicancias ecológicas; se presentan las especies colectadas y las características de cada especie a través de un herbario digital. Finalmente, se realiza un contraste de la información sobre morfología de las plantas melitofílicas y la fórmula floral de *Solanum lycopersicoides*.

Gradiente altitudinal

Con apoyo de la bibliografía se construyó un diagrama (Fig. 1) sobre la gradiente altitudinal en la que se llevó a cabo la investigación. Se trabajó entre el área de desierto absoluto y la zona de transición ya que, la primera estación fue a los 1947 msnm (zona de los elementos marginales de desierto) mientras que la última se realizó a los 2896 msnm (comienzo del Tolar).

Como se menciona en Piña (2009), la vegetación comienza aproximadamente sobre los 2500 msnm y se mantiene hasta los 3300

msnm, considerando que esto puede variar según las precipitaciones entre los años. Teniendo esto en cuenta, se podría decir que existe una gran disyuntiva respecto a

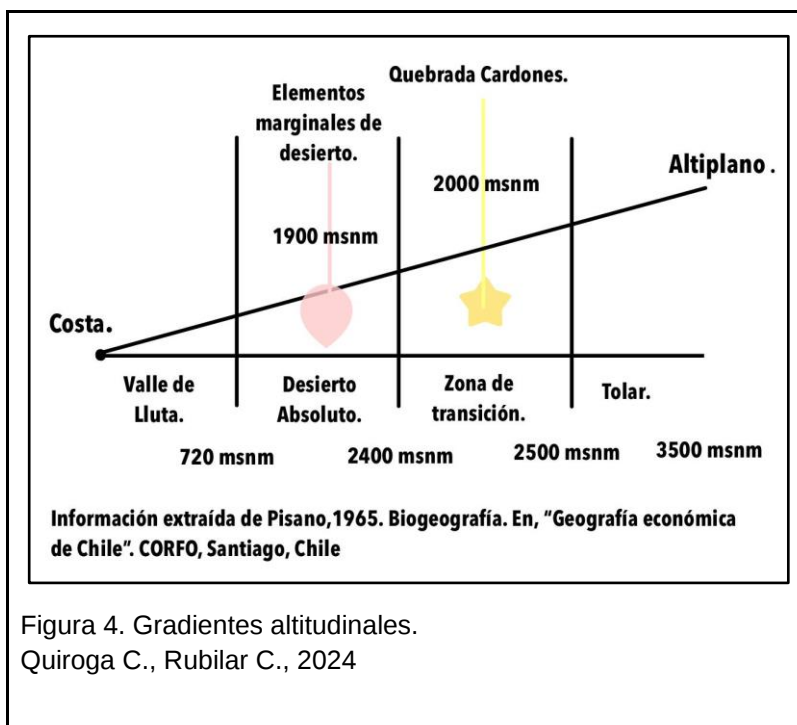


Figura 4. Gradientes altitudinales.
Quiroga C., Rubilar C., 2024

lo que en teoría se debía haber encontrado y lo que realmente se evidenció durante la práctica. Esto porque al momento de realizar el trabajo, la diversidad vegetal esperada debía ser mayor, tomando en cuenta además que los últimos años se consideran de alta pluviosidad.

El trabajo en terreno demostró que la diversidad de especies vegetales en la zona es muy baja considerando que en 2009, Piña describe 88 especies vegetales en el área. Esta drástica disminución puede deberse a diversos factores.

- Vialidad: Los trabajos en caminos y puentes, tuvieron una duración prolongada.
- Aluviones y otros fenómenos naturales: Las diversas consecuencias que tienen estos fenómenos relacionados con las lluvias de verano, arrasan con la vegetación nativa.
- Efecto de la erosión: Los efectos de este proceso natural alteran el desarrollo de las especies vegetales.
- Factores antrópicos: El desarrollo humano en cuanto a minería, agricultura y comercio en general, afecta directamente al desarrollo normal de la vida de los organismos orgánicos de la zona.

Observación y registro de las especies vegetales por estación

Primera estación

En la primera estación de muestreo a los 1947 msnm, se registraron las siguientes especies: *Solanum peruvianum*, *Atriplex glaucescens* y *Spergularia fasciculata* (Tabla I). Esta estación se caracteriza por una baja densidad de especies vegetales, ya que se refiere a la Zona de Elementos Marginales de Desierto (Villagrán et. al, 1982).

Spergularia fasciculata y *Atriplex glaucescens* se encontraban en estado vegetativo, por lo que se colectaron para la elaboración del herbario digital. *Solanum peruvianum* se registró en estado de floración, lo que nos permitió el registro de visita de algún potencial polinizador. Cabe recalcar que, durante una de las observaciones, se avistó una mosca del género



Figura 5. Mosca del género *Sarcophaga* en Quebrada Cardones

Sarcophaga que merodeaba por los alrededores de *S. peruvianum* (Figura 5), pero jamás llegó a posarse en ella.

El género *Sarcophaga* tiene particular atracción por organismos descompuestos y excrementos (Hjorth-Andersen, 2006), por lo tanto, se elimina la posibilidad de polinización por parte de este género de moscas. Sin embargo, su presencia es habitual en estos sitios, al igual que otras especies de carroñeros como *Coragyps atratus* (observación personal Constanza Rubilar).

Segunda estación

La segunda zona de muestreo fue a los 2635 msnm, ubicada en un área con gran abundancia de *Browningia candelaris*. Se escogió esta estación debido a la particular concentración de especies en una depresión contigua a una ladera de la ruta internacional CH-11. En el lugar se encontraron especies vegetales como *Cistanthe amarantoides*, *Tetragonia microcarpa*, *Cistanthe salsoloides* (Tabla I). Todas las especies estaban en flor, por lo tanto, fueron observadas durante 20 minutos continuos, para registrar potenciales visitas. Como resultado de las observaciones, no hubo visita de posibles polinizadores en esta estación. Se registró la presencia de microdípteros que ingresaban al interior de *C. amarantoides*, sin embargo, debido a su diminuto tamaño y a la velocidad de su vuelo, no fue posible fotografiarlos ni recolectarlos para un análisis más detallado. Las especies vegetales no fueron lo único que destacó de esta estación, la contaminación a partir de paquetes vacíos de alimentos, botellas de refresco, papeles con excremento, entre otros, generaban un tragicómico paisaje en donde las maravillosas plantas del sector eran opacadas por el brillo del aluminio al sol en el suelo.

Tercera estación

La tercera estación, ubicada a 2896 msnm, corresponde a la parte más baja, e inicio del talar. En esta zona se identificaron las siguientes especies vegetales: *Solanum lycopersicoides* (Fig. 7), *Tarasa operculata*, *Aloysia deserticola*, *Reyesia juniperoides* y *Senecio zapahuirensis* (Tabla I). Todas las plantas estaban en flor, lo que permitió su observación, registrándose la presencia de sólo un visitante en *S. lycopersicoides* (*Centris buchholzi*). El avistamiento de la abeja ocurrió a los 5 minutos de iniciado el monitoreo de *S. lycopersicoides*. La planta observada se caracterizaba por ser frondosa, de gran tamaño



Figura 6. *Centris buchholzi* posada en una flor de *Solanum lycopersicoides*. Quebrada Cardones. Arica, Chile

y con numerosas flores. El visitante registrado fue una abeja nativa de la región de Arica y Parinacota, *Centris buchholzi* (Figura 6) (Fundación de Abejas de Chile, 2024). Según el Libro Digital de las Abejas Nativas de Chile, esta especie tiene asociación floral con *Solanum lycopersicum*, una planta relacionada estrechamente con *S. lycopersicoides* (Fundación de Abejas de Chile, 2024).



Interacción entre *Solanum lycopersicoides* y *Centris buchholzi*

La única interacción polinizador-planta observada fue entre *Solanum lycopersicoides* y la abeja nativa *Centris buchholzi* Herbst (Herbst, 1918) en la Quebrada Cardones representa un ejemplo relevante de relaciones planta-polinizador en ecosistemas áridos. *C. buchholzi* pertenece a la familia Apidae y se caracteriza por poseer una lengua larga (Fundación de Abejas de Chile, 2024), lo que le permite acceder a néctares profundos; en el caso del tomate (*S. lycopersicum*), esta no produce néctar (Lucero, 2024) y su atractivo para los posibles polinizadores es el polen (Solanaceae Source, s.f.).

Smith-Ramírez & Yáñez Ramírez (2011) señalan que *Centris buchholzi* interacciona con *Solanum lycopersicum*, una especie cercana a *S. lycopersicoides*, lo que podría explicar la asociación observada.

La abeja *Centris buchholzi*, juega un papel crucial en la polinización de *S. lycopersicoides*, una especie que presenta anteras poricidas, es decir, anteras que abren por pequeños poros (Buchmann, 1983; De Luca y Vallejo-Marín, 2013). Para poder liberar el polen, las abejas aplican vibraciones a las anteras mediante la sonicación (polinización por vibración), un comportamiento común en muchas especies de *Solanum* (Buchmann, 1983; De Luca y Vallejo-Marín, 2013). Esta forma de interactuar podría asegurar una polinización eficiente, donde el polen es

liberado por las vibraciones generadas durante el proceso de visita de la abeja, facilitando así la fertilización de la planta y la alimentación de su polinizador.

En términos de distribución, *Centris buchholzi* habita áreas del norte de Chile, desde Arica hasta Antofagasta (Solervicens et al., 1986), extendiéndose incluso hacia zonas de altura del noroeste de Argentina (Roig Alsina, 2000). Su presencia se registra en oasis o valles altos del desierto (Palma et al., 2014), como la Quebrada Cardones, donde los recursos florísticos favorecen su asociación con *Solanum lycopersicoides*. La observación realizada en esta investigación permitió documentar su visita a una planta frondosa de *S. lycopersicoides* con abundantes estructuras florales, lo que indica su potencial como polinizador en este hábitat. Este hallazgo subraya la importancia de conservar estos ecosistemas para mantener las interacciones ecológicas críticas en ambientes de extrema aridez.

Herbario digital de especies vegetales colectadas en Quebrada Cardones

En esta sección se presentan las fichas descriptivas de las especies vegetales recolectadas durante la salida a terreno realizada en la Quebrada Cardones. Estas fichas contienen información integral sobre cada especie, incluyendo su nombre científico y vulgar, familia, hábito de crecimiento, rango altitudinal, altitud de colecta, coordenadas GPS, distribución geográfica, estado de conservación, y potenciales amenazas. Además, se entrega información sobre sus usos etnobotánicos, lo que conecta el conocimiento científico con el valor cultural de estas plantas para las comunidades locales, proporcionando una base para futuras iniciativas de preservación y uso sostenible.

El objetivo de estas fichas es documentar de manera sistemática y rigurosa la biodiversidad vegetal en las tres estaciones de muestreo establecidas a lo largo de un gradiente altitudinal, permitiendo una caracterización profunda de las especies en su contexto ecológico. Este análisis incluye información sobre las adaptaciones ecológicas de las especies, su distribución en el paisaje y las condiciones ambientales que influyen en su desarrollo.

Asimismo, se destaca la relevancia de este trabajo en términos de conservación, identificando posibles amenazas que enfrentan estas especies en ambientes intervenidos por actividades humanas.

Familia Aizoaceae

Tetragonia microcarpa Phil.



Pertenece a la familia de Aizoaceae y tiene una distribución cosmopolita, sin embargo, en América del Sur se alojan diversas especies de hábito endémico. En Quebrada Cardones, *Tetragonia microcarpa* cubre extensas áreas posterior a las lluvias de verano (com. pers. E. Belmonte). Posee unas estructuras altamente desarrolladas denominadas idioblastos, los cuales para este caso se encarga de almacenar agua, son estas células las que les dan ese aspecto canoso al tejido vegetal cuando éste se seca; es por esta característica también que se le otorga su nombre vulgar como “Aguanosa”.

González J. & Molina J. (2017). *Tetragonia microcarpa* en libro *Flora nativa de la Región de Arica y Parinacota*.

Nombre científico	<i>Tetragonia microcarpa</i> Phil.
Nombre vulgar	Aguanosa
Familia	Aizoaceae
Hábito	Herbácea, anual
Rango altitudinal	0 – 3000 msnm (González & Molina, 2017, p.123)
Altitud de colecta	2635 msnm
GPS	19k24242 / 62218
Extensión geográfica	AYP, TAR, ANT y ATA
Países limítrofes	Perú
Distribución	Nativa (NAT)
Estado de conservación	Vulnerable (VU)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	No hay información asociada
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A.

	(2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i> , 75(1), 1-430.
--	--

Familia Asteraceae

Senecio zapahuiensis (Martic. & Quezada)



Hierba endémica perteneciente a la gran familia de las Asteraceae, la cual se encuentra en zonas planas y con pendientes ligeras o escarpadas. Esta crece en ambientes secos, típicos de la región altoandina y precordillera. La escasa información científica sobre esta especie pone en relieve su estatus como una especie poco estudiada y potencialmente vulnerable ante cambios climáticos no contemplados.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). Flor de *Senecio zapahuiensis* en Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Tarapacá.

Nombre científico	<i>Senecio zapahuiensis</i> (Martic. & Quezada)
Nombre vulgar	No hay información asociada
Familia	Asteraceae
Hábito	Arbustiva
Rango altitudinal	2100 – 3000 msnm
Altitud de colecta	2896 msnm
GPS	19K24242 / 62218
Extensión geográfica	AYP y TAR
Países limítrofes	No hay información asociada
Distribución	Endémica (END)
Estado de conservación	En peligro (EN)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Medicinal:</u> - Se usa para los hematomas

Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i>, 75(1), 1-430.
---------------------	---

Familia Caryophyllaceae

Spergularia fasciculata Phil.



Esta planta de la familia Caryophyllaceae es una hierba nativa que se establece en áreas planas o suavemente inclinadas de la precordillera, donde es especialmente abundante tras las lluvias. Crece a gran altura y está adaptada a grandes periodos de sequedad. Aunque no es ampliamente utilizada en horticultura, su presencia en hábitats naturales puede ser beneficiosa para la fauna local, especialmente para insectos polinizadores y para el ganado.

González J.& Molina J. (2017). *Spergularia fasciculata* en libro *Flora nativa de la Región de Arica y Parinacota*.

Nombre científico	<i>Spergularia fasciculata</i> Phil.
Nombre vulgar	Té de burro, Té blanco, Flor blanca, Pachareke, Alhucema
Familia	Caryophyllaceae
Hábito	Herbácea
Rango altitudinal	3000 - 3800 msnm (González & Molina, 2017, p.123)
Altitud de colecta	1947 msnm.
GPS	19k10978 / 57257
Extensión geográfica	AYP, TAR y ANT (González & Molina, 2017, p.123)
Países limítrofes	Bolivia y Perú
Distribución	Nativa. (NAT)
Estado de conservación	Casi amenazada (NT)
Potenciales amenazas	<i>No hay información asociada</i>
Etnobotánica	<u>Ganadería:</u> - Forrajeo preferentemente para los corderos.

Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i>, 75(1), 1-430.
---------------------	---

Familia Chenopodiaceae

Atriplex glaucescens Phil.



Arbusto endémico del Norte de Chile, pertenece a la familia Chenopodiaceae y está adaptada a condiciones áridas y semiáridas. Esta crece en áreas desprovistas de vegetación, desde Arica y Parinacota hasta Antofagasta, entre 1300 y 3700 msnm, especialmente en quebradas, precordillera y costa. Esta especie es una planta típica del desierto pues muestra características como tolerancia a la sequía, hojas cubiertas de una capa cerosa que reduce la pérdida de agua, y la capacidad de prosperar en suelos salinos, lo que la hace ideal para ambientes desérticos.

Quiroga C., Rubilar C., (2024) *Atriplex glaucescens* en Quebrada Cardones.

Nombre científico	<i>Atriplex glaucescens</i> Phil.
Nombre vulgar	Atriplex, Piyaya y Juirajura
Familia	Chenopodiaceae
Hábito	Arbustiva
Rango altitudinal	1300- 3700 msnm
Altitud de colecta	1947 msnm
GPS	10978 / 57257
Extensión geográfica	AYP, TAR, ANT, ATA
Países limítrofes	No hay información asociada
Distribución	Endémica. (END)
Estado de conservación	Casi amenazada (NT)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Medicinal:</u> - Tratamientos para la mala sangre <u>Ganadería:</u> - Forraje para animales

	<u>Otros usos:</u> - Tintórea
Bibliografía	Giusti, L. (1997). Chenopodiaceae., 40. http://www.floraargentina.edu.ar/wp-content/uploads/2019/01/40-Chenopodiaceae.pdf De Romero, M. E. M. (1982). Contribuciones al estudio del género <i>Atriplex</i> (Chenopodiaceae) en la Argentina, II. Las especies adventicias. <i>Darwiniana</i>, 24(1/4), 49–68. Rosas, M. R. (1989). The genus <i>Atriplex</i> (Chenopodiaceae) in Chile. <i>Gayana Bot</i>, 46, 3-82.

Familia Malvaceae

Tarasa operculata (Cav.) Krapov.



Es un componente importante del *Matorral desértico tropical interior* junto al arbusto leñoso *Malesherbia auristipulata*. Tiene gran abundancia y una particular preferencia por suelos pedregosos y secos. Es un arbusto de tamaño pequeño, generalmente entre 20 y 50 cm de altura. Posee flores de colores vistosos, principalmente en tonos rosados o morados, lo que facilita su identificación en su hábitat natural. Esta especie también crece a mayores altitudes, conformándose al piso puneño por sobre los 3100 msnm.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Tarasa operculata* en Quebrada Cardones.

Nombre científico	<i>Tarasa operculata</i>
Nombre vulgar	Malva, Piyaya, Qhella hembra, Poq'ot'ola
Familia	Malvaceae
Hábito	Sub-arbustiva
Rango altitudinal	1500 – 3800 msnm
Altitud de colecta	2896 msnm
GPS	19K24242 / 62218
Extensión geográfica	AYP, TAR, ANT
Países limítrofes	Perú
Distribución	Nativa (NAT)
Estado de conservación	Casi amenazada (NT)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Ganadería:</u> - Forraje para ovejas
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018).

	Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i>, 75(1), 1-430. Villagrán, C., & Castro, V. (2004). Ciencia indígena de los Andes del norte de Chile. Editorial Universitaria.
--	--

Familia Montiaceae

Cistanthe amarantoides (Phil.) Carolin ex Hershkovitz



Planta herbácea de porte bajo, se reconoce por sus hojas carnosas y flores de colores intensos, que varían del rojo al fucsia, lo que la hace particularmente llamativa en su entorno. En temporadas de lluvias altiplánicas, su población puede incrementarse notablemente, tornándose abundante en algunas zonas. Esta especie se adapta bien a diversos microhábitats, tales como zonas húmedas, márgenes de caminos, lechos de ríos, suelos arenosos, entre rocas y laderas de cerros.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Cistanthe amarantoides* en Quebrada Cardones.

Nombre científico	<i>Cistanthe amarantoides</i> (Phil) Carolin ex Hershkovitz
Nombre vulgar	Oreja de chancho, Anojarchanchu
Familia	Montiaceae
Hábito	Herbácea y perenne
Rango altitudinal	20 – 3300 msnm
Altitud de colecta	2635 msnm
GPS	19k20208/ 609202
Extensión geográfica	AYP, TAR, ANT, ATA hasta COQ
Países limítrofes	No hay información asociada
Distribución	Endémica (END)
Estado de conservación	Vulnerable (VU)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Medicinal:</u> - Antiséptico <u>Ganadería:</u> - Forraje <u>Otros usos:</u> - Tintórea
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i> , 75(1), 1-430. Villagrán, C., & Castro, V. (2004). Ciencia indígena de los Andes del norte de Chile. Editorial Universitaria.

Familia Montiaceae

Cistanthe salsoloides (Barnéoud) Carolin ex M.A Hershkovitz



Esta hierba endémica correspondiente a la familia Montiaceae crece en lugares áridos, en suelos arenosos, quebradas o laderas de los cerros y que se caracteriza por presentar hojas pequeñas y gruesas. Antes se consideraba parte de la familia Portulacaceae, pero estudios recientes la transfieren a la familia Montiaceae. Está presente en el matorral preandino de *Atriplex imbricata* – *Acantholippia deserticola* como una de las principales especies acompañantes.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Cistanthe salsoloides* en Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Tarapacá.

Nombre científico	<i>Cistanthe salsoloides</i> (Barnéoud) Carolin ex M.A Herskovitz
Nombre vulgar	Básal macho, Básal amargo, Kämen
Familia	Montiaceae
Hábito	Herbácea, anual
Rango altitudinal	1200- 4300 msnm
Altitud de colecta	2635 msnm
GPS	19k20208 / 60902
Extensión geográfica	AYP, TAR, ANT, ATA y COQ
Países limítrofes	Argentina
Distribución	Nativa (NAT)
Estado de conservación	Datos insuficientes (DD)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Ganadería:</u> - No es buen forraje, porque es amargo
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., & Marticorena, A. (2018).

	Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i> , 75(1), 1-430.
--	--

Familia Solanaceae

Reyesia juniperoides (Werderm.) D´ Arcy



Hierba perenne con tallos delgados sin presencia de hojas que se desarrolla en áreas planas o ligeramente inclinadas, lechos de ríos, márgenes de caminos, quebradas con flujos de agua ocasionales y lechos de valles costeros. Se ha constatado su presencia en Matorral desértico tropical interior, así como también en el bosque espinoso tropical andino junto a diversas especies. Adaptada a áreas extremadamente áridas, con fenómenos fluviales en menor grado.

Giorgetta M., (2017). *Reyesia juniperoides* en Cordillera de la sal.

Nombre científico	<i>Reyesia juniperoides</i> (Werderm) D´ Arcy
Nombre vulgar	Canchalahua
Familia	Solanaceae
Hábito	Herbácea, perenne
Rango altitudinal	0 – 2500 msnm
Altitud de colecta	2896 msnm
GPS	19K24242/62218
Extensión geográfica	AYP y TAR
Países limítrofes	No hay información asociada
Distribución	Endémica (END)
Estado de conservación	Vulnerable (VU)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Ganadería:</u> - Forraje para animales. <u>Medicinal:</u> - Remedio para el hígado, para la vesícula y dolor de estómago <u>Otros usos:</u> - Desmanchante
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i> , 75(1), 1-430. Abarca, J., P. Arévalo, E. Bastías, R. Bustos, N. Urrutia & C. Valderrama (2020). Guía de identificación de la biodiversidad y de las zonas de interés turístico, asociada al sistema vial andino, Qhapaq Ñan. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica. Chile. 186pp. Villagrán, C., & Castro, V. (2004). Ciencia indígena de los Andes del norte de Chile. Editorial Universitaria.

Familia Solanaceae

Solanum lycopersicoides Dunal



Esta especie, perteneciente a la familia Solanaceae se ubica en un taxón que la posiciona entre los tomates y tubérculos, ya que exhibe flores amarillas sin tubérculos. Es un vegetal que se cree que ha especiado alopátricamente de sus especímenes hermanos como, por ejemplo, *S. sitiens*. La zona de Quebrada Cardones es ideal para su existencia ya que tiene una preferencia por las zonas áridas caracterizadas por ser secas y abiertas.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Solanum lycopersicoides* en Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Tarapacá.

Nombre científico	<i>Solanum lycopersicoides</i> Dunal
Nombre vulgar	Sin nombre vulgar conocido
Familia	Solanaceae
Hábito	Arbustiva
Rango altitudinal	1500 – 3700 msnm
Altitud de colecta	2.896 msnm
GPS	19k 24242/ 62218
Extensión geográfica	AYP y TAR
Países limítrofes	Perú
Distribución	Nativa (NAT)
Estado de conservación	Casi amenazada (NT)
Potenciales amenazas	Sus bayas producen pocas semillas y tardan mucho tiempo en madurar
Etnobotánica	<u>Ganadería:</u> - Forraje para animales domésticos y silvestres.
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i> , 75(1), 1-430.

Familia Solanaceae

Solanum peruvianum L.



Esta especie silvestre se caracteriza por haber experimentado una serie de modificaciones morfológicas y fisiológicas que le ayudan a soportar el estrés producto de la escasez de agua y a la hostilidad de los suelos desérticos, como es la salinidad y presencia de boro y las extensas zonas rocosas. Tiene un amplio rango de altitud ya que se puede encontrar en la costa o en las altas cumbres altiplánicas.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Solanum peruvianum* en Quebrada Cardones.

Nombre científico	<i>Solanum peruvianum</i> L.
Nombre vulgar	Tomatillo
Familia	Solanaceae
Hábito	Herbácea y perenne
Rango altitudinal	0 – 4000 msnm
Altitud de colecta	1947 msnm
GPS	19k24242 / 62248
Extensión geográfica	AYP, TAR
Países limítrofes	Perú
Distribución	Nativa (NAT)
Estado de conservación	Casi amenazada (NT)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	No hay información asociada
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i>, 75(1), 1-430.

Familia Verbenaceae

Aloysia deserticola (Phil.) Lu-Irving & O’Leary



Arbusto aromático y rígido que forma parte sustancial del Matorral bajo desértico tropical andino junto a *Atriplex imbricata*, donde las precipitaciones estivales hacen posible la restauración de especies dominantes y del banco de semillas herbáceas. Está presente en diversos matorrales en compañía de múltiples especies. Esta especie se integra en el matorral preandino, pero también prospera en elevaciones superiores. Es una especie endémica con una etnobotánica destacable, lo cual hace posible inferir la importancia de esta planta para los conocimientos andinos.

Quiroga C., Rubilar C., (2024). *Aloysia deserticola* en Laboratorio de Biología Vegetal de la Universidad de Tarapacá.

Nombre científico	<i>Aloysia deserticola</i> (Phil.) Lu-Irving & O’Leary
Nombre vulgar	Rika rika
Familia	Verbenaceae
Hábito	Arbustivo
Rango altitudinal	2300 – 3500 msnm
Altitud de colecta	2896 msnm
GPS	19k24247 / 62248
Extensión geográfica	AYP, TAR y ANT
Países limítrofes	Argentina y Bolivia
Distribución	Endémica (END)
Estado de conservación	Vulnerable (VU)
Potenciales amenazas	No hay información asociada
Etnobotánica	<u>Medicinal:</u> - Diferentes afecciones estomacales. - Incrementa la producción de leche materna. - Ayuda con algunas afecciones renales. - En la mezcla con otras hierbas puede ayudar con diferentes síntomas asociados al sistema digestivo. - Para tratar afecciones renales.

	<u>Alimentación:</u> - Utilizado como saborizante y para preparar brebajes de celebración <u>Ganadería:</u> - Forraje para los animales <u>Otros usos:</u> - Se puede utilizar como leña.
Bibliografía	González, J.S. & J. J. Molina (2017). Flora nativa de la región de Arica y Parinacota. Ediciones Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 233 pp. Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., ... & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. <i>Gayana. Botánica</i>, 75(1), 1-430.

Fórmula floral

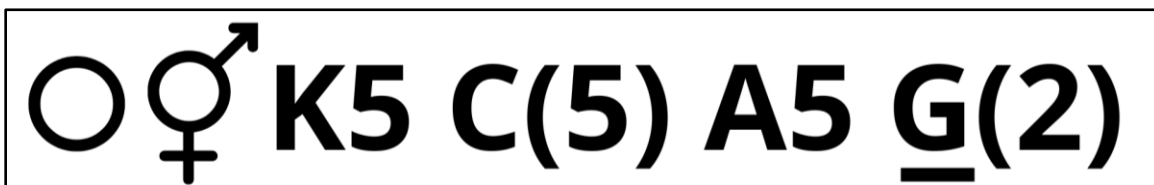
Tras la colecta de la especie *Solanum lycopersicoides*, se realizó la fórmula floral respectiva, principalmente con dos objetivos.

Primeramente, contrastarla con la fórmula floral de *Solanum peruvianum*, especie también registrada en la salida de campo ya que ambas presentaban diferencias en el color de las anteras y su disposición. Las diferencias entre las especies sólo radica en el color de las anteras, ya que morfológicamente son muy parecidas.

Por otra parte, *S. lycopersicoides* fue la única especie en la que se registró una especie polinizadora.

Centris buchholzi, como ya se mencionó es una abeja, lo que clasifica a *Solanum lycopersicoides* como una especie melitófila.

Fórmula floral de *Solanum lycopersicoides*



Interpretación: Flor hipógina, con simetría radiada, hermafrodita, dialisépala con 5 sépalos libres, gamopétala con 5 pétalos fusionados, androceo con 5 estambres libres, ovario súpero con 2 carpelos fusionados.

En resumen, *Solanum lycopersicoides* calza con las características de una planta melitófila ya que presenta simetría radiada, androceo libre y pétalos mayoritariamente fusionados que no interfieren con el acceso del polinizador. El color amarillo de *S. lycopersicoides* también coincide con los de las flores con síndrome de la melitofilia (Morillo et al., 2022).

Desde la perspectiva de la flor, esta tiene una preferencia por la polinización por sonicación (Buchmann 1983; De Luca y Vallejo- Marin, 2013) lo que confirma que sus piezas florales se adaptan para hacerlo posible.

Conclusiones

La investigación en la Quebrada Cardones ha permitido profundizar en el entendimiento de las complejas interacciones ecológicas en ambientes de extrema aridez. Los resultados destacan la relación específica entre *Solanum lycopersicoides* y *Centris buchholzi*, donde la abeja actúa como potencial polinizador gracias a su capacidad de acceder al polen mediante vibración (sonicación). Este hallazgo subraya la importancia de los polinizadores nativos en la reproducción de plantas adaptadas a condiciones extremas y sugiere un vínculo coevolutivo que es esencial para la estabilidad del ecosistema.

La recolección de las especies vegetales de la zona, no sólo resultan ser fascinante por sus características fisiológicas, sino que la singularidad que caracteriza a cada una sugiere la importancia de conocerlas y protegerlas. Nominar Quebrada Cardones como Monumento Natural surgió principalmente como una medida precautoria para la preservación de *Browningia candelaris* y las demás especies que coexisten junto al cactus candelabro. Sin embargo, en la actualidad, pareciera ser que el cuidado de este patrimonio natural no está en las prioridades de quienes deberían velar por su cuidado, en particular, las autoridades regionales y los habitantes de la Región de Arica y Parinacota.

La evidente huella humana que hoy es evidente en Quebrada Cardones, es una clara señal de la necesidad que existe de educación ambiental para la población ya que, lo que no se conoce no se cuida, por ende, inculcar este principio a través de la enseñanza es todo un desafío para los y las docentes de la zona. La zona del norte de Chile entrega a sus docentes una rica fuente de conocimiento y aprendizaje, su compleja adaptación para resistir a los crudos días que este clima indica es digno de ser analizado y enseñado.

Este estudio no solo aporta datos fundamentales para la ciencia, sino que también constituye una herramienta educativa y de sensibilización para la conservación. Ya que, reconocer el valor de estas interacciones ecológicas y su vulnerabilidad puede inspirar acciones locales de protección y manejo sostenible, garantizando que estos ecosistemas sigan siendo un legado natural para futuras generaciones.

Bibliografía

- Agostini, K., Lopes, A. V., & Machado, I. C. (2014).** Recursos florales. *Biología da polinización*, 1, 130-150.
- Aliaga, F., Zapata-Cruz, M., & Valverde-Zavaleta, S. A. (2024).** Plastid genome of *Chenopodium petiolare* from Trujillo, Peru. *BMC Research Notes*, 17(1), 69.
- Arroyo, M. T. K., Armesto, J. J., & Primack, R. I. (1983).** Tendencias altitudinales y latitudinales en mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56(2), 159-180.
- Arturo, R. P., De, P. G. C. a. / I. U., Cactus, H. W., Cactus, P. S., Cactus, L. F., Cactus, C. O., De San, F. C. C. a. / U. N., & Cactus, J. R. (2011).** IUCN Red List of Threatened Species: *Browningia candelaris*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/152299/121467597>
- Berríos, R. (2020).** TARUCA: El ciervo desconocido de Tarapacá. Tarapacá Insitu. <https://tarapacainsitu.cl/contenido/679/taruca-el-ciervo-desconocido-de-tarapaca>
- Buchmann, S. L. (1983).** Polinización por zumbido en angiospermas. En C. E. Jones & R. J. Little (Eds.), *Handbook of Experimental Pollination Biology*.
- CONAF. (2024).** Monumento Natural Quebrada de Cardones - CONAF. https://www.conaf.cl/parque_nacionales/monumento-natural-quebrada-de-cardones/
- Carrasco, J. P., Romo, F. J., Galán, L., & Mérida, J. D. E. (2004).** El atractivo ultravioleta. Bio-Nica. info.
- Coronado, M., González, K., Pérez, F., & Rosello, E. (1987).** Ciclo de vida y adaptación al ambiente de *Browningia candelaris* (Meyen) Britt et Rose. [Tesis]. Universidad de Tarapacá, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología y Salud, Arica.
- De Ecología La, L. P., Nuñez, A., & De Salta Buenos Aires, H. a. R. N. (2016).** IUCN Red List of Threatened Species: *Hippocamelus antisensis*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/species/10053/22158621#habitat-ecology>
- De Luca, P. A., & Vallejo-Marin, M. (2013).** The puzzle of buzz-pollination: Causes and consequences of vibrations in flowers. *Annals of Botany*, 133(3), 379-388. <https://doi.org/10.1093/aob/mcy232>

- De Romero, M. E. M. (1982).** Contribuciones al estudio del género *Atriplex* (Chenopodiaceae) en la Argentina, II. Las especies adventicias. *Darwiniana*, 24(1/4), 49-68. <http://www.istor.org/stable/23216513>
- Díaz, N. I. (1995).** Antecedentes sobre la historia natural de la taruca (*Hippocamelus antisensis* d'Orbigny 1834) y su rol en la economía andina. *Chungara*, 45-55.
- Dudareva, N., & Pichersky, E. (2000).** Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents. *Plant Physiology*, 122(3), 627-634.
- Foto 10436971, (c) Stefan, algunos derechos reservados (CC BY-NC),** subido por Stefan . Natusfera. (s.f). Natusfera. <https://spain.inaturalist.org/photos/10436971>
- Giusti, L. (1997).** Chenopodiaceae. *Flora Argentina*, 40. <http://www.floraargentina.edu.ar/wp-content/uploads/2019/01/40-CHENOPODIACEAE.pdf>
- Gobierno de Chile - Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2009).** Estrategia para la conservación de la biodiversidad en la región de Arica y Parinacota. <https://biodiversidad.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/08/ERB-2009-05-25.pdf>
- González, J. S., & Molina, J. J. (2017).** *Flora nativa de la región de Arica y Parinacota*. Ediciones Universidad de Tarapacá.
- Grajales-Conesa, J., Meléndez-Ramírez, V., & Cruz-López, L. (2011).** Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4), 1356-1367.
- Hjorth-Andersen, M. C. (2006).** *Sarcophaga carnaria* (Linnaeus), ¿dónde estás? (Diptera, Sarcophagidae). *Boletín de la SEA*, 38, 199-200. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2005185>
- López, P., Cartajena, I., Santander, B., Villalón, D., Sáez, A., & Rivera, B. (2016).** Procesamiento de guanacos durante el Arcaico Tardío del Norte Semiárido de Chile: Un acercamiento zooarqueológico y espacial intrasitio. *Chungará* (Arica), 48(2), 243-258.
- Lucero, G. (2024).** Beneficio de la polinización con abejorros del género *Bombus* sp. (Hymenoptera: Apidae) en tomate (*Solanum lycopersicum*). [Tesis]. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.
- Montero, R. (2022).** Un monumento natural nacional, la «taruca» (*Hippocamelus antisensis*) y un sitio clave para su conservación, la reserva natural privada Puesto Las Tarukas (Volcán, Jujuy). *Luna de Marzo* (ver. digital), 1(3), 1-6.

- Morillo, I. M. R., FLORES, N. E. R., AZCORRA, A. E. E., Thompson, T. T. (2022).** Se necesitan tres para bailar tango: los retos de la reproducción en plantas. Desde El Herbario CICY, 14, 46–50, 2022.
- Muñoz, A. E., & Bonacic, C. (2006).** Variación estacional de la flora y vegetación en la precordillera andina de la comuna de Putre (I Región de Tarapacá, Chile) durante el período 2002-2003. *Gayana. Botánica*, 63(1), 75-92.
- Palma, J. H., Marfán, C. E., Yancas, L. F., & De Lartundo, J. H. (2014).** Biodiversidad terrestre de la Región de Arica y Parinacota. <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/26107>
- Peralta, I. E., Knapp, S., & Spooner, D. M. (2005).** *Solanum arcanum* and *S. huaylasense*, two new wild tomato species segregated from *Solanum peruvianum* sensu lato. *Systematic Botany*, 30(2), 424-434.
- Piña Zepeda, P., & Faúndez Yancas, L. (2009).** Informe Justificadorio. Creación monumento natural Quebrada de Cardones. Corporación Nacional Forestal.
- Pisano, V. (1965).** Biogeografía. En: *Geografía Económica de Chile*. CORFO.
- Raedeke, M. (1976).** El guanaco de Magallanes, Chile. Su distribución y biología.
- Rosas, M. R. (1989).** The genus *Atriplex* (Chenopodiaceae) in Chile. *Gayana Bot*, 46, 3-82.
- Rosello, E., & Belmonte, E. (1999).** Fenología de *Browningia candelaris* (Meyen) Britt. et Rose en la quebrada de Cardones, norte de Chile.
- Rosbach, R. P. (1943).** El género *Spergularia* (Caryophyllaceae) en Chile. *Darwiniana*, 6(2), 211-256.
- Roig Alsina, A. (2000).** Claves para las especies argentinas de *Centris* (Nymenoptera, *Apidae*), con descripción de nuevas especies. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 2(2), 171-193.
- Smith, S. D., & Peralta, I. E. (2002).** Ecogeographic surveys as tools for analyzing potential reproductive isolating mechanisms. *Taxon*, 51(2), 341-349.
- Solanaceae Source. (s. f.).** *Solanum*. Recuperado el 26 de noviembre de 2024, de <http://www.solanaceaesource.org>
- Tapia, G., González, M., Burgos, J., Vega, M. V., Méndez, J., & Inostroza, L. (2021).** Early transcriptional responses in *Solanum peruvianum*. *Scientific Reports*, 11(1), 15961.
- Taylor, C. M. (1994).** Revision of *Tetragonia* (Aizoaceae) in South America. *Systematic Botany*, 575-589.

Torres, H. (1986). Distribución y conservación del guanaco: informe (Vol. 2). IUCN.

Trivelli, M., & Huerta, J. (2014). Alcances sobre flora y vegetación de la Cordillera de Los Andes. Servicio Agrícola y Ganadero.

Villagrán, C., & Castro, V. (2003). Ciencia indígena de los Andes del norte de Chile.

Villagrán, C., Arroyo, M. T. K., & Armesto, J. J. (1982). La vegetación de un transecto altitudinal en los Andes del Norte de Chile. En Veloso, A. & Bustos (Eds.), *El Hombre y los Ecosistemas de Montaña*, 1(13-70).

Vivallo, F., Zanella, F. C., Toro, H., Melo, G. A. R., & Alves-dos-Santos, I. (2003). Las especies chilenas de Centris (Paracentris) Cameron y Centris (Penthemisia) Moure (Hymenoptera, Apidae). *Apoidea Neotropica: Homenagem aos*, 90, 77-83.