



**EXPERIENCIA EN LA PROPAGACIÓN DE LLARETA (*AZORELLA COMPACTA* PHIL.,
APIACEAE), EN COLLAHUASI, COMUNA DE PICA, REGIÓN DE TARAPACÁ, CHILE**

*LLARETA'S (AZORELLA COMPACTA PHIL., APIACEAE) PROPAGATION EXPERIENCE BY COLLAHUASI
MINING COMPANY, IN THE COUNTY OF PICA, REGION OF TARAPACÁ, CHILE*

Christian Troncoso G. ¹; Daniel Green²; Felipe Reinoso³

¹Ingeniero forestal: Teknoriego SPA; ctroncoso@teknoriego.cl

²Ingeniero forestal: Meristema Consultores; danielgreen@meristema.cl

³Ingeniero agrónomo: Teknoriego SPA; freinoso@teknoriego.cl

RESUMEN

Este artículo describe una serie de ensayos y de experiencias piloto de propagación, manejo en invernadero y monitoreo de *Azorella compacta* Phil. (Apiaceae) hasta su condición de ser despachadas a plantación. Los ensayos se realizaron en invernaderos habilitados para la propagación de especies alto andinas, ubicados en la cordillera a una altitud de 3800 m, en la Región de Tarapacá, Chile. Los análisis realizados registran que respecto de los frutos y de las semillas de esta especie, se logró estimar un diámetro promedio de 2 mm, con un peso promedio de 0,004 g y una respuesta positiva en la germinación a la estratificación fría/húmeda de las semillas, al cabo de 40 días en comparación a semillas sin tratamiento. En lo que respecta a manejo en invernadero, se determinó la conveniencia de un repique inicial entre los cuatro a cinco meses después de la germinación, así como también una respuesta positiva de la llareta a la incorporación de materia orgánica en el sustrato de crecimiento y de la fertilización foliar, logrando incrementos diametrales que llegaron a los 2 cm anuales, obteniendo plantas que superan los 20 cm de diámetro al cabo de nueve años (2020).

Palabras clave: *Azorella compacta*, Apiaceae, germinación de semillas, flora altoandina.

ABSTRACT

This article describes a series of trials and pilot experiences of propagation, greenhouse management and monitoring of Azorella compacta Phil. (Apiaceae) until their condition of being dispatched to plantation. The tests were carried out in greenhouses enabled for the propagation of high Andean species, located in the mountain range at a geographical height of 3800 m altitude in the Region of Tarapacá, Chile. The analyzes carried out record that with respect to the fruits and seeds of this species, it was possible to estimate an average diameter of 2 mm, with an average weight of 0.004 g and a positive response in germination to the cold / wet stratification of the seeds, after 40 days compared to seeds without treatment. Regarding greenhouse management, the desirability of an initial peel was determined between 4 to 5 months after germination, as well as a positive response of the llareta to the incorporation of organic matter in the growth substrate and foliar fertilization, achieving diametrical increases that reached 2 centimeters per year, obtaining plants that exceed 20 cm in diameter after 9 years (2020).

Key words: *Azorella compacta*; Apiaceae; seed germination; high andean flora.

INTRODUCCIÓN

Las presiones antrópicas sobre la vegetación nativa de Chile han afectado seriamente a algunas especies de plantas, inclusive a las de zonas tan aisladas y lejanas como el altiplano. Una de ellas es la llareta o yareta, *Azorella compacta* Phil., una especie singular por su hábito de crecimiento y longevidad. Históricamente ha sido empleada en medicina tradicional, combustible doméstico y como fuente de energía en la industria minera, dada la resina que posee en su follaje (conocida como *yaretawaqa* en aimara). Hay registros que muestran la intensidad de la explotación de la especie los que indican que en cincuenta años, desde la apertura del mineral de Chuquicamata hasta medio siglo después, se habría consumido medio millón de toneladas (Hodge, 1960).

Desde un punto de vista taxonómico, *Azorella compacta* Phil. es una planta fanerógama de la sub-familia de las Azorelloideae de la familia Apiaceae, familia de plantas pertenecientes al orden de las Apiales y a la clase de las Magnoliopsidas o Dicotiledóneas. Se distribuye en el altiplano andino de países como Perú, Bolivia, Chile y el noroeste de Argentina. Crece en las laderas y mesetas sobre pedregales o roqueríos, desde los 2800 m hasta los 5200 m de altitud (Rodríguez et al, 2018).

Desde un punto de vista climático corresponde a una zona árida, con períodos de sequía de entre 6 a 10 meses, donde las precipitaciones fluctúan entre los 100 y 300 mm entre los meses de diciembre y marzo y están relacionadas directamente con el denominado “invierno altiplánico” (Kleier & Rundel, 2004; Halloy, 2002).

Una proporción de la precipitación registrada no está disponible de forma inmediata para la planta, ya que cae en forma de nieve o se congela. Esto representa una reserva de agua para el período de primavera en que la nieve o el hielo se derriten, coincidentemente con la época de activación de crecimiento de la planta. En términos

generales, el viento, la alta radiación solar, las bajas temperaturas y la escasa humedad atmosférica limitan el desarrollo vegetal en general y sólo prosperan especies con adaptaciones morfoanatómicas y fisiológicas para tolerar estos factores.

Antecedentes sobre la propagación de *Azorella compacta*

-Formas de propagación

Se sabe que esta especie se reproduce en forma sexuada, pero no se cuenta con mayores antecedentes sobre su regeneración natural. De acuerdo con las observaciones de Consigny (1963), se han detectado individuos jóvenes donde antes hubo poblaciones masivas, probablemente debido a la germinación de semillas desde plantas antiguas que fueron explotadas. La estructura de las subpoblaciones en el parque nacional Lauca contiene un abundante número de plántulas y ejemplares pequeños junto con, un número de ejemplares mayores en estado de declinación, hecho que demuestra el éxito en el establecimiento de las plántulas (Kleier & Rundel, 2004). Resultados similares obtuvieron Fajardo *et al* (2008) para *Azorella madreporica* en el río Molina en los Andes centrales y Le Roux & Mc Geoch (2004) para *Azorella selago*, en la zona sub-antártica del océano Índico. Por otra parte, no se reporta o registra en estas especies reproducción vegetativa y se supone que sólo crecen en forma horizontal, pero no hay certeza al respecto.

De acuerdo con Pearson (1978), el interesante número de plántulas observadas rodeando a plantas adultas indicaría que *Azorella compacta* se reproduce naturalmente por semillas, pero la viabilidad de éstas en el hábitat de alto andino es inferior al 1%. Las semillas caídas a menudo rodean la planta y rocas cercanas ubicándose en pequeños intersticios, aparentemente dispersadas por el viento o la escorrentía, y se encuentran plantas pequeñas al refugio de las rocas, lo que sugiere la necesidad de un microclima favorable para la germinación. Sin embargo, este autor señala no haber logrado ninguna germinación a partir de mericarpos sembrados *in situ*. Un examen de los mericarpos aparentemente maduros recogidos por este mismo autor en marzo de 1988, reveló que menos del 1 % eran viables. El mismo autor, sin embargo, reporta hasta un 30 % de germinación de mericarpos después de un régimen de dos meses sometidos a luz fluorescente por 12 horas, a una temperatura de 23° C, alternando con 12 horas de oscuridad a 9°C.

-Experiencias de propagación y trasplante

No se han publicado resultados que se relacionen con experiencias de propagación y plantación de *Azorella compacta*. Por lo que, a continuación aquí se da cuenta de experiencias que se han llevado a cabo con otras especies de *Azorella*, con morfología y posiblemente, fisiología similares a *Azorella compacta*.

-Gajardo *et al.* (1993), proponen que las semillas de *Laretia acaulis* (actual *Azorella ruizii* G.M. Plunkett & A.N. Nicolas) necesitan de algún tipo de tratamiento pregerminativo y especifican que las semillas tienen una latencia endógena severa por lo que recomiendan un período prolongado de estratificación fría, cercana a los 0° C.

-El banco base de semillas del INIA, Intihuasi (Chile) a solicitud de la División Andina de Codelco, llevó a cabo en un estudio de germinación y crecimiento de *Laretia acaulis* (Apiaceae) “llaretilla” (actual *Azorella ruizii*), que crece en los sectores cordilleranos de Chile central sobre los 3000 m s.n.m. cuyos resultados fueron publicados por Sandoval *et al.* (2007). En ellos se indica que el objetivo del estudio fue contribuir al conocimiento de la ecología de la especie y a su propagación. En general obtuvieron bajos porcentajes de germinación y de sobrevivencia. Las plantas tardaron dos a tres años en alcanzar 10 cm de diámetro, tamaño que permitiría llevarlas a plantación en terreno, donde se determinó la relevancia del riego como medida de mantenimiento ligada a la sobrevivencia de las plantas, la que no superó un 30 %; sin embargo, el monitoreo de las plantaciones no se pudo continuar por falta de financiamiento. En el estudio se describen pruebas de germinación, en las que se aplicaron diferentes tratamientos germinativos de escarificación, manteniendo la semilla en la oscuridad y a 4°C y en distintos períodos (0, 15, 30, 45, 60, 90, 135, 180 y 225 días). Luego de cumplido el tratamiento de escarificación, las semillas fueron traspasadas a las condiciones de germinación, 20° C/10° C y fotoperíodo 12:12 horas y 80% de humedad relativa. Los ensayos incluyeron diferentes tratamientos de riego y en ellos se utilizó un sustrato de compost, perlita y vermiculita en proporción 2:1:1 (v/v). Como conclusión de los ensayos se dedujo que el frío es importante para la germinación de las semillas de *Laretia acaulis*. Las semillas que fueron sembradas sin exposición al frío prácticamente no germinaron; en cambio, los tratamientos que recibieron frío entre 90 y 135 días superaron en promedio el 20% de germinación.

-Experiencias no publicadas de los autores en trasplante de *Laretia acaulis* (*Azorella ruizii*) en el valle del río Tinguiririca, en la Región de O’Higgins, mostraron un alto costo y una baja sobrevivencia de ejemplares trasplantados desde 10 cm a 100 cm de diámetro, con una sobrevivencia que luego de tres años de monitoreo no superó el 10 %.

Un proyecto para investigar sobre la propagación de *Azorella compacta*.

El proyecto se generó a partir de una iniciativa de CMDIC, en consideración que esta especie se clasificó como vulnerable mediante DS 51/2008 del Minsegres, según propuesta del Libro Rojo de Flora Nativa Terrestre de Chile (Benoit, 1989). Los ensayos de propagación de la especie los llevó a cabo **Teknoriego Soluciones Ambientales** en un terreno cercano al campamento Coposa, perteneciente a dicha minera, donde se contó con invernaderos e instalaciones acondicionadas para la propagación de especies vegetales.

OBJETIVO

El objetivo de este artículo es dar a conocer y mostrar los resultados obtenidos sobre la propagación por semillas *Azorella compacta* indicando métodos de manejo inicial en invernadero y mostrar resultados de crecimiento de plantas posterior a repiques primarios y secundarios a bolsa de viverización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de las semillas

En diciembre del 2010 se realizó un reconocimiento y censo de *Azorella compacta* en el sector Rosario Oeste del recinto de Collahuasi, situado a 4500 m de altitud, en la Región de Tarapacá, Chile. En dicho sitio se censaron 1213 ejemplares, cuyo estado fenológico incluyó vegetativos, en floración (Fotografía 2), formando frutos (Fotografías 3 y 4) y semilla (Fotografía 5) y algunos “mixtos”. El censo mostró que en las plantas mayores de 100 cm de diámetro estaban representados los cuatro estados fenológicos, siendo el más característico el de floración con un 38% de los ejemplares, pero también se pudo encontrar individuos en estado mixto (un 18%). En el caso de las plantas juveniles (fotografía 1), de hasta 10 cm de diámetro se observaron solamente ejemplares en estado vegetativo o juvenil; de esta observación se infirió que los ejemplares deben alcanzar un grado de madurez y tamaño mayor para producir flores y semillas. Más tarde, sin embargo, (03/2017) en la ruta a Colchane, situada en la misma región, se observaron poblaciones con plantas cuyo diámetro no superaba los 15 cm, con abundantes flores y frutos (Teknoriego, 2017), lo que hizo suponer que el tamaño no parece ser no tan relevante para la floración sino más bien la estacionalidad y un mínimo grado de madurez reproductiva.

Tratamiento de las semillas y sitio de los ensayos

Los ensayos de germinación se efectuaron en el vivero instalado en el campamento Coposa de CMDIC, ubicado a unos 3800 m de altitud. Las semillas recolectadas fueron fotografiadas, medidas y pesadas. Posteriormente se mantuvieron en refrigeración con temperatura en torno a 5°C. Las semillas promediaron 2 mm de diámetro aproximadamente y el peso promedio fue 0,004 g, equivalente a 250 semillas en promedio por gramo, lo que equivale a 250 mil semillas por kilo.

La primera siembra de llareta fue llevada a cabo el 24 de febrero del 2011, utilizando ensayos comparativos con semillas estratificadas en frío y con humedad durante casi 90 días y sin estratificar mantenidas a temperatura ambiente y en sobres de papel. Hay que señalar que las semillas que no se estratificaron formalmente en un refrigerador, fueron almacenadas en una bodega-contenedor ubicada en el área de campamento Coposa, a casi 4.000 m de altitud, lo que en la práctica brinda condiciones de frío bastante intenso, tal vez comparables a un refrigerador, pero con mayor oscilación diaria. La siembra se efectuó sobre camas calientes con sustrato compuesto por 1/2 de perlita y 1/2 de turba. La temperatura promedio de las camas se mantuvo en torno a los 15°C.

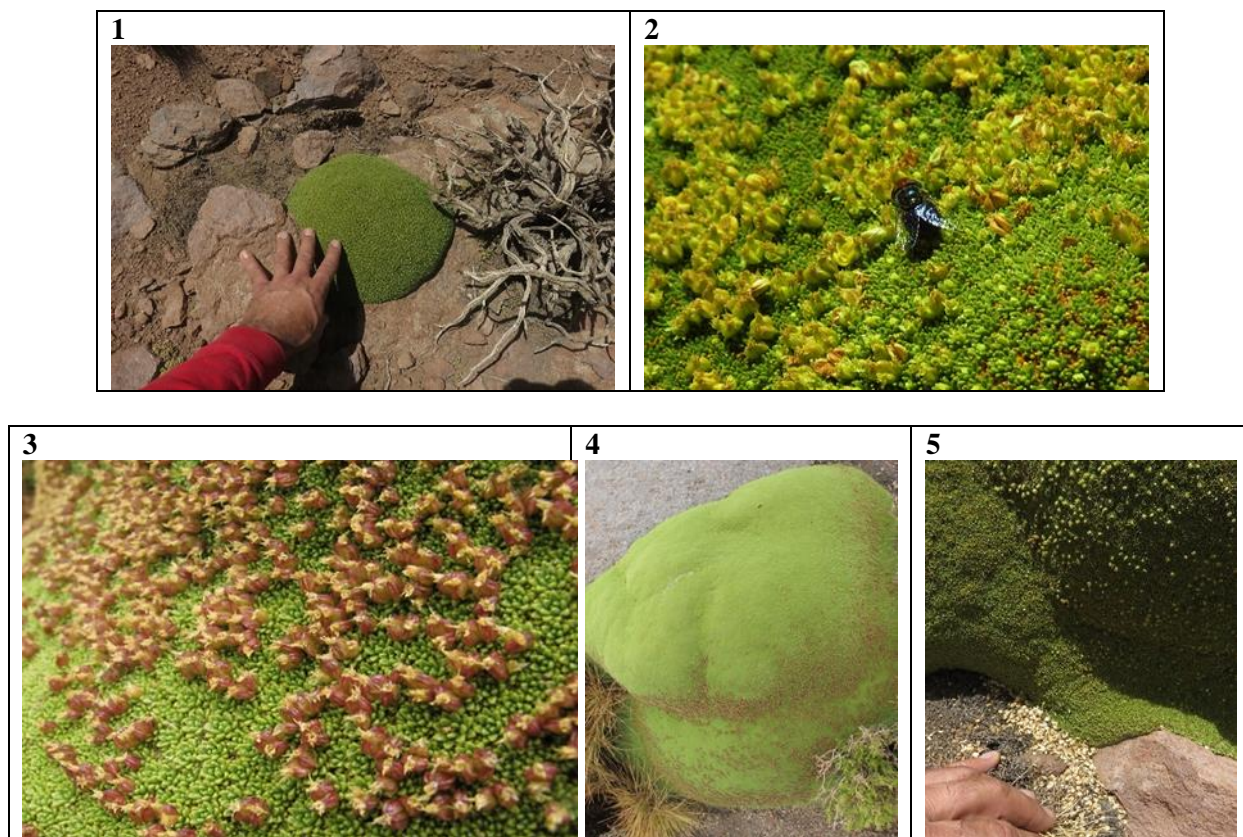
Condiciones y seguimiento del crecimiento de las plantas en vivero

El manejo de las plantas en cama caliente comprendió: (1) la aplicación de un riego constante y controlado manteniendo una humedad óptima del sustrato y (2) la aplicación de fungicidas preventivos que se mantuvo hasta la etapa de repique de las plántulas, la que se alcanza aproximadamente entre los 4 a 5 meses después de la

siembra. Posteriormente, una vez trasplantadas o repicadas las plántulas a bolsas, se aplicó una batería de agroquímicos, compuesta de fungicidas preventivos/curativos, fertilizantes foliares, aminoácidos libres y bioestimulantes. Se estableció un protocolo más intenso en nutrientes nitrogenados para el período primavera/verano y más rico en Ca, K y microelementos durante el período frío otoño/invierno.

La mezcla de sustrato empleada en las bolsas estuvo conformada por tierra local (suelo franco-arenoso), turba y perlita en partes iguales (v:v). El tamaño de bolsa inicial fue de 10 cm de diámetro por 14 a 15 cm de largo (llena con sustrato), lo que equivale aproximadamente a 1 L de volumen. A los tres años aproximadamente, se cambiaron a una bolsa del doble de tamaño. Las condiciones ambientales del invernadero en la fase de repique y de desarrollo se mantuvieron controladas con temperaturas medias de 10 a 20 °C, humedad relativa alta y cierto grado de sombra producida por el policarbonato que poseen los invernaderos. Las temperaturas mínimas en invierno descendieron en torno a -4°C dentro del invernadero (-10 °C afuera). En verano las máximas dentro del invernadero superaron los 35°C en algunas ocasiones, lo que obligó a establecer un estricto protocolo de control de la temperatura que incluyó una ventilación permanente pasiva y activa mediante ventiladores eléctricos, y mantener húmedo el techo mediante aspersores de riego para enfriarlo. En los días más calurosos también se regaron los pasillos y el entorno de platabandas para reducir la temperatura.

***Azorella compacta*. Fotografía 1. Llareta de diámetro pequeño, aún inmadura reproductivamente. Fotografía 2. Se aprecian las flores de llareta y una mosca polinizadora. Fotografía 3. Fruto en formación. Fotografía 4. Ejemplar de llareta no muy grande, pero cargado de frutos maduros. Fotografía 5. La semilla madura se desprende y se acumula en intersticios o en la base de la planta.**



RESULTADOS

Germinación

Los resultados muestran que las semillas que tuvieron un tratamiento de estratificación fría-húmeda, tuvieron una germinación notablemente mejor que las que no tuvieron tratamiento, en particular las semillas estratificadas germinaron entre un 12 y un 20% de lo sembrado, en comparación a las semillas sin tratamiento que no superaron el 6% de igual siembra. Las semillas comenzaron a germinar entre los 40 a 60 días después de la siembra (Stern *et al.*, 2013).

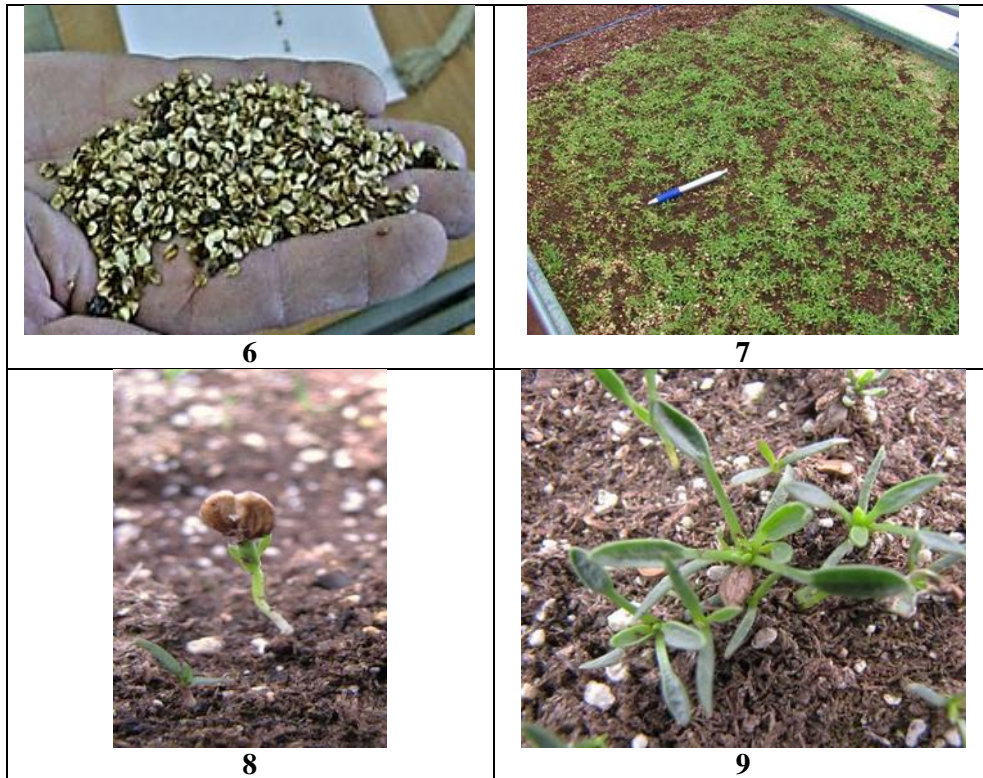
Crecimiento en vivero

El desarrollo y crecimiento de la especie en las condiciones del ensayo, denota una buena respuesta a los factores de control de temperatura, riego, sustrato rico en materia orgánica y fertilización, con incrementos diametrales que en promedio pueden superar los dos centímetros anuales (2 cm/año).

En la actualidad se cuenta con individuos que llegan a los 24 cm de diámetro, luego de nueve años desde el trasplante a bolsa. En términos prácticos, se estima que una planta de llareta está apta para su plantación en terreno, luego de un plazo de tres años aproximadamente desde su siembra en almaciguera (cama de germinación con temperatura controlada), plazo en que se considera un semestre para germinación y repique y dos años y medio para alcanzar un diámetro de 10 cm que representa una condición de robustez y anatomía suficiente para ser sacada a condiciones de campo.

En cuanto a los requerimientos hídricos por parte de la llareta, esta posee una demanda mayor en la época estival, que es cuando suben las temperaturas; sin embargo, el exceso de agua demostró perjudicar a la especie en vivero. El ideal es controlar los riegos teniendo en consideración la humedad efectiva en la bolsa y las temperaturas que se registren en invernadero. Con máximas que llegan a los 35°C durante el verano (dentro del invernadero) y mínimas que oscilan entre los -5° y 5°C durante el resto del año, el programa de riego es variable y fluctúa en torno a dos riegos por semana en verano y dos riegos mensuales profundos en invierno.

***Azorella compacta*. Fotografía 6: Semillas (frutos). Fotografía 7. Germinación masiva en cama caliente. Fotografía 8. Plántula recién emergida. Fotografía 9. Desarrollo de las plántulas en cama caliente.**

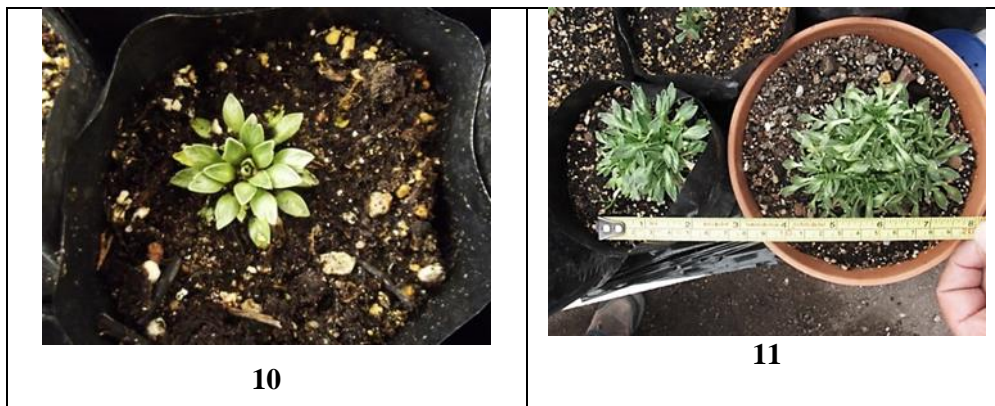


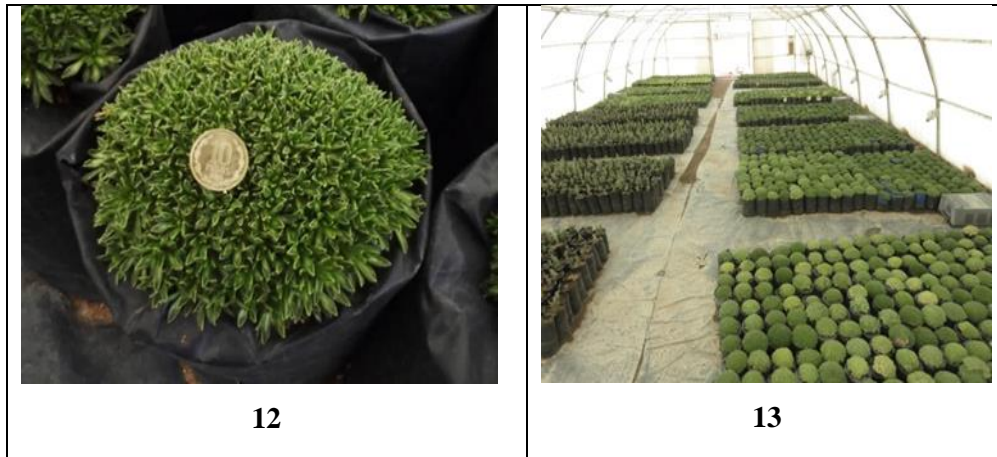
***Azorella compacta*: Fotografía 10. Desarrollo de individuo y crecimiento.**

Fotografía 11. Comparación de tamaño y estado de plantas en invernadero.

Fotografía 12. Se aprecia que el crecimiento en diámetro es proporcional al tamaño del contenedor.

Fotografía 13. Se observa que es factible la propagación masiva en condiciones de un vivero situado por sobre los 3800 m de altitud.





Azorella compacta. Fotografías 14 y15. Plantas en vivero, en condiciones de ser trasplantadas en terreno.



DISCUSIÓN

El manejo del invernadero requiere conocer los caracteres fisiológicos y morfológicos de la especie, ello con el fin de llegar a estandarizar las condiciones y el manejo del ambiente durante el proceso de propagación. Fisiológicamente, ante la reducción de la intensidad de la luz, la ausencia del viento y la buena disponibilidad de agua y nutrientes la llareta presenta una rápida elongación foliar o etiolación; algo que sucede también de forma natural ante la presencia de rocas o arbustos que provean algún tipo de protección, sombra y sotavento, o incluso en la proximidad de alguna gramínea como se aprecia en las Fotografías 16 y 17.

***Azorella compacta*. Fotografía 16.** Se observa la variación morfológica en la naturaleza del follaje de llareta cuando éste recibe parcialmente más sombra y humedad en la base, además de una ligera protección contra el viento.

Fotografía 17. Respecto de lo señalado, lo mismo ocurre en el vivero cuando las plantas están muy sombreadas.



El manejo de temperatura, es otro factor importante; tanto en las instalaciones donde se propaga como en los sitios donde se la pretenda plantar. Respecto de las condiciones en terreno, la llareta prefiere orientaciones y ambientes donde exista una fuerte intensidad lumínica, una alta radiación solar, y además, una constante circulación de viento que regule la temperatura. Esta especie prefiere ambientes con máximas que no superen los 12 a 15°C, pero con una alta radiación solar. Los excesos de temperatura, difíciles de evitar en invernaderos de cubierta translúcida (de polietileno, vidrio o policarbonato), son perjudiciales para el desarrollo de la planta y la predisponen a una pérdida de vigor o a la aparición de plagas y enfermedades.

Entre los insectos dañinos que afectan a las llaretas se encuentra el pulgón lanígero (Fotografías 18 y 19) que ataca con frecuencia las raíces, sin embargo, con el empleo de insecticidas sistémicos y coadyuvantes para facilitar la penetración translaminar es de fácil control; también resulta efectiva la inmersión de las plantas (base de la bolsa) en una solución de insecticida.

***Azorella compacta*. Fotografía 18. Presencia de pulgón lanígero en las raíces. Fotografía 19. Se observa una platabanda donde todas las plantas reciben igual riego y fertilización; la foto muestra, por la evidencia del amarillo del follaje, que la sintomatología no tiene un patrón claro de dispersión en el vivero.**



CONCLUSIONES

Las actividades que se muestran en este artículo prueban que la propagación masiva de *Azorella compacta* en condiciones de vivero, es factible llevándola a cabo en el rango altitudinal en que crece naturalmente la especie. El manejo de las plantas en vivero no requiere de técnicas complejas y los protocolos que se han desarrollado por parte de CMDIC podrían extrapolarse a otras especies ubicadas en condiciones geográficas análogas. Este método de propagación es más seguro, confiable y menos perjudicial que intentar la propagación vegetativa o el trasplante de ejemplares, que de acuerdo a la bibliografía y a la experiencia de los autores, es mucho más costosa y con resultados muy desfavorables. Se pretende continuar con el estudio de esta especie, desarrollando análisis y ensayos en las etapas de plantación y su comportamiento en terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONSIGNY, A. 1963. Forêts d' altitude au Nord du Chili. *Revue de Bois et Forets* 90: 3-8.
- GAJARDO, R., I. GREZ, M.T. SERRA, A. CABELLO & A. ALVEAR. 1993. Propagación y protección *ex situ* de plantas leñosas chilenas amenazadas de extinción. II Etapa. Universidad de Chile, Departamento de Silvicultura. 20-21-44-45-46 pp.
- HODGE, W.1960. Yareta: fuel umbellifer of the Andean puna. *Economic Botany* 14: 113-118.
- KLEIER, C. & P. RUNDEL. 2004. Microsite requeriments, population structure and growth of the cushion plant *Azorella compacta* in the tropical Chilean Andes. *Austral ecology* 29: 461-470.
- KLEIER, C. & P. RUNDEL. 2009. Energy balance and temperature relations of *Azorella compacta*, a high-

elevation cushion plant of the central Andes. *Plant Biology* 11: 351–358.

LE ROUX, P. & M.A. MC. GEOCH. 2004. The use of size as an estimator of age in the subantarctic cushion plant, *Azorella selago* (Apiaceae). *Arct. Antarct. Alp. Res.* 36: 509–17.

PEARSON, C. 1978. Observations on *Azorella compacta* (Umbelliferae), a tropical Andean cushion plant. *Biotropica* 10 (1): 62-67.

SANDOVAL, A., S.L. SILVA, M. ROSAS, M.ACOSTA & P. LEÓN-LOBOS. 2007. Germinación y crecimiento de *Laretia acaulis* (Apiaceae), un recurso genético de la cordillera de los Andes de Chile central. VII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe.

STERN J., C. TRONCOSO & F. REINOSO. 2013. Informe mensual proyecto “Cumplimiento de las medidas de compensación y mitigación asociadas a flora en áreas insertas y aledañas a Collahuasi”. Teknoriego Ltda. Santiago, Chile.

TRONCOSO C., F. REINOSO & D. GREEN. 2017. Estudio piloto de reproducción y propagación de especie *Azorella compacta* (llareta) mediante colecta y almacenamiento de germoplasma. Informe preparado por Teknoriego Ltda. para la compañía Minera Teck.

Citar este artículo como:

Troncoso, C., D. Green & F. Reinoso. 2020. Experiencia en la propagación de llareta (*Azorella compacta* Phil., Apiaceae), en Collahuasi, comuna de Pica, Región de Tarapacá, Chile. *Chloris Chilensis* 23 (1): 148-159. www.chlorischile.cl
