

En el Altiplano de la Región de Iquique:

Propagación y plantación de *Polylepis tarapacana* Phil

Por Daniel Green Sáez¹

A continuación la experiencia de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, que en el 2001 comenzó la reforestación de 149,2 ha con queñoa en el volcán Urruputuncu, en compensación por igual área y densidad de individuos afectada por el botadero de material estéril en el sector Carcanal de Ujina.

La queñoa de altura (*Polylepis tarapacana* Phil.), es una especie arbórea en categoría vulnerable de acuerdo al Libro Rojo Nacional, que crece en condiciones ambientales extremas, en altitudes entre 4000 y 5000 m.s.n.m. en las regiones septentrionales de Chile (I, II y XV), donde sobrevive con bajas temperaturas la mayor parte del año, baja humedad relativa y con escasas y ocasionales precipitaciones. Salvo algunos esfuerzos realizados por CONAF en Putre con plántulas obtenidas por regeneración natural, ni en Chile ni en otros países con ecosistemas altoandinos, existen experiencias de propagación o plantación masiva de esta especie. En el año 2001, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi (CMDIC) comenzó la reforestación de 149,2 ha con queñoa en el volcán Urruputuncu, en compensación por igual área y densidad de individuos afectada por el botadero de material estéril en el sector Carcanal de Ujina. La experiencia que aquí se presenta, resume la manera en que CMDIC, con el apoyo de Teknoriego, abordó la propagación, la plantación y la mantención posterior de la reforestación. Los datos obtenidos han permitido experiencias exitosas de propagación de esta especie en vivero, así como de establecimiento y desarrollo de las plantas en terreno.

Recopilación de antecedentes de fenología y propagación

Primero se realizó una exhaustiva recopilación de antecedentes sobre la fenología y características botánicas de la especie y las experiencias publicadas en propagación del género *Polylepis*, tanto en Chile como en el extranjero, específicamente Perú, Bolivia y Argentina. En Chile, la experiencia en reproducción de *Polylepis tarapacana* ha sido escasa y poco documentada, lo que obliga a considerar algunos antecedentes de propagación y plantación de otras especies como *P. rugulosa*, *P. besselii*, *P. pincana* y *P. australis*. CONAF en Putre ha tenido experiencias satisfactorias con propagación vegetativa de *Polylepis rugulosa*, dado que las

yemas son más conspicuas y frecuentes en los tallos, pero no han tenido resultados positivos con *P. tarapacana*².

La revisión bibliográfica se complementó con entrevistas a investigadores tanto de Chile como del extranjero. Esto sirvió para entender el contexto y el estado del conocimiento en materia de *Polylepis*. Se pudo comprobar que existe poco conocimiento, que las experiencias no son replicables y dependen de las condiciones particulares de cada sitio, que existen 24 especies del género *Polylepis* que tienen comportamientos bastante disímiles (Kessler, 2006), de las cuales solo la cuarta parte son de distribución montana y que en general, las experiencias con *Polylepis* de alta montaña o altoandinas, son pocas o no se han documentado.

El género *Polylepis* presenta generalmente floración desde el mes de enero hasta junio. La duración del período de floración está directamente relacionada con la disponibilidad de agua pudiendo durar en promedio hasta 8 meses en zonas con mayor humedad, y 4 meses y medio en zonas más secas (CONAF, 1989). La fructificación presenta una duración de 8 meses, desde el mes de octubre a mayo, sin embargo en la zona de Collahuasi, parece producirse a partir de febrero (Ríos, 1998).

Para enfrentar el requerimiento de la reforestación y en consideración de la escasa a nula información sobre propagación masiva de *P. tarapacana*, se determinó construir un invernadero adyacente a las instalaciones de CMDIC a 3800 m.s.n.m. y probar distintos tratamientos de germinación.

Caracterización de la semilla

P. tarapacana presenta un fruto seco del tipo pseudo-aquenio alado con una semilla en su interior, de las cuales aproximadamente el 10% tiene endosperma (no necesariamente embrión vivo) y el resto de las semillas se encuentran vanas o vacías. La testa no es dura ni limita físicamente

¹Ingeniero forestal, consultor ambiental para Teknoriego, Director de Sistema Consultores Ambientales.

²Visita y comunicación personal con Enrique Miranda y Jimena Saavedra de la Oficina de área de Putre.



Fotos 1 a 3: A la izquierda frutos de queñoa; al centro ampliación bajo lupa; a la derecha lotes de semilla de diversas procedencias.

camente la germinación, por lo que no es necesario realizar tratamientos de escarificación mecánica o química. Mediante análisis de laboratorio se constató un porcentaje de pureza de 65 % y una cantidad aproximada de frutos por kilogramo de 124.560.

Para determinar la capacidad germinativa, se realizaron ensayos de germinación en cápsulas petri y en bandejas *speedling*, a distintas partidas de semilla de distintas proveniencias del altiplano de la I Región. Los resultados fluctuaron entre 0 y 13,3 %, con una media en torno al 6,5 %. Esto se encuentra dentro del rango citado para la especie en la bibliografía (5 al 8 %). La máxima germinación se produce entre 30 y 40 días después de realizada la siembra y puede extenderse por una a dos semanas más. Mediante la siembra de una partida almacenada por un año en bodega seca a temperatura ambiente, se pudo comprobar que la semilla no pierde viabilidad en este lapso.

Pruebas de germinación

Con el apoyo del laboratorio de semillas de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica de Chile, se realizaron siembras de semilla extraída del fruto, encontrándose resultados ligeramente superiores respecto de la siembra del fruto completo, lo que suele relacionarse con la presencia de inhibidores químicos que retardan o limitan la germinación si no hay suficiente agua que los lave.

En el vivero de CMDIC en Collahuasi, se realizaron las siguientes pruebas: aplicación de calor durante el proceso de germinación (cama caliente); estratificación frío-húmeda de los frutos (en turba húmeda en

refrigerador a 4° C durante 30 a 45 días); lavado de los frutos antes de sembrar; e incorporación de micorriza comercial en el almácigo.

Luego de evaluar los resultados de estos ensayos, se pudo comprobar que:

- Ni la estratificación, ni el calor, ni la micorriza, incidieron favorablemente en la germinación.
- La influencia del calor en la germinación depende de la época de siembra, pues en pleno invierno se requiere aportar calor de base, mientras que las siembras de primavera-verano no lo requerirían. Hay que considerar que la temperatura fuera del invernadero puede llegar a -18° C durante el invierno y dentro de éste descende a 0° C, incluso con calefactores encendidos.
- El porcentaje de germinación en ambiente de propagación masiva y no en laboratorio, fluctúa notablemente según la procedencia de las semillas, pero en un rango de 2 a 10 %, con un promedio cercano al 4 %.
- Visualmente no hubo diferencias entre las plantas con y sin la micorriza empleada en el ensayo (Raizfort-M), en términos de aspecto, color, vigor, tamaño o follaje.

El lavado de los frutos antes de sembrar con abundante agua, se adoptó como práctica estándar. La temperatura de las camas calientes fluctuó en torno a los 20° C a una profundidad de 2 cm a 10 cm. El sustrato estuvo compuesto de aproximadamente un tercio de perlita de grano medio y dos tercios de turba fina. El protocolo de mantenimiento y control fitosanitario contempla la aplicación de riego de modo de mantener siempre húmeda la superficie de la almáciguera y fumigación con fungicidas preventivos de amplio espectro cada diez días en un



Fotos 4 a 6: A la izquierda camas calientes con sistema de riego nebulizado; al centro y derecha, almácigos en jabs plásticas perforadas sobre calefactores eléctricos.



Fotos 7 y 8: Plántulas de queñoa en el almácigo, algunas solo con cotiledones y otras con el primer par de hojas verdaderas. Las plántulas de fotografía derecha se consideran aptas para ser repicadas.

primer mes y posteriormente de manera mensual. En las condiciones de germinación descritas, no se presentaron enfermedades fungosas, pero sí se detectó una alta sensibilidad a la salinidad o alcalinidad del agua de riego, especialmente a la presencia de carbonatos y boro.

El plazo desde la fecha de siembra hasta que las plántulas pueden repicarse a bolsa corresponde a tres meses. En ese momento, las plántulas poseen uno a dos pares de hojas verdaderas y una extensión radicular inferior a 10 cm. La respuesta de sobrevivencia post repique es de 95 % en el corto plazo, a lo que se suma cierta mortalidad posterior durante el proceso productivo y descartes propios de la selección de los mejores ejemplares, lo que en conjunto puede llegar a un 5 % adicional.

Las plántulas son repicadas a bolsas plásticas cilíndricas de color negro, troqueladas en la base, con fuelle para asentarse por sí solas, de 15 cm de alto por 9 cm de diámetro (0,9 L de volumen). El sustrato está compuesto por una parte de suelo local (textura franca a franco arenosa), dos partes de perlita y dos partes de turba. La turba se emplea por razones prácticas, ya que debido a la lejanía del emplazamiento del vivero y la ausencia de fuentes alternativas de materia orgánica en la región, lo que resulta más conveniente es la turba.

La tasa de crecimiento en altura es de 1,2 cm/mes, con un rango de 1 a 1,6 cm/mes, según la procedencia de la semilla y la época de siembra, siendo el mejor momento de siembra octubre. Las plantas requieren tener



Fotos 9 a 11: A la izquierda plántula recién repicada a la bolsa, al centro plantas bien desarrolladas en las bolsas, aptas para despacho a forestación; a la derecha, una vista general del invernadero de CMDIC.



Fotos 12 y 13: Plantas cloróticas, afectadas por exceso de boro y carbonatos acumulados en el sustrato.

idealmente 12 cm de altura para despacharse a plantación, por la adecuada relación diámetro/altura y el grado de lignificación asociado. Esto representa 10 meses de crecimiento en el invernadero, lo que sumado a los 3 meses previos en almácigo, representa 13 meses de producción. Al cumplir un año en el vivero post repique, las plantas en tienen una altura que fluctúa en torno a 12 cm y un diámetro de tallo de 0,5 cm en la base.

Propagación vegetativa

Para comprobar si resultaba factible la propagación vegetativa, mediante estacas, se montó un ensayo que consideró tres tipos de estacas y tres tratamientos de productos enraizantes más un control o testigo. Se colectaron estacas de entre 30 y 35 cm de largo, de las que se obtuvieron:

- Estaca terminal o apical: contiene el ápice de la rama; entre 15 y 25 cm de longitud y entre 3 y 5 mm de diámetro del tallo.
- Estaca media: por debajo de la estaca anterior, tiene un corte en bisel en el extremo superior, por lo que no presenta ápice; entre 15 y 25 cm de longitud y entre 4 y 6 mm de diámetro del tallo.
- Ramilla lateral: corresponde a las ramificaciones pequeñas que surgen de cada estaca y que requieren ser removidas en el procesamiento de las estacas anteriores; entre 5 y 10 cm de longitud y entre 1 y 3 mm de diámetro del tallo.

En la base de estas estacas, se aplicaron las siguientes soluciones hormonales durante 5 segundos:

- IBA Root líquido (ácido indol butírico) en concentración de 1.000 ppm
- IBA Root líquido (ácido indol butírico) en concentración de 3.000 ppm
- Keriroot (ácido 1-naltilacético)
- Control (sin aditivos)

Las estacas tratadas se plantaron en bandejas speedling conteniendo un sustrato compuesto por 50 % de perlita y 50 % de turba. Luego de la plantación se regó abundantemente hasta empapar el sustrato, seguido de aplicación de TerraSorb (aminoácidos recuperadores de estrés) y Polyben (fungicida sistémico preventivo-curativo), aplicación que se continuó semanalmente.

Luego de un mes de evaluación, ninguno de los tratamientos produjo resultados satisfactorios: el enraizamiento fue nulo en todos los casos.

Conclusiones y recomendaciones

La mayor parte de los frutos colectados de *P. tarapacana* son vanos; solo un porcentaje cercano al 10 % presenta endosperma. De acuerdo

a los resultados de los estudios y análisis realizados con semillas de esta especie, se determinó que el fruto no posee limitaciones físicas o mecánicas (dureza extrema, impermeabilidad) y que la eventual presencia de inhibidores químicos, sería despreciable, dado que siembras con y sin fruto generan similares resultados, aunque ligeramente superiores en la semilla aislada. Estos potenciales inhibidores se pueden reducir o eliminar mediante el lavado de los frutos, cambiando el agua de remojo previo a la siembra.

De acuerdo a los ensayos implementados en el invernadero de CMDIC en Collahuasi, no se requiere estratificación fría, ni aplicación de calor intenso para propiciar la germinación. Las semillas son capaces de germinar prácticamente todo el año, aunque el proceso es más dinámico en los meses cálidos o con el apoyo de cama caliente. La germinación efectiva en las condiciones del invernadero, fluctúa en torno al 4 % en promedio, con un rango de 2 % a 9 %. El período de máxima germinación se produce 30 a 40 días después de realizada la siembra y puede extenderse por una a dos semanas más. La semilla no pierde viabilidad luego de un año de almacenamiento en condiciones secas. Las plántulas están aptas para ser repicadas tres meses después de la siembra, pudiendo entonces hacerse cuatro siembras por año en un mismo almácigo.

En relación a la propagación vegetativa, no se obtuvieron resultados positivos, por lo que fue descartado como método de propagación masiva para los fines que requiere CMDIC.

La mortalidad post repique asciende al 5 % y la que se produce durante el resto del proceso productivo puede llegar a un 5 % adicional. El viverista debe en consecuencia, calcular con holgura la colecta de semillas, la siembra y considerar márgenes de pérdida de a lo menos 10 % una vez que las plántulas están en la bolsa.

Los sustratos empleados en los almácigos como en las bolsas han resultado muy satisfactorios en términos de esponjosidad, aireación y retención de humedad. El uso de sustratos inertes en los almácigos contribuye a la ausencia de plagas o enfermedades durante los tres meses que las plántulas permanecen en este medio.

La tasa de crecimiento promedio es de 1,2 cm/mes, siendo octubre el mejor mes para sembrar. Las plantas requieren una estadía de 10 meses en el vivero para alcanzar 12 cm de altura, que se considera adecuada para despachar a plantación.

Como conclusión general, se puede afirmar que es factible propagar masivamente la especie *Polylepis tarapacana*, con óptimos resultados de calidad de planta, produciendo en invernadero calefaccionado a 3800 msnm. La clave para producir grandes cantidades de queñoa es cosechar y sembrar a lo menos 20 veces más semilla que las plantas que se desea producir. 

Literatura citada

CONAF. 1989. Corporación Nacional Forestal. Informe Final de Evaluación Técnicas de producción de *Polylepis besseri*. 1992. 51 p.

Kessler, M. 2006. Bosques de *Polylepis*. Botánica Económica de los Andes Centrales: 110-120.

Ríos, R. 1998. Estudios de la Distribución y Caracterización Ecológica de las Poblaciones Locales de Queñoa de Altura (*Polylepis tarapacana Phil.*) en el Sector de la Provincia de Iquique, Tarapacá. Santiago, Chile. 1998. 61p.