

Universidad de Chile
Serie Ciencias Agronómicas
N° 37, 2024

Chimbarongo Capital del Mimbre:
**MANUAL TÉCNICO DE PRODUCCIÓN
SOSTENIBLE DE SAUCE MIMBRE**



Paola Silva Candia
Marco Garrido Salinas
Daniel Cubillos Becerra
José Ayamante Montenegro



Paola Silva Candia, Marco Garrido Salinas, Daniel Cubillos Becerra, José Ayamante Montenegro

Chimbarongo Capital del Mimbres: Manual Técnico de Producción Sostenible de Sauce Mimbres

Santiago, Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agronómicas, 2024
Serie Ciencias Agronómicas N° 37
81 páginas

Comité Editor:
Ricardo Pertuzé
Marco Billi

ISBN Serie: 978-956-19-0363-0
ISBN Libro: 978-956-19-1293-9
R.P.I.: 2024-A-617

Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Producción Agrícola
Universidad de Chile
Santa Rosa 11.3115, La Pintana, Santiago
e-mail: psilva@uchile.cl; marcogarrido@uchile.cl

Edición 300 ejemplares,
Diseño y Diagramación: Belén Morales S.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Gobierno Regional de O'Higgins y su Consejo por el financiamiento del proyecto FIC "Aumento de la Competitividad del Mimbres", a la Ilustre Municipalidad de Chimbarongo por financiar la impresión de este documento, a la Asociación Gremial de Artesanos Mimbres de Chimbarongo (ARMINCHI) y a todos los agricultores de sauce mimbres que permitieron el montaje de experimentos en sus campos, que compartieron sus conocimientos y dificultades en el manejo de este cultivo. También queremos agradecer a los colegas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile: Gabriela Lankin, Jaime Auger, Nicola Fiore y Alan Zamorano, a Danilo Cepeda encargado del Museo Entomológico de la Facultad, como también a los colegas Jorge Morales y Ricardo Madariaga quienes aportaron con la identificación y manejo de los problemas fitosanitarios del sauce mimbres que se tratan en este documento. Al colega Marcelo Becerra, quien estuvo a cargo de los experimentos de este cultivo y a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica: Camila Chávez y Marta Leppe.

Índice

Prólogo	6
Plantación de sauce mimbre	8
Selección de varas	10
Establecimiento exitoso	13
Proceso de formación de raíces	15
Cuidados posteriores a la plantación	16
Cosecha de sauce mimbre	18
Rendimiento sauce mimbre	23
Producción de mimbre blanco	25
Riego del sauce mimbre	28
Fundamentos para el riego de sauce mimbre	28
Agua en el suelo	30
Demanda de agua por parte del cultivo	31
Riego y técnicas para el aumento de la eficiencia del uso del agua	35
Plagas y enfermedades de sauce mimbre y su control	40
Avispa sierra del sauce (<i>Nematus desantisii</i>)	42
Cabrito del Duraznero (<i>Aegorhinus phaleratus</i>)	45
Gusano del Tebo (<i>Chilecomadia valdiviana</i> y <i>Chilecomadia moorei</i>)	49
Plateado de los frutales (<i>Chondrostereum purpureum</i>)	53
Roya del Sauce (<i>Melampsora</i> spp.)	58
Fertilización nitrogenada de sauce mimbre	62
Importancia del nitrógeno en el crecimiento de los cultivos	64
Factores que controlan el consumo de nitrógeno de un cultivo	65
Estrategias para aumentar la eficiencia de uso de nitrógeno	66
Fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del sauce mimbre	67
Evaluación económica de la producción de sauce mimbre	72
Análisis económico	72
Ficha productiva	76
Bibliografía	80

Prólogo

El sauce mimbre (*Salix viminalis*), es una especie leñosa de la familia de las salicáceas, sus varas largas y flexibles se producen en la localidad de Chimbarongo, abasteciendo artesanos nacionales e internacionales. En Chimbarongo la artesanía en esta fibra vegetal es demandada por cientos de artesanos para la elaboración de diversas piezas como canastos, muebles, piezas de decoración y hasta finas obras de arte. El mimbre es parte fundamental de la identidad de todos los chimbaronguinos, y de la memoria de todos los chilenos.

La elaboración de la pieza artesanal de mimbre comienza con la producción de las plantas en campos de pequeños agricultores que se distribuyen en distintos sectores rurales de la comuna de Chimbarongo: Convento Viejo, La Lucana, Codegua, La Puntilla y Peor es Nada.

Hasta la década del 50 la producción artesanal se abastecía de la colecta de varas de sauce mimbre que crecían en los esteros y canales. Posteriormente el crecimiento de la actividad y la demanda por varas de alta calidad artesanal hizo que comenzara su producción agrícola, requiriendo de manejos especializados que aumentaran la producción y calidad de las varas. Es así que, a partir del ensayo y error de varias generaciones de agricultores, hoy existe un rico conocimiento entre ellos de cómo debe producirse este cultivo.

El documento que tiene frente a usted es el compilado de la experiencia de artesanos y agricultores más la fundamentación teórica-cuantitativa desarrollada y evaluada por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Este documento tiene por objetivo que nuevas generaciones de agricultores y profesionales conozcan la producción de sauce mimbre y sus fundamentos, aportando a la continuidad en el tiempo de este patrimonio nacional. El documento se divide en seis capítulos asociados a la plantación, la cosecha, el riego, las principales plagas y enfermedades, la fertilización y una evaluación económica de su producción en Chimbarongo.

La elaboración de este documento se desarrolla en el contexto del proyecto “Aumento de la Competitividad del Mimbre” financiado a través del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de O’Higgins y su Consejo Regional, enmarcado en la Estrategia Regional de Innovación.





1. Plantación de sauce mimbre

El sauce mimbre en Chimbarongo se reproduce por estacas, un tipo de propagación muy común en muchos cultivos (ornamentales, frutales y hortalizas). Es un tipo de propagación vegetativa que implica divisiones celulares que replican la misma información genética de la planta, esta duplicación genética se designa como clonación y la población descendiente se llama clones, debido a que son genéticamente idénticos a la planta desde donde se obtuvieron las estacas.

Las estacas de sauce mimbre se obtienen de varas dormantes, que corresponden a un estado de desarrollo en el cual no se observan cambios en la planta, y estas se encuentran sin hojas. Como el sauce mimbre es una especie caduca, este proceso ocurre naturalmente en invierno.

Selección de varas

La selección de varas óptimas para la obtención de estacas que se usarán en una nueva plantación debe considerar el estado sanitario de la planta madre, edad y grosor de la vara y corte de las estacas.



Estado sanitario de la planta madre

Es fundamental que las plantas desde donde se obtienen las estacas sean sanas, libres de enfermedades y plagas. En el caso de Chimbarongo, los agricultores suelen comprar estacas de sauce mimbres a otros agricultores que tienen producción de varas de alta calidad artesanal.



Edad y grosor de la vara

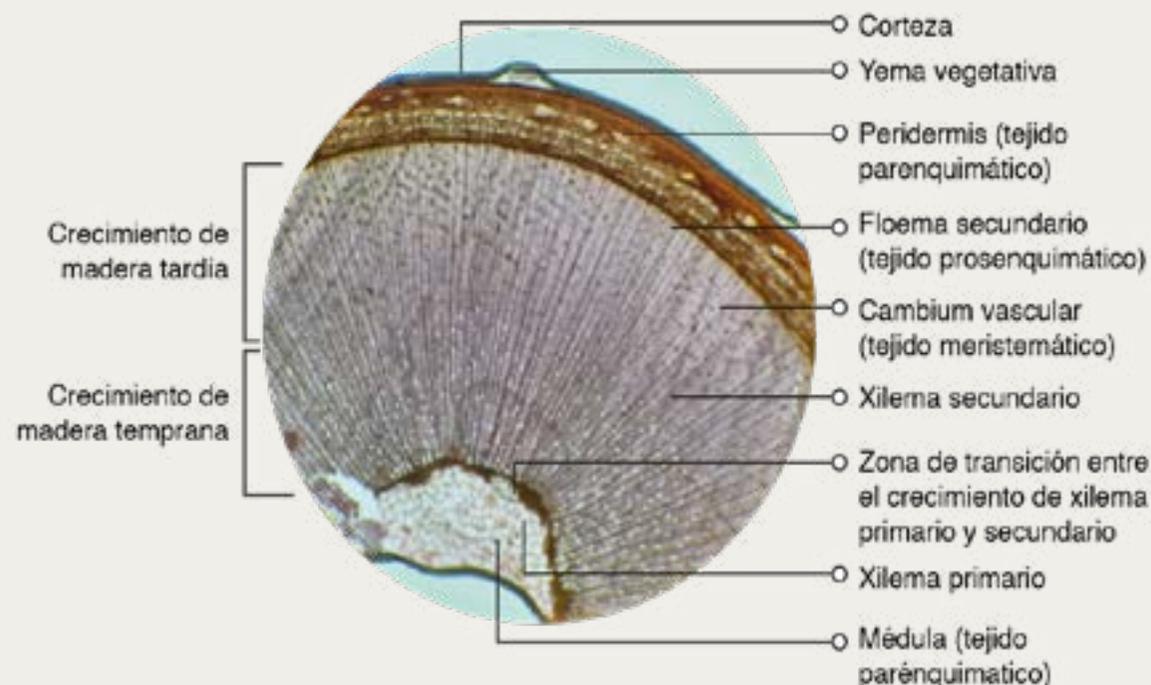
Las estacas que se utilizan provienen de ramas o varas de 1 año de crecimiento. Las varas que se seleccionen deben tener un alto contenido de carbohidratos, de tal manera que sean capaces de abastecer el crecimiento de la nueva planta. Para ello se eligen varas gruesas, que pueden medir entre 2,8 a 4,0 m de largo y entre 2,0 a 2,5 cm de diámetro en la base. Las varas no tienen un diámetro homogéneo, ya que este disminuye hacia la parte apical, por lo que se debe priorizar las secciones más cercanas a la base (entre 1,0 a 2,0 cm de diámetro). Dentro de la sección de diámetro adecuado se deben cortar estacas de 40 a 60 cm de largo, por lo que de cada vara pueden salir aproximadamente 3 a 4 estacas.

Cortes de las estacas y cuidados básicos.

El corte debe ser liso, idealmente se debe hacer con una pequeña hacha, y en diagonal para facilitar el ingreso de la estaca al suelo cuando se esté plantando y facilitar el escurrimiento del agua lluvia en la parte superior de la estaca con el fin de evitar pudriciones en la punta por acumulación de agua.

Se debe tener el cuidado de aplicar una pasta de poda, para prevenir el ingreso de esporas de hongos en las zonas cortadas.

Corte transversal de vara de mimbre de un año de crecimiento



La madera temprana se produce entre los meses de septiembre y diciembre, durante meses con condiciones favorables para el crecimiento (temperaturas óptimas en un rango de 18 - 27°C, precipitaciones, humedad relativa, etc). La madera producida en pleno verano (diciembre y marzo) crece bajo condiciones menos favorables, con temperaturas mayores a 30°C y una mayor demanda evapotranspirativa del cultivo con valores mayores a 5 mm/día. Los poros que se forman comienzan a ser de menor diámetro para evitar fallas en el sistema hidráulico. La madera producida durante este período se denomina madera tardía. La suma de la madera temprana y tardía producida corresponde a la madera de 1 año de crecimiento.

Establecimiento exitoso

Hidratación de la estaca

Todo tejido vegetal está compuesto principalmente por agua, un corte lo deja expuesto a la deshidratación y pérdida de turgencia. Para evitar la deshidratación se recomienda cortar las estacas temprano en la mañana, cuando la pérdida de vapor de agua desde el tejido es menor, lo que ayudará a que el material se mantenga turgente. Una vez obtenidas las estacas se deben plantar durante el día y mantenerlas a la sombra cubiertas con un paño húmedo, si la plantación no se hace el mismo día las estacas se deben almacenar en condiciones húmedas y frías (ej. en la zona de verduras de un refrigerador).

Preparación de suelo

El suelo donde se hará la plantación de las estacas debe ser poroso para permitir una buena aireación, tener una alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y, a su vez, debe estar libre de malezas y de patógenos. Por lo tanto, el suelo debe tener una buena preparación, para que al momento de plantar este mullido, parejo y húmedo, de tal forma que permita un íntimo contacto de la estaca con el suelo, favoreciendo el enraizamiento. La profundidad óptima de preparación del suelo debe ser entre 20 a 30 cm. La preparación de suelo se logra con el paso de arado y rastra o bien con motocultor.

Plantación

La plantación se debe realizar entre julio y agosto, antes de que ocurra la brotación de las yemas. La distancia de plantación más común entre los agricultores de Chimbarongo es de 70 cm entre hileras y 70 cm entre estacas, para mantener la línea se pueden utilizar surcos o bien, marcar con pitilla las hileras. Las estacas deben enterrarse entre 20 y 30 cm de profundidad, y las yemas deben quedar apuntando hacia arriba. Para facilitar esta labor los agricultores suelen poner bajo sus guantes alguna goma que sirva para proteger la mano de la presión que se hace al enterrar la estaca en el suelo.



Yema



Para una buena sobrevivencia de las estacas es fundamental procurar mantener una adecuada humedad de suelo y regar inmediatamente después de hecha la plantación, este es otro factor clave para el buen establecimiento de una plantación de sauce mimbre.



Proceso de formación de raíces

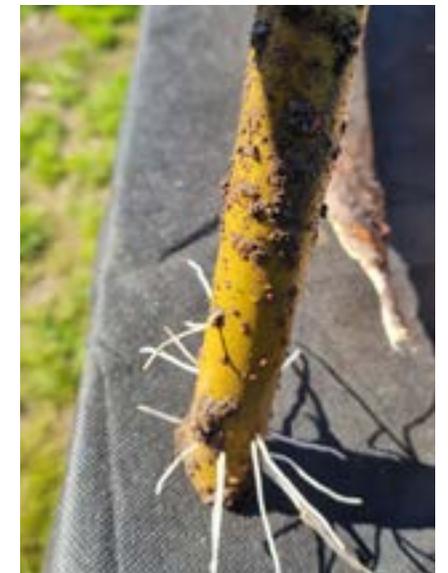
La formación de raíces es un prerequisite fundamental para una exitosa propagación por estacas. En este contexto este tipo de propagación sólo requiere que se forme un sistema de raíces, dado que la estaca tiene yemas que darán origen a brotes. La formación de raíces depende de que las células de la estaca se desdiferencien y desarrollen un nuevo sistema radical. El proceso de desdiferenciación es la capacidad que tienen las células ya desarrolladas y diferenciadas de iniciar divisiones celulares y formar un nuevo punto de crecimiento meristemático (tejido que tiene la totipotencialidad de generar cualquier otro tejido).

En el caso de las estacas de sauce mimbre las raíces se forman como respuesta al efecto de la lesión hecha por el corte, las células del sistema conductor (xilema y floema) quedan expuestas y el sistema de regeneración se activa. Las etapas de este proceso son las siguientes:

- Las células externas lesionadas mueren, se forma una capa necrótica (células muertas) que sella la lesión con una sustancia suberosa (suberina) y tapa el xilema con goma.
- Luego de unos días, las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y se genera una corrida nueva de células.
- Finalmente, algunas células cercanas al sistema conductor comienzan a generar raíces.

Por lo general, las raíces se forman dentro de la estaca, en la zona del cambium vascular (tejido meristemático). Muchas especies requieren que la base de la estaca sea sumergida en una solución de hormonas (por ejemplo, auxinas) para estimular el crecimiento de las raíces, pero en el caso del sauce mimbre esta labor no es necesaria para estimular el enraizamiento.

Una vez que se den las condiciones ambientales apropiadas, se formará un callo (tejido blanco desordenado) en la base donde se realizó el corte. El tiempo que estas raíces demoran en desarrollarse, varía dependiendo de la temperatura del lugar.



Cuidados posteriores a la plantación

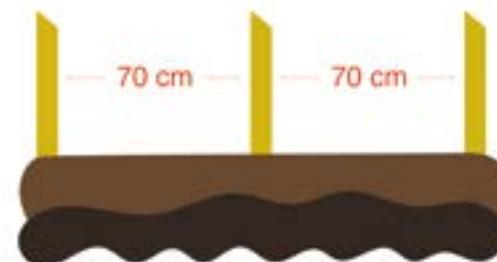
A fines de agosto principios de septiembre la estaca comienza a brotar, usualmente pueden haber 5 a 8 yemas activas creciendo al mismo tiempo. Con la finalidad de formar la cabeza en el extremo superior de la estaca y lograr varas de un metro de largo en una primera temporada, se debe eliminar los brotes inferiores y dejar solo los 2 a 3 superiores. Logrando así un sistema de conducción donde las varas son producidas solo en la cabeza.



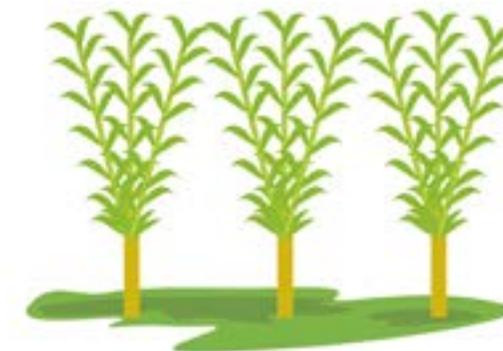
Arado y rastraje del suelo



Trazado de las hileras con cuerdas (separadas entre 70 cm)



Estacas de mimbre sobre la hilera (separadas entre 70 cm)



En la primera temporada una estaca produce 3 varas



2. Cosecha de sauce mimbre

La cosecha de las varas de sauce mimbre corresponde a una práctica de poda o corte de ramas de 1 año que crecen a partir de una estaca madre (tronco). Esta labor se realiza en los meses de invierno cuando el sauce mimbre se encuentra en receso, etapa en que la savia está sin movimiento y la planta se encuentra sin hojas. En la comuna de Chimbarongo la cosecha de estas varas se realiza entre junio e inicios de agosto, finalizando cuando las yemas se observan hinchadas. Es en este momento cuando inicia la brotación y con ello una nueva temporada de crecimiento del sauce mimbre.

Para comenzar la cosecha se necesitan tijeras de poda, una piedra de afilar y una mesera o metrera. La metrera corresponde a una estructura de madera cuadrada de tres lados donde se apilan las varas de sauce mimbre durante la cosecha. Cuando está llena de varas, totaliza un perímetro de 1 metro el cual le da el nombre a la unidad de comercialización de las varas de mimbre “el Metro”. También se necesita una paleta de madera, que usualmente es de roble, con uno de sus lados cubierto de metal que se usa para emparejar, mediante golpes, el atado de mimbre en su base.

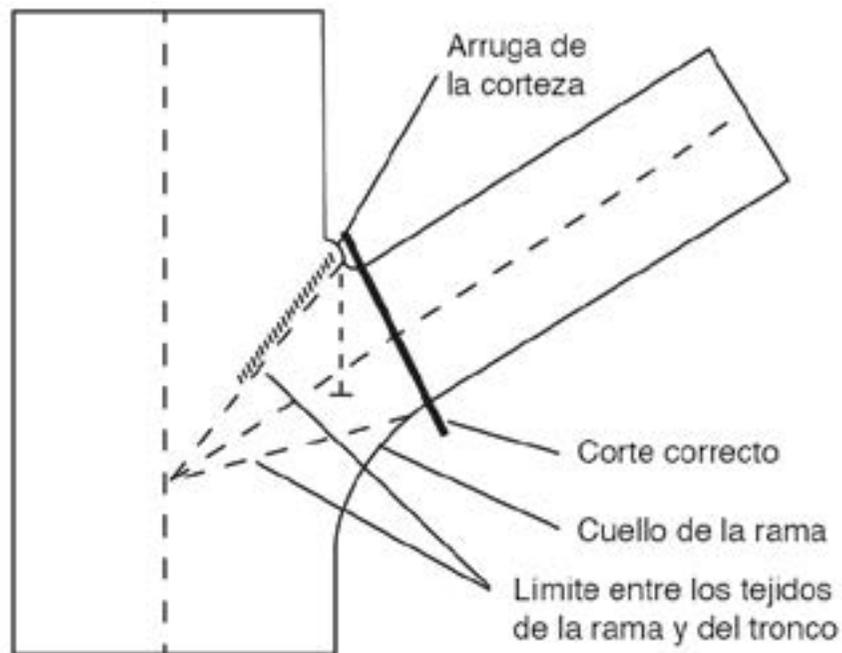


Antes de comenzar con la cosecha siempre se debe tener presente que el corte debe ser hecho de manera que:

- Favorezca una cicatrización rápida y total
- Evite al máximo el ingreso de patógenos

Por lo tanto, se debe tener la precaución de que la tijera de podar esté siempre afilada, de tal manera que haga cortes lisos. El ángulo de corte debe ser hecho de tal forma que la herida tenga la menor área posible, o sea, el corte debe ser en ángulo recto con respecto al crecimiento natural de la rama.

Antes de pasar a la cosecha de una siguiente planta se debe tener la precaución de desinfectar adecuadamente la tijera, para evitar de esta forma el contagio de posibles patógenos (Ej. hongos, bacterias y virus) de una planta a otra. Para ello se recomienda limpiarla con un algodón empapado en alcohol de 90°.



Cuando se cortan las varas de mimbre, se debe tener la precaución de dejar al menos 1 cm de vara sobre la estaca madre, con el objetivo de dejar unas pocas yemas principales para la brotación de la siguiente temporada. Si se cortara la vara a ras de la estaca madre, se activarían una serie de yemas que producirían un exceso de varas delgadas y cortas, las cuales no son deseadas.



Una vez cosechadas, las varas son separadas en dos grupos: (1) las que tienen un largo menor a los 160 cm y (2) las que son más largas. Luego las varas de cada grupo son apiladas dentro de la metrera de mimbre, teniendo la precaución de dejar las bases de cada vara al mismo nivel en el interior de la metrera.



Cuando la metrera de mimbre se llena, el cosechador golpea con la paleta las bases de las varas de mimbre con el objetivo de que todas queden a un mismo nivel, para luego proceder a amarrarlas con varas de mimbre. Para ello se ponen 3 amarras distribuidas a lo largo del atado, asegurando de esta manera que el metro no se desarme con el movimiento.



Rendimiento sauce mimbre

El rendimiento de varas aumenta con la edad de la plantación de sauce mimbre (Cuadro 1), aumentando con ello el número y largo de estas. En general, las varas más apreciadas por los agricultores son aquellas más largas y gruesas, en este sentido es posible lograr varas que pueden superar los 3 m de largo.



Aunque todo el mimbre puede ser comercializado, un buen mimbral debe producir un rendimiento de alrededor de 1.000 metros/ha, de varas de color amarillo, con un pequeño tejido parenquimático en su centro (“poco corazón”), sin ramificaciones.

Cuadro 1. Rendimiento aproximado a la cosecha de varas según el año de vida que tenga la plantación de sauce mimbre.

Año Plantación	Rendimiento (metros/ha)	Rendimiento Peso Fresco (kg/ha)	Rendimiento Peso Seco (kg/ha)
2°	400	12.000	8.900
3°	700	21.000	15.500
4°	900	27.000	20.000
5°	1000	30.000	22.000
6°	1000	30.000	22.000
7°	1000	30.000	22.000



Las varas producidas en un mimbral son de distinto grosor y largo, la proporción de estas cambia con el manejo y la edad del mimbral. En la foto se puede apreciar una planta de sauce mimbre de 6 años con numerosas varas.

Dada esta variación, desde 1998, existe en nuestro país una categorización por características físicas de las varas de mimbre, realizada por el Instituto de Normalización Nacional, donde se categorizan según su longitud y grosor. En particular, el grosor corresponde al diámetro del extremo basal que siempre es la sección más ancha de la vara (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categorización de las varas de mimbre, según la Norma Chilena Oficial NCh2039 Of. 1998.

Variedad	Longitud (cm)	Tolerancia (cm)	Diámetro (mm) del extremo más ancho	
			Mínimo	Máximo
Fino	80-160	-3	2	4
Mediano	160-280	-4	5	11
Grueso	280-400	-5	12	n.d.

Producción de mimbre blanco

Una vez cosechado, el mimbre podría ser comercializado. Sin embargo, es mucho más rentable para los agricultores comercializarlo como mimbre blanco. Para ello una vez finalizada la cosecha, los metros de varas de mimbre son trasladados a un pozo en un plazo idealmente menor a 5 días. El pozo debe tener como mínimo 20 cm de altura de agua, donde el mimbre se coloca de forma vertical, con el fin de que las bases de todas las varas queden en contacto con el agua, tal como se puede apreciar en la foto.



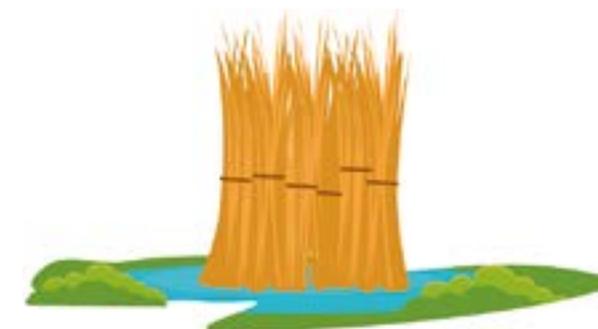
Las varas permanecen en el pozo hasta que el mimbre comienza a mostrar indicios de brotación, esto ocurre entre los meses de septiembre y octubre, momento en el cual la corteza se ablanda y se separa de la vara facilitando la labor de pelado del mimbre o descortezado de la vara. Esta labor se hace mayoritariamente de forma manual, vara por vara, con una pinza metálica ranurada. El pelado del mimbre se extiende hasta diciembre, posteriormente la corteza vuelve a adherirse dificultando la labor.



Una vez que el mimbre ha sido pelado se deja secar al sol por 2 a 3 días. Pasado ese tiempo se forma metros de mimbre blanco, utilizando la misma técnica que cuando fue cosechado en el invierno. Finalmente se guarda bajo techo o en bodega hasta su comercialización.



Cosecha manual de mimbre en invierno.



Mimbre cosechado puesto en pozo con agua hasta la brotación de las varas.



Descortezado manual de la vara con una pinza ranurada.



Se agrupan las varas en un perímetro de un "Metro".



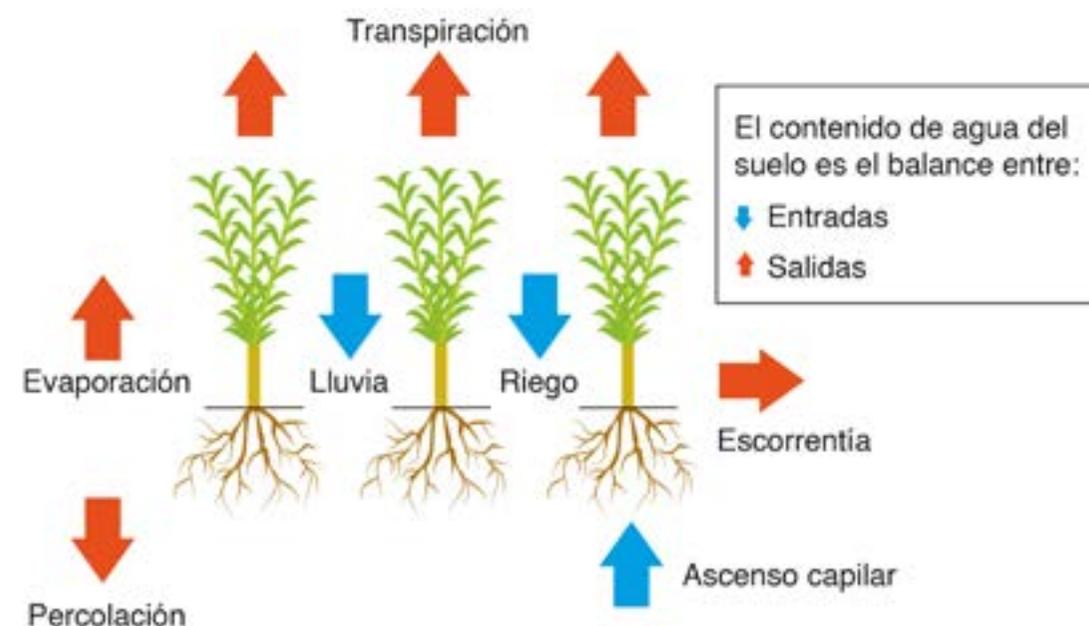
3. Riego de sauce mimbre

Fundamentos para el riego de sauce mimbre

Las plantas requieren de grandes cantidades de agua para crecer y reproducirse. En Chile, el cultivo del sauce mimbre se da en un clima mediterráneo, donde las precipitaciones ocurren de manera concentrada en invierno. Al ser el sauce mimbre una especie caduca, todo su crecimiento se dará durante la temporada estival, donde la demanda de agua por parte de la atmósfera es alta y las precipitaciones virtualmente ausentes. Por lo tanto en dicha temporada el agua debe ser suministrada a través del riego.

Además de la demanda atmosférica por agua (alta en verano, baja en invierno), la demanda de agua por parte del cultivo tiene un componente asociado a la superficie de hojas que cubren el suelo. Las hojas son el órgano de las plantas especializado en realizar intercambio gaseoso, en el cual se absorbe dióxido de carbono para realizar fotosíntesis y de esta manera crecer. Dado que esta absorción ocurre a través de unos poros ubicados en la epidermis llamados estomas, que conectan la parte interna de las hojas saturadas de vapor de agua con el aire, la pérdida de agua como vapor de agua es inevitable. Este proceso se conoce como transpiración. Mientras más seca se encuentre la atmósfera, mayor es la tasa de transpiración por unidad de área de hojas, y mientras una mayor superficie de hojas este cubriendo el suelo, mayor será la tasa de transpiración por unidad de superficie de suelo. Es así como en el caso de sauce mimbre, la mayor demanda de agua, por tanto, los mayores requerimientos hídricos, se darán a mediados de verano, cuando coinciden una alta demanda atmosférica por agua con un cultivo en máxima cobertura de suelo.

El contenido de agua del suelo es altamente dinámico, y depende del balance hídrico. Este resulta del balance entre los aportes de agua (lluvia, riego y/o ascenso capilar desde napas freáticas), y de las pérdidas de agua (transpiración, evaporación, percolación profunda y/o escorrentía superficial).



Agua en el suelo

El suelo es un cuerpo constituido por partículas minerales (arena, limo y arcilla) y orgánicas, las que se arreglan espacialmente formando pequeños poros que tienen la capacidad de contener agua y aire. Es así, como el suelo es el reservorio de agua desde el cual los cultivos podrán absorberla para cumplir con sus funciones.

Pero no toda el agua del suelo está disponible para las plantas. Del total del agua en el suelo, hay una parte de agua conocida como gravitacional, la que drena rápidamente luego de una lluvia o un riego profuso, una parte llamada higroscópica la que está fuertemente retenida en el suelo y no puede ser absorbida por las plantas, y una fracción llamada capilar, que es la que sí está disponible para ser usada por las plantas (Agua aprovechable). Esta fracción se encuentra entre los contenidos de agua a Capacidad de Campo y Punto de Marchitez Permanente, y cuando regamos nuestro objetivo es reponer el agua de este rango que ha sido perdida por evapotranspiración (evaporación + transpiración).

Podemos mejorar la capacidad del suelo para retener agua disponible para las plantas evitando la compactación e incorporando regularmente restos de poda, guano y compost.

Capacidad de Campo (CdC): es el contenido de agua que tiene un suelo luego de ser regado con abundante agua y dejado drenar libremente por entre 24 y 48 horas.

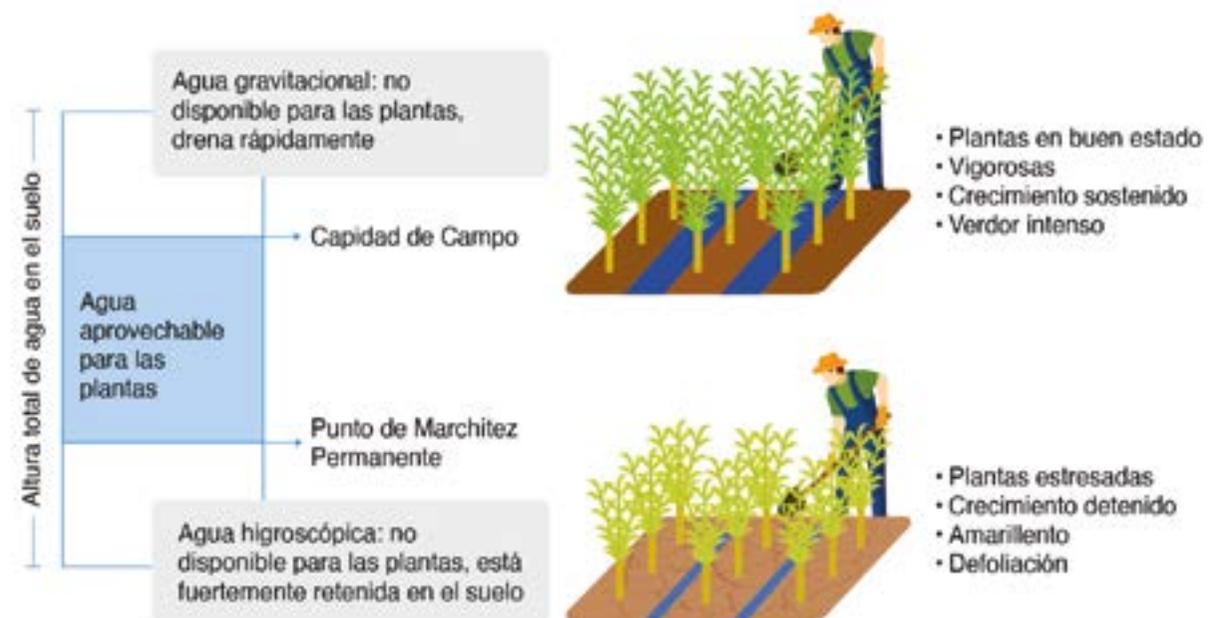
Punto de Marchitez Permanente (PMP): corresponde al contenido de agua del suelo en que las plantas no son capaces de absorber agua, por lo que el cultivo se marchita permanentemente. Puede aproximarse como $CdC/1,85$.

Entonces, la altura de agua aprovechable en el suelo (H_a ; cm) puede calcularse como sigue:

$$H_a = (w_{CdC} - w_{PMP}) * D_a * z$$

Donde w representa un contenido gravimétrico de agua (g/g), D_a la densidad aparente del suelo (g/cm^3) y z la profundidad del suelo (cm).

CdC , PMP y D_a deben ser determinadas para cada predio en un laboratorio de suelos.



Demanda de agua por parte del cultivo

Evapotranspiración de referencia o potencial (ET_o)

La evapotranspiración de referencia o potencial es una medida de cuánta agua demanda la atmósfera. Si la evapotranspiración de referencia es alta, es esperable que los cultivos pierdan grandes cantidades de agua por transpiración y que el agua contenida en la superficie del suelo se evapore rápidamente. Esta depende de variables meteorológicas. La ET_o diaria de Chimbarongo se puede obtener de la estación meteorológica Escuela Agrícola Las Garzas (www.agroclima.cl). Mientras mayor sea la radiación solar, la temperatura, y la velocidad de viento, y menor sea la humedad relativa del aire, mayor será ET_o. También depende de las propiedades del "cultivo de referencia", que para términos prácticos ha sido estandarizado como un pasto homogéneo, con buena disponibilidad de agua, libre de plagas y enfermedades.

Evapotranspiración de cultivo (ETc)

La evapotranspiración de un cultivo en condiciones estándar corresponde al flujo de agua desde la superficie (evaporación + transpiración) de un cultivo que se desarrolla libre de enfermedades, con buena fertilización, que crece en un campo extenso bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo.

La ETc se estima como el producto entre la evapotranspiración de referencia (ETo) y un coeficiente de cultivo (Kc) que indica cuantitativamente si las características específicas de nuestro cultivo, en este caso el sauce mimbre, determinan una mayor o menor demanda que el del “pasto de referencia”.

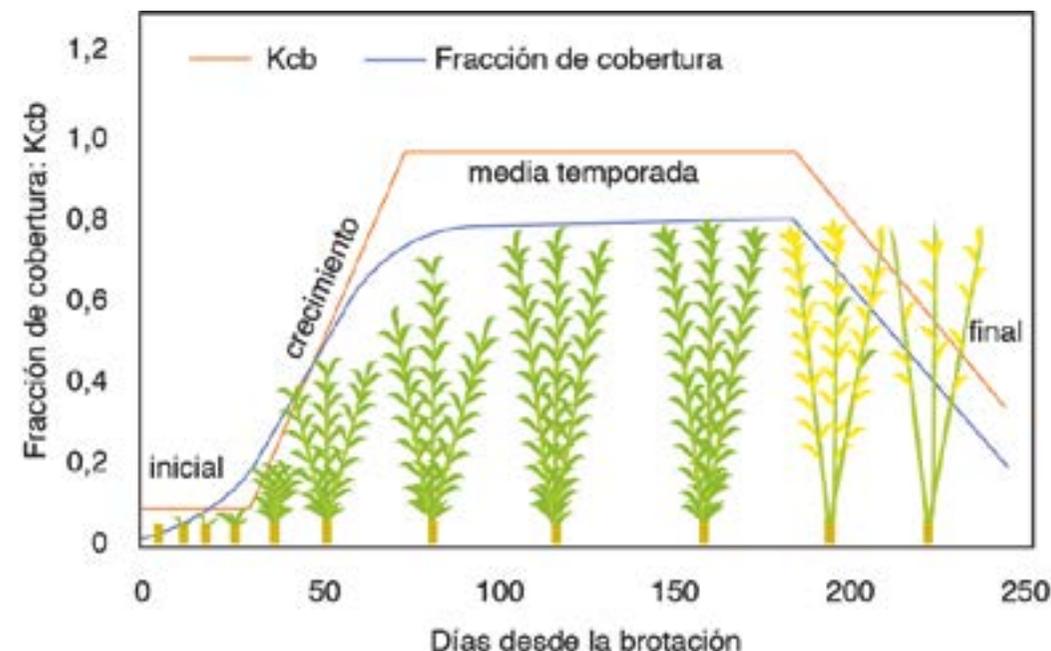
$$ETc = Kc * ETo$$

donde:

- ETc Evapotranspiración de cultivo (mm/día)
- Kc Coeficiente de cultivo (adimensional)
- ETo Evapotranspiración de referencia (mm/día)

El Kc es la suma de un coeficiente basal (Kcb) que depende de la superficie transpirante, y un coeficiente de evaporación (Ke), que depende de la superficie de suelo mojada y expuesta a radiación. La estimación de Kcb puede ser realizada desde la cobertura de un cultivo, mientras que la de Ke depende de la frecuencia e intensidad del mojamiento del suelo y de la fracción de suelo expuesta a radiación. Por lo que, a mayor cobertura de cultivo, mayor valor de Kcb, y menor Ke. Mientras menor sea la frecuencia e intensidad de mojamiento del suelo el Ke será menor.

El Kc de un cultivo integra el componente de evaporación y transpiración de un cultivo, y sus valores dependen de su etapa de desarrollo. Normalmente se consideran 3 etapas: una inicial en la cual prima la tasa de evaporación de agua desde la superficie de suelo, una de media temporada y final en donde priman la transpiración.



En el Cuadro 3 se indican valores de Kcb derivados de la fracción de cobertura de sauce mimbre desde la brotación, y Kc según sistema de riego utilizado. También se indican la duración en días en que estos valores deben ser considerados.

Cuadro 3: Duración de etapas, coeficiente basal derivado de la fracción de cobertura, y coeficiente de cultivo (Kc) estimado desde brotación para dos sistemas de riego en sauce mimbre.

Etapa	Duración (Días)	Kcb	Kc	
			Riego superficial	Riego por goteo
Inicial	30	0,09	0,5	0,3
Crecimiento	45			
Media temporada	110	0,97	1,1	1,0
Senescencia	60			
Final	1	0,34	0,4	0,35

Riego y técnicas para el aumento de la eficiencia del uso del agua

Sistemas de riego

Existen diversos sistemas de riego que difieren en términos de tecnificación y eficiencia. Los riegos más convencionales son los de superficie: tendido, platabanda y surco. Estos se caracterizan por mojar una amplia superficie de suelo lo que se traduce en mayores pérdidas de agua por evaporación desde la superficie del suelo, y generar grandes láminas de agua percolada ya que para mojar de manera homogénea una superficie, siempre la lámina de agua aplicada al inicio del segmento regado será mayor que al final. Esto se traduce en baja eficiencia del sistema de riego, las que rondan el 50% (Cuadro 4).

En otro extremo, los sistemas localizados de alta frecuencia como son los riegos por goteo permiten aplicar agua de manera localizada con una superficie de suelo mojada discreta, lo que reduce de manera importante el agua perdida por evaporación desde el suelo. Además, permiten regar de manera localizada varios puntos de manera simultánea, lo que uniformiza el riego evitando que algunas plantas estén sobre-regadas mientras que otras sub-regadas, y esto reduciría las pérdidas de agua por percolación. Esto se traduce en eficiencia de riego por sobre el 80% (Cuadro 4). Vale decir, que los riegos tecnificados requieren de una inversión inicial mayor (bomba, tubería, etc.), además de costos de energía para el funcionamiento de las bombas.

**Cobertura de media
temporada en sauce mimbre**



Otra fuente de pérdida de agua que se traduce en reducciones en la eficiencia del sistema de riego es la escorrentía superficial. Esta será importante en condiciones de pendiente pronunciada y si la precipitación del sistema de riego es mayor a la tasa de infiltración estabilizada del suelo.

Cuadro 4. Eficiencia de los sistemas de riego.

Sistema de riego	Eficiencia (%)
Tendido	30
Surco	50
Aspersión o pivote	80 -90
Por goteo	85 – 95

Cálculo de frecuencia y tiempo de riego

Para calcular la frecuencia y tiempo de riego es necesario considerar un umbral de riego (UR; %). Esta es una variable que representa el porcentaje de agua de la humedad aprovechable que se dejará evapotranspirar antes de dar un riego. Este porcentaje depende de múltiples factores, pero el principal dice relación con la tolerancia del cultivo al déficit hídrico. Si el cultivo es sensible el umbral de riego deberá ser menor que el que se usa en un cultivo más tolerante. Para sauce mimbre un UR entre 30 y 50% es adecuado.

El umbral de riego (UR; %) determina la frecuencia de riego (FR). Esta se define como el número de días entre riegos. En términos generales un menor umbral de riego (menor altura de agua que dejamos evapotranspirar antes de dar un riego) se traduce en mayores frecuencias de riegos (más riegos en un periodo de tiempo).

La frecuencia de riego se calcula como sigue:

$$FR=(Ha*UR/100)/ETc$$

Donde:

- FR Frecuencia de riego (días)
- Ha Altura de agua aprovechable (mm)
- UR Umbral de riego (UR,%)
- ETc Evapotranspiración de cultivo (mm/día).

La lámina bruta o altura de agua a aplicar, se calcula de la siguiente forma:

$$LB=(Ha*UR/100)*(Ef/100)$$

Donde:

- LB Lámina bruta (mm)
- Ef Eficiencia del sistema de riego (%).

El tiempo de riego se refiere al número de horas, durante el cual el sistema de riego debe estar activo para satisfacer de manera adecuada las demandas hídricas del cultivo. Se calcula de la siguiente manera:

$$TR=LB/PE$$

donde:

- TR Tiempo de riego (horas)
- LB Lámina bruta (mm/día)
- PE Precipitación del equipo (mm/hora)

PE depende de cada sistema de riego. Por ejemplo, en un riego por goteo corresponde al número de goteros por unidad de superficie y su precipitación individual llevada a altura de agua.





4. Plagas y enfermedades de sauce mimbre y su control

Todos los seres vivos en su ecosistema particular están expuestos desde su nacimiento a plagas (insectos, ácaros, nemátodos) y a enfermedades (hongos, bacterias, virus, micoplasma), por ello cuando existe el riesgo de ataque por plagas o enfermedades se deben tomar medidas: preventivas, de monitoreo y curativas.

Las medidas preventivas, son todas aquellas que evitan que el agente causal (insecto, nemátodo, hongo, virus u otro) se establezca en el cultivo. El monitoreo consiste en observar el cultivo de manera consecutiva en el tiempo, de modo de detectar síntomas de ataque o agentes dañinos apenas aparezcan y poder detener los problemas tempranamente. Es fundamental hacer un diagnóstico acertado para tomar la decisión correcta para el control del problema, es así que las medidas curativas serán todas aquellas que permitan solucionar el problema sanitario y recuperar el cultivo afectado.

El sauce mimbre tiene distintos problemas fitosanitarios y al igual que en cualquier cultivo estos van cambiando con el tiempo. En el año 2005 la Avispa Sierra del Sauce (*Nematus desantis*) se identificó como uno de los principales problemas entomológicos, sin embargo, hoy es rara vez mencionada por los agricultores. Por otra parte, el Cabrito del Duraznero (*Aegorhinus phaleratus*) permanece como una plaga importante, mientras que el Gusano del Tebo (*Chilecomadia valdiviana*) se ha convertido en un problema mayor en plantaciones de sauce mimbre. En el caso de las enfermedades la Roya del Sauce (*Melampsora* spp.) permanece como un problema, sin embargo, el Plateado de los Frutales (*Chondrostereum purpureum*) se ha convertido en una grave enfermedad, especialmente en las nuevas plantaciones de este cultivo en Chimbarongo.

En este capítulo nos centraremos en la descripción del daño, la morfología, ciclo de vida y control de las siguientes tres plagas y dos enfermedades que son gravitantes en la obtención de una cosecha abundante y sana de varas de mimbre en Chimbarongo, como también en la vida productiva de las plantaciones:

- Avispa Sierra del Sauce
- Cabrito del Duraznero
- Gusano del Tebo
- Plateado de los Frutales
- Roya del Sauce

Avispa Sierra del Sauce (*Nematus desantisi*)



Orden Hymenoptera, Familia Tenthredinidae y Subfamilia Nematinae

Es un insecto volador que ingresó al país alrededor del año 2000. Actualmente se puede encontrar entre las Regiones de Atacama y Araucanía. Ataca distintos tipos de sauce como también al álamo. Es una especie que en 2005 se presentaba de manera importante en las distintas especies de sauce a lo largo del país, hoy en día es de menor importancia en Chimbarongo.



Morfología

Los huevos tienen una forma ligeramente arriñonada de color verde pálido y alcanzan un largo de 1,6 a 1,8 mm. La larva es de color verde pálido, alcanza los 2 mm cuando recién sale del huevo, llegando a medir 15 mm en su desarrollo máximo, posee 7 pares de patas falsas abdominales, ubicadas desde el 2° al 8° segmento. El último segmento abdominal carece de patas, característica que permite diferenciarla de larvas de lepidópteros. La carencia de patas falsas en el último segmento produce la impresión que, al caminar, esta larva arrastra el extremo posterior de su abdomen.



Las pupas se ubican entre las hojas dobladas o unidas, en las irregularidades de la corteza, en el suelo o vegetación cercana al árbol, formando un capullo cilíndrico, con la parte inferior plana. Su tamaño alcanza los 9 mm de longitud y su ancho es de 4 mm. Tiene una coloración café amarillenta.

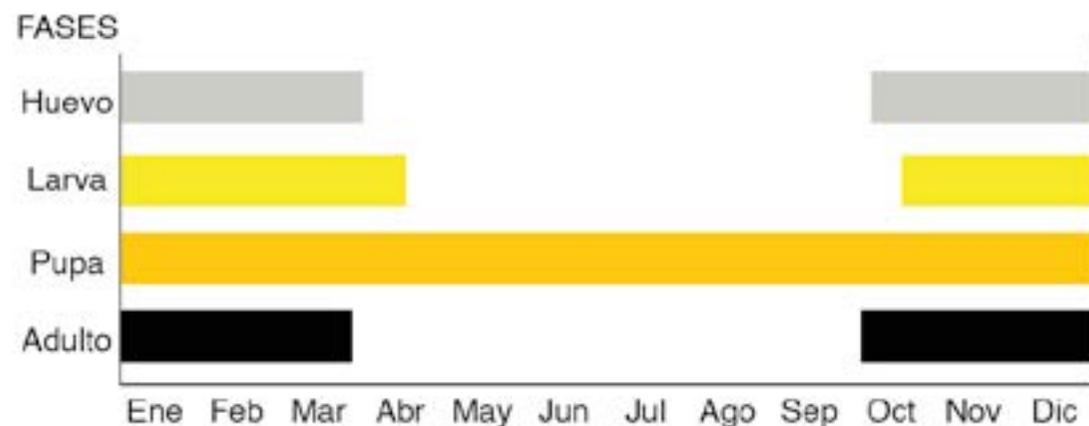
El adulto tiene una apariencia de avispa con una longitud máxima de 10 mm sin considerar las antenas.

Ciclo biológico

El ciclo de vida de esta especie dura entre 2 a 6 meses, observándose tres a cuatro generaciones por año. Las hembras emergen desde el suelo y troncos a partir de inicios de octubre, completando la primera generación en 2 meses. El segundo período de postura ocurre entre diciembre y enero. La hembra ovipone en primavera insertando los huevos en las hojas, cortando y levantando la cutícula foliar con el ovipositor en forma de sierra. Los huevos son colocados preferentemente en la cara superior de las hojas en forma dispersa y numerosa. El nacimiento de la larva se produce después de 6-7 días, las que se alimentan en el lugar de la eclosión.

El periodo larval se prolonga por un espacio de tres semanas. Las larvas maduras empiezan a pupar, tejen el capullo sobre la lámina foliar, si el follaje es escaso, se dirigen a las quebraduras de la corteza. Una vez concluido el capullo, la larva comienza a transformarse en pupa. Las larvas pueden pupar en hojas, corteza o en la superficie del suelo. Cuando llega el momento de la hibernación las larvas se dirigen al suelo, se entierran y forman una cámara dentro de la cual tejen el capullo, al cual se le adhieren partículas de suelo, pasando el invierno como pupa.

Ciclo de vida de la Avispa Sierra del Sauce



Descripción del daño

Las larvas causan el daño al alimentarse de las hojas, observándose inicialmente perforaciones de 1 a 2 mm al momento de la eclosión. Posteriormente se puede observar hojas completamente consumidas donde solo queda la nervadura, pudiendo ocasionar en ataques severos y reiterados defoliación y muerte del árbol. Muchas veces las zonas más afectadas son los bordes del mimbral, ya que el insecto viene de afuera, el viento ayuda en su traslado.



Control

Al final del verano, cuando las larvas descienden para pupar en el tronco, se puede colocar cartón corrugado alrededor de este, las larvas puparán en esta zona protegida; el cartón se debe retirar y destruir entre el otoño y el invierno. Otra forma de controlar este insecto es remover en otoño el suelo y la hojarasca alrededor de los árboles afectados, dejando al descubierto los capullos con larvas. En este sentido las gallinas también pueden ser buenas controladoras de los estados pupales que se encuentran en el suelo (otoño-invierno). Sin embargo, se debe tener la precaución de sacarlas del mimbral justo antes de la brotación, para evitar que las gallinas picoteen los brotes tiernos.

En cuanto al control químico, no existen autorizaciones vigentes en Chile para el control de Avispa Sierra del Sauce (*Nematus desantis*).

Cabrito del Duraznero (*Aegorhinus phaleratus*)

Orden Coleoptera, Familia Curculionidae

Es un insecto nativo, sin capacidad de vuelo, que además de observarse en sauce se ha encontrado en bosques de roble, en especies cultivadas como ciruelo, nogal, almendro, membrillo y peral. Se distribuye entre las Regiones de Valparaíso y del Biobío. Es una plaga mencionada por gran parte de los agricultores de sauce mimbre en Chimbarongo, donde coloquialmente la conocen como “el cucaracho”.



Morfología

La larva es de color blanco amarillenta y está cubierta de abundantes pelos, presenta una cabeza notoria pardo castaña muy segmentada, sin patas y cubierta de setas. Alcanza a medir 26 mm de largo. Una característica para identificarlas es la presencia de 9 setas en la parte dorsal del segmento torácico anterior.



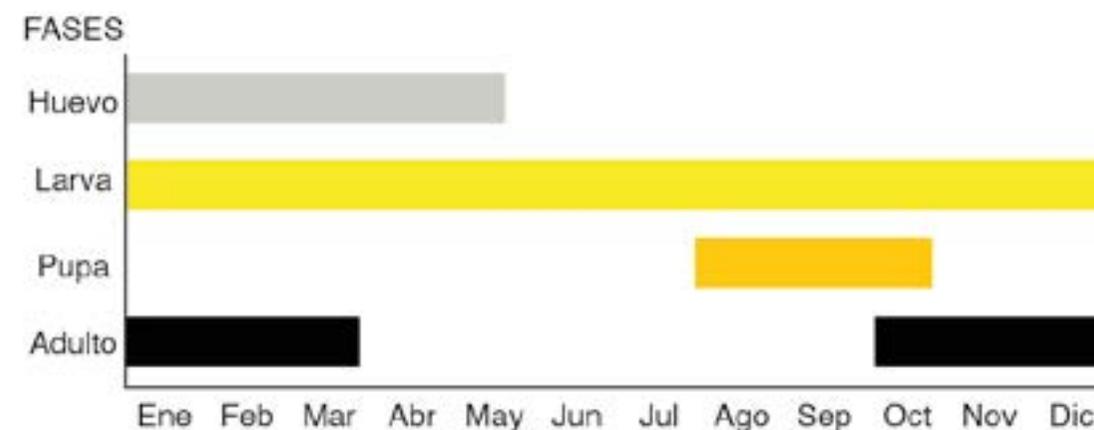
Las pupas son robustas, de color blanco crema y de largo aproximado de 15 mm. Se desarrollan cuando las larvas han completado su desarrollo, usualmente cercano a la superficie del suelo, formando una celda profunda en la madera.

El adulto llega a medir entre 15 a 21 mm de longitud y 5 mm de ancho. Los élitros presentan tres franjas blancas anchas detrás de una franja más angosta de color anaranjado, de forma curvada sin capacidad de vuelo.

Ciclo biológico

El ciclo de vida de esta especie es de entre 20 a 24 meses. Los adultos emergen entre octubre y diciembre, y se pueden observar durante el resto del verano. Las hembras ponen los huevos entre enero y mayo, en grupos de 4 a 5 huevos en hendiduras de la corteza en la base del cuello de las plantas o en el suelo debajo de la hojarasca. Los huevos son cubiertos por una sustancia mucilaginosa que los protege de la desecación y depredadores. Luego de 10 a 17 días ocurre la eclosión. Las larvas permanecen en el suelo hasta el año siguiente. Para la pupación la larva construye una celdilla más profunda entre agosto y octubre.

Ciclo de vida del Cabrito del Duraznero



Descripción del daño

Las larvas son, por lo general, el principal responsable del daño que provoca este insecto al alimentarse de raíces, corteza y tejido leñoso a nivel del cuello de la planta, afectando el floema y xilema, reduciendo con ello la absorción de agua y de nutrientes, reduciendo el crecimiento y la producción.

Los adultos se alimentan de tejidos tiernos como brotes y hojas, al comerse los brotes de las varas de mimbre, se pierde la dominancia apical estimulando el crecimiento de yemas laterales y con ello su ramificación. Esto es un problema para el uso artesanal de las varas de mimbre, ya que se forman nudos que acortan el largo de estas.



Control

El estado adulto es de hábito crepuscular lo que debe tomarse en cuenta para efectuar el monitoreo. Los individuos adultos tienen la costumbre de “hacerse los muertos” y dejarse caer desde el follaje apenas sienten alguna alteración de su medio.



Las gallinas pueden ser grandes aliadas al alimentarse de los estados inmaduros que se encuentran en el suelo (larvas y pupas) (otoño-invierno). Sin embargo, se debe tener la precaución de sacarlas del mimbral justo antes de la brotación, para evitar que las gallinas picoteen los brotes tiernos.

También existe la posibilidad de controlar larvas con nemátodos entomopatógenos que se pueden aplicar al suelo, hay algunos en el mercado como por Ej. *Steinernema feltiae*, sin embargo, su efectividad sobre el Cabrito del Duraznero en sauce mimbre debe ser evaluada.

También se recomienda coleccionar manualmente y eliminar los adultos durante todo el período en que se encuentran activos (primavera-verano). Como los adultos tienen hábito crepuscular, pueden capturarse durante tempranas horas de la mañana o durante la tarde antes de que se ponga el sol.

Los adultos se pueden controlar con bandas pegajosas (Pegafit) colocadas alrededor del tronco de cada planta, de tal manera que el insecto quede atrapado cuando suba a la planta después de emerger como adulto desde el suelo (primavera-verano).

En cuanto al control químico no existen autorizaciones vigentes en Chile para el control de Cabrito del Duraznero (*Aegorhinus phaleratus*) en sauce mimbre.

Gusano del Tebo (*Chilecomadia valdiviana* y *Chilecomadia moorei*)

Orden Lepidoptera, Familia Cossidae

Es un insecto endémico de Chile y Argentina, corresponde a una polilla, que además de observarse en sauce se ha encontrado en tebo, maitén, roble, lenga, en especies cultivadas como eucaliptus, manzano, cerezo, membrillero y palto. Esta polilla se encuentra entre las Regiones de Coquimbo y los Lagos. Los estudios de identificación de la especie, hechos en el sauce mimbre en Chimbarongo, reconocieron la presencia de *Chilecomadia valdiviana*, presente en todos los mimbrales de Chimbarongo con una intensidad de daño que puede fluctuar entre el 20 y 80% de las plantas de un predio.



Morfología

La larva es de color algo blanquizco con algunos tintes rosados a rojizos; posee escasas cerdas de color oscuro, las que nacen de un tubérculo también oscuro; el último estado puede llegar a medir 50 mm de longitud.



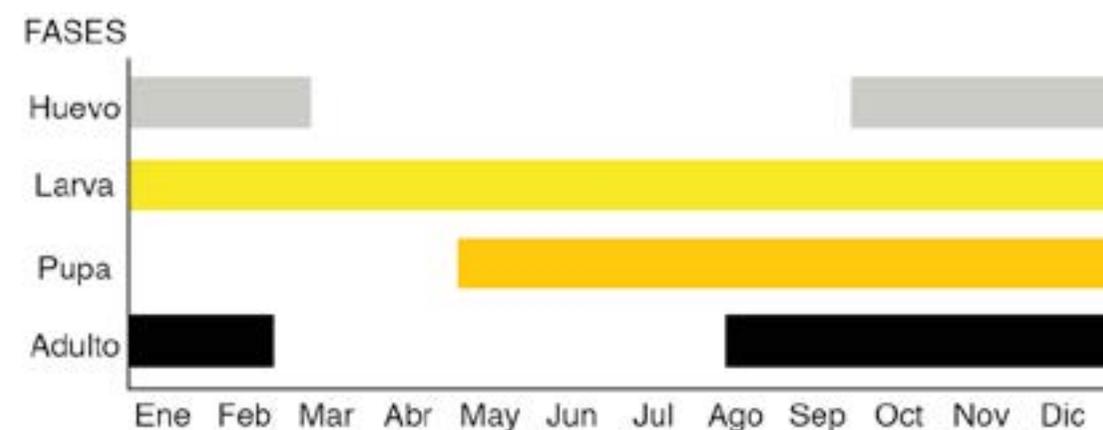
La pupa es del tipo obtecta, con un tenue capullo que aglutina alguna cantidad de aserrín; posee un color castaño rojizo claro. En el dorso de los segmentos abdominales posee una corrida de espinas que se forman de un pliegue del tegumento.

Las hembras adultas miden entre 48 y 60 mm de envergadura alar, tienen las alas anteriores gris-ceniza claro a gris-castaño, con manchas pequeñas oscuras, la mayoría triangulares; en el centro del ala hay una mancha ceniza en individuos muertos y blanca verdosa en individuos vivos. El segundo par de alas es castaño oscuro con dos o tres manchas blancas. El cuerpo es grueso y está cubierto de pelos gris-plateados y los costados del abdomen con pelos oscuros. Los machos, con una longitud de envergadura entre 42 y 48 mm, son más oscuros y más pequeños que las hembras, las manchas de las alas son similares, pero más difusas. Las antenas en ambos sexos son similares.

Ciclo biológico

El ciclo de vida de esta especie dura entre 12 a 36 meses, dependiendo de las condiciones ambientales. Los adultos emergen entre agosto y febrero, vuelan de noche y por lo general colocan sus huevos entre primavera y verano en heridas de troncos y ramas que en ocasiones fueron producidas por la larva de la misma especie. La larva es el estado de desarrollo de este insecto que toma más tiempo, por lo que podemos encontrarla durante todo el año, inicialmente se desarrolla en el floema, para luego ingresar al xilema, formando galerías a lo largo de la vara o el tronco. Las larvas mantienen las galerías limpias, libres de aserrín durante todo el período de alimentación. Una vez desarrolladas, sellan exteriormente la galería de manera previa al inicio de la fase pupal. El sellado lo efectúan elaborando un tapón de seda, con el cual cubren totalmente la entrada de la galería. La pupa o crisálida se desarrolla en esta cámara principalmente entre invierno y primavera, siempre cercana a la superficie, para facilitar la salida del adulto.

Ciclo de vida del Gusano del Tebo



Descripción del daño

Las larvas son las responsables del daño de este insecto, al alimentarse de la madera de la planta, provocando la muerte de la vara y del tronco o estaca madre. Por otra parte, su daño puede permitir el ingreso de hongos de la madera que pueden agravar la situación sanitaria del árbol.



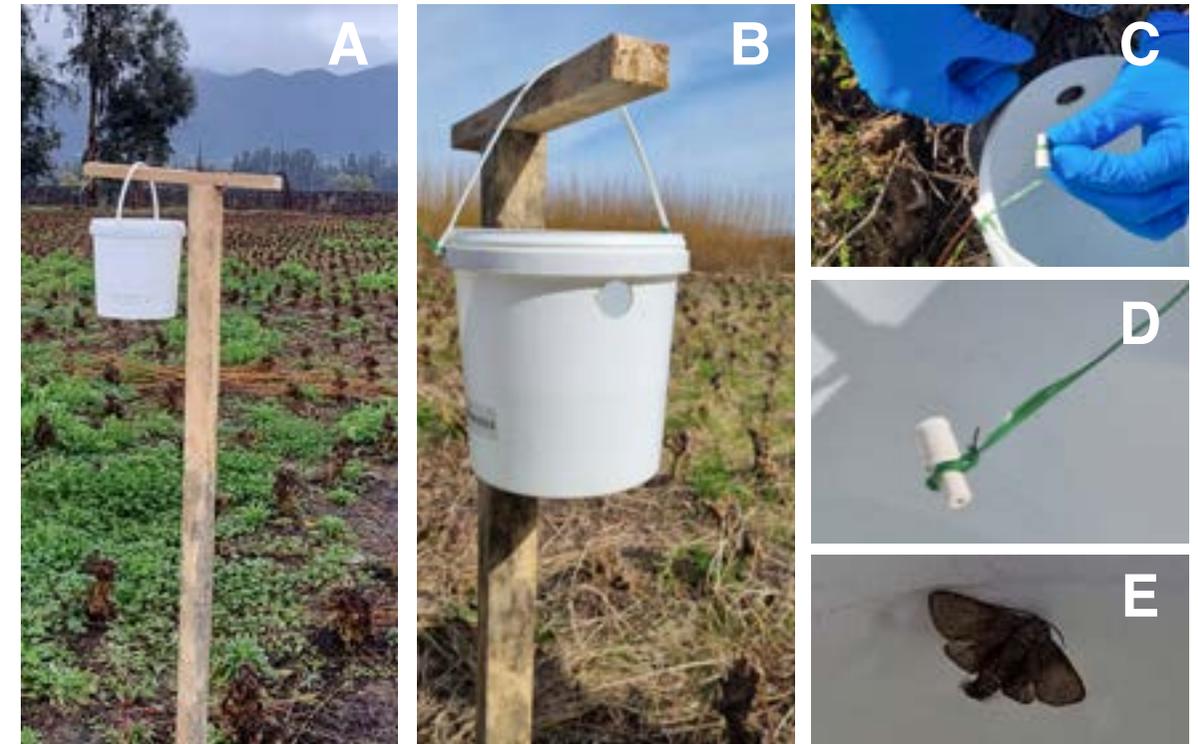
Los adultos no provocan daño, ya que, cuentan con un aparato bucal rudimentario, que no les permite alimentarse.

Control

Dado que la larva se desarrolla en el interior de la madera, su control es difícil. La mejor alternativa de manejo es la eliminación de las varas afectadas y la poda severa de los troncos (estaca madre) afectados por la plaga, con la remoción de la madera infestada del campo y su destrucción para evitar reinfestaciones.

Una alternativa viable para el control de *Chilecomadia valdiviana* sería el uso de una feromona específica desarrollada por la Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Talca, es una alternativa viable que se encuentra en estudio como método de monitoreo y con la posibilidad de convertirse en un sistema de trampeo

masivo o de confusión sexual (A y B). La polilla es atraída por la feromona donde unos pocos microgramos están contenidos en el señuelo que esta sobre el agua contenida en un balde (C y D), en su revoloteo alrededor del señuelo, el macho adulto cae en la trampa de agua (E), impidiendo de esta forma su apareamiento y con ello la reproducción de la especie.



Plateado de los Frutales (*Chondrostereum purpureum*)

Orden Poliporales, familia Meruliaceae

Chondrostereum purpureum es un hongo que ataca la madera, se clasifica en los Basidiomycetes del orden Poliporales. Este patógeno polífago afecta a más de 250 especies leñosas, donde se incluyen frutales como cerezos, arándanos, ciruelos, manzanos y durazneros. Esta enfermedad se presenta muy diseminada en algunas plantaciones jóvenes de sauce mimbres en Chimbarongo, donde en algunos predios se observa hasta 50% de las plantas afectadas.

Descripción

En el sauce mimbre los síntomas característicos son la muerte del tronco o tocón o parte de esta, donde los nuevos brotes salen del cuello o raíces de la planta. Al cortar la zona afectada se observa una coloración oscura en la médula y en estados avanzados la coloración oscura afecta el xilema y el floema de la planta. En la zona muerta del tronco se observa superficialmente unas estructuras blanquecinas o púrpuras dependiendo de la época del año.

Usualmente se ha descrito en frutales que, dentro de la planta, el hongo produce una enzima que viaja a través del xilema hasta las hojas. Esta enzima degrada compuestos que forman parte de los tejidos foliares, afectando el color de las hojas, observándose una coloración gris plateada, síntoma característico de la enfermedad y que es visible después de dos a tres temporadas desde la infección, este síntoma no es tan evidente en el sauce mimbre. En sauce mimbre las hojas basales toman un color cafésoso en los márgenes para luego senecer tempranamente. Reduciendo con ello la fotosíntesis y el crecimiento de la planta.



Ciclo biológico

Este hongo se reproduce por basidiosporas (esporas sexuales), las que son diseminadas por el viento, infectando plantas a través de heridas existentes en su madera. En ellas, las esporas germinan libremente y sus hifas se desarrollan dentro del tallo, en el xilema (tejido vascular donde se transportan agua y minerales).

El micelio (cuerpo vegetativo del hongo) coloniza la madera y en una segunda o tercera temporada puede observarse la madera necrosada como resultado de la defensa que hace la planta ante el ataque del hongo, la cual desencadenan mecanismos para intentar detener su avance, como la producción de taninos y fenoles. De esta manera, se produce el síntoma típico de manchado de la madera en el centro de las varas y troncos.

El hongo *Chondrostereum purpureum* produce sus esporas dentro de cuerpos reproductivos llamados carpóforos, de coloración púrpura, que se desarrollan en el tronco cuando el árbol está muriendo.



Con la llegada de las primeras lluvias de otoño, los carpóforos se activan y liberan millones de esporas. Éstas son diseminadas por el viento y la lluvia, constituyendo el inóculo que infectará nuevas heridas en la madera, heridas que son muy comunes en el sauce mimbre puesto que durante el invierno se realiza la cosecha de las varas de mimbre. De acuerdo con una investigación realizada por el equipo de Fitopatología de Frutales de INIA Quilamapu entre 2014 y 2016, la liberación de esporas continúa durante todo el invierno, hasta primavera, ligada a altas precipitaciones y temperaturas moderadas. Durante la estación estival los carpóforos toman una coloración, blanca-grisácea. Estas mismas estructuras se vuelven a reactivar y diseminar basidiosporas en la siguiente temporada de lluvias.

Ciclo de vida *Chondrostereum purpureum*, agente causal del Plateado de los frutales



Control

En la actualidad no existen métodos eficaces para el control curativo de *Chondrostereum purpureum*, ya que el hongo se desarrolla en el interior de la madera, donde es muy difícil llegar con productos químicos o biológicos. Por lo que resulta esencial prevenir la infección. Lo más importante es contar con plantas sanas antes de establecer las plantaciones, ya que, al observar los síntomas de Plateado en las hojas, el daño es irreversible.

Los cortes de estacas en una plantación nueva de sauce mimbre, como los cortes de poda (cosecha del sauce mimbre) son la principal puerta de ingreso para este hongo, por lo que es importante evitar los cortes después de una lluvia, ya que es en esos momentos cuando existe un alza en el vuelo de basidiosporas y aumenta la carga de inóculo en el aire.

Si la enfermedad está presente en la plantación se debe eliminar los troncos y restos de poda con sintomatología, ya sea enterrando, compostando o quemándolos, reduciendo de esta forma la fuente de inóculo para la siguiente temporada.

Una alternativa efectiva de manejo del Plateado que se ha encontrado en arándano es la poda a nivel de la corona. El patógeno no se mueve hacia las raíces; por lo tanto, si el corte se realiza correctamente, el hongo no estará presente en los nuevos brotes.

Se pueden usar pastas de poda en base a agentes biológicos, hay algunos en el mercado como por ej. *Trichoderma*, *Bacillus lecheniformis*, *Bionecria ochroleuca*, *Hypocrea virens*, sin embargo, su efectividad sobre el Plateado de los Frutales en sauce mimbre debe ser evaluado.

En cuanto al control químico no existen autorizaciones vigentes en Chile para el control del Plateado de los frutales (*Chondrostereum purpureum*) en sauce mimbre.



Roya del Sauce (*Melampsora* spp.)

Orden Uredinales, familia *Melampsoraceae*

Melampsora es un hongo que ataca las hojas, se clasifica en los Basidiomycetes del orden Uredinales. Este patógeno afecta principalmente a distintas especies de sauces (*Salix* spp.) y álamos (*Populus* spp.).

Descripción

Aparece como pústulas de color amarillo o anaranjado sobre hojas y tallos, provocando la ruptura de la epidermis y la formación de engrosamientos en los tejidos afectados. En la mitad y a finales del verano, las manchas se incrementan y las dos caras de las hojas se ven afectadas. Los bordes de las hojas comienzan a tomar un color café y la infección empieza a esparcirse a través del árbol. Las hojas que son afectadas por sobre el 50% de su área comienzan a caer, siendo las hojas basales las primeras en ser afectadas, las cuales se secan y caen prematuramente. Usualmente la copa no es afectada hasta el final de la estación. Los tejidos no lignificados favorecen la introducción de este hongo. La infección severa usualmente aparece a fines del verano, se observan las costras amarillo-anaranjadas en las hojas, las que más tarde se tornarán de color café oscuro a negro. Si se produce una fuerte infestación, el árbol se defolia completamente, reduciendo el vigor y crecimiento de las varas de sauce mimbre.



Esta roya necesita un hospedero vivo e incluso se desarrolla mejor cuando la planta está en buenas condiciones, en contraste a muchos otros patógenos que prefieren infectar plantas en dormancia o en malas condiciones

Ciclo biológico

Las royas pueden pasar, en sus ciclos de vida, hasta cinco etapas distintas con cinco tipos de esporas y generalmente están implicados hospederos que suelen ser muy diferentes taxonómicamente. *Melampsora* es un parásito obligado y ataca principalmente a *Salix* y *Populus*. Muchas de las especies de *Melampsora* son *heteroecios*, es decir, necesitan otro hospedero para completar su ciclo sexual. En Chile, aparentemente la roya no desarrolla su ciclo sexual, posiblemente debido a que no existen cultivos del hospedero secundario (*Larix* spp., una especie de pinaceae propias de los bosques boreales del hemisferio norte), manteniéndose en receso en hojas y ramas caídas durante el periodo invernal.

Durante la brotación de *Salix* en primavera, los primeros síntomas de infección aparecen en la zona baja, en dicha época las pústulas formadas corresponden a las uredias (fructificaciones del hongo) las que son fácilmente observadas en el envés de las hojas presentando el típico color amarillo-anaranjado, estas fructificaciones liberan uredosporas, altamente infectivas y virulentas, presentándose numerosos ciclos de liberación de uredosporas durante la etapa estival, infectando otras hojas repetidamente durante el verano. Las uredosporas pueden ser transportadas por el viento, por los pájaros, por insectos y por el hombre.

Cuando la temperatura comienza a descender, y antes de que se produzca la caída natural de hojas, las royas comienzan su fase telial, formando esporas resistentes al clima desfavorable (teliosporas) o forman micelio sobre especies perennes, para pasar el invierno.

En condiciones de climas húmedos y temperaturas relativamente altas se favorece la diseminación de la enfermedad. Mientras que el calor y la baja humedad mantienen bajo el nivel de las royas.

Ciclo de vida de *Melampsora* spp. agente causal de la Roya del sauce



Control

No existe información de resistencia genética de las especies y tipos de mimbre que cultivan los mimbreros de la zona de Chimbarongo, al parecer la superficie establecida corresponde a pocos clones que fueron diseminados con el sistema de intercambio de estacas reproductivas entre productores. Por el momento se postula que todo el material que se encuentra establecido es completamente susceptible a la roya del mimbre. Dada la existencia de gran cantidad de especies de sauce en esteros, canales y que son parte del entorno de las casas en las zonas productoras de mimbre existe una abundancia de huéspedes donde el agente causal de la roya permanece entre un ciclo y otro de producción de varas. Por ello es normal encontrar sauces ornamentales del tipo babilónico y tortuoso severamente afectados por la roya, que sería el mismo patógeno del mimbre. Un programa mandatorio de erradicación y reemplazo por sauces con resistencia genética a la roya permitiría bajar la carga de inóculo primario y con ello la presión natural de la enfermedad.

A futuro, una medida de control sería realizar una selección de clones de *Salix* o *Populus* resistentes o bien plantaciones con mezcla de clones, evitando el monocultivo. De todas maneras, hay que considerar que cualquier clon resistente puede llegar a ser susceptible a nuevas razas en el futuro.

En cuanto al control químico no existen autorizaciones vigentes en Chile para el control de la Roya del Sauce (*Melampsora* spp.).



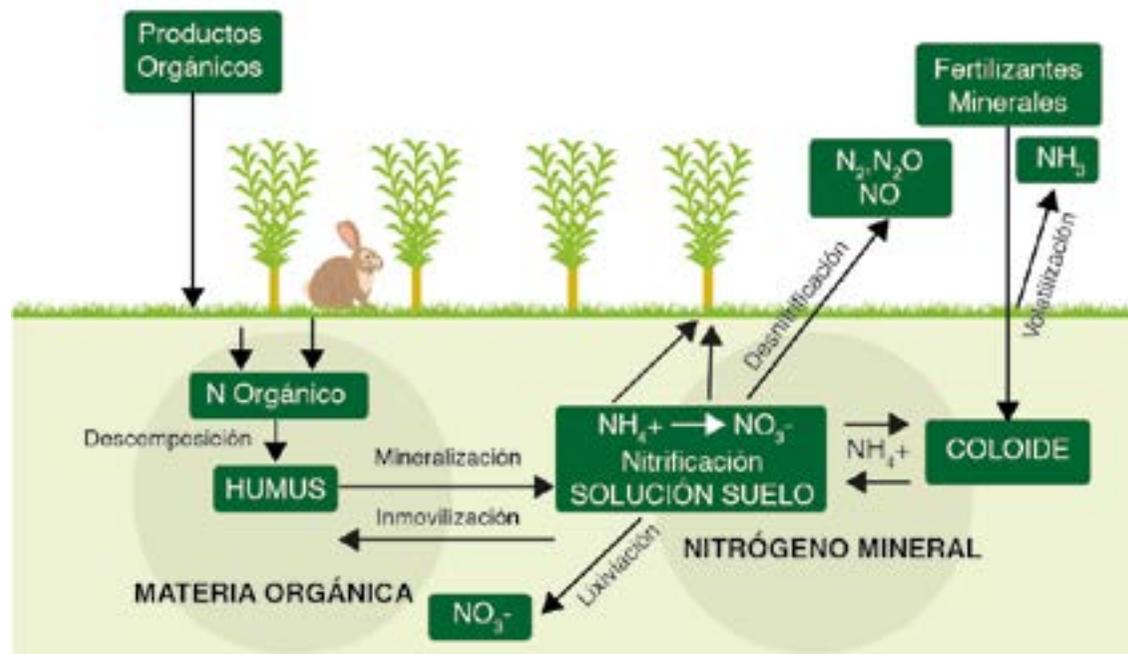


5. Fertilización nitrogenada de sauce mimbre

La fertilización tiene por objetivo el aumento de la producción de los cultivos y la conservación de la fertilidad del suelo, compensando la extracción de elementos minerales que hacen las plantas desde el suelo. El 10% del peso seco de las plantas corresponde a elementos inorgánicos los cuales se clasifican según su mayor a menor concentración en la biomasa de las plantas en macroelementos primarios (nitrógeno, potasio y fósforo), secundarios (calcio, azufre y magnesio) y microelementos (hierro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno y boro).

Importancia del nitrógeno en el crecimiento de los cultivos

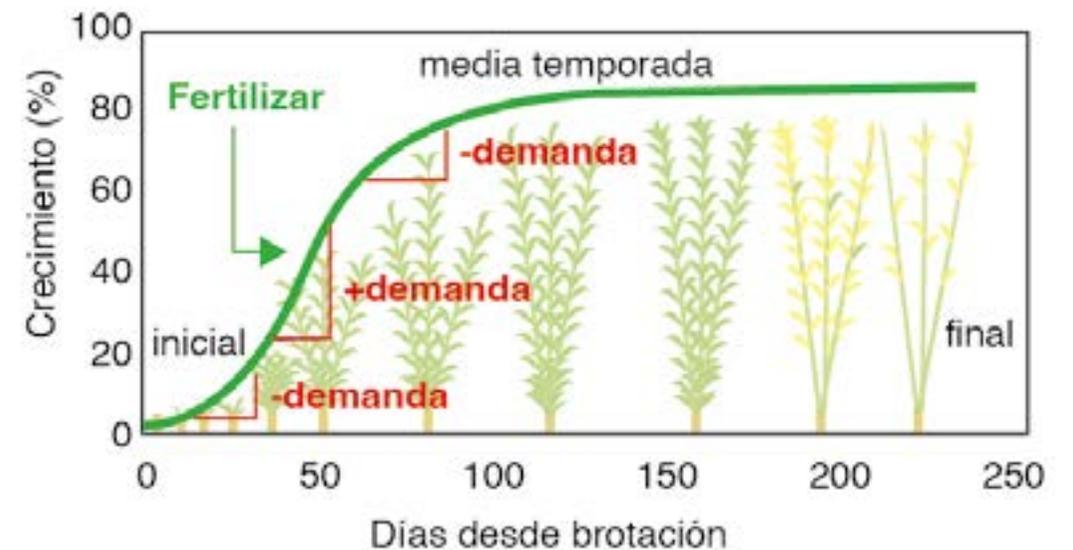
El nitrógeno es el nutriente más demandado por los cultivos, constituyendo alrededor del 1,5% de la materia seca de estos. El nitrógeno es un componente estructural de las plantas ya que forma parte de proteínas, ácidos nucleicos y vitaminas. Es parte de la enzima que fija el CO_2 en el proceso de fotosíntesis (Rubisco) y forma parte de la molécula de clorofila. En los suelos prácticamente siempre es escaso, se puede perder por lixiviación (lavado por el agua a capas más profundas del suelo), por volatilización (liberación de nitrógeno como gas a la atmósfera en forma de amoníaco) y desnitrificación (liberación de nitrógeno como gas a la atmósfera debido a condiciones de anegamiento del suelo), pero también puede aumentar por aportes como: fertilizantes nitrogenados (urea, salitre, entre otros), aplicación de productos orgánicos (residuos vegetales y animales) y mineralización (descomposición de la materia orgánica que deja el nitrógeno disponible para las plantas).



Factores que controlan el consumo de nitrógeno de un cultivo

La absorción de nitrógeno es proporcional al crecimiento del cultivo, por lo que es dinámica. La demanda de nitrógeno cambia a lo largo del periodo de desarrollo del cultivo, así como entre temporadas. En el cultivo de sauce mimbre la cosecha de varas implica la extracción de aproximadamente el 90% de la materia seca aérea producida en el año. Si bien las hojas remanentes en el campo podrán formar parte de la materia orgánica y ser mineralizadas aportando nitrógeno al suelo, una cantidad importante de nitrógeno será sacado del campo en las varas cosechadas, por lo que es recomendable suministrar nitrógeno por medio de la fertilización.

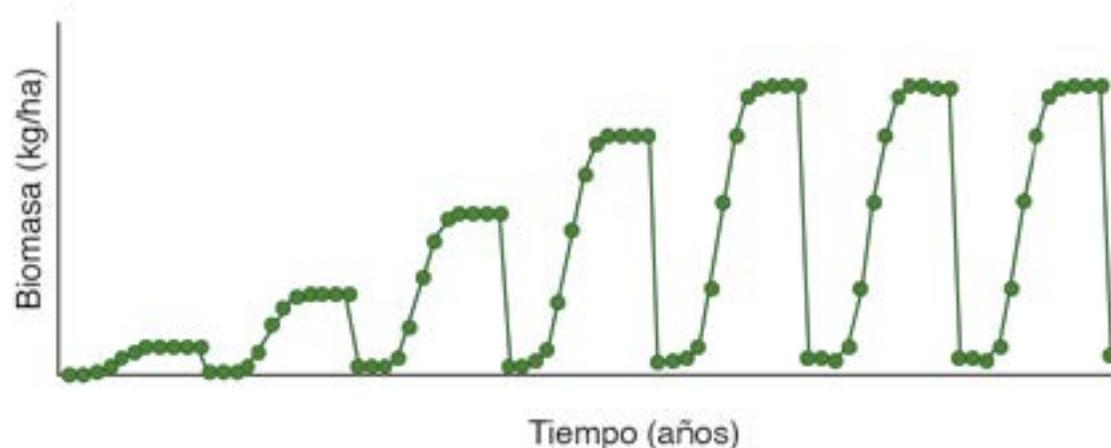
La brotación, a comienzos de la temporada, se hace a expensas de lo almacenado en raíces y tronco (estaca madre). El crecimiento inicial es lento y tiene una duración de alrededor de dos meses, luego se produce un rápido crecimiento que dura alrededor de dos meses más, luego en verano el crecimiento es más lento hasta detenerse cuando el árbol bota sus hojas hacia fines del otoño.



Estrategias para aumentar la eficiencia de uso de nitrógeno

El nitrógeno es un nutriente extremadamente móvil, por lo que tiende a perderse sin ser aprovechado por el cultivo. Por esta razón la eficiencia de absorción de los cultivos (cantidad de nitrógeno absorbido/ cantidad de nitrógeno aplicado) se considera de 50%. Este valor cambiará dependiendo de ciertos manejos como: la dosis, el momento de aplicación del fertilizante y la parcialización.

La cantidad de fertilizante o dosis de nitrógeno a utilizar dependerá del crecimiento de una planta. El crecimiento se evidenciará en la producción de varas que se logre en una temporada. Es así como una plantación de sauce mimbres de 1 año de edad consumirá menos nutrientes que una plantación de 2 años y así sucesivamente.



La parcialización hace referencia con la división de la dosis de nitrógeno durante la temporada de crecimiento, esta práctica asegura la disponibilidad del nitrógeno y disminuye pérdidas por lixiviación, volatilización y desnitrificación.

El momento de aplicación debe ser en concordancia con la absorción del cultivo. Por ejemplo, se recomienda aplicar una mayor proporción del nitrógeno cuando las plantas comienzan su activo crecimiento, así serán capaces de absorber un mayor porcentaje de este.

Es importante considerar que los fertilizantes tienen distintas cantidades de nitrógeno, por ejemplo, la urea tiene entre 45-46% de nitrógeno, mientras que el salitre potásico tiene un 15% de nitrógeno. Al considerar una dosis de 100 kg/ha de nitrógeno se debería aplicar 217 kg/ha de urea mientras que se debería aplicar 666,6 kg/ha de salitre potásico. Entonces, es necesario conocer la cantidad de nitrógeno que tiene el fertilizante que se aplicará para determinar la dosis. Por lo tanto, no será lo mismo aplicar 200 kg/ha de salitre potásico que 200 kg/ha de urea, ya que con un kg de urea estaremos aplicando tres veces más nitrógeno que con un kg de salitre potásico.

La aplicación de urea debe realizarse en suelo húmedo, o bien, debe ser incorporada al suelo, con el fin de evitar su pérdida por volatilización en forma de amoníaco (NH₃). En cambio, el salitre no se volatiliza, pudiendo aplicarse en cobertera. Sin embargo, el salitre por ser un nitrato (NO₃) se lixivia desde el suelo cuando hay cantidades excesivas de agua.

Fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad del sauce mimbres

En un experimento de distintas dosis de nitrógeno llevado a cabo entre las temporadas 2020-2021 y 2021-2022 con mimbrales de 4 y 5 años, en el predio de tres agricultores en Chimbarongo, se evaluó la producción y calidad de las varas. Entre los principales resultados se puede señalar que la fertilización nitrogenada no afecta el número de varas producidas debido a que este número se regula según las yemas dejadas durante la cosecha de la temporada anterior. Sin embargo, el porcentaje de varas gruesas aumenta con la aplicación de nitrógeno pasando de un 25 a un 32% con aumentos de 0 a 100 kg N/ha (Cuadro 5). Sin embargo, aunque todas las varas de sauce mimbres pueden ser vendidas, los artesanos prefieren las varas finas a delgadas, por lo que este aumento en varas gruesas puede no ser de importancia económica para el agricultor.

Cuadro 5. Efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y porcentaje de varas gruesas, medianas y finas. Promedio de 3 predios y 2 temporadas.

Dosis de N (kg N/ha)	Rendimiento peso fresco (kg/ha)	Número (varas/ha)	Varas gruesas (%)	Varas medianas (%)	Varas finas (%)
0	30.102	336.143	24,8 b	41,3	33,9
50	29.932	325.643	28,3 ab	41,5	30,2
100	34.635	325.939	32,1 a	39,4	28,5
200	35.586	339.249	31,2 a	38,0	30,8

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas (p-valor<0,10).

Por otra parte, la calidad de las varas de mimbre para artesanía es afectada por una alta aplicación de nitrógeno. Es así como la médula, tejido no xilemático de consistencia corchosa, aumenta con las aplicaciones altas de este nutriente (Cuadro 6).

La médula no se utiliza en el trabajo artesanal. Si aumenta la médula, se reduce la materia prima que puede ser usada por los artesanos. También disminuye la flexibilidad de la vara, volviéndose una vara más quebradiza, reduciendo la calidad de las varas de mimbre para el trabajo artesanal. Es así como aplicaciones de 200 kg N/ha redujo a la mitad la calidad artesanal de las varas tanto en flexibilidad como en la calidad del tejido evaluada por un grupo de expertos artesanos en mimbre (Cuadro 7). Por lo tanto se recomienda aplicar entre 50 y 100 kg N/ha.

Cuadro 6. Efecto de la dosis de nitrógeno en el rendimiento y porcentaje de varas gruesas, medianas y finas. Promedio de 3 predios y 2 temporadas.

Dosis de N (kg N/ha)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de resistencia (kg/cm ²)	Largo (m)	Densidad de la madera (g/cm ³)	Médula (%)
0	53.438	39	2,95	0,51	7,0 c
50	51.069	39	2,98	0,52	8,2 b
100	54.486	40	2,93	0,52	8,3 b
200	53.843	39	2,90	0,50	9,8 a

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas (p-valor<0,05).

Cuadro 7. Efecto de la dosis de nitrógeno sobre la calidad para uso artesanal de varas de sauce mimbre. Promedio de 3 predios y 2 temporadas.

Dosis de N (kg N/ha)	Calidad artesanal		
	Flexibilidad	Obtención huira	Tejido
0	4,5 a	4,8	6,1 a
50	4,5 a	4,5	5,1 b
100	4,1 a	4,4	4,8 b
200	2,8 b	3,4	3,6 c

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas (p-valor<0,05).





Aplicación creciente de N

¿Cómo puedo identificar una buena vara de mimbre para uso artesanal?

El color es un buen indicador y los artesanos siempre preferirán las varas de color amarillo por sobre las de un color más verdoso, ya que las amarillas tienen menos médula, son más flexibles y resistentes.





6. Evaluación económica de la producción de sauce mimbre

Análisis económico

En toda producción agrícola, es importante evaluar tanto la factibilidad técnica como económica de un cultivo, en este sentido a continuación se presenta una evaluación económica de la producción de sauce mimbre en una hectárea en Chimbarongo.

La información para realizar esta evaluación se obtuvo el año 2023 de fuentes primarias a través de entrevistas y jornadas de validación con productores de sauce mimbre de los sectores de Codegua, Convento Viejo y La Platina. La información sobre costos de insumos se obtuvo de fuentes secundarias de información como sitios web de venta de insumos agrícolas.

Para el cálculo de la inversión inicial (Cuadro 8), se consideró la preparación de suelo: 1 aradura, 2 rastrajes y 1 melgadura. También se consideró la compra de metros de mimbre y la mano de obra para la obtención de las estacas, como también para la plantación y eliminación de los brotes inferiores de estas, cuando brotan en septiembre. Todas estas labores se realizan solo el año de la plantación.

Cuadro 8. Inversión inicial para una plantación de sauce mimbre.

Item	Unidades	Cantidad	Valor (\$)	Total (\$)	%
Preparar suelo	JH	1	180.000	180.000	8
Plantar	JH	12	30.000	360.000	16
Metros	Metro	40	30.000	1.200.000	53
Cortar estacas	JH	6	30.000	180.000	8
Desbrote	JH	12	30.000	360.000	16
Total inversión				2.280.000	

Como se analizó en el capítulo 2, el rendimiento de sauce mimbre está compuesto por varas de distinto calibre, donde mayoritariamente los agricultores realizan dos separaciones: i) mimbre fino que comercializan con corteza y ii) mimbre mediano a grueso que comercializan como mimbre blanco. En la actualidad la vida productiva promedio de una plantación de sauce mimbre es de 7 años, es por esto que se presenta los rendimientos e ingresos anuales de la producción, en esa cantidad de años (Cuadro 9).

Para el cálculo de ingresos también se consideraron los precios de venta del año 2023, donde el metro de mimbre con corteza, calibre fino, tuvo un precio de venta de \$4.000 y el metro de mimbre blanco, calibre mediano a grueso, tuvo un precio de \$30.000. Por otra parte, dado que para la obtención de mimbre blanco se debe descortezar las varas de mimbre, se consideró un 20% de disminución de la producción.

Por otra parte, para el cálculo de los costos directos operacionales (Cuadro 10), se consideró la aplicación de fertilizante, insecticida, herbicida, riego, y herramientas para la cosecha. Sumado a esto se consideró los costos de cosecha, pelado,

amarre, transporte y traslado manual del mimbre los que están en función de la cantidad de metros producidos. En el Cuadro 11 se presenta el flujo de caja para la producción de mimbre, proyectada a los 7 años de vida productiva. En un año a su máxima producción, se alcanzan utilidades de \$5.445.033.

Finalmente, se presentan los indicadores VAN y TIR asociados a la producción de Sauce mimbre (Cuadro 12). Estos indicadores financieros son los más utilizados y corresponden al Valor Actual Neto (VAN) y a la Tasa Interna de Retorno (TIR). El VAN mide el excedente después de obtener la rentabilidad deseada y después de recuperar toda la inversión. El TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría obtener sin perder dinero, es decir, recuperando la totalidad de la inversión inicial. Para el cálculo del VAN se consideró una tasa de descuento del 12%, que es lo que normalmente se exige para proyectos agrícolas. A partir de los indicadores obtenidos, se puede concluir que la rentabilidad es superior a la exigida después de recuperar la inversión.

Cuadro 9. Rendimientos e ingresos anuales de sauce mimbre proyectado a 7 años.

Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Metros/ha	30	440	740	800	800	800	800
Porcentaje de varas calibre fino (%)	100	25	20	20	20	20	20
Porcentaje de varas calibre mediano y grueso (%)	0	75	80	80	80	80	80
Metros calibre fino / ha	30	110	148	160	160	160	160
Metros calibre mediano y grueso / ha	0	330	592	640	640	640	640
Ingreso Mimbre con corteza, calibre fino (\$) 	120.000	440.000	592.000	640.000	640.000	640.000	640.000
Ingreso Mimbre blanco, calibre M-G (\$) 	0	7.920.000	14.208.000	15.360.000	15.360.000	15.360.000	15.360.000
Ingresos Totales (\$) 	120.000	8.360.000	14.800.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000

Cuadro 10. Costos directos operacionales para la producción de sauce mimbre, proyectado a 7 años.

Item	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Fertilizante (\$)	0	0	32.000	32.000	32.000	32.000	32.000
Aplicación Fertilizante (\$)	0	0	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Insecticida	148.750	148.750	148.750	148.750	148.750	148.750	148.750
Aplicación Insecticida, dron (\$)	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000	125.000
Herbicida (\$)	48.600	48.600	48.600	48.600	48.600	48.600	48.600
Aplicación Herbicida (\$)	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Riego (\$)	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000	600.000
Herramientas de cosecha (\$)	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000	80.000
Cosecha (\$)	105.000	1.540.000	2.590.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000
Transporte metros predio-pozo, coloso-tractor (\$)	15.000	220.000	370.000	400.000	400.000	400.000	400.000
Traslado metros predio-cosecha (\$)	180.000	270.000	360.000	450.000	450.000	450.000	450.000
Pelar mimbre (\$)	0	2.310.000	4.144.000	4.480.000	4.480.000	4.480.000	4.480.000
Amarrar mimbre pelado(\$)	0	343.200	615.680	665.600	665.600	665.600	665.600
Almacenaje en bodega (\$)	0	52.800	94.720	102.400	102.400	102.400	102.400
Costo (\$)	1.392.350	5.828.350	9.328.750	10.052.350	10.052.350	10.052.350	10.052.350
Costo por metro (\$)	0	17.662	15.758	15.707	15.707	15.707	15.707
Imprevistos (\$)	69.618	291.418	466.438	502.618	502.618	502.618	502.618
Costo total (\$)	1.461.968	6.119.768	9.795.188	10.554.968	10.554.968	10.554.968	10.554.968

Cuadro 11. Flujo de caja para la producción de Sauce mimbre, proyectado a 7 años.

Item	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Inversión (\$)	-2.280.000							
Costos directos (\$)	0	-1.461.968	-6.119.768	-9.795.188	-10.554.968	-10.554.968	-10.554.968	-10.554.968
Ingresos (\$)	0	120.000	8.360.000	14.800.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000	16.000.000
Utilidades (\$)	-2.280.000	-1.341.968	2.240.233	5.004.813	5.445.033	5.445.033	5.445.033	5.445.033

Cuadro 12. Indicadores VAN y TIR para la producción de Sauce mimbre, proyectada a 7 años.

Índice	Valor
VAN	\$ 13.641.794
TIR	72 %
Utilidades	\$ 5.445.033

Ficha Productiva

A continuación se presenta una ficha productiva para una hectárea de sauce mimbre en plena producción. Se uso el formato de las fichas productivas para la agricultura familiar campesina (AFC) del INDAP.

RUBRO O CULTIVO	MIMBRE	RENDIMIENTO MIMBRE BLANCO calibre mediano-grueso (metros/ha)	512
VARIEDAD	Blanco / Fino	RENDIMIENTO MIMBRE CON CORTEZA. Calibre fino (metros/ha)	160
NIVEL TECNOLÓGICO	Medio	PRECIO ESPERADO M. BLANCO (\$/metro)	30.000
REGIÓN	Lib. B. O'Higgins	PRECIO ESPERADO M. CON CORTEZA (\$/metro)	4.000
ÁREA	San Fernando	INGRESO ESPERADO (\$)	16.000.000
COMUNA/ LOCALIDAD	Chimbarongo	FECHA DE COSECHA	Jun - Jul
AÑO	2023	CONTINGENCIA	Plagas, enfermedades y sequia

Costos directos de producción por hectárea

Mano de Obra

Labores	Unidad	Cantidad	Época	Precio Unitario (\$)	Sub Total (\$)
Aplicación de fertilizante	JH	1	Agosto	30.000	30.000
Aplicación de herbicida	JH	3	Agosto a octubre	30.000	90.000
Aplicación de riego	JH	20	Octubre a marzo	30.000	600.000
Cosecha	Metro	800	Junio	3.500	2.800.000
Traslado atados (Predio-Pozo)	JH	15	Junio	30.000	450.000
Pelar mimbre	Metro M-G	640	Noviembre a diciembre	7.000	4.480.000
Amarrar mimbre blanco	Metro pelado	512	Septiembre	1.300	665.600
Guardar en bodega	Metro pelado	512	Septiembre	200	102.400
Subtotal Jornadas Hombre (JH)					9.218.000

Maquinaria

Labores	Unidad	Cantidad	Época	Precio Unitario (\$)	Sub Total (\$)
Dron (aplicación insecticida)	Jornada	5	Agosto a octubre	25.000	125.000
Coloso-tractor (transporte atados predio-pozo)	Metro M-G	640	Junio	625	400.000
Subtotal Costo Maquinaria					525.000

Insumos

Insumos	Unidad	Cantidad	Época	Precio Unitario (\$)	Sub Total (\$)
Fertilizante	saco de 25 Kg	2	Agosto	16.000	32.000
Insecticida	Kg	5	Agosto	29.750	148.750
Herbicida	Litro	3	Agosto	16.200	48.600
Tijeras/piedra para afilar	unidad	1	Junio	80.000	80.000
Subtotal Insumos	unidades				309.350

TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 10.052.350
Más Imprevistos (5%)	\$ 502.618
TOTAL COSTOS	\$ 10.554.968
INGRESOS ESPERADOS	\$ 16.000.000
RESULTADO ECONÓMICO	\$ 5.445.033

Notas:

1. Precios de insumos y productos se expresan con IVA.
2. Precio esperado por ventas corresponde a precio colocado en el domicilio del comprador.
3. Los precios de insumos aplicados son referenciales.
4. El costo de la maquinaria incluye costo del operador, combustible y arriendo de la maquinaria propiamente tal.

Composición costos de producción

Item	\$/ha	%
Mano de obra	9.218.000	87,33%
Maquinaria	525.000	4,97%
Insumos	309.350	2,93%
Imprevistos	502.618	4,76%
COSTO TOTAL/ha	10.554.968	100%

Escenarios costo unitario (\$/kg)

Rendimiento	75%	100%	125%
Rendimiento M. Blanco calibre M-G (metro/ha)	384	512	640
Rendimiento M. con corteza calibre F (metro/ha)	120	160	200
Costo unitario M. Blanco calibre M-G (\$/metro)	21.990	16,492	13.194
Costo unitario M. con corteza calibre F (\$/metro)	9.075	6.806	5.445

Bibliografía

Abalos, M. 2002. silvicultura y producción sauce-mimbre. Salix spp. INFOR. Santiago Chile. 456p.

Allen, R-. Pereira. L., Raes, D., Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua por los cultivos. FAO N°56, 322 p.

Baldini, A. y Ojeda, P. 1994. Nematus desantisi Smith (Hymenoptera: Tenthredinidae) Avispa. Sierra del Sauce. Protección Fitosanitaria Forestal CONAF. 4p.

Barros-Parada,W.; Fuentes-Contreras, E.; Bergmann, J.; Herrera, H.; Kinsho, T.; Miyake, Y. 2021. Monitoring Chilecomadia valdiviana (Lepidoptera: Cossidae) Using Sex Pheromone-Baited Traps in Apple Orchards in Chile. Insects 12, 511. <https://doi.org/10.3390/insects12060511>

Briones, R., Gárate, F. y Jerez, V. 2012. Insectos de Chile nativos, introducidos y con problemas de conservación, Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile. 256 p.

Cerda, L. 1996. Chilecomadia valdivina (Philippi) (Lepidoptera, Cossidae) Insecto taladrador de la madera asociado al cultivo del Eucalyptus spp. En Chile. Nota Técnica N°32. Programa Protección Sanitaria Forestal, CONAF.

González, R. 1989. Insectos y Ácaros de Importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile; Universidad de Chile: Santiago, Chile. p. 310.

Grinbergs, D., Chilian, J. y France A. 2020. Plateado de los frutales: ¿cuál es su impacto real y cómo enfrentamos el desafío de su control?. Tierra Adentro 72-77.

INFOR. 1998. Mimbre de la producción al consumo. INFOR, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 80p.

Parra, P., Chen, M. y Faúndez, J. 2002. Situación fitosanitaria de las especies del

género Salix presentes en Chile. In: Silvicultura y producción de sauce-mimbre Salix spp. Ed. Marta Abalos, INFOR. 145 – 171.

Ripa S., Renato y Larral D., Pilar (eds.). 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos [en línea]. Quillota, Chile: Versión Producciones Graficas Ltda. Colección Libros INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 23

S/A. 2002. Agentes de daño en plantaciones de Salix spp. en Chile. In: Silvicultura y producción de sauce-mimbre Salix spp. Ed. Marta Abalos, INFOR. 171-195.

Sapag, N. 2011. Proyectos de inversión. Formulación y evaluación. Segunda edición. Pearson Education, Santiago, Chile. 544 p.

Silva, P., Silva, H., Garrido, M. y Acevedo, E. 2015. Manual de estudios y ejercicios relacionados con el contenido de agua del suelo y su uso por los cultivos. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 85 p. (ISBN: 978-956-19-0906-9). Disponible en: <http://libros.uchile.cl/513>

**Paola Silva Candia
Marco Garrido Salinas
Daniel Cubillos Becerra
José Ayamante Montenegro**

www.capitaldelmimbres.com