- tiene que considerar la dimensión cultural y económica, en que viven las poblaciones rurales y
- tiene que tratar de cambiar las poblaciones rurales en actores de sus acciones para que sean sustentable en el tiempo.

A parte de los principios es importante considerar otros aspectos en una extensión forestal, como Componentes, Métodos y Medios. Los Componentes más importantes son la *Sensibilización* de la gente, la *Capacitación* en diferentes temas, el *Asesoramiento técnico* de parte del forestal, la *Enseñanza o Educación familiar* en temas generales del medio ambiente y una *Investigación-acción* entre forestal y destinatario, en la cual se busca en conjunto soluciones a problemas dadas en el predio.

Los Componentes deberían ser acompañados con Métodos adecuados, enriquecidos por elementos metodológicos e innovadores, cuales facilitan el trabajo entre forestal y familia campesina (por ejemplo Charlas, Día de Bosques, etc.) y Medios, cuales son los "canales" de transmitir mensajes como por ejemplo materiales didácticos-informativos en forma de rotafolios, rodelas de crecimiento, semillas, folletos, etc.

Considerando todos los argumentos mencionados arriba se puede hablar de una Extensión Forestal Participativa "ideal", con cual se espera lograr un impacto mucho mejor en las comunidades rurales que con enfoques más tradicionales en el pasado.

¿Como funciona el trabajo en el Proyecto CMSBN?

El Proyecto "Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo" (CMSBN) trabaja como otros proyectos también con sus objetivos y metas. El objetivo superior es "lograr la conservación del bosque nativo a través de introducir formas de manejo sustentable y contribuir al mismo tiempo al desarrollo económico sustentable de las poblaciones rurales".

En el proyecto trabajan forestales, llamados "extensionistas", quienes tienen la tarea de lograr las metas vía diferentes actividades forestales. Para llegar bien a la gente se incorporó en el proyecto una extensión

INFOR

forestal participativa, con la idea principal de que la población rural participa activamente en todas las actividades forestales a desarrollar y de que ellos se cambian en actores de manejar sus bosques nativos adecuadamente para lograr por ende la conservación de este recurso.

Cambiar o modificar conductas y generar conocimientos acerca de un manejo adecuado es la meta principal, una tarea bastante grande y ambiciosa considerando la realidad campesina. La gran diferencia entre el Proyecto CMSBN y otros proyectos forestales está en que se dirige todas las actividades al hombre y a través del hombre se realiza el manejo del recurso natural.

Con otras palabras se invierte mucho más tiempo en el trabajo con cada destinatario que en otros proyectos forestales justamente considerando todos los argumentos de la extensión participativa mencionados arriba para que sea sustentable en el tiempo.

¿Cómo entonces se incorporó en la práctica la extensión al trabajo diario de los extensionistas en el proyecto CMSBN?

El trabajo de los extensionistas se concentra en 6 actividades principales, las cuales tienen que realizar según el objetivo del proyecto. Esos son:

- El Diagnóstico o Contacto inicial
- El Plan de Ordenación
- Manejo de Renovales
- Manejo de Bosque Adulto con Regeneración natural, Enriquecimiento y/o Reforestación de Bosque degradado
- Comercialización
- Enseñanza familiar

INFOR



Taller Participativo - Contacto inicial

Enseguida se describe cuatro ejemplos de actividades a realizar y la manera de trabajo entre extensionista y la familia campesina.

Manejo de Renovales

Dentro de la pequeña propiedad, existen áreas cubiertas por renovales originados principalmente por roces antiguos o sectores de uso agrícola y ganadero abandonados. Generalmente estos bosques jóvenes no son intervenidos por los propietarios ya que el costo del manejo es elevado y los productos a extraer son poco atractivos económicamente (leña brosa de poco valor comercial).

No obstante esos renovales son muy importantes para el futuro y el campesino debe saber que a través de un buen manejo con técnicas adecuadas, mejorará su bosque y tendrá

en el mediano plazo un bosque de buena calidad y productos de mayor valor comercial.





Manejo de Renovales



Parcela guía de aprox. 20x20 metros

El Proyecto CMSBN ha incorporado un incentivo al manejo de renovales, el cual consiste en un monto de dinero que está destinado a cubrir parte de los costos originados del manejo.

En está fase, el extensionista ayuda al propietario a manejar sus renovales (raleo). El objetivo es capacitar los campesinos con técnicas adecuadas para asegurar en el futuro el uso de estas por parte del propietario y la mejor productividad del recurso.

El manejo de renovales es una muy buena opción para que el extensionista ayude al propietario con la asistencia técnica y la capacitación dando a conocer cuando, cómo y porque hacer un raleo.

INFOR

El trabajo en conjunto empieza generalmente con una charla teórica usando material audiovisual, por ejemplo los rotafolios que son láminas plastificadas de 80x130 cm donde van ejemplificadas gráficamente temas generales y particulares del trabajo en el bosque.

Importante para el tema del raleo son las laminas donde se explica las características de un árbol de buena calidad vs. un árbol de mala calidad y donde se muestra la diferencia gráfica entre un renoval sin intervención y otro manejado.

Después de la charla teórica viene el trabajo en el bosque, donde el propietario debe practicar lo explicado. Se trabaja en una parcela guía, de aprox. 20x20 m, donde se realiza en primer lugar una marcación con pintura y luego la corta de los árboles seleccionados.

La idea es analizar cada árbol según sus características (fuste, copa, enfermedad, distancia, entre otros) con la finalidad que el campesino capte la diferencia entre los distintos árboles y pueda elegir correctamente al momento del raleo.

El fin de la capacitación es que el propietario pueda trabajar solo, eso si el extensionista lo ayuda cada vez que fuese necesario. Muy importante es un buen acompañamiento del propietario durante su labor forestal para capacitarlo en manejar adecuadamente sus renovales.

Manejo de Bosque Adulto con Regeneración natural, Enriquecimiento y/o Reforestación de Bosque degradado

Los bosques nativos adultos se encuentran generalmente en mal estado, degradados y con escasa o nula regeneración natural. La tarea del extensionista es ayudar al propietario a manejar adecuadamente su bosque y la regeneración.

El objetivo principal del propietario al intervenir su bosque, es obtener ingresos económicos dejando de lado el tema del manejo y mejoramiento de este. Con una buena extensión se trata de lograr algunos cambios, en la cual se usan distintos métodos apoyados con los medios más adecuados para cada situación, que se explica en adelante.

El pago de incentivos, a las actividades de manejo del bosque, es una herramienta que sirve de estímulo para el campesino en el tema de la regeneración de su bosque degradado. El incentivo consiste en un monto de dinero el cual está destinado a la adquisición de los insumos necesarios para proteger la regeneración natural, el enriquecimiento de esta o la reforestación en bosques degradados.

La capacitación de los propietarios en el manejo del bosque adulto consiste principalmente en elegir y marcar en conjunto los árboles a sacar. Se dan a conocer las distintas posibilidades de manejo existentes y adecuadas a los diferentes tipos de bosques, los cuales aplicados correctamente evitan el deterioro de estos.

Esta actividad se realiza en conjunto entre extensionista y él o los propietarios. A modo de ejemplo se elige un sector donde se marcan los árboles, esta se hace con pintura roja en spray en forma de un punto en dos lados del árbol. Ese facilita después la visibilidad para realizar la corta de los árboles.

La ejecución de la faena es realizada por el propietario y en supervisión y ayuda del extensionista. Una vez intervenido el bosque, se hace necesario realizar actividades relacionadas a su regeneración, la que puede ser natural o complementada mediante plantación.

Los métodos y medios de capacitación son diseñados para el manejo y las actividades a su regeneración. Los métodos son charlas individuales o grupales en días de bosque, para intercambiar experiencias e ideas y ver ejemplos positivos. Los medios de apoyo utilizados son parcelas demostrativas, rodelas de crecimiento, rotafolios, set de fotografías y folletos.

Los tipos de repoblamiento o forma de regenerar el bosque utilizados por Proyecto CMSBN son: la regeneración natural, el enriquecimiento y la reforestación en bosque degradado. Estas actividades son temas nuevos para los propietarios, por lo tanto la capacitación debe ser lo más eficaz y eficiente posible.

La regeneración natural, donde el área o sector debe cumplir ciertas condiciones, se realiza cuando el bosque se ha regenerado en forma natural. Aquí se protege la

INFOR

regeneración del posible daño que pudiesen causarle los animales por medio de la instalación de un cerco.

La capacitación se hace con relación a las formas en que se puede regenerar el bosque naturalmente; por ejemplo elección de árboles semilleros a dejar, ordenamiento de los residuos de la explotación, preparación del terreno, etc. Según estudios recién realizados las vacas siguen siendo el problema más grande para las plantaciones (vea foto).



El efecto del cerco: abundante regeneración natural

La actividad del enriquecimiento y reforestación se caracteriza por la acción de plantar dentro del bosque, actividad que muchas veces es algo nuevo para los campesinos.

La diferencia entre ambos métodos radica en el grado de degradación del bosque y por lo tanto del número de plantas utilizadas. La capacitación se enfoca a la elección de la planta, la especie, el almacenamiento, la forma de plantar adecuadamente, etc. Esta capacitación es muy importante ya que el éxito del nuevo establecimiento dependerá de ello.

INFOR

Comercialización

La comercialización de los productos que salen de la pequeña propiedad es complicada; esto por varios factores: en su mayoría son bosques degradados con productos de baja calidad, hay pocos recursos, problemas de accesibilidad, la distancia hacia los mercados, la falta de información en general, entre otros.

No obstante, el tema es importante y necesita más esfuerzo. Lograr una conexión entre el manejo del bosque nativo de un lado y buscar un mercado para los productos que salen del otro lado, es una condición importante para el éxito del trabajo en conjunto. No se trata de solucionar el tema en general, porque el tema es complejo y difícil de enfrentar.

Enseguida se presentan dos ejemplos positivos, sin costos elevados para sus ejecutores, en los cuales se logra dar un mayor valor agregado a los productos del bosque.

Cada vez que se entrega una nueva herramienta a los pequeños propietarios es necesario dar a conocer los beneficios y formas de utilización, todo esto a través de una capacitación.

El LOGOSOL es un pequeño aserradero portátil. Se trata de un marco de aluminio donde el propietario realiza la operación de corte con su motosierra. Según la necesidad, se puede transformar troncos en madera aserrada como tablas, basas, vigas, tablones o listones.

La calidad de corte es comparable con la de un aserradero circular. El banco sirve muy bien para aprovechar cantidades menores que salen en la pequeña propiedad.

INFOR



El banco aserradero portátil LOGOSOL

La capacitación consiste en una demostración práctica realizada generalmente por los extensionistas, donde se enseña tanto la forma de uso como la mantención del aserradero Logosol (instalación del aserradero, dimensiones de las trozas a utilizar, uso de la motosierra, etc.). Un folleto con las características e instrucciones de uso queda al final en manos del usuario.

El Horno de Carbón es una buena alternativa para dar valor a un producto. Se puede usar por ejemplo los desechos de las explotaciones, las especies poco comerciables, el material delgado que sale de un raleo, etc. La producción de carbón en menor escala aumenta el ingreso en la pequeña propiedad.

La capacitación se realiza por medio de una persona que posee experiencia en el tema, el cual se encarga de capacitar a los propietarios para generar conocimientos durante un periodo de tiempo adecuado, que generalmente es una semana, tiempo que dura el proceso de hacer el carbón (llenado del horno, encendido del fuego y manejo general del proceso).

INFOR

Como en el caso del LOGOSOL se puede mostrar con una carpeta de fotos experiencias con otros hornos de carbón e ilustrar el proceso de hacer carbón.

Al final queda para el propietario o usuario del horno un folleto con datos y detalles del proceso.



Horno de Carbón metálico

Enseñanza familiar

La enseñanza general sobre el tema de los recursos naturales nació con el interés de las mujeres por participar en las actividades del Proyecto. El objetivo es sensibilizar a la familia rural en temas relevantes dentro del contexto de la conservación y el manejo sustentable de bosque nativo. La enseñanza familiar se puede considerar como una actividad crucial, que toca todas las actividades forestales.

En la familia campesina existen todavía los roles tradicionales, donde el hombre trabaja el campo y la mujer cuida la casa, los hijos y cultiva la huerta. El Proyecto con sus actividades se dirige más que nada a los hombres, porque es el hombre quien trabaja el bosque. A pesar de esto las mujeres están generalmente muy interesadas en saber más sobre el proyecto, no solamente para entender más de las actividades sino también para tomar decisiones sobre futuras acciones en el predio.

INFOR

La idea de ofrecer una enseñanza sobre temas generales del medio ambiente y en especial sobre el tema del bosque nativo vino de las mujeres mismas. En encuentros con los extensionistas manifestaron una y otra vez su interés de saber más sobre el proyecto y sus actividades. Los problemas normalmente surgen por el tema de que las mujeres no les gusta dejar las casas solas o simplemente no pueden participar porque tienen que cuidar los niños.

Para cambiar esta situación nació la idea de ofrecer una parte de la capacitación al lado de la casa incluyendo de esta forma a todos los integrantes de la familia y dar oportunidades a todos de participar activamente.

En charlas grupales se trata normalmente el tema del medio ambiente generalizado, como la importancia del bosque para la producción de madera y frutos y al mismo tiempo de conservar agua potable o la producción de aire limpio. Otros temas pueden ser el funcionamiento de un árbol, el tema de cómo manejar una plantación y la importancia de excluir las vacas, entre otras.

La idea es enseñar que el bosque es mucho más que una fuente de madera por lo que vale la pena cuidarlo y conservarlo. Sensibilizar a la gente para el tema del bosque nativo es la gran tarea detrás de esta actividad.

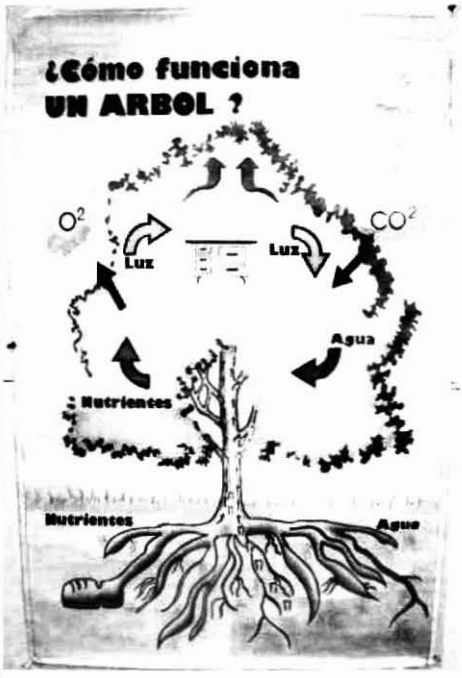
Estas charlas se hacen muy didácticas, con medios como rotafolios grandes o fotos. Importante es la participación activa de la gente para intercambiar experiencias que cada uno posee de una u otra manera.

INFOR





Capacitación para toda la familia



Rotafolio didáctico

Resumen

Muchos trabajos forestales en el pasado no fueron muy exitosos por distintos motivos. Evaluaciones de diferentes proyectos mostraron, de que a pesar de muchos esfuerzos, la situación de las poblaciones rurales respecto a la satisfacción de sus necesidades no cambió y la conservación de los recursos naturales no se logró.

Una razón importante por el fracaso de muchos proyectos fue la manera de acercarse a la gente, es decir la manera de cómo desarrollar la Extensión Forestal.

Un enfoque más nuevo, "La Extensión Forestal Participativa", que debería considerar algunos principios y

INFOR

al mismo tiempo usar componentes y enriquecerlos con métodos y medios adecuados, parece ser la manera más apropiada de cómo trabajar entre extensionista y familia campesina.

Principios como "trabajar participativamente", "valorizar tradiciones y conocimientos", "considerar la cultura campesina" y entender la Extensión Forestal como un "proceso" no deben ser puras palabras. Trabajar en conjunto, capacitar y sensibilizar, usar métodos y medios enriquecidos, son elementos importantes.

Llenar la Extensión con "vida", es decir realizarla lo más interesante y entendible posible para y con la gente, es la gran tarea del técnico forestal.

El Proyecto "Conservación y Manejo Sustentable de Bosque Nativo" (CMSBN), trabajando con más de 150 familias campesinas en las comunas de Fresia y Los Muermos, está trabajando con una Extensión Participativa. La experiencia hasta ahora es muy positiva.

La gran mayoría de las familias campesinas queda sensibilizada por el manejo y la conservación del bosque nativo y participa activamente en el desarrollo de las actividades. Las ofertas de capacitaciones en diferentes temas cómo el manejo de renovales o la reforestación de bosque degradado son bienvenidas y permiten al pequeño agricultor seguir adelante con su recurso natural, sin destruirlo. Otros temas todavía necesitan más esfuerzos.

La comercialización de los productos madereros y no madereros, muy importante para el manejo del bosque, queda difícil. Pero en conjunto, entre forestal y agricultor, se analiza constantemente cada situación para encontrar posibles soluciones.

Muy exitoso hasta ahora son las acciones a nivel local o provincial, sin mayor riesgo de endeudamiento para el productor. La producción de madera aserrada con el LOGOSOL o la producción de carbón con hornos portátiles, son ejemplos positivos.

Para no olvidarlo: el bosque nativo está en manos del propietario y su familia, son ellos quienes manejarán el bosque en el futuro, ellos decidirán cómo y de que forma trabajar sus recursos.

INFOR

El extensionista en este sentido debería entenderse como un "facilidador", alguien que "acompaña a un proceso" trabajando con la familia rural, entregando información e ideas para que las familias rurales se cambien en actores de sus acciones en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, J. y FARRINGTON, J.Forestry Extension: facing the challenges of today and tomorrow. **www.fao.org/docrep/v9122e/v9122e02.htm**

CONAF, 2001. Plan Nacional de Extensión Forestal de CONAF. Santiago, Chile.

DFC. Guía para el uso de materiales didácticos. Documento de trabajo No 5, Bolivia, sin lugar/fecha

ENTERS, T. y HAGMANN, J.; One way, two way, which way? Extension workers: from messengers to facilitators **www.fao.org/docrep/v9122e/v9122e03.htm**

KANDZIOR, A. 1999. Análisis de Experiencias en Extensión y Recomendaciones para el modelo de Extensión del Proyecto "Conservación y Manejo Sustentable del Bosque nativo Chileno".Documento de Trabajo, CONAF/GTZ, Santiago de Chile, 1999

KANDZIOR, A. 2001. Curso en Extensión Forestal - Teoría de la Extensión Documento de trabajo, CONAF/GTZ, Puerto Montt 2001

PEÑA, A. Bosque Nativo, Estrategias, Diferencias y Participación. Chile Forestal, No. 294. P.38

WITTE, J. 2002. Extensión y Silvicultura Forestal en la pequeña propiedad - un ejemplo práctico - Documento de trabajo, CONAF/DED, Puerto Montt 2002

INFOR

DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS EN CHILE

Jorge Campos [1]; Carlos Kahler G. [2]

RESUMEN

Los productos forestales no madereros (PFNM) son definidos por FAO como " productos de origen biológico, distintos a la madera, derivados de los bosques, de otras tierras arboladas, o de árboles fuera del bosque".

Las especies presentes en Chile permiten abarcar la casi totalidad de las categorías de usos definidas internacionalmente para estos productos, y si bien su biodiversidad no es comparable a la de bosques tropicales, su alto grado de endemismo constituye una ventaja comparativa relevante.

El desarrollo y formalización de la producción de PFNM, ofrece oportunidades para incentivar un crecimiento más armónico del sector forestal, incorporando a la pequeña propiedad, a la micro y pequeña empresa y contribuyendo a la valorización de las áreas boscosas.

La participación de los PFNM en las exportaciones del sector forestal, no ha sido nunca superior a un 3%, no obstante, se estima que el ciclo productivo de los PFNM demanda anualmente alrededor de 200.000 personas, reduciendo además la estacionalidad y temporalidad características del empleo forestal.

En el presente trabajo, se analiza la utilización histórica, principales restricciones, y el potencial socioeconómico de los PFNM en Chile, proponiendo criterios generales para incentivar al desarrollo sustentable de estos recursos.

[1] Ing. Forestal, Consultor Fundación Chile.

[2] Ing. Forestal, Investigador Programa Productos Forestales no Madereros Fundación Chile.

INFOR

INTRODUCCIÓN

Dentro de los beneficios que otorga el bosque y las áreas arboladas con árboles individuales y arbustos, se encuentran los Productos Forestales No Madereros (PFNM) los que han adquirido una importancia creciente en el mundo en estos últimos 15 años.

Frases como "El bosque es más que madera", "Manejo múltiple del bosque", "Utilización integral del bosque", "Valoración total del bosque nativo", y otras del mismo tenor se escuchan y leen más frecuentemente, por el interés que se ha despertado mundialmente en no desechar y más bien redescubrir los beneficios en productos y servicios que tenemos a nuestro alcance, provenientes de bosques nativos y plantaciones evitando su destrucción, al no asignarle ningún valor económico y/o social a las diferentes especies se albergan.

Así como los productos agrícolas y los productos forestales tienen áreas bien delimitadas y atendidas por diferentes instancias y organizaciones nacionales e internacionales, hay un área "de nadie", que ha ido apareciendo a la luz, revelando su vital importancia.

Los PFNM, han sido olvidados algunas veces, subvalorados otras, por moverse en un mercado informal con poca información cuantitativa de ellos.

Utilización histórica y rol social de los PFNM

Para ciertas comunidades chilenas, la importancia de los PFNM ha sido y es evidente, valga solo mencionar la recolección de pehuenes (fruto de la *Araucaria araucana*) para la etnia pehuenche, o la artesanía del mimbre para la comunidad de Chimbarongo, en la VI Región. Otros productos las hojas de boldo se utilizan extensivamente en el país. Importantes grupos de personas, generalmente los de más bajos recursos, viven y se nutren en torno al aprovechamiento, utilización o comercialización de determinados PFNM.

En Chile, al igual que en muchos otros países del mundo, tienen una gran significación social, por la fuerte

INFOR

incorporación de mano de obra no calificada para su recolección y procesamiento. Esta generación de fuentes de trabajo, incorpora a ancianos, mujeres y niños, en determinados períodos del año, reduciendo la temporalidad y estacionalidad laboral característica de áreas aledañas a recursos forestales.

A pesar de la generalización del uso de la medicina formal que se entrega a la población mediante los sistemas nacionales de salud pública, un porcentaje que se estima en no menos de un 50%, emplea como principal medio de atención de la salud primaria el uso de plantas medicinales, lo que implica un comercio a nivel nacional y a precios accesibles para el grueso de la población.

Dado la difícil cuantificación de los beneficios que aporta a la comunidad, nunca se ha podido precisar la real contribución a la economía nacional, el uso de los productos forestales no madereros, siendo el único indicador objetivo el valor de las exportaciones, aún cuando varios productos están poco desagregados. Otros PFNM, están incluidos en las exportaciones de otros bienes y por tanto no se cuantifican como tales.

La gama de PFNM en Chile es bastante variada, posiblemente menor en cantidad, que en las zonas tropicales debido a la biodiversidad existentes en éstas, pero son de gran significación estos PFNM, por el alto grado de endemismo existente y por la gran variabilidad de condiciones climatológicas existente en el país.

Restricciones para el desarrollo de los PFNM

En un reciente estudio de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, se señalan varios factores y circunstancias que constituyen obstáculos para el desarrollo sostenible de los PFNM en la Región. Algunos de éstos también son aplicables a Chile.

La producción de los diferentes tipos de PFNM, es muy heterogénea e irregular, no existe información sistematizada de producción. Tampoco la hay del comercio interno de estos productos, por participar generalmente en un comercio informal.

INFOR

La excepción está constituida por aquella porción de PFNM, que se exportan en forma regular, ya que existen registros de Aduana, cuando se efectúa la salida del país. Aún así, suele ocurrir que las especificaciones no son muy exactas, englobándose diferentes productos en una misma partida arancelaria. Frecuentemente también hay sub valoración de la factura de exportación, no reflejándose exactamente los montos exportados

Para contribuir al desarrollo de estos productos es necesario mejorar la información básica sobre casi todos los aspectos relacionados con los PFNM y, en particular, la información estadística que posibilite una planificación racional del manejo de estos productos.

El proyecto financiado por FONDEF "Innovación tecnológica y comercial para PFNM en Chile" que se está llevando a cabo por INTEC e INFOR, en conjunto con universidades y empresas privadas productivas y comercializadoras, está arrojando luces sobre muchas de estas materias.

Las importantes bases de datos sobre 400 especies recolectadas con antecedentes de comercialización, procesos productivos y de transformación están enriqueciendo, la información dispersa existente en numerosos centros de investigación de institutos tecnológicos y universidades.

Productos Forestales No Madereros en Chile

Los diferentes PFNM que actualmente se producen o tienen potencial productivo derivados de al menos 400 especies catastradas en el proyecto mencionado, abarcan la casi totalidad de las categorías de usos reconocidas a nivel internacional, constituyendo excepciones la producción de cauchos y corcho.

Los PFNM existentes en el país se pueden agrupar en las siguientes categorías de uso: alimentos y aditivos alimentarios, plantas ornamentales nativas, plantas medicinales, compuestos de acción biológica, colorantes, esencias y aceites, fibras, taninos, semillas forestales, materiales para muebles, especies con potencial energético e industrial, artículos de uso diario y artesanías, productos animales.

INFOR

Potencial de Desarrollo

Se puede considerar que los PFNM en Chile están en un estado de desarrollo primario y latente.

Tan solo unos pocos productos se han desarrollado en forma más intensiva pero en sus aspectos primarios. Tal es el caso de la explotación de las hojas de boldo, las que se exportan en este estado desarrollándose en el exterior la extracción de la boldina, o el caso del quillay, especie a la que se le extrae la corteza rica en saponina, principio activo de variados e interesantes usos.

La recolección de mosqueta ha traído consigo un interesante comercio que demanda mucha mano de obra no calificada en el medio rural. El producto se exporta deshidratado y en aceite. Los últimos años ha dado base para la producción local de cosméticos de creciente aceptación en el mercado local y exterior.

En Chile, hay alrededor de 220.000 personas involucradas en las tareas de recolección, procesamiento, y comercialización de PFNM.

A pesar que el volumen total de recursos económicos que generan los PFNM es considerablemente inferior a los que involucra la industria maderera, el impacto social que ocasiona es de una gran significación, ya que son recursos que van muy directamente a los trabajadores y el valor de la producción está mayormente dado por el valor agregado en mano de obra incorporada, en las tareas de recolección, manipulación y procesamiento.

Se han mencionado, a título de ejemplo, algunos de los PFNM más conocidos y que tienen mayor significación económica, sin embargo hay un extenso número de productos que requieren de mayor investigación y de la sistematización de su desarrollo.

A pesar de las investigaciones llevadas a cabo por las Universidades e Institutos de Investigación, se puede señalar que hay extensos campos en los cuales se puede avanzar, como por ejemplo en investigaciones sistemáticas para encontrar principios activos en nuestra flora y fauna para la medicina o el uso industrial de las especies, en el desarrollo de flores y frutos nacionales y adecuarlos a la

INFOR

producción mejorada y en escala para salir a ofertar en el mercado mundial, ávido de novedades de nuevos productos, de exotismo y exquisiteces.

Programas de esta naturaleza son aplicables a un gran número de otras especies, para las cuales se requieren programas de desarrollo integral, con el fin de sacar de ellas su real potencial.

"Re descubrir Chile" en el inicio del Siglo XXI, no es un eslogan, sino una necesidad nacional, en un país inmerso en una economía global que evalúa los recursos naturales, los productos y procesos innovativos. El estudio sistemático de su flora y fauna puede llevar a descubrimientos insospechados, generados de una biodiversidad única, lo que permite suponer alguna ventaja comparativa.

Como se aprecia el potencial de desarrollo de nuestros PFNM es ilimitado.

La aplicación de modernas técnicas de: clasificación de especies y sistematización de la información, de análisis físico químicos y de metodologías de investigación y ensaye, con instrumental moderno, desarrollado en los principales centros de investigación mundial para aplicarlos a Chile, permiten sustentar la hipótesis que será posible encontrar variados productos derivados y/o aplicaciones que apunten a solucionar problemas de la humanidad y generar oportunidades y fuentes de trabajo para el país.

Parte de este esfuerzo se está haciendo fuera de Chile y sin participación ni mayor conocimiento de científicos nacionales. Laboratorios europeos han procedido a la recolección de plantas endémicas chilenas las que son enviadas a sus países de origen con el fin de analizarlas y obtener principios activos utilizables y comercializables con fines medicinales e industriales sin que esto tienda a reportar beneficio alguno para la nación.

Así como en otros países se ha podido hacer ejercicios de valorización del bosque nativo, en los cuales se ha podido determinar, que el valor de los PFNM y servicios que el bosque entrega supera su valor como productor maderero, también puede ocurrir lo mismo en Chile, o bien puede llegarse a una formula mixta de valorización y aprovechamiento de productos madereros y no maderos.

INFOR

Disponiendo de mayor investigación y desarrollo para sus PFNM se podrá llegar a mejores fórmulas de manejo del bosque nativo que nos aseguren no perder lo que aún desconocemos y el potencial que esto encierra, lo que puede implicar un cambio fundamental en las bases para el manejo forestal

Requerimientos para fomentar el desarrollo de los PFNM

Sustentabilidad, existen múltiples casos a nivel mundial en que los PFNM se han explotado con un criterio extractivo, lo que ha repercutido en el agotamiento de recursos. Uno de los casos más conocidos es el "ratán" que en algunos países asiáticos se encuentra en avanzado estado de extinción.

Concepto de desarrollo integral, el desarrollo de los diferentes productos derivados de estos recursos debe abarcar en forma integral todo el ciclo productivo y comercial. De manera de generar opciones productivas perdurables en el tiempo basadas en el desarrollo de inventarios de recursos, técnicas de reproducción manejo y cosecha, procesos de transformación, control de calidad, desarrollo de mercados etc. Cabe mencionar en este sentido el caso de la brusca caída y casi término de las exportaciones de la hierba de San Juan, en el cuál se menciona como un factor determinante la falta de estandarización y omisión de controles de calidad en el proceso productivo y comercial.

Integración de capacidades La diversidad de especies, usos y productos que involucran los PFNM, demandan una amplia diversidad de capacidades. Disciplinas tan diversas como la ingeniería forestal, ingeniería en alimentos, diseño, farmacología, botánica, economía, agroindustria, medioambiente y muchas otras están involucradas en un potencial desarrollo de estos productos, situación que hace imperativo la integración de capacidades de distintas instituciones, empresas y personas.

Conclusiones

La tradición cultural en cuanto a la recolección y consumo de PFNM en Chile, el endemismo de las especies chilenas y

INFOR

la amplia gama de categorias de uso que cubren los productos existentes en el país son factores que contribuyen al desarrollo de una actividad productiva derivada de los PFNM.

El desarrollo de ésta área productiva representa un alto potencial principalmente social, en cuanto a la generación de empleos, disminución de ciclos de retornos económicos de los bosques, y valorización de estos, reducción de estacionalidad y temporalidad del empleo forestal y aumento de ingresos de familias rurales.

Como restricciones para el desarrollo destacan la falta de información y sistematización de ésta, la informalidad de los mercados y el desconocimiento del potencial de los PFNM a nivel nacional.

El desarrollo de estos productos bajo un concepto integral que abarque el ciclo productivo y comercial en forma global, el aseguramiento de la sustentabilidad de los recursos y la integración de capacidades constituyen requerimientos fundamentales para fomentar una actividad productiva basada en los PFNM.

BIBLIOGRAFIA

FAO. 1996. Desarrollo de productos forestales no madereros en América Latina y el Caribe. Santiago, FAO /RLC. Serie Forestal N°5.

INFOR-INTEC. 2002. "Proyecto Innovación Tecnológica y Comercial para PFNM en Chile", Documento interno.

INFOR

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y COMERCIAL DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) EN CHILE

Gerardo Valdebenito R.[1]; Mauricio Aguilera F.[2] y
Oscar Larrain L.[3]

INTRODUCCIÓN

Los Productos Forestales No Madereros (PFNM) son definidos por FAO como "bienes de origen biológico distinto de la madera, procedentes de los bosques, de otros terrenos arbolados y de árboles situados fuera de los bosques". Dicha definición considera bienes de origen animal y vegetal, independiente de la naturaleza artificial o natural del bosque.

Chile posee una gran cantidad de PFNM, los cuales han sido utilizados históricamente por nuestra población, destacando las especies que poseen propiedades medicinales, frutos silvestres y alimentos, entre otros bienes.

A pesar que los PFNM han estado intrínsecamente presentes por siempre en la actividad económica rural, recientemente surge el interés por investigar y valorar su real impacto en todos los ámbitos del quehacer humano y sus consecuencias en los recursos naturales.

En este sentido, existe un potencial de gran envergadura que es necesario manejar y potenciar, considerando por sobre todas las cosas la sustentabilidad de los recursos naturales. De esta manera, los principales desafíos futuros que es necesario enfrentar dicen relación con:

- Falta de sistematización, transferencia y difusión de la información y conocimiento tecnológico generados tanto en Chile como en el extranjero.

[1] Ingeniero Forestal, Director de Proyectos, Instituto Forestal Sede Centro Norte, **gvaldebe@infor.cl**

[2] Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal Sede Bío Bío, **maguiler@infor.cl**

[3] Ingeniero Forestal, Investigador, Instituto Forestal Sede Bío Bío, **olarrain@infor.cl**

INFOR

- Las extensas actividades de extracción, carentes de criterios técnicos, y los inadecuados e inapropiados reglamentos de manejo a menudo han causado el agotamiento de los recursos.
- Informalidad en los mercados, falta de confiabilidad, estabilidad de los suministros y estructuración de la oferta.
- Inexistencia de estandarización en los productos y complejas cadenas de comercialización.
- El carácter extractivo de PFNM, pobreza, nivel educacional precario y la baja capacidad negociadora comercial, conduce a que estos productos reciban pocos incentivos para su desarrollo.
- Ausencia general de inventario y evaluación de los PFNM. La planificación del uso, su caracterización y cuantificación, a menudo adolece de bases científicas.
- La información sobre todos los aspectos de los PFNM es escasa y desagregada. Estos productos no han sido tratados adecuadamente en las estadísticas y encuestas oficiales.
- Falta de investigación y desarrollo tecnológico.



Figura 1: Frutos de Murta o Murtilla (*Ugni molinae*).



Figura 2: "Chilco", importante PFNM de uso ornamental en Chile.

Si bien existen un número importante de factores que deben ser estudiados y mejorados, los impactos positivos que hoy

INFOR

podemos visualizar en torno a la actividad económica y social son:

- Generación en términos estimativos de 200.000 empleos anuales, en zonas altamente deprimidas y en épocas de mayor escasez de trabajo.
- El rubro genera ingresos promedios anuales de 28 millones de dólares FOB por concepto de exportaciones de PFNM, principalmente a países europeos.
- Más del 50% de la población consume PFNM, ya sea como yerbas medicinales, frutos, productos ornamentales y/o artesanales, entre otros.
- El desarrollo de los PFNM genera una fuerte disminución en la presión por cortar los bosques naturales para obtención de madera y/o leña.
- Existe un número importante de productos y sub productos asociados a la industria farmacéutica y cosmetológica aún no descubiertos.

Considerando los antecedentes expuestos, el Instituto Forestal (INFOR) en conjunto con la Corporación de Investigación Tecnológica de Chile (INTEC), formularon el proyecto "INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y COMERCIAL DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADEREROS (PFNM) EN CHILE" en cual fue presentado y adjudicado para su ejecución, al Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico FONDEF de CONICYT.



Figura 3: Helechos, Sauce amargo y Hongos. Productos Forestales No Madereros derivados del bosque.

INFOR

Avances de Investigación. Modelo de Clasificación para PFNM presentes en Chile

Considerando la inexistencia a nivel nacional de una estructura de clasificación de PFNM que permita ordenar y sistematizar información relativa a existencia, manejo, extracción, procesamientos, comercialización y desarrollo tecnológico de PFNM, se procedió a configurar un modelo factible de utilizar en Chile, tomando como base las diversas clasificaciones señaladas por FAO (Chandrasekhran, 1995; Wyatt, 1991; Valkenberg, 1997; Salick *et al.*, 1995 y Campos, 1988 entre otras), rescatando de ellas, aquellos atributos representativos de nuestra realidad forestal y generando nuevas clasificaciones en los casos específicos y particulares en que no fue posible asignar un atributo reconocido en otros modelos.

De esta forma fue posible estructura un primer nivel de clasificación en base a cinco categorías: a) Alimentos; b) Medicinas y Aceites Esenciales; c) Especies Ornamentales; d) Artesanía y Tintóreas; e) Otros Productos. A su vez, cada una de ellas se subdivide en una o más categorías, dependiendo de la diversidad de productos que agrupe el concepto.

Catastro de PFNM presentes en Chile

Utilizando como estructura de orden la clasificación definida para los PFNM presentes en Chile, se procedió a realizar el primer catastro de PFNM, focalizando los esfuerzos en la zona centro sur del país. El levantamiento de información consideró la consulta de fuentes primarias y secundarias, abordando los rubros silvícola, industrial y comercial, identificando aquellos productos que actualmente se aprovechan en el país con fines de autoconsumo y los orientados a mercados formales e informales, nacionales e internacionales, a diferentes escalas de producción y procesamiento.

Como resultado del acopio y procesamiento de información se logro identificar un total de 330 productos, distribuidos en cada categoría y sub categoría, destacando las especies con fines medicinales (101 productos); hongos comestibles

INFOR

(36 productos); y ornamentales y decorativas (98 productos) como los productos de mayor abundancia.

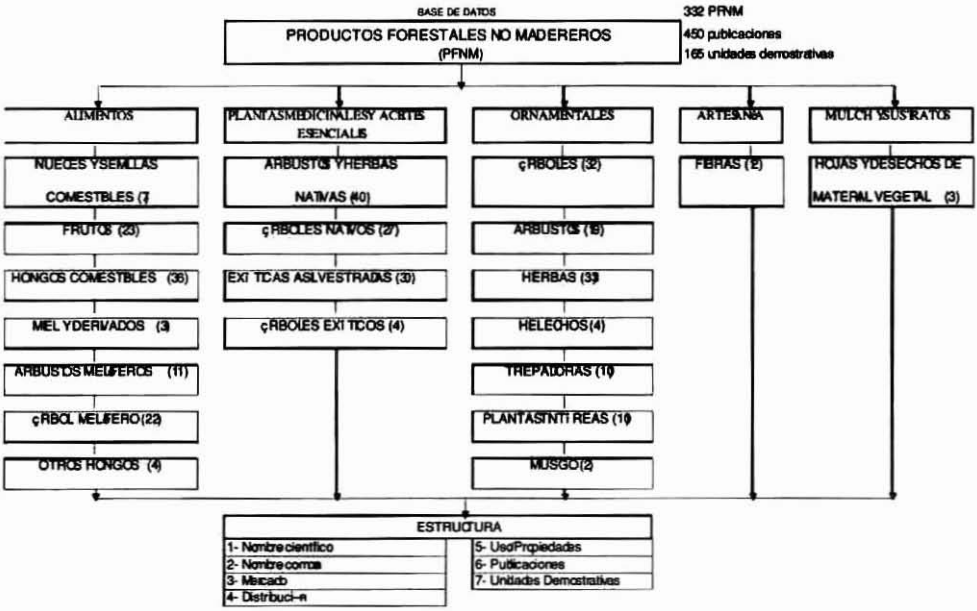


Figura 5: Estructura de clasificación de PFNM presentes en Chile

A continuación se presenta la información recopilada en este catastro, en formato de lista a fin de consignar las especies que conforman el rubro de PFNM, haciendo mención a los nombres científico y común con el que se identifica a estas especies.

En primer término se muestra la categoría Alimentos (Cuadros 1 al 6), la cual presenta 6 subcategorías, denominadas, frutos; hongos comestibles; árboles melíferos; arbustos melíferos; tallos comestibles y nueces y semillas. Hay varias especies frutales que repiten su presencia en la categoría melífera, sin embargo se decide clasificar a las especies por separado de acuerdo a los distintos usos que presenten.

Cuadro 1. Alimentos - Frutos

Nombre científico	N. común
Amomyrtus luma	Caudha, luma
Aristotelia chilensis	Maqui
Berberis buxifolia	Calafate
Berberis darwini	Michay
Berberis montana	Palo amarillo
Ceratonia siliqua	Algarrobo europeo
Cryptocarya alba	Peumo
Ephedra chilensis	Pingo - pingo
Fragaria chiloensis	Frutilla
Fuchsia magellanica	Chilco, Chanchito
Geoffroea decorticans	Chañar
Gaultheria phillyreifolia	Chaura
Gaultheria tenuifolia	Chaura
Gomortega keule	Keule, Queule
Greigia sphacelata	Chupón
Lapageria rosea	Copihue
Lardizabala biternata	Cole
Luma apiculata	Arrayán, Palo colorado
Margyricarpus pinnatus	Sabinilla
Pernettya mucronata	Chaura
Muehlenbeckia hastulata	Quilo
Pernettya myrtilloides	Chaura
Pernettya pumila	Chaura
Peumus boldus	Boldo
Fascicularia bicolor	Chupalla, Chupón del monte
Podocarpus saligna	Mañio de hojas largas
Prosopis chilensis	Algarrobo
Prosopis tamarugo	Tamarugo
Prumnopitys andina	Lleuque, Uva de la Cordillera
Prunus avium	Cerezo
Ribes sp.	Zarzaparrilla
Rosa eglanteria	Rosa mosqueta
Rosa moschatta	Rosa mosqueta
Rosa rubiginosa	Rosa mosqueta
Rubus fruticosus	Mora
Rubus geoides	Miñe-miñe, frutilla de Magallanes
Schinus polygamus	Huingán, boroco
Rubus ulmifolius	Zarzamora
Ugni molinae	Murtilla, murta

Cuadro 2. Alimentos - Hongos comestibles

Nombre científico	N. común
Agaricus arvensis	Champiñon fino
Agaricus campestris	Callampa
Amanita caesarea	Oronja
Armillaria mellea	Pique
Auricularia	Aurcularia
Auricularia polytricha	
Suillus granulatus	Callampa de pino
Boletus loyus	Loyo
Clavaria acuta	
Clavaria collaroides	Changle,gargales
Clavaria pumanquensis	
Clavaria zollingeri	
Clitocybe nebularis	Callampa nebulosa
Collybia velutipes	
Copinus atramentarius	
Coprinus cromatus	Coprinus
Cyttaria berteroi	Dihueñe mohoso del fiire
Cyttaria darwini	Dihueñe del fiire
Cyttaria espinosae	Dihueñe
Cyttaria harbti	Dihueñe del coihue
Cyttaria spp.	Digueñes
Fistulina hepatica	Lengua de vaca o hígado de Vaca
Gibesoma vitellinum	Oreja de Buda
Grifola frondosa	Maitake
Grifola gargal	Gargal
Gyromitra antartica	Chicharrón
Gyromitra esculenta	Chicharrón del monte
Lactarius deliciosus	Callampa rosada
Macrolepiota	Macrolepiota
Morchella spp.	Pique, Poto, morchela
Pholiota edulis	Callampa del álamo
Pleurotus ostreatus	Ostras
Pulboroboletus hemycrisus	
Ramaria subaurantiaca	Changle,gargales
Suillus luteus (Boletus luteus)	Callampa del pino
Tuberaceo spp.	Trufa
Volvaria speciosa	Callampa de las vegas

En el cuadro 1, se muestra la subcategoría alimentos-frutos en el cual destaca la especie Rosa mosqueta como el producto de mayor impacto en las exportaciones de Productos Forestales no Madereros.

INFOR

Cuadro 3. Alimentos - Arboles melíferos

Nombre científico	N. común
Acacia caven	Espino
Amomyrtys luma	Luma
Amomyrtys meli	Meli
Aristotelia chilensis	Maqui
Blepharocalyx cruckshanksii	Temu
Chinodendron patagua	Patagua
Drymis winteri	Canelo
Eucryphia cordifolia	Ulmo
Gevuina avellana	Avellano
Jubaea chilensis	Palma chilena
Laurelia philippiana	Tepa
Laurelia sempervirens	Laurel
Lomatia dentata	Piñol
Lomatia ferruginia	Fuinque
Lomatia hirsuta	Radal
Luma apiculata	Arrayán
Luma chequen	Chequen
Maytenus boaria	Maitén
Myrceugenia exsucca	Petra
Nothofagus obliqua	Roble
Persea lingue	Lingue
Peumus boldus	Boldo
Tepualia stipularis	Tepú
Weinmannia trichosperma	Tineo

Cuadro 4. Alimentos - Arbustos melíferos

Nombre científico	N. común
Azara lanceolata	Aromo, Corcolén
Discaria chacaye	Chacay
Gaultheria mucronata	Chaura
Rhaphithamnus spinosus	Espino blanco
Berberis buxifolia	Calafate
Ugni molinae	Murtilla, murta
Escallonia revoluta	Nipa
Greigia sphacelata	Chupón

Cuadro 5. Alimentos - Tallos Comestibles

Nombre científico	N. común
Conanthera bifolia	Pajarito
Puya berteroniana	Chagual
Gunnera tinctoria	Nalca

Cuadro 6. Alimentos - Nueces y Semillas

Nombre científico	N. común
Gevuina avellana	Avellano
Jubaea chilensis	Palma chilena
Castanea sativa	Castaño
Corylus avellana	Avellano Europeo
Juglans regia	Nogal
Prunus amygalus	Almendra
Araucaria araucana	Araucaria

A continuación se muestran las especies de la categoría Arbustos y Hierbas medicinales (Cuadros 7 al 10), la cual concentra el mayor número de especies de todas las categorías definidas. Las subcategorías correspondes a Arboles naturales; Plantas exóticas asilvestradas; Arboles exóticos asilvestrados y Arbustos y Hierbas medicinales. Aquí se muestran las diversas especies a las cuales se les atribuyen propiedades medicinales, sustentadas principalmente en costumbres y tradiciones populares, lo que mantiene un importante consumo de la población nacional y mundial.

Cuadro 7. Plantas medicinales - Arboles naturales medicinales

Nombre científico	N. común
Acacia caven	Espino
Araucaria araucana	Araucaria
Aristotelia chilensis	Maqui
Austrocedrus chilensis	Ciprés de la Cordillera
Cryptocarya alba	Peumo
Cabbduvia paniculata	tiaca
Drimys winteri	Canelo
Escallonia pulverulenta	Mardoño
Escallonia revoluta	Siete Camisas
Eucryphya cordifolia	Ulmo
Fitzroya cupressoides	Alerce
Gevuina avellana	Avellano
Laurelia philippiana	Tepa
Laurelia sempervirens	Laurel
Lomatia ferruginea	Fuinque
Lomatia hirsuta	Radal
Luma apiculata	Arrayán
Luma chequen	Chequén
Maytenus boaria	Maitén
Persea lingue	Lingue
Peumus boldus	Boldo
Quillaja saponaria	Quillay
Rhaphithamnus spinosus	Arrayán macho
Salix humboldtiana	Sauce amargo
Schinus latifolius	Molle
Weinmannia trichosperma	Tineo
Temu divaricatum	Temú
Schinus molle	Pimiento boliviano
Schinus polygamus	Huingán

Cuadro 8. Plantas medicinales - Exoticas Asilvestradas

Nombre científico	N. común
Artemisia absinthium	Ajenjo
Allium sativum	Ajo
Borago officinalis	Borraja
Rosa moschata	Rosa mosqueta
Foeniculum vulgare	Hinojo
Malva silvestres	Malva
Plantado major	Plantén
Plantago lanceolata	Llantén
Urtica spp.	Ortiga
Mentha spp.	Menta
Matricaria chamomilla	Manzanilla romana
Bauhinia candicans	Pata de vaca
Rosmarinus officinalis	Romero
Ruta graveolens	Ruda
Salvia officinalis	Salvia
Sambucus nigra	Sauco
Marrubium vulgare	Toronjil cuyano
Melliza officinalis	Melisa o toronjil
Valeriana officinalis	Valeriana
Violeta odorata	Violeta
Rubus ulmifolius	Zarzamora
Hipericum perforatum	Hierba de San Juan
Xanthium spinosum	Clonqui
Collaria luscifolia	Zeu
Chamomilla recutita	Manzanilla
Lippia citriodora	Cedrón
Lavandula angustifolia	Lavanda
Paulonia tomentosa	Paulonia
Ridnus spp.	Ridno, Higuerilla

Cuadro 9. Plantas Medicinales - Arbol exótico asilvestrado

Nombre científico	N. común
Tilia cordata	Tilo
Eucaliptus spp.	Eucalipto
Pinus radiata	Pino insigne
Ginkgo biloba	Ginkgo

INFOR

Cuadro 10. Plantas Medicinales - Arbustos y Hierbas Medicinales

Nombre científico	N. común
Adesmia sp.	Paramela
Aldysia triphalla	Cedrón
Berberis chilensis	Berberis
Berberis darwinii	Michay
Berberis empetrifolia	Zarcilla
Berberis linearifolia	Michay
Berberis montana	Palo amarillo
Blechnum chilense	Helecho arbóreo, Costilla de vaca
Buddleja globosa	Matico
Centaurium cachanlahuen	Cachanlagua
Cestrum parqui	Palqui, Parqui
Colletia ulicina	Crucero
Chenopodium ambrosioides	Paico
Cissus striata	Pilpilvoqui, voqui negro, Parrilla
Cinodendron hookerianum	Chaquihue
Cinodendron patagua	Patagua
Corynabutilon vitifolium	Huella
Colliguaja integerrima	Colliguay
Elytropus chilensis	Quilmay
Embothrium coccineum	Notro
Ephedra chilensis	Pingo-Pingo
Equisetum bogotense	Hierba de la plata
Escallonia illinata	Nipa
Escallonia revoluta	Siete Camisas
Fabiana imbricata	Pichiromero
Fuchsia magellanica	Chilco, fucsia
Geum chilense	Hierba del clavo
Gnaphalium viravira	Vira-Vira
Gunnera tinctoria	Nalca
Haplopappus spp.	Baylahuén

Nombre científico	N. común
Kageneckia oblonga	Bollén
Lapageria rosea	Copihue
Laretia acaulis	Llareta, Llaretilla
Laretia compacta	Yareta
Leptocarpha rivularis	Palo negro
Maigyrtcarpus pinnatus	Sabinilla
Mitraria coccinea	Botellita
Muehlenbeckia hastulata	Quilo
Mulinum spinosum	Neneo, Mata barrosa, Hierba de la Culebra
Myoschilos oblongum	Codocoypu
Myrceugenia planipes	Picha - picha, pitra
Ocirumm sanctum	
Otholobium glandulosum	Culén
Ovida pilopilo	Pilo-Pilo
Polygonum sanguinaria	Sanguinaria
Puya berteroana	Chagual
Pluchea absinthioides	Brea, Sonora
Puya chilensis	Cardón
Quinchamalium chilensis	Quinchamalí
Ribes sp.	Zarzaparrilla
Ribes tribbum	Parrilla, Muhul
Schizandra chinensis	
Sedum rosea	
Senecio eriophyton	Chachacoma
Senecio fistulosus	Lengua de vaca
Senecio hualtata	Hualtata
Solanum spp.	Natre, tomatillo
Sophora macrocarpa	Mayu
Schinus polygamus	Huingán, boroco
Sophora microphylla	Pelú
Typha angustifolia	Vatro, Totora
Thymus serpyllum	Tomillo, Chascuo
Trevoa trinervis	Trevu, Tebo
Tristerix tetrandus	Quintral
Tristerix corymbosus	Quintral

La categoría Ornamentales (Cuadros 11 a 16), presenta a su vez las subcategorías, Arboles ornamentales; arbustos ornamentales; musgos ornamentales; hierbas ornamentales; helechos ornamentales; y plantas trepadoras ornamentales. La definición de planta ornamental se estructuró tanto por su cultivo en jardines, como la utilización del follaje de algunas especies en arreglos florales. Existe certeza de algunas exportaciones de ramas de algunas especies como follaje ornamental, ente ellas, Avellano, Fuinque, el helecho Ampe y el musgo Pon-Pon.

INFOR

Cuadro 11. Ornamentales - Arboles Ornamentales

Nombre científico	N. común
Acacia caven	Espino
Amomyrtus luma	Caucha
Amomyrtys meli	Meli
Araucaria araucana	Araucaria
Austrocedrus chilensis	Ciprés de la cordillera
Citronella mucronata	Naranjillo
Caldcluvia paniculata	Tiaca
Drimys winteri	Canelo
Eucryphia cordifolia	Ulmo
Fitzroya cupressoides	Alerce
Gevuina avellana	Avellano
Gomortega queule	Queule
Jubaea chilensis	Palma chilena
Laurelia sempervirens	Laurel
Lomatia ferruginea	Fuinque, romerillo
Luma apiculata	Arrayán, palo colorado
Maytenus boaria	Maitén
Melia azedarach	Melia
Nothofagus alessandri	Ruil
Nothofagus alpina	Raulí
Nothofagus antarctica	Ñirre
Nothofagus dombeyi	Coigue
Nothofagus glauca	Hualo
Nothofagus obliqua	Roble
Persea lingue	Lingue
Peumus boldus	Boldo
Pilgerodendron uviferum	Ciprés de las Guaitecas
Podocarpus nubigena	Mañio hoja corta
Podocarpus saligna	Mañio de hojas largas
Prosopis chilensis	Algarrobo
Prosopis tamarugo	Tamarugo
Prumnopitys andina	Lleuque
Saxegothea conspicua	Mañio hembra
Weinmannia trichosperma	Tineo
Schinus molle	Pimiento boliviano
Tepualia stipularis	Tepú

Cuadro 12. Ornamentales - Arbustos Ornamentales

Nombre científico	N. común
Azara spp.	Corcolén
Berberis buxifolia	Calafate
Berberis darwinii	Michay
Berberis empetrifolia	Zarcilla
Berberis linearifolia	Michay
Buddleja globosa	Matico
Crirodendron hookerianu	Chaquihue
Crirodendron patagua	Patagua
Gaultheria phillyreifolia	Chaura
Desfontainia spinosa	Taique
Embothrium coccineum	Notro
Escallonia illinata	Nipa
Escallonia pulverulenta	Mardoño
Escallonia revoluta	Siete Camisas
Escallonia rubra	Siete camisas
Escallonia virgata	Mata negra, Meki
Eucryphia glutinosa	Guindo santo
Fuchsia magellanica	Chilco, fucsia
Podanthus ovatifolius	Mitique, palo negro
Rhaphithamnus spinosus	Espino blanco
Ribes sp.	Zarzaparrilla
Senna stipulacea	Quebracho
Typha angustifolia	Vatro, Totora
Sophora microphylla	Pelú
Ugni molinae	Murtilla

Cuadro 13. Ornamentales - Musgos Ornamentales

Nombre científico	N. común
Sphagnum Moss	Sphagnum
Dendroliguirichum dendroides	

INFOR

Cuadro 14. Ornamentales. Herbas Ornamentales

Nombre científico	N. común
Schizanthus grahami	
Schizanthus pinnatus	
Schizanthus retusus	
Salpiglossis sunuata	
Nevemberga repens	
Cabeolana corymbosa	Capachito
Cabeolaria crenatiflora	
Mimulus luteus	
Mimulud cupreus	
Alstroemeria aurea	Lirio del campo, Amancay
Alstroemeria gayana	Lirio del campo, Amancay
Alstroemeria hookeri	Lirio del campo, Amancay
Leontochir ovallei	Garra de león
Leucocoryne ixioides	Huili
Pasithea coerulea	
Bipinnula plumosa	
Tecophilaea violiflora	
Tecophilaea cyanocrocus	
Zephyra elegans	
Puya berteroana	Chagual
Puya chilensis	Caidón
Fascicularia bicolor	Chupalla
Fascicularia pitcaimiifolia	
Neoporteria chilensis	
Neoporteria napina	
Neoporteria nidus	
Neoporteria subgibbosa	
Neoporteria villosa	
Eriosyce sandillon	Sandillón
Gaultheria sp.	Chaura
Pernettya sp.	Chaura
Adesmia sp.	Paramela
Lobelia bridgesi	Tupa

Cuadro 15. Ornamentales. Helechos Ornamentales

Nombre científico	N. común
Lophosoria quadripinnata	Ampe, Ampi,Palmilla, Palmita
Polypodium billardieri var.magellanicum (Desvaux)	Helecho común
Polypodium patagonicum	Helecho común
Polypodium feuillei	Hierba del lagarto, vilcun, vilu-lahuen
Polypodium lanceolatum	Helecho común
Polypodium scolopendria	Helecho común
Blechnum corallense	Helecho palmilla
Blechnum arcuatum	Palmita
Blechnum chilense	Costilla de vaca, quil - quil
Blechnum magellanicum	Palmita
Dicranopteris cyptocarpa sin.	Yerba losa, Pasto fierro
Dicranopteris squamulosa sin.	Yerba loza, palmita, huedahue
Hypolepis rugosula var poeppigi	Hulel - lahuen
Lycopodium paniculatum	Licopodio, pinpinela
Lycopodium fuegianum	Licopodio, pinpinela
Lycopodium magellanicum	Licopodio, pinpinela
Polystichum adiantiformis sin.Rumohra adiantiformis	helecho palmilla
Adiantum chilense	Palta negra, Palito negro, Culantrillo, cuil-mamil

Cuadro 16. Ornamentales. Trepadoras Ornamentales

Nombre científico	N. común
Asteranthera ovata	Estrellita
Berberidopsis coralina	Coralillo
Capsidium valdivianum	Voqui
Cissus striata	*Pipilvoqui, Voqui negro, Parrilla*
Eccremocarpus scaber	
Lapageria rosea	Copihue
Luzuriaga radicans	Quilineja
Mitraria coccinea	Botellita
Mutisia spp.	Clavel del Campo
Philesia magellanica	Colcopihue
Sarmienta repens	Medallita
Tropaeolum azureum	
Tropaeolum polyphyllum	
Tropaeolum speciosum	
Tropaeolum tricolor	

A continuación se detallan las especies presentes en la categoría Artesania y tintóreas (Cuadros 17 y 18), las cuales se dividen en las subcategorías Tallos y Fibras, y Plantas Tintóreas. En la categoría Tallos y Fibras destacan las especies mimbre, coligue y quila, como especies que presentan un trabajo tradicional y además en los últimos años se ha desarrollado un línea de investigación en estas especies, que las colocan con ventajas de desarrollo por sobres las demás especies.

Las Plantas Tintóreas se denominan así por tener propiedades colorantes sobre telas y tejidos, esto señala un potencial como colorantes naturales que es necesario investigar.

Cuadro 17. Tallos y Fibras

Nombre científico	N. común
Berberidopsis corallina	Voqui pilfuco
Boquila trifoliolata	Pilpil-voqui
Capsidium valdivianum	Voqui fuco
Chusquea coleu	Colihue
Chusquea quila	Quila
Cissus striata	Voqui negro
Corynabutilon vitifolium	Huella
Fitzroya cupressoides	Alerce
Greigia sphacelata	Chupón
Juncus sp.	Junquillo
Lapageria rosea	Copihue
Lardizabala biternata	Cógui, voqui -coguil
Luzuriaga sp.	Quilineja
Phormium tenax	Nocha
Puya berteroana	Chagual
Puya chilensis	Cardón
Salix sp.	Mimbre
Typha angustifolia	Vatro, Totora

Cuadro 18. Plantas Tintóreas

Nombre científico	N. común
Aristotelia chilensis	Maqui
Berberis buxifolia	Calafate
Berberis darwinii	Michay
Berberis montana	Palo amarillo
Buddleja globosa	Matico
Cryptocarya alba	Peumo
Chenopodium ambrosoides	Paico
Desfontainia spinosa	Taique
Gunnera tinctoria	Nalca
Lomatia hirsuta	Radal
Muehlenbeckia hastulata	Quilo
Nothofagus obliqua	Roble
Ovidia pillopillo	Pillo-pillo
Persea lingue	Lingue
Tristerix coymbosus	Quintral
Tristerix tetrandus	Quintral
Usnea sp.	Barbas de viejo

Finalmente, la categoría Otros productos muestra algunos productos relacionados con usos de desechos y otros usos especiales.

Cuadro 19.Otros Productos - Hojas y Desechos

Nombre científico	N. Común
----------	Acícula de pino
----------	Corteza de pino
Ulex europaeus	Espinillo
----------	Hojas de eucalipto

Cuadro 20. Otros Productos - Otros no clasificados

Nombre científico	N. Común	Propiedades
Pluchea absinthioides	Brea, Sonora	El parasitismo de un insecto provoca secreciones llamadas "brea vegetal", la que se utiliza para calafateo y talabartería.
Fitzroya cupressoides	Alerce	Bajo la corteza se halla una capa fibrosa impregnada de resina, la cual sirve para el calafateo de embarcaciones (Estopa de Alerce)
Jubaea chilensis	Palma chilena	Líquido comestible elaborado a partir de la savia

INFOR

Impactos y proyección de esta línea de investigación

Actualmente, el aporte de los PFNM a la economía nacional alcanza a 26,1 millones de dólares por concepto de exportaciones, según cifras del año 2001, correspondiendo al 1,2% del total exportado por el sector forestal chileno, siendo las estadísticas de exportación, el único valor cuantificado de dicha actividad productiva. El envío de PFNM al extranjero demuestra tendencias crecientes, siendo hoy equivalente al mercado exportador de muebles, según lo demuestran los promedios de la última década (ver cuadro 21).

Cuadro 21. Total de Exportaciones Forestales según año, V/S exportaciones totales de algunos rubros forestales.

AÑO	Export. Total Forestal Mill US$ FOB	Export. Total PFNM Mill US$FOB	Trozas Pulpable Mill US$FOB	Contrachapado Mill US$FOB	Muebles Mill US$FOB
1990	855,3	11,8	23,1	2,5	11,8
1991	913,1	17,0	26,4	6,4	21,5
1992	1.125,8	23,6	11,2	7,9	23,7
1993	1.207,1	19,4	8,2	6,1	29,8
1994	1.564,3	23,0	14,4	5,5	34,0
1995	2.369,3	31,7	29,2	3,2	33,0
1996	1.807,9	40,7	11,6	1,9	33,0
1997	1.829,9	32,0	14,9	3,2	44,8
1998	1.660,5	56,5	10,7	10,2	46,1
1999	1.970,7	28,6	28,9	36,5	48,1
2000	2.365,2	25,0	30,2	38,4	51,9
2001	2.205,6	26,1	22,0	58,5	46,1
Media	**1.656,2**	**28,0**	**19,2**	**15,0**	**35,3**

Fuente: INFOR,2002. Fondef

La actividad económica interna asociada a los PFNM no ha sido dimensionada, siendo la comercialización de ellos realizada mediante canales informales. Estimaciones del comercio informal indican que en este negocio participan alrededor de 200.000 personas, principalmente mujeres y niños, siendo ellos los grandes **recolectores** y proveedores de materia prima (rosa mosqueta, hongos, avellanas, hojas de boldo, etc.) que demandan los compradores, también informales, quienes abastecen a las pequeñas y medianas empresas y a exportadores. En el cuadro 4, es posible apreciar la cartera de productos exportados durante el año 2001.

INFOR

Cuadro 22. Total de PFNM exportados durante el año 2001 según Especie, Monto y Volumen.

	PRODUCTO	ESPECIE Nombre Común	VOLUMEN Toneladas	MONTO US$ FOB
1	FRUTOS	ROSA MOSQUETA	4.784,39	9.316. 359, 5
2	HONGOS	Boletus luteus	3.183,69	4.312. 456, 6
3	MUSGO	S/I	948,97	3.431. 971, 3
4	HONGOS	Lactarius deliciosus	1.907,74	1.683. 520, 2
5	CORTEZA	QUILLAY	478,56	1.242. 361, 7
6	HIERBA	MANZANILLA	156,26	1.172. 692, 3
7	HOJAS	BOLDO	1.344,91	793. 657, 2
8	OTRAS MATERIAS VEGETALES	MIMBRE	728,59	596. 567, 6
9	HONGOS	S/I	237,25	581. 480, 2
10	RAMAS	SAUCE	203,97	529. 571, 0
11	HONGOS	Morchella conica	17,66	488. 240, 2
12	HIERBA	SAN JUAN	123,11	327. 925, 6
13	HOJAS	S/I	28,26	252. 605, 4
14	SEMILLAS	EUCALIPTO	0,09	202. 901, 3
15	HOJAS	CEDRON	57,97	196. 481, 8
16	OTROS PFNM	MANZANILLA	12,50	188. 634, 3
17	HOJAS	ZARZAMORA	73,19	148. 912, 2
18	HOJAS	CRATAEGUS	49,11	84. 590, 9
19	PLANTAS DE ARBOLES FORESTALES	PALMA	22,46	74. 768, 4
20	PLANTAS DE ARBOLES FORESTALES	NOGAL	7,24	61. 162, 0
21	FRUTOS	AVELLANO	10,85	52. 056, 4
22	RAMAS	S/I	18,00	48. 240, 0
23	OTROS PFNM	BOLDO	19,27	40. 929, 4
24	HIERBA	S/I	4,63	38. 410, 8
25	FRUTOS	PALMA	10,41	31. 861, 9
26	FRUTOS	ARRAYAN	19,84	30. 343, 3
27	OTROS PFNM	ROSA MOSQUETA	2,30	21. 479, 2
28	HIERBA	CEDRON	4,00	17. 639, 0
29	HOJAS	HELECHO	2,15	17. 486, 6
30	HIERBAS Y FLORES	TILO	1,64	14. 658, 9
31	SEMILLAS	ROSA MOSQUETA	52,48	12. 434, 0
32	CAÑAS	COLIGUE/BAMBU	60,48	10. 940, 1
33	SEMILLAS	PINO RADIATA	0,18	9. 567, 3
34	OTROS PFNM	S/I	0,79	8. 403, 6
35	HOJAS	AVELLANO	0,80	6. 657, 5
36	OTROS PFNM	TILO	0,66	5. 705, 6
37	HOJAS	ROMERO	0,53	4. 517, 2
38	HIERBA	ROMERO	0,58	4. 122, 2
39	SEMILLAS	PALMA	0,70	2. 766, 0
40	OTROS PFNM	MENTA	0,10	1. 924, 9
41	PLANTAS DE ARBOLES FORESTALES	ÑIRRE	0,17	1. 090, 0
42	HIERBA	MENTA	0,32	574, 0
	TOTAL AÑO 2001		14.576,8	26.068.669,0

Estas 200.000 **personas recolectoras** que trabajan en torno a los PFNM, se constituyen en uno de los sectores objetivos centrales del presente proyecto, siendo beneficiarios

INFOR

directos de la innovación tecnológica y comercial asociada a los productos derivados del bosque distintos de la madera, pues se pretende mejorar su gestión de recolección, almacenamiento, transporte y comercialización de sus productos.

Junto a los recolectores, los pequeños y medianos propietarios, dueños de la tierra y bosques, que generalmente no participan en este negocio por desconocimiento o falta de apoyo tecnológico, se constituyen en un segundo sector objetivo de esta línea de investigación, pero con la ventaja de ser dueños del producto, pudiendo con un adecuado manejo, incrementar su productividad y rentabilidad. A lo anterior, es posible adicionar el mejoramiento de su posibilidad negociadora, si se logra incentivar la asociatividad y la formación de centros de gestión.

Monto de exportaciones en Mill US$ FOB según, sector forestal y PFNM para el periodo 1990 - 2001

ANO	MONTO TOTAL Forestal Mill US$ FOB	MONTO TOTAL PFNM Mill US$FOB	VOLUMEN TOTAL PFNM miles Ton	% Total export.
1990	855,3	11,8	11,0	1,4
1991	913,1	17,0	15,0	1,9
1992	1.125,8	23,6	16,7	2,1
1993	1.207,1	19,4	13,2	1,6
1994	1.564,3	23,0	14,6	1,5
1995	2.369,3	31,7	14,9	1,3
1996	1.807,9	40,7	17,3	2,3
1997	1.829,9	32,0	13,9	1,7
1998	1.660,5	56,5	21,0	3,4
1999	1.970,7	28,6	11,9	1,5
2000	2.365,2	25,0	13,2	1,1
2001	2.205,6	26,1	14,6	1,2
media	1.656,2	28,0	14,8	1,7

Fuente: INFOR,2002. Rondef PFNM

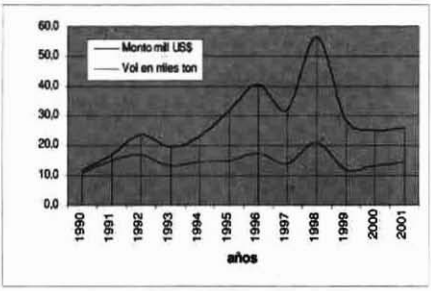


Figura 6: Tendencia del mercado internacional de Productos Forestales No Madereros provenientes de Chile.

Los medianos empresarios, exportadores y comercializadores de PFNM representan un tercer grupo objetivo, los cuales se verán beneficiados con información tecnológica y comercial, incrementando además su gestión de negocio, producto del incremento en el mediano plazo de la cantidad y calidad de los productos transados. Beneficios en el largo plazo podrán ser asimilados, producto de penetración de nuevos mercados, al disponer de abastecimientos continuos y de mayor envergadura.

El sector de servicios profesionales, operadores de forestación y manejo de bosques, serán un componente

importante en el proceso de adopción de las nuevas tecnologías por parte de los beneficiarios finales del proyecto. Estos se han transformado en agentes protagónicos del sector forestal, al estar incorporados en el Programa Nacional de Transferencia Tecnológica del Ministerios de Agricultura, siendo esta orgánica, un factor determinante en la asimilación y masificación de los resultados finales del proyecto.

Finalmente, con este proyecto se pretende mejorar la gestión silvícola e industrial de los PFNM, incorporando innovación tecnológica en la silvicultura y manejo sostenible del recurso, técnicas de recolección y cosecha racional, almacenamiento, transporte y comercialización, logrando a partir de este salto tecnológico, incrementar la productividad, mejorar la calidad, asegurar la sostenibilidad de los recursos e incrementar los volúmenes de venta, beneficiando de esta forma, a todos los agentes que participan en la cadena de valor de los Productos Forestales No Madereros en Chile.

BIBLIOGRAFIA

INFOR-INTEC. 2002. "Proyecto Innovación Tecnológica y Comercial para PFNM en Chile", Documento interno.

INFOR. 2002. Informe 1ª Gira Tecnológica Proyecto Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales No Madereros (PFNM) en Chile. Proyecto FONDEF-INFOR-INTEC DOOI1041.

POGNAT, C. 2001. Productos Forestales No Madereros. Producción Sustentable. Estudio de la comercialización de los productos forestales no madereros en la zona de amortiguación de la Reserva Nacional Malleco y propuestas de alternativas por su manejo. Memoria para optar al Título Profesional de Master en Agro-Silvo-Pecuario. Universidad de París XII - Val de Marne. Proyecto CONAF IX Región - FFEM - Office National des Forêst. 70 pág.

TACÓN, A., FERNÁNDEZ, U. y ORTEGA, F. 1999. El Mercado de los PFNM y su Papel en la Conservación de la Ecorregión de los Bosques Valdivianos. Red de Productos Forestales No Maderables PFNM de Chile. WWF. 142 Pág.

INFOR

EL BOLDO: UN RECURSO FORESTAL NO MADERERO EN LAS PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* DE LA PRECORDILLERA ANDINA DE LA REGIÓN DEL MAULE.

Claudio Rodríguez F.[1] y Daniel Vergara C.[2]

INTRODUCCIÓN

Parte importante del sotobosque de las actuales 27.000 ha de plantaciones de Pinus radiata, establecidas en la precordillera andina de la Región del Maule, está conformado por especies arbóreas y arbustivas pertenecientes a los tipos forestales que antes poblaban el área.

Entre las especies de mayor atractivo económico bajo este dosel sobresale el boldo, especie medicinal chilena más difundida e investigada biológica y químicamente en el mundo. Las propiedades medicinales de sus hojas son empleadas como regulador de la función hepática, colagogo, antiespasmódico, estimulante digestivo y sedante nervioso (Hoffmann *et al.*, 1992; Muñoz, Montes y Wilkomirsky, 2001).

La explotación de hojas de boldo, regulada por el D.S. 366/44 del Ministerio de Tierras y Colonización y sus modificaciones, la Ley de Bosques y el D.L. 701, registró, durante el periodo 1993-1998, un volumen de exportación anual de 1.300 ton con un retorno cercano a US $ 1 millón (Instituto Forestal, 1994-1999). Así, la presencia de esta especie en el sotobosque de las plantaciones de pino insigne, representa una alternativa de cosecha, que resulta de interés conocer y evaluar.

El presente estudio (Vergara, 2002), realizado en el período marzo a septiembre de 2001 en una plantación de primera rotación de pino insigne de 16 años en la precordillera de Talca, tuvo por objeto:

---

[1] Ingeniero Forestal, profesor de Mensura y Manejo Forestal en la Escuela de Ingeniería Forestal - Universidad Católica del Maule. crodrig@hualo.ucm.cl

[2] Ingeniero de Ejecución Forestal - Universidad Católica del Maule. danvergara@123mail.cl

- Describir la vegetación del sotobosque que crece bajo la cobertura de una plantación de pino insigne;
- Estimar la cantidad de materia seca de hojas de boldo producida por individuos que crecen bajo el dosel de la plantación de pino;
- Evaluar la calidad de las hojas de boldo a través de la concentración de alcaloides totales y aceites esenciales;
- Evaluar el efecto de la altitud sobre la producción de biomasa de las hojas de boldo y la calidad de sus extraíbles.

MATERIAL Y MÉTODO

Lugar de estudio

El estudio se realizó en una plantación de Pinus radiata de primera rotación de 126 ha, establecida en 1985 en el predio Cordillera propiedad de la Universidad Católica del Maule ubicado a 46 km al Este de la cuidad de Talca, en el sector El Colorado de la comuna de San Clemente.

Su localización geográfica corresponde a los 35° 36' de latitud Sur y los 71° 15' de Longitud Oeste y su altitud varía entre los 450 a 600 m s.n.m. El área se inscribe en un clima mediterráneo, con una pluviometría de 1.089 mm anuales concentradas en los meses de mayo a julio, con un período estival con hasta cinco meses sin precipitaciones. Las temperaturas medias extremas fluctúan entre 6,5 a 19,5°C, con media anual de 12,5 °C (Estación Meteorológica de la Dirección de Aguas-El Colorado).

Los suelos son originados de cenizas volcánicas, relativamente maduros, con buen drenaje, textura fina, susceptibles de sufrir severa acción erosiva. Pertenecen a la serie Huaqui (HQ) de la clase de uso VII, de topografía montañosa con pendientes pronunciadas que suelen sobrepasar el 60%.

La plantación se realizó a una densidad de 1.950 árboles/ha, siendo intervenida a los 7 años mediante un raleo a desecho que dejó 800 árboles/ha los que fueron podados a 3,0 m de altura. A los 13 años (1998) se realizó un raleo comercial que extrajo 30 m^3ssc/ha, dejando 500 árboles/ha.

INFOR

La evaluación que da cuenta el presente estudio se realizó en el período marzo - septiembre de 2001, bajo las condiciones de crecimiento indicadas.

Captura de información

Sobre el plano de plantaciones escala 1:10.000 se trazaron las curvas de nivel 500, 600 y 700 m.s.n.m. distribuyendo sobre estas cotas 36 puntos de muestreo.

Mapa del Fundo Cordillera

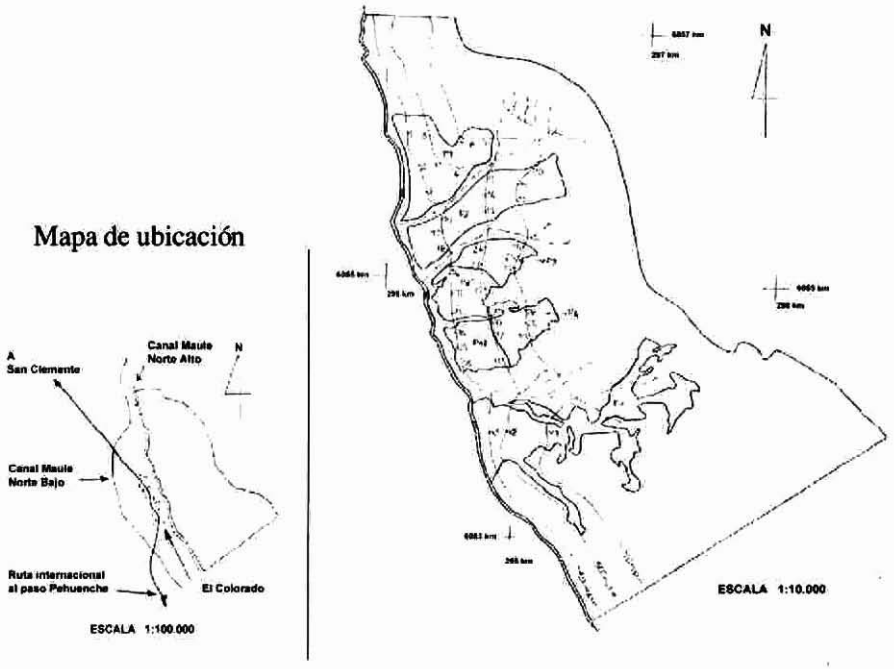


Figura 1: Mapa del fundo cordillera que señala el emplazamiento de la plantación de Pinus radiata y el bosque esclerófilo (escala aproximada por efecto de la reducción 1: 40.000).

En cada punto se replantearon parcelas circulares de 200 m^2 donde se hicieron las siguientes mediciones a las especies que constituyen el sotobosque:

- Identificación y conteo de los individuos según especie;

- A cada individuo de boldo, entendiéndose por tal una cepa con todos sus retoños con diámetros básales ≥ 0,5 cm, se le midió las siguientes variables:

Nr: Número de retoños por individuo;
DB: Diámetro basal (cm), medido con pie de metro a 10 cm del suelo;
Ht: Altura total (m), medida con huincha desde el nivel del suelo hasta el extremo de cada retoño del individuo;

De los individuos de boldo contabilizados, se seleccionaron 88 para cubrir el rango de tamaño de altura y diámetro, los que se cortaron y cosecharon sus hojas, pesándolas en verde en el mismo terreno y registrando convenientemente esta información.

De cada clase de altitud se seleccionaron cuatro puntos desde donde se obtuvo una muestra mezcla de 1.000 g de hojas verdes de diferentes individuos de boldo con el propósito de determinar el contenido de humedad y la relación peso seco/peso verde (Ps/Pv)[1], la concentración de alcaloides totales y aceites esenciales[2]. Además, de cada clase altitudinal se obtuvo una muestra mezcla de hojas de árboles de boldo que crecen en condiciones naturales dentro del bosque esclerófilo aledaño a la plantación, a las que se les realizó las mismas determinaciones antes señaladas. Con centro en cada uno de los doce puntos antes indicados se replantearon parcelas circulares de 400 m^2 para obtener

[1] La muestras de peso verde (Pv) se secaron a 75°C por 48 horas hasta obtener peso constante, determinando la relación peso seco (Ps)/ Pv, empleada en la cuantificación de la biomasa por unidad de superficie y nivel altitudinal así como el contenido de humedad en base a peso seco.

[2] La determinación de alcaloides totales se realizó mediante el método espectrofotométrico de cuantificación de boldina descrito por FRANZ y KOEHLER (1992) citado por Guerra (1998); en tanto que la de aceites esenciales por el método de arrastre por vapor de agua.

INFOR

información dasométrica de la plantación de pino insigne, donde se midieron las siguientes variables:

N: Número de árboles de la parcela;
Dap: diámetro a la altura del pecho medido con forcípula (cm);
H: altura total medida con hipsómetro a los seis árboles dentro del rango diamétrico observado en la parcela (m).

Procesamiento de Datos

La información registrada en las parcelas de 400 m^2 permitió la descripción dasométrica de la plantación de Pinus radiata, utilizando procedimientos estándares.

La vegetación arbustiva que conforma el sotobosque de la plantación de Pino, se describió cuantificando la densidad relativa de las especies y evaluando gráficamente su participación por nivel altitudinal.

La biomasa foliar de boldo por individuo (Bf), resultado del producto entre el peso verde de las hojas cosechadas y la relación Ps/Pv obtenida de los individuos muestra, se relacionó con las variables medidas a los mismos individuos en la expresión:

$$Bf = f(Nr, DB, Ht)$$

Bajo una serie de modelos que se evaluaron mediante los estadísticos: Coeficiente de determinación ajustado (R2aj); Error cuadrático medio (ECM%); y Diferencia agregada (DA%). La selección del modelo se realizó empleando una tabla de asignación de puntaje a los indicadores de bondad de ajuste. La ecuación seleccionada en este proceso, aplicada a los datos de las parcelas de 200 m^2, permitió estimar la cantidad de biomasa de hojas por individuo y su proyección a la unidad de superficie.

El efecto de la altitud sobre la biomasa y extraíbles se evaluó a través de análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado (3 tratamientos con 4 repeticiones).

INFOR

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del Rodal

El rodal de Pinus radiata tiene una edad actual de 16 años y sus parámetros los registra el Cuadro 1:

Cuadro 1. Parámetros de rodal de la plantación de Pinus radiata del fundo Cordillera

Variable	Media	S %	Mínimo	Máximo
Área basal (m^2/ha)	24	20,4	15,7	30,8
Densidad (árboles/ha)	583	19,7	500	900
Volumen (m^3ssc/ha iu 10 cm)	181	24,6	108,6	250,1
Altura dominante 250 (m)	23	5,0	21,2	25,1
Índice de Sitio (m)	28	4,6	25,7	30,3

Bajo dosel se encontraron 22 especies de las cuales sólo una no es nativa (rosa mosqueta), las restantes pertenecen a árboles y arbustos de los tipos forestales roble-hualo, esclerófilo y ciprés de la cordillera (DONOSO, 1981).

La densidad relativa de estas especies es muy variable, como puede apreciarse en el siguiente gráfico:



Gráfico 1: Densidad relativa de las especies del sotobosque de la plantación de Pinus radiata del Fundo Cordillera.

Sólo cinco especies se encuentran en densidades relativas 5 altas: arrayán, madroño, peumo, boldo y litre; en la categoría de densidad media: mayo, maquí y corcolén; y en baja densidad se presenta: radal, olivillo, rosa mosqueta, colliguay, michay, lilen, ciprés de la cordillera, crucero, quillay, coligue, hualo, avellano, naranjillo y espino. Las cinco especies de más alta densidad relativa son propias de los tipos forestales señalados y su comportamiento con respecto a la altitud lo ilustra el Gráfico 2.

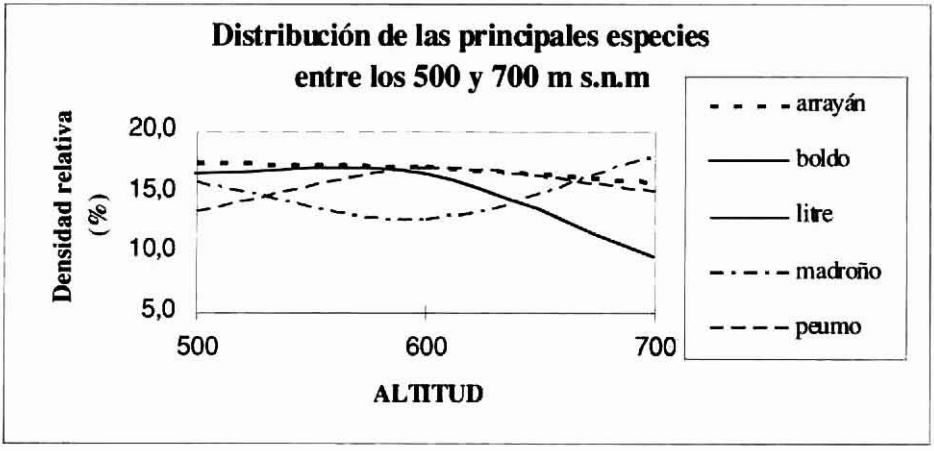


Gráfico 2: Distribución altitudinal de las cinco especies arbustivas de más alta densidad relativa.

A pesar del estrecho rango altitudinal analizado, del gráfico anterior se desprende que:

- La presencia de arrayán es más o menos constante, decreciendo levemente hacia los 700 m.s.n.m.;
- La participación del boldo permanece más o menos constante hasta los 600 m.s.n.m. para luego decrecer y reducir su participación prácticamente a la mitad en el nivel 700 m.s.n.m.;
- La participación del litre, se relaciona inversamente con la altitud, aunque con una tasa decreciente más bien suave;

[5] Dada la gran variabilidad de densidad observada y con el propósito de facilitar la comprensión y evaluación se estableció la siguiente escala de rango de densidad relativa: Baja < 4 %; Media 4 - 8 %; Alta > 8 %.

- El madroño reduce su participación entre los 500 y 600 m s.n.m. pero se va elevando notablemente entre los 600 y 700 m.s.n.m.;
- La participación del peumo crece hasta los 600 m.s.n.m. para ir decreciendo levemente hacia los 700 m.s.n.m.

Cuantificación de la Biomasa foliar

La evaluación de la relación Ps/Pv de las muestras, mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre niveles altitudinales a un _ = 0,05. En consecuencia, para la determinación de la biomasa de las hojas de cada individuo de boldo, se empleó la media aritmética de la relación Ps/Pv que resultó ser 0,39. En el Cuadro 2 se presentan las relaciones obtenidas por clase de altitud.

Cuadro 2. Relación Peso Seco/Peso Verde de hojas de boldo por clase de altitud.

Altitud (m.s.n.m.)	Media	S (%)	Mínimo	Máximo
500	0,40	3,9	0,38	0,41
600	0,37	3,4	0,36	0,39
700	0,41	8,2	0,38	0,45

Por otra parte, el contenido de humedad de las hojas no mostró diferencias estadísticas significativas a un _=0,05 entre altitudes, alcanzando en promedio al 156,2%. La muestra de hojas extraídas de árboles de boldo presentes en el bosque esclerófilo del mismo predio observaron, en tanto, un contenido de humedad promedio de 97,6%.

El análisis de los modelos de biomasa foliar de boldo permitió seleccionar la siguiente ecuación:

$$Bf = 0,02849\ (Nr^{*}\ DM) + 0,009021\ (DM^{*}Ht^{*}\ Dm)$$

R2 aj. = 0,77 ECM = 38,2 % DA = - 5,9 %

Donde:
Bf: Biomasa foliar de boldo en (Kg)
Nr: Número de retoños con diámetros básales ≥ 0,5 cm
DM: Diámetro basal del retoño de mayor diámetro (cm)
Dm: Diámetro basal del retoño de menor diámetro (cm)
Ht: Altura del retoño más alto del individuo (m)

INFOR

Con esta expresión se estimó la biomasa de hojas de boldo para cada individuo de la parcela (200 m^2), proyectando su valor a la unidad de superficie. Los estadísticos de materia seca foliar por clase de altitud las registra el cuadro 3.

Cuadro 3: Biomasa foliar de boldo por altitud (Kg/ha).

Altitud (m s.n.m.)	Media	S (%)	Mínimo	Máximo
500	64,69	49,8	25,49	95,52
600	86,61	41,0	42,01	128,38
700	48,53	52,3	25,85	84,56

El Cuadro 3 precedente muestra que la mayor acumulación de biomasa se produce a los 600 m.s.n.m., pero el análisis de varianza a que fueron sometidos los datos no evidenció diferencias estadísticas significativas entre altitudes para un nivel de significancia 0,05.

De los 340 individuos/ha de boldo presentes en el sotobosque de la plantación de pino del predio Cordillera, en promedio, se pueden extraer 67 Kg/ha de hojas secas. Esta cifra supera la media obtenida por Toral, Kannegiesser y Rosende (1988), en la localidad de Sagrada Familia-VII Región, donde en un rodal de esclerófilo estimaron una existencia de 25 y 99 Kg/ha de hojas secas de boldo contenida en 40 y 146 árboles/ha, respectivamente.

Concentración de Extraíbles

El Cuadro 4 contiene los estadísticos de las determinaciones de alcaloides totales y aceites esenciales.

Cuadro 4. Concentración promedio de extraíbles y su variabilidad en las hojas de boldo por nivel altitudinal.

Altitud (m.s.n.m.)	Alcaloides totales (%)	S (%)	Aceites esenciales (%)	S (%)
500	0,16	22,9	1,41	29,2
600	0,17	29,6	1,34	34,2
700	0,20	21,1	1,32	37,1

La concentración de alcaloides aumenta con la altitud en tanto que los aceites reducen su concentración. Sin embargo, el análisis de varianza a que fueron sometidos los datos no mostró diferencias estadísticas significativas en la concentración de extraíbles respecto a la altitud para un nivel de significancia 0,05. En promedio, las hojas de boldo contienen 0,17% de alcaloides totales y 1,36% de aceites esenciales. En condiciones de crecimiento normal, es decir, hojas de boldo de árboles del bosque esclerófilo, la concentración de alcaloides totales y de aceites esenciales alcanza a 0,09% y 1,30%, respectivamente.

La concentración de alcaloides totales obtenida en este estudio tanto en hojas de individuos que crecen en el sotobosque como las provenientes de árboles del bosque esclerófilo se encuentran por debajo del rango informado por Montes y Wilkomirsky (1992), citado por Guerra (1998).

En el caso de los aceites esenciales las concentraciones detectadas en este estudio se encuentran dentro del rango informado por Muñoz, Montes y Wilkomirsky (2001) bajo las dos condiciones de crecimiento analizadas.

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio permiten concluir que:

- El boldo es una especie importante en el sotobosque de la plantación de pino insigne, especialmente entre los 500 y 600 m.s.n.m., compartiendo el sotobosque especies arbóreas y arbustivas de los bosques de los tipos roble - hualo, esclerófilo y ciprés de la cordillera;
- El contenido de humedad de las hojas de individuos que crecen bajo el dosel de la plantación es 1,6 veces superior que aquellas que crecen en el bosque natural;

INFOR

- La biomasa de hojas de boldo que se estima existen en las plantaciones de la precordillera andina de la Región del Maule, permitirían más que cubrir el volumen de cosecha anual, sin las restricciones legales que la regulan;
- La calidad de las hojas de boldo, medida a través de la concentración de sus extraíbles, indica que aquellas que crecen bajo el dosel de la plantación tienen mayores concentraciones que aquellas que han crecido en condiciones naturales, particularmente en la concentración de alcaloides totales;
- La acumulación de biomasa de hojas no se ve afectada por la altitud, al menos dentro del rango altitudinal observado en este estudio. Algo semejante ocurre con los extraíbles, no existen diferencias estadísticas significativas de concentración entre las altitudes pero en promedio la tendencia muestra un aumento en la concentración de alcaloides totales con el aumento en la altitud, pero ocurre lo inverso con los aceites esenciales.

Los antecedentes dan cuenta que los individuos de boldo que crecen bajo el dosel de las plantaciones de pino insigne de esta primera rotación pueden constituirse en una interesante fuente de ingresos para la población rural aledaña, especialmente si a su cosecha se suma lo que puede obtenerse de los bosques naturales donde se presenta esta especie. Sin embargo, las plantas nativas bajo dosel tenderán a desaparecer del área producto de sucesivas rotaciones con pino insigne, por lo que esta primera rotación es la que ofrecerá, probablemente, la mejor oportunidad de cosecha por la mayor biomasa disponible.

Determinar la tasa de extracción de las hojas de boldo para condiciones de crecimiento, bajo el dosel del pino insigne de acuerdo a la forma, intensidad y época de corta, durante la primera rotación de la plantación, se considera una meta importante para lograr el rendimiento sostenido, aunque restringido del recurso boldo en estas condiciones.

Además, es importante considerar esfuerzos por dar un mayor valor agregado al recurso hoja de boldo, mediante la obtención y comercialización de extraíbles así como la búsqueda de mayores usos y aplicaciones de los mismos, considerando también otras especies abundantes bajo el dosel de estas plantaciones.

INFOR

BIBLIOGRAFÍA

DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile.Investigación y Desarrollo Forestal. CONAF/FAO/PNUD. Documento de Trabajo N°38. 70p.

GUERRA, M. 1998. Variación Genética en el Contenido de Alcaloides y Aceites Esenciales en Boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis de Grado. Universidad de Talca. Escuela de Agronomía. Chile. 33p.

HOFFMANN, A; FARGA, C; LASTRA y E. VEGHAZI. 1992. Plantas Medicinales de Uso Común en Chile. Ediciones Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile. 273 p.

INSTITUTO FORESTAL. 1994 a 1999. Exportaciones Forestales Chilenas - Boletínes Estadísticos Ns° 33-38-43-48-57-66.

MUÑOZ, O; MONTES, M. y T. WILKOMIRSKY. 2001. Plantas Medicinales de Uso en Chile. Química y Farmacología. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 330p.

TORAL, M. KANNEGISSER, U. y R. ROSENDE. 1988. Biomasa y Boldina en Boldo (Peumus boldus Mol) VII Región. Ciencia e Investigación Forestal. 2(4):15-25.

VERGARA, D. 2002. El boldo: un recurso forestal no maderable en las plantaciones de pino insigne de la precordillera de Talca. Seminario de Título. Ingeniería de Ejecución Forestal. Universidad Católica del Maule.40p.

INFOR

ALTERNATIVAS DE MERCADOS Y NEGOCIOS PARA BAMBUSACEAS CHILENAS

Jorge Cabrera P.[1]

INTRODUCCIÓN

Como parte del Proyecto FONDEF del INTEC-UACH denominado "DESARROLLO INTEGRAL PARA LA UTILIZACIÓN DE BAMBUSÁCEAS AUTÓCTONAS E INTRODUCIDAS EN CHILE" el Instituto Forestal elaboró un estudio relacionado a los aspectos de mercado y negocios. Una síntesis de los elementos más relevantes se sintetizan en el presente artículo.

El objetivo de éste artículo es presentar las características de este Mercado desde un punto de vista nacional e internacional y mostrar una serie de actividades productivas y comerciales que son oportunidades de negocios que perfectamente podrían generarse en Chile.

Para la elaboración de éste artículo se utilizó la base de datos de información propia del Proyecto Bambú del INTEC, y un conjunto de antecedentes recopilados en forma directa en dos giras prospectivas al Asia.

EL MERCADO DEL BAMBÚ

El tamaño del mercado mundial a base de bambú es del orden de los US$ 5 mil millones (Bamboo Garden EXPO´99, China), que se origina principalmente en Asia y que se comercializan prácticamente en todo el orbe y donde participan unas 2,5 billones de personas (la mitad de la población mundial). Además son 1 millón de personas las que habitan en viviendas construidas de bambú. Esto evidencia la importante magnitud que alcanza la economía del bambú en el mundo.

El bambú colihue es el producto utilizado en Chile, principalmente sin mayor elaboración a un nivel comercial

[1] Ingeniero Forestal, Magister (E) Economía Agraria, Jefe de Proyectos INFOR Sede los Lagos, Fundo Teja Norte, Valdivia, Chile. jcabrera@infor.cl

INFOR

de un millón de dólares transados y un autoconsumo valorado en otros 200 mil dólares. Físicamente esto representa un comercio de casi 5 millones de culmos (cañas) de 4 m cada uno, por año.

Las Ventajosas Condiciones del Entorno

Las ventajas de tipo social se resumen a señalar que sus actividades son de tipo productivo, en zonas rurales, que permiten mejorar las condiciones de vida. En lo ambiental, estas especies pueden cosecharse bajo un sistema de manejo sostenido lo que asegura mantener una cubierta que protege los suelos de la erosión y protege las riberas de ríos. También, dado su crecimiento, tiene un grado alto de captura de CO_2, principal gas efecto invernadero y, paisajísticamente es una planta decorativa altamente apreciada por su belleza.

En términos privados, la enorme cantidad de opciones productivas y de productos plantea una gama muy flexible de negocios, para diferentes escalas de inversión y para un amplio rango tecnológico.

Otra de las características especiales del mercado de productos de bambú, es la enorme disponibilidad de recursos en Chile y en muchos países del mundo, lo que permite generar un flujo permanente de abastecimiento.

La función de producción de transformación de la materia prima bambú en productos, se caracteriza por tener una alta flexibilidad capital - mano de obra, siendo esto de gran beneficio para cada país, pues permite ajustar los procesos productivos a la real escasez relativa de factores.

Características Generales

El bambú es un material que se emplea, desde hace más de 5.000 años, en la fabricación de una infinidad de productos con múltiples usos lo que da forma a un mercado de magnitud mundial.

El bambú reporta enormes beneficios como recurso natural sostenible en el campo de la protección ambiental de suelos

INFOR

y aguas; como alimento humano y para el ganado; como materia prima para fabricar pulpa, papel, tableros, estructuras y viviendas, muebles, bioenergía, artículos utilitarios y una enorme cantidad de productos ornamentales. Se estima que mil millones de habitantes viven en casas de bambú, un cuarto de la población mundial.

Hace cinco años se creó una organización mundial denominada el INBAR., Red Internacional del Bambú y el Ratán, con sede en China, formada por 22 países incluido Chile en reconocimiento a la importancia creciente de estas especies, entidad que se encuentra actualmente en plena expansión de sus actividades para el cumplimiento de los objetivos de coordinación, elaboración de planes estratégicos, inventarios, economía, investigación y desarrollo sobre los recursos, su industrialización y las personas involucradas.

La Oferta Chilena

De acuerdo a un Estudio de Existencias de Bambú elaborado por INFOR, las disponibilidades sustentables del recurso bambú son enormes, generando flujos de materia prima hoy subutilizados.

Se estima que existe una capacidad natural de producción de bambú colihue de 2,5 millones de toneladas al año, equivalente a producir 3000 millones de culmos (de 4 metros de largo) anualmente.

Este hecho hace que el recurso tenga por un lado relativo bajo valor y por otro permita asegurar el abastecimiento a iniciativas productivas, aspecto crucial en cualquier negocio.

En Chile, salvo experimentos, no existen plantaciones de Bambú, lo cual a futuro podrían perfectamente desarrollarse, con lo cual podría obtenerse una producción de mayor calidad con las ventajas económicas de concentrar las operaciones de abastecimiento.

La operación comercial del bambú se resume a compras directas en los campos bajo diferentes modalidades de compra, predominando el derecho a puerta en que el cosechador paga unos $15 por culmo (4 metros de largo con

INFOR

diámetro menor de 2,5 cm) al propietario del Predio, para venderlo posteriormente a unos $35 - 50 pesos a orilla de camino o a $150 en Santiago. Dimensiones mayores o formas singulares pueden valer $500.

Mercado Internacional

China es el mercado más importante del mundo, donde las exportaciones de bambú reportan 500 millones de dólares estadounidenses a esa economía. El segundo mayor exportador es la India. El valor de las exportaciones se ha multiplicado por siete desde mediados de los años ochenta del siglo XX. El aumento más significativo es el de brotes de bambú comestibles en lata, que representan casi el 40% de las exportaciones. Los productos tejidos con bambú alcanzan otro 35% de las exportaciones.

Japón es el primer importador de las exportaciones chinas, con una cuota de entre el 50 y el 60%.

En Europa y Estados Unidos, al momento, el interés creciente por el bambú se dirige esencialmente a su uso decorativo y ornamental en interiores y jardines. En los años recientes y como una moda que invade al mundo, Australia, Europa y los Estados Unidos está demandando tableros, parquets y molduras para pisos.

Existen también exportaciones de pulpa de bambú para la fabricación de papel, las que se originan en los países que tiene cultivos como China, India, Bangladesh, Brasil, Tailandia y Vietnam. El consumo de bambú para papel ha crecido sostenidamente al 1,4% anual.

Países o zonas con escasez de material vegetal en zonas rurales (países con superficies importantes de condiciones áridas) o en aquellos con gran actividad agrícola son mercados importantes de abordar.

Mercado Doméstico

Tradicionalmente en Chile el bambú colihue se emplea como tutor en la agricultura, parte estructural de muebles rústicos, como portatiros en la minería, en separadores

INFOR

ambientales y en industria del tabaco como sostén. Casi inexistente ha sido su aplicación en productos con mayor elaboración para uso de tipo utilitario y decorativo. Menos aún se le ha utilizado mediante transformación mecánica o química para tableros, pulpa, papel o carbón.

Mercado Agrícola

Los cultivos que masivamente utilizan coligue como tutores o puntales son las viñas y las plantaciones de kiwis, que lo requieren en el primer y segundo año de plantado. Otro segmento relevante es el de los tomates. Secundariamente demandan igualmente colihues, los porotos, arvejas y lentejas. Últimamente arándanos y otros berries. El rubro de las plantas ornamentales, que también muestra crecimiento es otro segmento con potencial.

El sector árboles frutales, utiliza el colihue como tutor, ya sea principal o como extensión cuando se requiere alturas y flexibilidad al viento, y posteriormente para sostener las ramas que por su peso tienden a quebrarse.

Además el colihue se emplea en una infinidad de usos complementarios donde destacan: estructuras liviana de invernaderos; estructuras para sombreaderos para personas y frutos; el cultivo del tabaco emplea el colihue como base de sostén de las hojas dentro de los hornos de secado (toriles); sostén de aspersores de riego; varandas, cercos, pequeñas pasarelas de canales de riego; señalizador de líneas de plantación y siembra; escaleras y otros.

La demanda potencial es muy elevada, sobre los 10 millones de culmos, la cual está en dependencia de la superficie por cultivar.

Sector Minería

Las compras del sector minero son del orden de los 750 mil culmos al año, las cuales se realizan mediante llamado a licitación pública. Las características del producto es: colihues verdes de 4 m, de diámetro cabezal mínimo de 1,59 cm y máximo de 4,45 cm, limpios, sin arqueaduras ni apolilladuras y fumigados contra arañas y polillas.

INFOR

Sector Muebles y Artículos Utilitarios

La manufactura de muebles es otro mercado importante para las cañas de colihue, y es quizás el mercado más exigente, restringido para piezas de diámetros mayores y de gran calidad. Las cañas para la fabricación de muebles deben, además, tener tratamientos adicionales como lavado, secado y en ocasiones también pulido. Aunque este mercado, selectivo, es uno de los más tradicionales.

El consumo de bambú para uso en muebles se concentra en la zona de Chimbarongo, que constituye el principal centro de producción artesanal de productos cuya materia prima principal es el mimbre.

Las dimensiones medias demandadas del bambú son un diámetro de 30 mm y largos de 1,1 m sin defectos, manchas, pudriciones y ataques de insectos.

Revestimientos

Actualmente se está volviendo a utilizar el colihue para revestimientos decorativos, este uso era muy común en zonas rurales del sur del país, pero era poco conocido en la zona central. Hoy en día muchas tiendas de decoración proponen este tipo de revestimientos tanto para interiores como para exteriores y de hecho ya se presenta en sitios de alto nivel como por ejemplo en el Stad Francés y en Casa Club en Santiago.

Jardines y estructuras menores

Estructuras para jardines y estructuras menores como casetas, stand para ferias e invernaderos. En ambos casos se requiere de diseño tanto industrial (junturas, plegados, curvado, articulaciones, etc.) y de apariencia para lograr aumentar el valor de percepción del producto.

INFOR

EXPORTACIONES CHILENAS

La exportación de colihues se remonta a más de 15 años existiendo despachos anualmente. Sin embargo durante los últimos 7 años los envíos han disminuido considerablemente. De acuerdo con la información entregada por INFOR (2002), la exportación de cañas de colihues durante el año 2001 aumentó porcentualmente pero manteniendo niveles muy bajos, del orden de los US$ 10 mil.

Las siguientes figuras grafican el comportamiento de las exportaciones, en términos de volumen y valor.

Durante los últimos dos años se han exportado algunas manufacturas de tipo utilitario y decorativo, los cuales podrían estar señalando un nuevo campo de negocios. Entre estos productos se cuentan: llaveros de caña de bambú a Estados Unidos; sillas de mimbre y colihue a España, bar de mimbre y colihue a España; móviles de bambú a Alemania; cestos rectangulares de bambú a Perú; mesas plegables a Estados Unidos; Mesa modelo bambú a Paraguay; artículos trensados a Ecuador.

OPCIONES DE NEGOCIOS

Las posibilidades de negocios basados en el bambú se pueden inicialmente clasificar en:

1. Utilizando las plantas
2. Utilizando los brotes
3. Utilizando los culmos

Plantas de Bambú

Las plantas de bambú tienen un fin principalmente decorativo en jardines y lugares donde cumplen con un rol estético. Estas plantas de semillas de unos 20 cm cuestan al por menor $150 cada una puesta en la X Región. El precio aumenta en la medida que las plantas sean de mayor tamaño y sean puestas a la venta en ciudades hacia el norte del sur del país. De acuerdo a pruebas de mercado al hacerlas

disponibles en centros feriales en Valdivia-Paillaco, los visitantes a adquirieron al menos una.

Algunos viveros en Chile ofrecen plantas exóticas, de tallo hueco, cuyo valor es de $2.500 la planta de dos metros de altura, en tanto que ejemplares de sobre cinco metros valen sobre los $5.000 la unidad (varios viveros del área metropolitana, Boletín del Bambú Chile, Diciembre 2002).

Las plantas de bambú tienen otra serie de aplicaciones como forestación, protección de riberas de ríos, cortavientos, etc., pero en estos casos el negocio opera contra pedido.

La posibilidad de exportar plantas también es cierta tal como está ocurriendo con una serie de exportaciones de productos no madereros de Chile, tales como plantas de palma, helechos, ramas, musgos, etc. Los compradores de este tipo de productos son centros de ventas de plantas ornamentales y jardinerías. Una planta de bambú desarrollada puesta en tienda de venta final puede costar hasta 150 euros en Europa.

Brotes de Bambú

Si bien en Asia la producción y consumo de los brotes de bambú representa un mercado importante en Chile se conoce una sola experiencia comercial radicada en Aysén.

En China los brotes de bambú se cosechan en primavera para venderlos a plantas industriales que lo compran, procesan y envasan. El proceso consiste en comprar a terceros los brotes, seleccionar, pelar, lavar, cocción en agua, partirlos en diferentes tamaños y formas (cubos, láminas), envasar en latas, hervir las latas y etiquetar. Otras elaboradoras compran estas latas para reprocesar a envases menores.

El rendimiento del proceso es de 33%, es decir a partir de 33 kilos de bambú fresco se produce una lata de 11 kilos.

El precio FOB es de US$1/kilo envasado en latas de 11 kilos.

Referencia: Hangzhou Lin'an Xiang Ganmin Food Co. Ltd., Lin'an, China.

INFOR

En Chile los brotes se recolectan en la primavera e inicio del verano, los cuales se limpian y someten a cocción, en algunos casos mezclados con saborizantes naturales. No se tiene mayor información de rendimientos en el bosque.

Este alimento podría asimilarse físicamente al espárrago y también, aunque más lejano, al palmito. Tiene un sabor distinto lo que podría ser su atractivo comercial. De hecho en Aysén se ha servido en cócteles como una exquisitez.

Culmos

Los culmos ofrecen dos macroalternativas productivas:

1. Opciones de Productos sin transformación
2. Opciones de Productos con transformación

1. Opciones de Productos sin Transformación de los Culmos

El culmo, sin transformarlo mecánica ni químicamente, solamente sometido a cortes y uniones se emplea en la fabricación de una gran cantidad de diferentes grupos de productos. En este caso la competitividad de cada uno de los productos radica en el costo de la mano de obra ya que el ítem materia prima bambú e insumos es mínimo. Otra forma de lograr competitividad es diferenciarse mediante el diseño.

La calidad y valor agregado de cada producto presenta igualmente un amplio rango, desde estructuras rústicas donde predomina lo práctico y bajo costo, hasta aquellas sofisticadas, de mucho diseño industrial y decorativo y por tal de mayor valor. Ello significa que existe un rango bastante amplio también de consumidores desde población de altos ingresos como muy modestos.

La estructura del mercado es de tipo competitivo en que participan muchos vendedores y muchos compradores y por lo tanto la barrera de acceso es básicamente el costo, el cual para penetrar el mercado debe permitir establecer un precio al menos igual al de mercado.

Central de Ventas de materia prima (culmos)

Una primera área de negocios es hacer disponible en forma comercialmente conveniente las cañas de colihue. Esto implica, disponer un centro de acopio y ventas de materia prima bien localizados, con fácil acceso y espacios para la movilidad de las cargas. Esta unidad debe disponer instalaciones para el lavado de los culmos, espacio para secar al aire los colihues y áreas de dimensionado y almacenaje bajo techo. Por otro lado la presentación del producto debe estar en relación a algún concepto normativo que transparente las diferentes calidades del producto, como asimismo sea empaquetado y etiquetado en tamaños estandarizados según uso posterior.

En este caso los culmos deben estar maduros, secos, rectos, libre de imperfecciones y daños sanitarios. Se emplean en dimensiones variables según su aplicación con largos desde 1 a 4 metros y excepcionalmente mayores.

Fabricas de Muebles y utilitarios mayores

Tecnológicamente no hay mayores dificultades para establecer unidades productoras de muebles y productos accesorios como revisteros, portaplantas, repisas, etc. El rango de intensidad de elaboración y valor agregado es bastante alto, desde estructuras rústicas hasta finos muebles muchas veces en mezcla con piedras, cerámicas o fierro. La principal limitación o factor de éxito de estos negocios está en el diseño (industrial y ornamental) ya que ello permite obtener precios más altos debido al valor de percepción de los consumidores. El diseño a su vez puede resolver asuntos de articulación y pliegues que le dan ventajas para el transporte lo que se suma a la ventaja de bajo peso de estos materiales.

Servicios de Diseño y fabricación de estructuras

El servicio de diseñar y fabricar revestimientos laterales, cielos, separadores con un objetivo principal de decoración es una actividad comercial creciente que encuentra limitaciones de desarrollo por falta de oferta. Estos pueden utilizarse tanto en exteriores como en interiores en locales comerciales, en lugares de descanso en la playa y campo o en viviendas urbanas con buenos espacios de patios.

INFOR

En este mismo segmento se cuentan las estructuras para jardines tanto decorativas como utilitarias para dar sombra tipo glorietas y pérgolas, sillones de descanso, guía de plantas ornamentales, barandas, cercos, etc. Otra área son los juegos infantiles como balancines, puentes y estructuras de arcos, cubos tipo laberinto.

En este ámbito pueden disponerse estructuras prediseñadas como también pueden producirse en exclusividad.

2. Opciones de Productos con Transformación de los Culmos

Ya que no existen experiencias productivas en Chile para utilizar el bambú colihue transformándolo mecánicamente o químicamente para constituirse en una materia prima para muchas otras aplicaciones, la descripción de opciones productivas se presenta a continuación con base a la experiencia de la RP de China, quienes por milenios mantienen una industria importante y exitosa en ésta materia, siendo el primer productor y exportador de éstos productos.

Uso del Bambú con Transformación en China

Uno de las áreas productivas de mayor actividad es la de productos utilitarios y ornamentales que se fabrican a partir de tablillas de bambú que luego se procesan en máquinas que producen diferentes tipos de palillos, los cuales son la materia prima para una enorme cantidad de productos que supera los 400 sólo en productos para comer.

Se estima que existen 1.500 fábricas de este tipo en China, 100 de ellas productoras de cortinas y persianas.

En este tipo de actividad se evidencia una confiable armonización de la cadena productiva ya que es común que las fábricas se especializan por separado en cada fase de la producción. Algunas producen solo tablillas, otras solo algún tipo de palillos y otras elaboran el producto final, quienes agregan el envase, etiquetado y embalaje.

Estas plantas operan con maquinaria solamente para partir y hacer los palillos, mientras los traslados se hacen a mano con apoyo a veces de carretillas. El proceso de cortes

INFOR

finales, las terminaciones, adornos, envasado y etiquetado son totalmente hechos a mano.

Maquinaria

Existe en la RP China varias fábricas de maquinaria para procesar el bambú, las cuales son esencialmente máquinas partidoras, máquinas para fabricar palillos (moldureras simples) y máquinas para hacer cintas.

Unos 26 tipos de diferentes maquinas se utilizan en estos procesos de elaboración del bambú. Estas son de baja tecnología, sin automatización pero muy eficaces en lograr productos de calidad.

Algunas referencias de precios son las siguientes:

El precio de una maquina partidora de culmos tiene un valor aproximado de US$350.

Las máquinas para producir palillos se diferencian según el número de cuchillos y el tipo de moldurado desde muy finos a tamaños mayores. En general tienen un valor entre US$1.600 y US$2.300 US$1.100 según el tipo.

Una maquina de 5 cuchillos tiene un valor de US$1.800. El costo a FOB es del orden de los US$244. En general son bastante rápidas con velocidades sobre los 70 metros por minuto con motor de 380 voltios y no más de 8 kw.

Referencias: Empresa www.Gnyd.com.cn; Xianling Wood Working Machinery. Co. Ltd.; Tian You Machinery, Anji, China.

Otro tipo de máquina fabrica cintas delgadas de bambú, la que opera básicamente con un cuchillo que rebana las tablillas, esta tiene un precio de US$250 puesto en fábrica. De acuerdo a referencias de terceros existiría una máquina más automatizada con un valor de 10 veces mayor a la anterior.

Palillos

El culmo es partido, mecánicamente o a mano, en tablillas de 2 cm de ancho, espesor de 0,5 cm y largos variables con media de 1,8 m, las cuales se pasan por sencillas máquinas moldureras que producen palillos de distintas formas (redondos, cuadrados, triangulares, y combinaciones) y

INFOR

dimensiones desde 1 mm hasta 10 mm en los espesores y anchos. El proceso incluye secado, pulido, desinfección, hervido y blanqueado con agua oxigenada y otros.

Los palillos finos (diámetros no superiores a 3 mm) tienen diferentes dimensiones y terminaciones según su uso final, estas terminaciones son para dar facilidad de uso (puntas, ranuras, etc.) como de adorno (figuras, colores, etc.). En esta categoría se cuentan los mondadientes, palos para comer, pinchos o palos de cocktail, palos para brochetas, etc.

Los países asiáticos son los mayores demandantes de estos productos pero su consumo es creciente en todo el mundo.

Aprovechando las propiedades de un tipo de bambú que al quemarse no deja cenizas, se fabrican a partir de palillos muy delgados y polvo de este mismo, varillas de incienso.

Precios de Referencia de los palillos.

Palillos de 8 mm por 2 mm por 1,9 m tienen un valor puesto en fábrica de US$5/paquete de 150 piezas.

Palillos de 3 mm por 1 mm por 2,0 m puesto fábrica tiene un valor de US$20/paquete de 3.000 piezas

Palillos de 1,5 cm por 2 mm por 30 cm (sujeta calendarios) US$1,6/100 piezas (FOB a Europa)

Palillos de 1 mm redondos por 30 cm (para incienso) US$1,5 kilo (1.500/t). Guandong

Referencia: Guang Ning Bu Tang, Articles made of Bamboo Technology Co., Guan Ning, China.

Adornos

Los palillos posibilitan la fabricación de una infinidad de diferentes productos de ornamentación y prácticos, contando en este grupo lámparas para todo tipo de ambiente, posavasos, posavelas, canastillos, paneras, carteras, cestos, etc.

Referencia: Fabrica de Artesanías Chunhui, Anji, China.

INFOR

Cortinas de Bambú

Una parte de los palillos se emplean en la fabricación de cortinas y persianas, las cuales se elaboran con apoyo de maquinas o telares poco mecanizadas de fabricación China y de Taiwán. Estos productos contienen 90% de material de bambú y 10% de maderas. En general estas cortinas de bambú tienen un precio de la mitad respecto a las de madera. Las cortinas tienen una infinidad de diseños combinando espesores, formas de los palillos, colores y los cordeles y las forma de tejido de ellos. En ésta categoría se cuentan además los llamados piezas individuales para platos y vasos.

Precio de referencia cotización FOB de las cortinas de bambú (ANJI, 2002).

US$1,2/m^2 cortina simple de palillos redondos.

US$3,3/m^2 cortinas de palillos más anchos y costuras con mayor diseño.

Precios de un 10% menos tienen las cortinas que utilizan el bambú con la cutícula de color verde. Estos se emplean principalmente para individuales.

Referencia: Anji XuMao Curtain Products Co., Ltd, Anji, China

Esterillas y bandejas

Las esterillas son cintas delgadas de 1 a 2 mm de espesor, ancho de 2 a 3 cm en largos variables, que se trenzan formando una pieza entrelazada que constituye la materia prima para tableros tipo contrachapado y bandejas prensadas.

El precio de la esterilla US$2,2/m^2

La esterilla trenzada en tres capas, se introduce a una prensa de calor y vapor por 3 minutos, que según el molde utilizado deja al producto laminado casi terminado. Recortes, lijados y barnices dan acabado total final.

La oferta de bandejas está compuesta por un sin fin de tamaños, formas geométricas, colores, aplicaciones de adornos y calidades en cuanto a resistencia de humedad.

INFOR

Este material prensado recto permite además fabricar cajas y cajitas mas bien livianas, palas y paletas y otro conjunto grande de productos utilitarios.

Referencias: Guangdong Guangning Changrong Bamboo and Wood Handicraft Products Co., Ltd., Guangning, China.

Tableros

Con la esterilla se fabrican también tableros del tipo contrachapado en un proceso productivo similar. Estos tableros son del tipo estructural y decorativos y tienen los mismos usos que los de madera y con características físico mecánicas similares, siendo su principal mercado la construcción, tanto en moldajes como base de pisos, cielos y recubrimientos interiores. Según referencias personales, se señala que un tablero de 12 mm de bambú equivale en resistencia a 15 mm en madera.

Los precios de referencia son de:

US$4,9, 6,1 y 7,3 el m^2 (40Y-50Y-60Y/m^2) según calidad

Referencia: Moganshan Bamboo Veneer Board Factory, Deqing, China. And Moganshan Bamboo Plywood Factory, Deqing, China.

Pisos y Molduras de Bambú

A partir de tablillas de bambú o bloques de tablillas encoladas se fabrican diferentes tipos de pisos, parquet y balaustros.

Una planta representativa de las modernas, produce 200.000 m^2 por año de diferentes tipos de pisos con destino al mercado nacional y exportación principalmente a EE.UU pero también a Japón, India y Ecuador (Hangzhou Qingfend Bamboo Products Co., Ltd.). Los pisos tienen diferentes dimensiones; colores y dos calidades, superior (70%) y mediano (30%), igualmente la posición de las tablillas, de frente o de canto, en el bloque permiten apariencias distintas. Pisos de dimensiones menores dan forma a diferentes parquets con multiplicidad de diseños de forma, tamaño y color.

El precio de venta ex fabrica es del orden de los US$20/$m^2$, para pisos de calidad superior, en dimensiones de 10 cm de

ancho, 0,5 cm de espesor y 1,8 metros de largo o machihembrados de 10*1*90 cm.

Esta fábrica también produce, a partir de los bloques laminados, diferentes tipos de molduras y tableros decorativos que sirven para cubiertas de mesa y de pisos.

Referencias: Hangzhou Qingfeng Bamboo Products Co., Ltd. Bamboo Plywood Factory, Deqing, China

Carbón

A partir de los residuos generados en la fabricación de bienes a base de bambú, se fabrica carbón y vinagre.

Se fabrica en hornos de ladrillos con una duración de tres semanas, con una cocción de dos semanas y una para enfriar. A partir de 6t de bambú se obtienen 800 kilos de carbón y 400 litros de vinagre. De acuerdo a los pedidos (uso) el carbón se vende en partículas finas o más gruesas.

El precio del vinagre es de US$730/t

El Precio del carbón es de US$400/t (FOB US$450/t)

Usos y aplicaciones del carbón

El carbón vegetal, es un producto para uso como combustible y también es una materia prima para una infinidad de diferentes productos que se logran vía uso directo, por transformación química o mecánica, o ambas.

Entre los procesos básicos se encuentra la activación del carbón vegetal para producir carbón activado, el cual tiene un desempeño mucho más eficiente. El otro proceso básico es el briqueteado que mejora sustancialmente el rol del carbón como combustible. Y el tercer proceso es el químico que sucede en la carbonización, a partir del cual se logran alquitranes, vinagres y otros.

- Un uso ambiental doméstico es como mejorador de las condiciones ambientales, aprovechando su propiedad de adsorción (el doble respecto a carbón de maderas) donde se destacan: almohadas de carbón de bambú; filtros para purificar el aire, el agua, como desodorante,

INFOR

deshumidificador, absorbe ondas electromagnéticas, aislante en contrucciones, repelente a termitas, etc.

Usos químicos

A partir del bambú vía procesos de carbonización, se generan varios componentes químicos como alquitrán y vinagre, que son insumos para diversos productos. Los productos resultantes es ácido acético, metanol, alcohol alílico, acetona, acetato de metilo, amoníaco, alquitrán soluble, guaiacol, creosota, etc. Estos se emplean para antibacterianos, textiles, neutralizador, pinturas, preservante, en medicina y otras 100 aplicaciones.

Referencia: Guangning Affilliation, Zhe Jiang Xin, Guanning, China.

Pulpa y Papel

La producción de papel a partir de pulpa de bambú se viene desarrollando desde muchos años. Una empresa produce 70 mil toneladas año, abasteciéndose de 40% de bambú fresco (fibra larga) y 60% de madera de fibra corta. Rinde 4,2 t de bambú para una tonelada de pulpa. El precio de venta, septiembre 2002 era de US$400/t.

También existe la producción de papel artesanal, cuya pulpa y prensados se realizan con equipos sencillos manuales.

CONCLUSIONES

Las condiciones de las dos puntas del negocio -el abastecimiento y el Mercado- se presentan muy favorables para actividades productivas y comerciales con bambú colihue en Chile.

El segmento de demanda mayor en Chile es el sector agrícola seguido por la minería, en los cuales aún hay espacios para nuevos negocios. El segmento de los artículos utilitarios y de adornos con baja elaboración aparecen como grandes oportunidades de negocios, para lo cual la estrategia consistiría en la diferenciación de producto lo que exige ingenio o definitivamente aplicar el diseño en forma profesional y una buena gestión de promoción.

INFOR

DISEÑO DE OBRAS DE CONSERVACIÓN. CANALES DE DESVIACIÓN - SISTEMA DE ZANJA DE INFILTRACIÓN

Mauricio Lemus V.[1]; Guillermo Navarro[2]

INTRODUCCIÓN

La Ley de Fomento Forestal D.L. 701 bonifica la forestación y las actividades de recuperación y conservación de suelos. Estas últimas, con el objeto de mitigar y/o controlar la escorrentía superficial, principal causante de la erosión hídrica. El presente documento desarrolla una metodología de diseño de dos tipos de obras para laderas, canales de desviación de aguas y zanjas de infiltración, como apoyo para profesionales que, sin ser expertos en hidrología, puedan desarrollar un diseño técnico de las obras descritas, utilizando datos accesibles de obtener en terreno y recopilando la escasa información disponible de precipitaciones de la estación meteorológica más cercana del sector a tratar. Del punto de vista costo-beneficio, estas obras seleccionadas son de fácil construcción y bajo costo, en mano de obra e insumos. Por otra parte, las zanjas de infiltración son, específicamente, obras por excelencia capturadoras de aguas lluvias, que implementadas en sectores con plantaciones forestales, benefician directamente con una mayor disponibilidad hídrica a dichos recursos.

Para facilitar la aplicación metodológica, se desarrolló un software, de diseño de canales y zanjas de infiltración, como herramienta técnica de fácil operatividad, adjunto a este documento.

2.- ANTECEDENTES GENERALES A CONSIDERAR

Un buen diagnóstico del problema, toma de datos en terreno, correcto desarrollo metodológico de diseño y uso posterior de los resultados, requiere conocer más en profundidad los factores causantes de la erosión y su proceso. Un sistema de tratamientos de conservación no puede ser generalizado. Necesita del estudio de caso en particular. Según López et

[1] Ingeniero Forestal, CONAF VI Región.

[2] Ingeniero Forestal, Jefe Provincial Cachapoal, CONAF

INFOR

al (1994), son un conjunto de principios y técnicas que por separado difícilmente cumplen el objetivo deseado. En consecuencia, cada medida, en general, y cada una, en particular, están condicionadas por una serie de parámetros: climáticos, geomorfológicos, edafológicos, agrotécnicos e hidrológicos.

2.1 EROSIÓN

Proceso físico de remoción acelerada de partículas de suelos producidos por el agua, viento, glaciares o acción geológica y/o generada por la acción antrópica.

Factores que intervienen en la Erosión: En el caso de la erosión hídrica se considera que las precipitaciones, relieve (en especial, pendiente en cuanto a longitud y grado), características edáficas (textura, estructura, permeabilidad, contenido de materia orgánica, entre otras) y cobertura vegetal son los factores que inciden directamente en la erosión de los suelos, cada uno actuando de manera particular de la siguiente manera:

- Precipitaciones: Factor climático relevante en causar la erosión de los suelos (Peralta, 1976). Cuando la cantidad de agua de lluvia excede a la capacidad de absorción o infiltración, el agua de exceso fluye sobre la superficie, fenómeno denominado escorrentía superficial (López *et al*, 1994), que en conjunto con el efecto de la gota de lluvia generan la erosión. Los factores que intervienen en la escorrentía son la cantidad, intensidad y duración de las lluvias, además de la distribución de las precipitaciones respecto del tiempo, lo cual determina las condiciones precedentes de humedad del suelo. De éstos, el factor pluviométrico más importante que afecta la escorrentía y, por ende, a la erosión es la intensidad (Peralta, 1976). Por ejemplo, dos zonas que en un período de tiempo tengan precipitación total semejante, pero que en un sector se distribuye de forma homogénea y en el otro, en reducidos e *intensos* eventos pluviométricos, es de esperar que en el segundo caso se presenten procesos erosivos de mayor magnitud. Además, el suelo está más expuesto a la acción erosiva del agua, debido a que el desarrollo de la vegetación es menos exuberante que el primer caso, con precipitaciones en período de tiempo mayor.

INFOR

- Cobertura vegetal: La importancia de este factor radica en la protección física que otorga al suelo, por medio de la intercepción directa de la precipitación, o a través de la hojarasca, que protege al suelo del impacto de la gota de lluvia y su rugosidad sobre la escorrentía superficial. Además, mejora las características edáficas, proporcionando mayor sustento a través del sistema radicular y modificando propiedades de los suelos como estructura y permeabilidad, entre otras, todas propiedades del suelo que inciden en la resistencia que éste ofrece a ser erosionado.

- Relieve: Factor con efecto directo sobre la erosión, tanto del micro como del macrorelieve, destacando especialmente la característica del macrorelieve, pendiente del terreno, preponderante en el desarrollo de la erosión. Tanto la velocidad como la energía erosiva de la escorrentía superficial se ven fuertemente afectadas por la inclinación, como por la longitud de la pendiente. Suárez de Castro (1979) explica en forma teórica las relaciones entre la pendiente y la magnitud de la velocidad del agua y su correspondiente poder erosivo de la siguiente forma:

1. La velocidad varía con la raíz cuadrada de la distancia vertical (longitud e inclinación) que ella recorre y su capacidad erosiva, de acuerdo con el cuadrado de la velocidad. Es decir, si la pendiente del terreno se aumenta cuatro veces, la velocidad del agua que fluye sobre él se duplica y su capacidad erosiva se cuadruplica.
2. La cantidad de material de determinado tamaño que puede arrastrar varía con la quinta potencia de la velocidad del flujo.
3. El tamaño de las partículas que pueden transportarse por rodamiento varía con la sexta potencia de la velocidad del agua.

De manera que si se duplica la velocidad de la escorrentía, la cantidad de material de determinado tamaño que puede transportarse aumenta 32 veces y el tamaño de las partículas que pueden transportarse por rodamientos aumenta 64 veces.

Conceptos que muestran la importancia de la distancia vertical de la pendiente (longitud y grado) sobre la erosión, como también la relevancia de poder reducir cualquiera de estas características, permitiendo la

INFOR

depositación de partículas de suelo desplazada por la acción del agua.

- Suelo: Sus características tanto físicas como químicas determinan su capacidad de infiltrar y retener agua, como su resistencia a la acción erosiva del agua (erodabilidad). De ahí la importancia de conocer características como textura, contenido de materia orgánica, estructura y permeabilidad, entre otras.

2.2 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

El diagnóstico requiere el desarrollo de los siguientes puntos:
1.- Determinar la superficie degradada a mitigar, definir categorías de erosión e identificar causas y problemas; escorrentía superficial, flujos hídricos del cauce o de la cárcava, etc. *Criterios indispensables,* para la selección de las obras a utilizar.
2.- Toma de datos de terreno y recopilación de antecedentes pluviométricos para el diseño de obras de conservación:
En forma práctica, este análisis se ve afectado por condicionantes de tipo económico y técnico-legal, como son: disponibilidad financiera, normativa vigente (número de obras, dimensión y distribución espacial, D.L. 701) y capacidad de gestión del propietario.

2.2.1 Categoría erosión

Se podrán identificar el o los grados de erosión presentes en la zona a mitigar, zonificando por áreas homogéneas.
A partir de criterios técnicos, expuestos en el artículo 21° *de las disposiciones de las normas técnicas reglamentarias del D.L.701* (Francke *et al*, 1999).

2.2.2 Antecedentes pluviométricos

Siendo las precipitaciones las que más influyen en la ocurrencia de la erosión, el diseño de obras estará directamente relacionado con las magnitudes e intensidades que éstas presenten en el sector a tratar. La información básica a utilizar es: registro anual de las precipitaciones máximas en 24 horas, de una serie no inferior a 5 años y 10 o más años como óptimo (menor número de datos implica menor precisión en las estimaciones estadísticas), de la estación

INFOR

meteorológica más cercana y representativa del sector. A partir de esta información, por medio de la *distribución de Gumbel* (Monsalve, 1999) y de la metodología propuesta por *Espíldora* (Espíldora, 1971) podrán ser inferidos los valores de intensidad y magnitud de precipitación, en períodos de tiempo pequeños (menores a 24 horas, generalmente menor o igual a 1 hora), datos indispensables en el dimensionamiento de las obras.

2.2.3 Toma de datos en terreno

Para el diseño de las obras (canales de desviación y zanjas de infiltración), es indispensable tomar en terreno los siguientes datos característicos del lugar a mitigar.

Suelo: Respecto a este factor debemos obtener los siguientes datos: textura, permeabilidad, además de la rugosidad (Tabla N° 8) que presentará el canal. La permeabilidad podrá ser obtenida en forma indirecta por medio de la textura (Tabla N° 1) o mediante observación directa de terreno.

Tabla N° 1. Estimación de la permeabilidad a partir de la textura

Textura	Mínima Tasa de Infiltración *	Permeabilidad
Arenosa, Arenoso Franco	7.62 - 11.43 mm/hr	Muy permeable
Franco arenoso, Franco, Franco Limoso, Franco arcilloso	1.27 - 7.62 mm/hr	Semipermeable
Arcilloso	0 - 1.27 mm /hr	Impermeable

* Adaptado de Martinez (1996).

La estimación de la permeabilidad a través de la tabla no reemplaza la observación en terreno, ya que factores tales como presencia de estratas duras en el horizonte del suelo alterarán la permeabilidad.

Relieve-Área de mitigación: Se requiere la pendiente, área de impluvio (superficie cuyas aguas vierten sobre el canal) y la distancia más lejana del área de recepción hacia el canal de desviación.

INFOR

Cobertura Vegetal: Se debe caracterizar que tipo de cubierta vegetal tiene el área a tratar (pastizal, matorral, bosque).

3. METODOLOGÍA DE DISEÑO DE ZANJAS DE INFILTRACIÓN Y CANALES DE DESVIACIÓN DE AGUA

Existen obras de conservación de suelo que aumentan la infiltración, como las zanjas y otras que regulan el flujo hídrico como son los canales de desviación (Francke *et al*, 1999). El diseño de estas obras necesita del análisis de precipitaciones, que estime magnitudes e intensidades de precipitaciones en períodos de tiempos pequeños que inciden directamente en la dimensión de las obras a construir. Con esta información y el detalle de los datos de terreno se determina la escorrentía que deberá controlar cada obra de conservación, *escorrentía crítica*, teniéndose que diseñar de esta manera un canal de desviación o zanja de infiltración capaz de trasladarla o retenerla en parte.

3.1 ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES

La gran escasez de datos pluviométricos disponibles para cada localidad de nuestro país hace necesario métodos analíticos de estimación. En especial sobre intensidades o magnitudes de lluvia para duraciones pequeñas.

La información pluviométrica puede ser expresada de dos formas. Según Espíldora (1979): *magnitud de lluvia*, lámina de agua (mm) que se produce en un cierto intervalo de tiempo o duración; o *intensidad*, lamina de agua por hora (mm/hr). Por ejemplo, es posible expresar la magnitud de lluvia de 10.36 mm en 10 min. en términos de intensidad, que es igual a 62.16 mm/hr.:

$$I_t = \left(\frac{Ppt \text{ min}}{t \text{ min}/60} \right) = \left(\frac{10.36 mm}{10 \text{ min}/60 \text{ min}} \right) = 62.16 \, mm/hr$$

I t = Intensidad en un tiempo t (mm/hr)
Pp = Precipitación en t min (mm)
t = tiempo t min

3.1.1 Análisis de frecuencia

El dimensionamiento de obras de conservación de suelo debe estar asociado a un período de duración, considerando que las obras están insertas en áreas forestadas. Su vida útil debe ser no inferior al período en el cual la plantación alcanza una cobertura protectora contra la acción erosiva del agua lluvia. Millán (2000) recomienda dimensionar las obras para un período de retorno de 10 años, entiéndase *período de retorno* como el intervalo promedio de tiempo dentro del cual cierta magnitud o intensidad de lluvia se iguala o excede una vez. Cabe mencionar que el valor recíproco del período de retorno es la *probabilidad de excedencia*. Es decir, la probabilidad anual de igualar o sobrepasar cierta magnitud del fenómeno en estudio. Por ejemplo, una zona con una precipitación máxima en 24 horas de 100 mm, con período de retorno de 10 años, significa que cada 10 años se espera la ocurrencia de una lluvia igual o superior. Por otra parte, existe la probabilidad de excedencia de un 10% anual, que se pueda igualar o exceder en 24 horas los 100 mm.

Para el análisis de precipitaciones, la información básica es un registro anual de máximas precipitaciones en 24 horas (X_1, X_2, X_3……., X_n), valores de entrada para el estudio de lluvias asociadas a un período de retorno, utilizándose la distribución de *valores extremos o Gumbel*, comúnmente usada para análisis de frecuencia de variables hidrológicas (Monsalve, 1999). Por ejemplo, López et al. (1994) propone utilizar esta distribución en la estimación de caudales máximos, con período de retorno asociado.

La distribución de Gumbel, según Millan (2000), tiene la siguiente función de distribución de probabilidad:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

y, por lo tanto, la función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \alpha e^{[-\alpha(x-\beta)-e^{(-\alpha-\beta)}]}$$

INFOR

En directa relación con el *análisis de frecuencia* se encuentra el cálculo de los valores α y β, los cuales se obtienen a partir del registro de valores de precipitaciones. En primer término se obtienen los valores de μ_y y σ_y de tabla, según el número de registro de precipitaciones (Tabla N°2). Con estos valores, además del promedio (x) y desviación estándar (s) de las máximas precipitaciones anuales, se obtienen los valores de α y β luego de reemplazarlos en las Ecuaciones N° 1 y 2.

Tabla N° 2. Valores μ_y y σ_y, para el cálculo de parámetros α y β de la función de Gumbel (Según Monsalve, 1999)

n-1 años	μ_y	σ_y	n-1 años	μ_y	σ_y
2	0.4043	0.4984	9	0.4902	0.9288
3	0.4286	0.6435	10	0.4952	0.9497
4	0.4458	0.7315	11	0.4996	0.9676
5	0.4588	0.7928	12	0.5035	0.9833
6	0.469	0.8388	13	0.507	0.9972
7	0.4774	0.8749	14	0.51	1.0095
8	0.4843	0.9043	15	0.5128	1.0206

Ecuación N° 1 y 2. Cálculo de parámetros función de Gumbel (Millan et al, 2000)

$$\alpha = \frac{\sigma_y}{s} \quad ; \quad \beta = x - \frac{\mu_y}{\alpha}$$

En donde:
x: Promedio de precipitaciones en 24 horas (mm).
s: Desviación estándar de precipitaciones en 24 horas.
n: Número de registro (pp máximas en 24 horas).

Obtenidos los parámetros α y β es posible calcular las precipitaciones máximas en 24 horas (Pmax) para un período de retorno R, a partir de la siguiente formula:

Ecuación N°3. Cálculo de precipitación máxima (Millan *et al*, 2000).

$$P_{max} = \beta - (\tfrac{1}{\alpha}) * \ln\left[\ln(\frac{R}{R-1})\right]$$

INFOR

Pmax: Precipitación máxima en 24 horas asociado a un período de retorno R.
R: Período de retorno.
α y β: Parámetros de cálculo (Ecuación N° 1 y 2)

Siendo Pmax el valor de entrada para la obtención de valores de magnitud e intensidad de precipitaciones.

3.1.2 Análisis de magnitudes e intensidades de lluvia para duraciones pequeñas

Es necesaria la estimación de valores de magnitudes e intensidades en períodos cortos de tiempo (generalmente igual o menor a 1 hora), por cuanto inciden directamente en el aporte máximo de escorrentía que deberán soportar las obras de conservación de suelo.

3.1.2.1 Coeficientes de duración

Para estimaciones de magnitudes e intensidades de precipitación en períodos de tiempo pequeño a partir de precipitaciones en 24 horas (Sec 3.1.1), se utilizan los coeficientes de duración propuestos por Espíldora, definidos como el cuociente entre la precipitación caída en "t" min. y la precipitación correspondiente en 1 hora, asociadas a un mismo período de retorno. La mayor utilidad de los coeficientes de duración propuesto por Espíldora se debe a que fueron calculados a partir del régimen pluviométrico de Chile (Tabla N°3 y Fig. N°1).

Ecuación N°4. Cálculo de coeficiente de duración

$$CD_t = \frac{P_t(mm)}{P_{60}(mm)}$$

CDt: Coeficiente de duración para t min.
Pt: Precipitación para t min.
P60: Precipitación en 60 min.

INFOR

Tabla N° 3. Coeficientes de duración (Espíldora, 1971)

Duración t	Coeficiente CDt
5 min.	0.26
10 min.	0.40
15 min.	0.53
30 min.	0.70
45 min.	0.86
60 min.	1.00
120 min.	1.40
24 hrs.	4.04

Por ejemplo, si queremos obtener la precipitación ocurrida en 10 minutos a partir de la ocurrencia de una precipitación de 30 mm en 1 hora, primero debemos obtener el coeficiente de duración, en este caso de 0.4 para 10 minutos (Tabla N° 3, valor que también puede ser obtenido de la Fig. N°1). Por lo tanto, la magnitud de precipitación en 10 minutos es 12 mm deducida de la ecuación N°4.

$$CD_t = \frac{P_t(mm)}{P_{60}(mm)} \; ? \; P(mm) = CD_t * P_{60}(mm) \; ? \; P_{10\,min} \; ? \; 0.4 * 30mm = 12mm$$

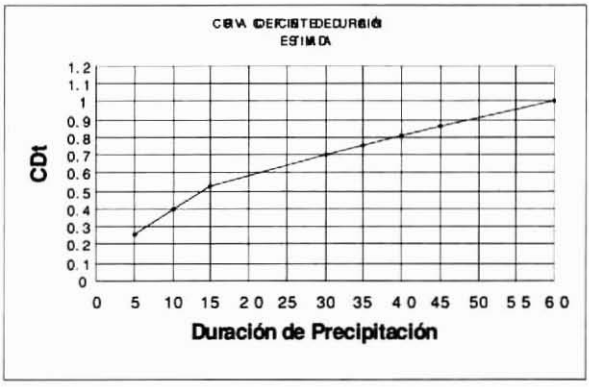


Figura N°1. Curva de coeficiente de duración estimada a partir de los datos generados por Espíldora (1971).

La curva de intensidad, duración y frecuencia estimada por Espíldora (Bonelli, 1986) y las calculadas con posterioridad por Varas y Sánchez, con un numero superior de datos pluviométricos, tienen diferencias significativas en los coeficientes de duración para 24 horas (Cdt 24hr).

INFOR

Espíldora, 4,04, y Varas y Sánchez, 6,45, diferencia superior al 60%. Bonelli (1986) explica que las estimaciones a partir del valor propuesto por Espíldora exceden a las precipitaciones reales, en la mayoría de los casos. Ante esta situación se recomienda utilizar un coeficiente de duración intermedio (Monttli, 2002). Es decir, 4,9, valor estimado a partir de la formula de Grunsky.

3.1.2.2 Cálculo de magnitudes e intensidades de lluvias

Conocida la precipitación en 24 horas (Pmax) asociada a un período de retorno R (Sección 3.1.1; Ecuación N° 3) se determina la magnitud e intensidad de la precipitación, para un tiempo t, con el mismo Período de Retorno R, a partir de las siguientes ecuaciones.

Ecuación N° 5. Cálculo de magnitud de precipitación en un tiempo t para un período de retorno R (Espíldora, 1971).

$$P_t = \left(\frac{CD_t}{CD_{24}} \right) x P_{max} \quad ; \quad P_t = \left(\frac{CD_t}{4.9} \right) x P_{max} \, xK$$

Ecuación N° 6. Cálculo de intensidad en un tiempo t para un período de retorno R (Espíldora, 1971)

$$I_t = \frac{1}{t} x \left(\frac{CD_t}{CD_{24}} \right) x P_{max} \quad ; \quad I_t = \frac{1}{t} x \left(\frac{CD_t}{4.9} \right) x P_{max} \, xK$$

I t: Intensidad de precipitaciones en t min. con período de retorno de R años (mm/hr).
t: Tiempo de precipitación en t min.
Pt: Precipitación en t min. con un período de retorno R años (mm).
Pmax: Precipitación en 24 hrs con período de retorno R años (mm). (Sec. 3.1.1).
CDt: Coeficiente de duración en t min.
CD 24: Coeficiente de duración en 24 horas.
K: P24/Pd =1.1 : Cuociente entre la lluvia caída en 24 horas (P24) y la lluvia diaria (Pd) (Vargas y Sánchez, citado por Bonelli 1986).

[1] Geóloga, Edras S.A.

INFOR

Los valores de magnitud e intensidad, obtenidos precedentemente a partir de las ecuaciones anteriores, originaran la curva de intensidad, duración y frecuencia (Fig. N° 2), valores que más tarde serán utilizados en el diseño de zanjas y canales, respectivamente.

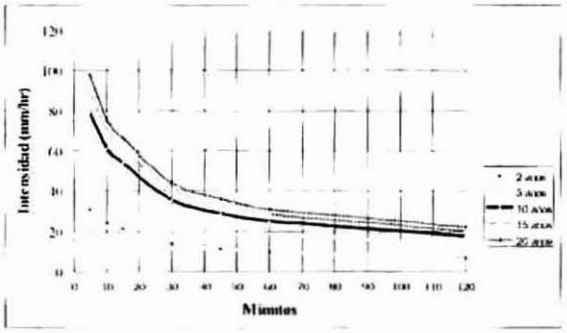


Figura N°2. Curva de duración, intensidad y frecuencia, comuna Paredones.

3.2 DISEÑO DE CANALES DE DESVIACIÓN

Un canal debe ser capaz de encauzar las aguas vertidas en él, originadas de la máxima escorrentía que pueda ocurrir en el área de impluvio, en un tiempo determinado, escorrentía crítica (Suárez de Castro, 1979).

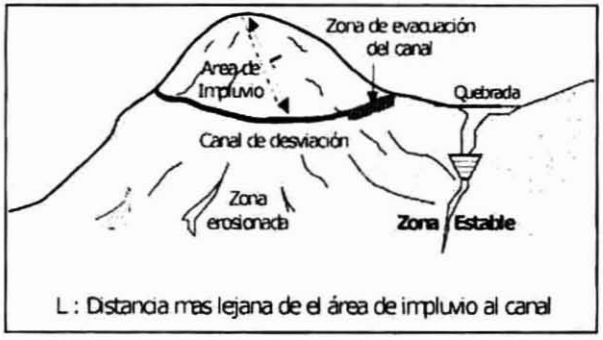


Figura N°3. Diagrama de ubicación y sistematización del canal de desviación

3.2.1 Cálculo de escorrentía crítica

La escorrentía que deberá evacuar el canal de desviación dependerá de:

- La máxima intensidad de lluvias que puedan ocurrir en un período y tiempo determinados.
- Característica de las vertientes (pendiente, cubierta vegetal, suelo, etc.).
- Extensión de la ladera (área de impluvio).

La escorrentía crítica se puede calcular a partir de la siguiente formula (Suárez de Castro, 1978; Morales, 1995):

Ecuación N°7. Cálculo de la escorrentía crítica (Suárez de Castro, 1979)

$$Q_{esc} = \frac{CxIxA}{360}$$

En donde:

Qesc: Escorrentía crítica (m3/seg);
C: Coeficiente de escorrentía;
I: Intensidad crítica de las precipitaciones (mm/hr) y
Ai: Área de impluvio (hectáreas).

- *Coeficiente de Escorrentia (C)*

Según Monsalve (1999), coeficiente de escorrentía se define como la relación entre el volumen de escorrentia superficial total y el volumen total de agua precipitada, en un intervalo de tiempo dado (Tabla N°4). Al respecto, señala Chow (1994) que el coeficiente de escorrentía (C) es la variable menos precisa para el cálculo de la escorrentía crítica (Qesc). La certeza del valor tabla dependerá de la experiencia en terreno de quien diseñe las obras de conservación.

INFOR

Tabla N° 4. Coeficiente de escorrentía (Benítez *et al*, 1980)

Cobertura Vegetal	Tipo de Suelo	>50%	20-50%	5-20%	1-5%	0-1%
Sin Vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,55	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, Veg. ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, Grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosque, Densa Veg.	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

- *Intensidad crítica de las precipitaciones (I)*

Definida como la máxima intensidad que puede ocurrir en un tiempo igual al tiempo de concentración (tc), entiéndase tiempo de concentración, según Suárez de Castro (1979), como el tiempo que ocupa una gota de agua en moverse desde la parte más lejana de la vertiente hasta el desagüe (ver Fig. N° 3). El tiempo de concentración puede estimarse por medio de la ecuación N° 8 o 9 o Fig. N° 4.

Tabla N° 5. Velocidad de agua (Benítez *et al*, 1980)

Descripción de la Vertiente	Velocidad en metros por segundo					
	Pendiente del terreno en porcentaje					
	0-4	4-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Con bosque	0,3	0,6	1,0	1,2	1,5	1,5
Con potrero	0,45	0,9	1,2	1,5	1,6	1,8
Con cultivo limpio	0,6	1,2	1,5	1,7	1,8	1,9

INFOR

Ecuación N° 8. Cálculo del tiempo de concentración

$$T_c = \frac{L}{V_{agua}}$$

Tc: Tiempo de concentración (seg.)
L: Distancia más lejana aportante al canal de desviación o cauce principal (m)
Vagua: Velocidad de agua (Tabla N°5)

Ecuación N° 9. Fórrmula de Kirpich para el cálculo de tiempo de concentración (López, 1994)

$$Tc = \left(\frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Tc: Tiempo de concentración (hr)
L: Distancia más lejana aportante al canal de desviación o cauce principal (km)
H: Diferencia de nivel entre la salida de la cuenca y el punto hidráulicamente más alejado (m).

Conocido el tiempo de concentración (Tc) para el canal a diseñar, se debe obtener el valor de intensidad crítica (I) para el cálculo de la escorrentía crítica, con un tiempo t igual al tiempo de concentración Tc (Sección 3.1.2.2; Ecuación N° 6).

INFOR

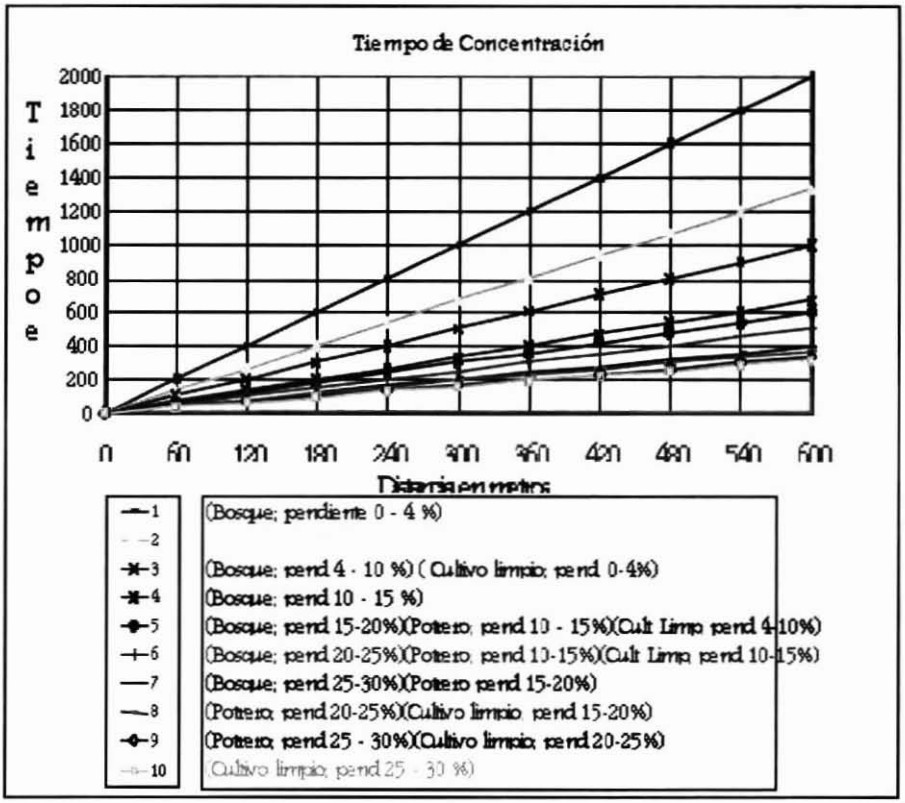


Figura N°4. Gráfico "Tiempo de Concentración" (Adaptado de Benítez *et al*, 1980)

3.2.2 Especificaciones técnicas de diseño del canal

Un canal de desviación adecuado debe contener la escorrentía crítica (Sección 3.2.1; Ecuación N°7) y, según el terreno, conducir el caudal a una velocidad menor que la máxima permitida para que la estructura del canal no se socave. Obtenida la escorrentía crítica y máxima velocidad permitida, se determina el área mínima que deberá poseer la sección transversal, a partir de la cual el canal podrá cumplir con las características anteriormente señaladas.

- Máxima velocidad del agua

Según Suárez de Castro, depende de la naturaleza del material en el cual se construye el canal (Tabla N°6).

INFOR

Tabla N°6. Máximas velocidades permitidas en canales (Vmax) (Suárez de Castro, 1978)

Material	**Velocidad media en metros por segundo**
Suelo Arenoso muy suelto	0,3 - 0,45
Arena gruesa o suelo arenoso suelto	0,45 - 0,6
Suelo arenoso promedio	0,6 - 0,75
Suelo franco arenoso	0,75 - 0,83
Suelo franco de aluvión o ceniza volcánica	0,83 - 0,9
Suelo franco pesado o franco arcilloso	0,9 - 1,2
Suelo arcilloso o cascajoso	1,2 - 1,5
Conclomerado, cascojo cementado, pizarra blanda, hard pan, roca sedimentaria blanda	1,8 - 2,4
Roca dura	3,0 - 4,5
Hormigón	4,5 - 6,0

- Área mínima

El diseño de un canal de desviación requiere de una serie de iteraciones a partir de una sección transversal del canal, la cual como mínimo debiera tener una superficie igual a la calculada según Ecuación N°10.

Ecuación N° 10. Área mínima de diseño del canal

$$A_{\min} = \frac{Q_{esc}}{V_{\max}}$$

Vmax: Máxima velocidad permitida (Tabla N° 6)
Qesc: Escorrentía crítica (Ecuación N° 7)

3.2.3 Diseño sección transversal

Una vez conocidas las especificaciones de escorrentía crítica, máxima velocidad permitida y área mínima, se deberá realizar una serie de iteraciones, de sucesivas secciones transversales, a fin de encontrar aquella sección que sea capaz de trasladar de manera segura el caudal para el cual se diseña. Para este fin se propone una metodología descrita a continuación:

INFOR

1. Selección de área para la primera iteración. Se recomienda utilizar un área igual o superior al área mínima de diseño (Ec. N° 10).
2. Determinación de parámetros de la sección transversal base y taludes, según experiencia de terreno.
3. Cálculo de los parámetros de altura (H, ecuación N° 11), ancho superior (a_s, Ecuación N° 12), longitud de taludes inferior y superior (L_{inf} y L_{sup}, Ecuaciones N° 13 y N°14) y radio hidráulico (r, Ecuación N°15).
4. Asignación de pendiente del canal (según experiencia en terreno) y determinación de un coeficiente de rugosidad (n, Tabla N°8).
5. Cálculo del caudal y velocidad de transporte del canal. (Ecuaciones N° 17 y 18, respectivamente).
6. Realización de test de control de las especificaciones técnicas del canal (Sección N° 3.2.5).
7. Si el canal no satisface las especificaciones técnicas, se procede a un nuevo diseño, según las opciones:
   - modificación de la pendiente, para luego realizarse nuevamente el test de control; o
   - modificación de la sección transversal (se recomienda un aumento de un orden del 5-10% respecto a la última iterada), volviendo a la secuencia a partir del punto N°2 de esta sección.

Aprobadas las condicionantes técnicas y el test de control de calidad de diseño, el perfil del canal podrá ser implementado en terreno.

INFOR

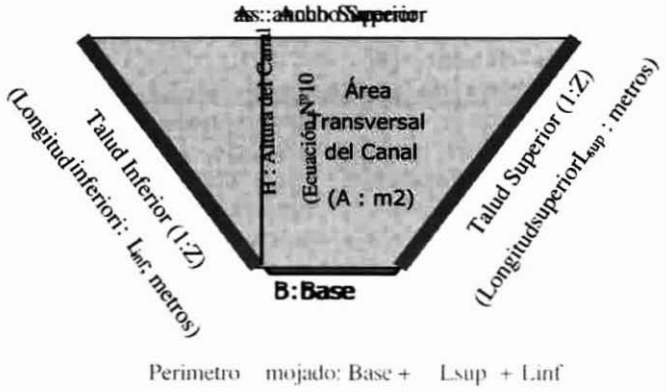


Figura N°5. Esquema de sección trapezoidal de canal de desviación

- Cálculo de los componentes de la sección transversal.

Los datos de entrada para el diseño del canal son los siguientes:

Área de sección transversal de canal: Ac (superior al área mínima)
Base del canal : b
Talud inferior : Z_{inf}
Talud superior : Z_{sup}

Área (A_c): Área de diseño. Se recomienda utilizar como primera iteración el área mínima de diseño ($A_{min.}$; Ecuación N° 10) o una levemente superior y aumentar en cada iteración entre un 5 - 10%, hasta encontrar el diseño adecuado.

Base (b): Valor predefinido normalmente igual a 0,2 m.

Talud inferior y superior: Entiéndase taludes la inclinación que poseen las paredes laterales del canal y las cuales se expresan en forma de proporción, en donde 1: Z se representa de la siguiente manera:

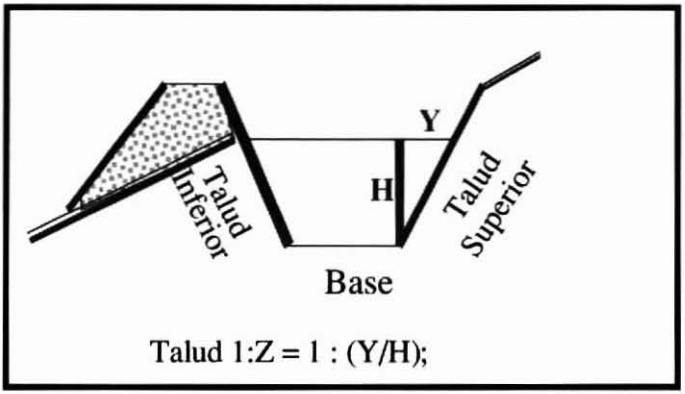


Figura N° 6. Taludes en sección transversal

Importante en la determinación de los taludes del canal es que éstos sean adecuados para cada tipo de suelo, de modo que el canal no se desmorone (*Zinf.* - Z *sup.*). Se debe tener cuidado de manera especial en obras de conservación desarrolladas en suelos de texturas livianas (arenosas), construyéndose con taludes mayores (ver recomendaciones hechas por el Ministerio de Obras Públicas para canales de drenaje o protección de carreteras; Tabla N° 7).

Tabla N° 7. Taludes recomendados para la sección trapecial de un canal (MOP, 1981)

Terreno	**Talud (Z)**
Roca	Casi vertical
Turba	0,25
Arcilla y revestimiento de hormigón	0,5 - 1
Tierra	1
Suelo arenoso	2

Se debe considerar que para una misma sección transversal, aquélla que posea el mayor radio hidráulico (proporción entre el área transversal A_c y el perímetro mojado; Fig. N°5) es la sección capaz de trasladar el mayor caudal (en las secciones desarrolladas para obras de conservación de suelo en el marco del D.L 701, estos taludes (Z) se encuentran entre 0,3 y 1).

Ecuación N° 11. Determinación de altura de sección transversal del canal

$$H = \frac{-2b + \sqrt{4b^2 + 4(Z_{inf} + 8Z_{sup})(2A_c)}}{2(Z_{inf} + Z_{sup})}$$

En donde:

b: Base.
Zinf, Zext: Talud inferior y superior, respectivamente.
Ac: Área de la sección transversal del canal.

Una vez calculada la altura se procede al cálculo de las siguientes componentes de la sección transversal del canal.

Ecuación N° 12. Cálculo de ancho superior de sección transversal del canal de desviación

$$a_s = b + H * Z_{inf} + H * Z_{Sup}$$

En donde:

a_s: ancho superior.

Ecuación N° 13. Cálculo de longitud de talud inferior

$$L_{inf} = \sqrt{H^2 + (H * Z_{inf})^2}$$

Ecuación N° 14. Cálculo de longitud de taludes

$$\text{superior}\, L_{sup} = \sqrt{H^2 + (H * Z_{sup})^2}$$

Ecuación N° 15. Cálculo del radio hidráulico para una sección trapezoidal

$$r: Radio - hidráulico: \frac{Área - transversal}{Perímetro - mojado}: \frac{Ac}{(b + L_{sup} + L_{Inf})}$$

Opcionalmente para comprobar si los cálculos de los parámetros de la sección transversal fueron bien efectuados, se recomienda calcular el área de la sección

INFOR

transversal con la ecuación N° 16, que debiera ser igual al área de diseño A_c.

Ecuación N° 16. Cálculo de área de sección transversal

$$A_c = (b + a_s) * \frac{H}{2}$$

3.2.4 Capacidades del canal diseñado

Una vez diseñada la sección transversal del canal, es asignada una pendiente para el canal y se determina el coeficiente de rugosidad del canal que corresponde a las condiciones de terreno (n; según Tabla N°8). Con estos valores se calcula la velocidad y el caudal que transportará el canal por medio de las ecuaciones de Manning descritas a continuación.

Tabla N°8. Valores de n para fórmulas de Manning (Morales *et al*, 1995)

Valores de n canales y zanjas	**Condición de paredes**		
	Malo	**Regular**	**Bueno**
En tierras, alineados y uniformes	0,02	0,0225	0,025
En rocas lisos y uniformes	0,03	0,033	0,035
Sinuosos y de escurrimiento lento	0,025	0,0275	0,03
Dragados en tierra	0,0275	0,03	0,033
Con lecho pedregoso y bordes de tierra enhierbados	0,03	0,035	0,04
Fondo (plantilla de tierra, taludes ásperos)	0,03	0,033	0,035

Ecuación N° 17. Cálculo de caudal según Manning (Suárez de Castro 1979; López et al, 1995)

$$Q_c = \frac{1}{n} Ar^{\frac{2}{3}} s^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación N° 18. Cálculo de velocidad de un canal según Manning (Suárez de Castro 1979; López *et al*, 1995)

INFOR