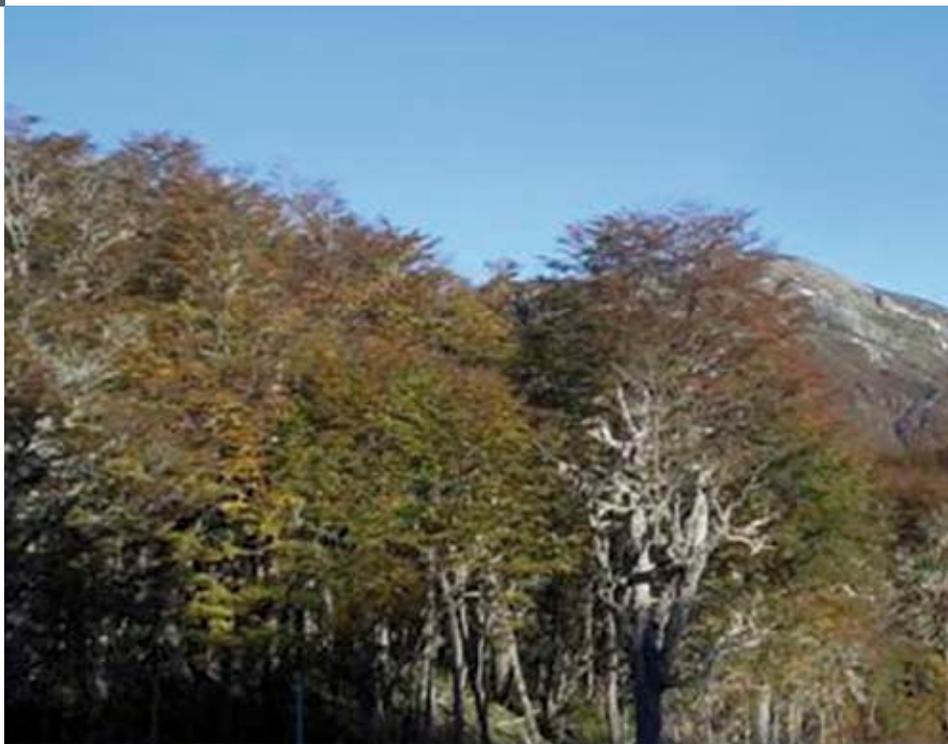


Volumen 17 N° 1
Abril 2011

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

VOLUMEN 17 N° 1

**CIENCIA E
INVESTIGACIÓN
FORESTAL**

ABRIL 2011

RELACIONES INTERNACIONALES Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA INFOR

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

Director	Hans Grosse Werner	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR – IUFRO	Chile
Consejo Editor	Santiago Barros Asenjo Braulio Gutiérrez Caro Jorge Cabrera Perramón	INFOR – IUFRO INFOR Concepción INFOR Valdivia	Chile Chile Chile
Comité Editor	José Bava Leonardo Gallo Mónica Gabay Heinrich Schmutzhenhofer Marcos Drumond Sebastiao Machado Antonio Vita Juan Gastó Miguel Espinosa Sergio Donoso Vicente Pérez Camilo Aldana Glenn Galloway José Joaquín Campos Ynocente Betancourt Carla Cárdenas Alejandro López de Roma Isabel Cañelas Gerardo Mery Markku Kanninen José Antonio Prado Concepción Lujan Oscar Aguirre Margarida Tomé Zohra Bennadji Florencia Montagnini John Parrotta Osvaldo Encinas	CIEFAP INTA SAyDS IUFRO EMBRAPA UFPR UCH UC UDEC UCH USACH CONIF CATIE CATIE UPR MINAMBIENTE – IUFRO INIA INIA - IUFRO METLA - IUFRO CIFOR FAO UACH UANL UTL - IUFRO INIA - IUFRO U Yale - IUFRO USDAFS - IUFRO ULA	Argentina Argentina Argentina Austria Brasil Brasil Chile Chile Chile Chile Chile Chile Colombia Costa Rica Costa Rica Cuba Ecuador España España Finlandia Indonesia Italia México México Portugal Uruguay USA USA Venezuela

Dirección Instituto Forestal
 Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile
 Fono 56 2 3667115 Fax 56 2 2747264
 Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

Valor suscripción anual (tres números y eventualmente uno extraordinario): ch \$ 15.000 y 10.000 para estudiantes. Para el extranjero US \$ 30, más costo envío. Valor números individuales ch \$ 5.000 y US \$ 10.

La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

RELACIÓN ENTRE LAS BONIFICACIONES A LA FORESTACIÓN Y EL SISTEMA ECONÓMICO CAMPESINO

Gascón Castro, Aliro¹ y Retamal Siefert, Pilar²

RESUMEN

Las tasas de forestación están cayendo año a año el país y esto hace interesante revisar cuales son las razones para forestar de los propietarios y, específicamente en este caso, de los propietarios de Aysén.

Se realizó un estudio en la región de Aysén, con la participación de una antropóloga en proceso de titulación profesional, que tuvo como objetivo conocer las experiencias de los pobladores locales con los incentivos de fomento estatales para la forestación y en relación a las plantaciones de especies arbóreas y sus sistemas económicos. Este estudio se centró en la Comuna de Coyhaique de la Región de Aysén.

Las hipótesis de trabajo apuntan a si el sistema económico es determinante en la toma de decisiones para realizar una forestación o si la forestación se encuentra condicionada por rasgos culturales y económicos, externos e internos, del sistema económico campesino.

La metodología para la recolección de datos fue la recolección de elementos cualitativos, mediante entrevistas semiestructuradas, herramienta que recaba el grueso de la información para el trabajo, registros etnográficos y revisión bibliográfica.

Como resultado de este estudio, se aprecia que los objetivos planteados por los campesinos giran en torno a un mejoramiento del predio, con la convicción de un mejoramiento del medio, pero siempre teniendo en cuenta que hay necesidades inmediatas que son mucho más valiosas y en pocas ocasiones se busca una maximización económica.

Los usos que se da a estas plantaciones se encuentran siempre ligados a los objetivos que poseen las personas. Estos se fundamentan principalmente en la actividad económica identificada por la gente como primordial a lo largo de su historia, que es la ganadería.

La satisfacción de requerimientos domésticos es fundamental para el poblador. Es decir, las plantaciones son orientadas hacia la recuperación de suelos, que en la región es un objetivo fundamental. También se deben considerar elementos tales como el forraje y el abrigo para los animales, en términos de constituir un ahorro en insumos y gastos.

Se ratifica la hipótesis de la forestación asociada preferentemente a rasgos culturales, aunque también a aspectos económicos y ambientales, porque en primer término en muchos

¹ Ing. Forestal. Magíster en Desarrollo Rural. Corporación Nacional Forestal. Aysén, Chile. aliro.gascon@conaf.cl
² Antropóloga (E). Universidad Católica de Temuco. pilar.retamalsiefert@gmail.com

campesinos el eje es lo ambiental, lo secundario son los incentivos del Estado. Este punto tiene que ver con los tipos de racionalidad que se establecen en los campesinos; a largo plazo y una a corto plazo, condicionada por la naturaleza como capital.

Palabras claves: Forestación campesina, incentivos, racionalidad económica campesina.

SUMMARY

The year to year afforestation rates falling turns interesting a review on the reasons to establish forest plantations, particularly in this case in the Aysen region.

With the participation of a pre graduated anthropologist, a study was carried out to know the local land owners experience on the State incentives for afforestation and the relationship of planted forest to their economical systems. The study was focused on the Coyhaique commune in the Aysen region.

Working hypothesis were if economical system is a deciding factor to forest or the afforestation is conditioned by cultural an economic subjects, internal or external to their economic system.

Methodology to collect qualitative data was through semi structured interviews, obtaining most of the information for the work, ethnographic records and bibliographic revision.

Results show that main land owner objectives are related to farm improvement, feeling that as an environmental improvement also, but always taking in due account immediate and more valuable needs. In a few cases to maximize economic results is the goal.

Planted forest use is always linked to the main land owner objective, consisting on ranching and considered by the peasants as their paramount historical economic activity.

Domestic needs satisfaction is a crucial matter for peasants. Soil recovering is a central objective in the region and planted forest use is focused on that. Also are considered functions as fodder production and cattle shelter, mainly in terms of inputs and other costs saving.

Hypothesis is ratified in terms of afforestation decisions associated mainly to cultural peasant features, but considering also economical and environmental matters, because many farmers have the environment as a key point. Governmental incentives are in a secondary position. Peasants in the region have both, a long term and a short term rationality, and nature is perceived as a capital.

Key words: Farmer afforestation, forest incentives, farmer economic system.

INTRODUCCIÓN

Para fomentar la reactivación de la forestación, se debe conocer las motivaciones que tienen los usuarios, sobre todo los campesinos, al momento de tomar de decisión de incorporar especies forestales a sus suelos.

Con el fin de intentar encontrar posibles respuestas a las causas de la caída de las tasas de forestación en los últimos 3 ó 4 años, el Departamento Forestal de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la Región de Aysén se planteó revisar las razones que tienen los campesinos para forestar sus predios en la región de Aysén.

Algunos profesionales de la Corporación, en particular asociados al fomento y desarrollo forestal, suponían que la explicación principal estaba en los incentivos estatales a la forestación, es decir en el diferencial positivo que genera la bonificación que entrega el Estado.

Sin embargo, es necesario probar esta tesis, dada su connotación negativa respecto de un interés cortoplacista de los pequeños y medianos propietarios, sin importar otras consideraciones como las ambientales y las económicas a largo plazo en relación a la capitalización del predio.

CONAF en conjunto con la carrera de Antropología de la Universidad Católica de Temuco decidió hacer un trabajo en el tema, que sirviera además como práctica profesional y generara posteriormente una Tesis de Grado. El presente trabajo se entrega los primeros resultados obtenidos.

El trabajo se funda en dos hipótesis relacionadas:

- El sistema económico determinante en la toma de decisiones al momento de decidir realizar o no una forestación.
- La forestación se encuentra condicionada por rasgos culturales y económicos, externos e internos del sistema económico campesino.

OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer las experiencias de los pobladores locales en el programa de bonificación forestal en relación a las plantaciones de especies exóticas y sus sistemas económicos en la comuna de Coyhaique.

Objetivos Específicos

Identificar las principales actividades económicas presentes en los predios de los pobladores locales, mediante la significación a sus recursos naturales.

Conocer las experiencias de los pobladores locales con el programa de bonificación forestal en relación a las plantaciones de especies exóticas.

METODOLOGÍA

Todo proyecto en el mundo rural pretende solucionar o mejorar alguna condición propia de la comunidad en la que estará inserto. Las intervenciones de estos proyectos causan algún tipo de impacto, los que pueden ser positivos, negativos o nulos, dependiendo de quién los mida, la metodología que use para ello y la visión que se tenga del problema (Gascón, 2010).

En Chile y en particular en el mundo rural, no es común encontrar proyectos que midan impactos y mucho menos que éstos sean formulados por la población sujeto de la intervención (Gascón, 2010), por tanto conocer mediante metodologías de las ciencias sociales la percepción que tienen los campesinos, usuarios de los programas de fomento vinculados a las plantaciones, es de vital importancia para que estos programas se mantengan en el tiempo logrando impactos positivos desde la mirada de los usuarios.

El tema aquí abordado desde las ciencias sociales y en particular desde la antropología, tendrá la modalidad de ser de carácter exploratorio cualitativo. Entendiendo que el investigador social se sitúa en un determinado orden social, intentando comprender a otros sujetos (actores) que se encuentran en el mismo orden. Para ello el analista social utiliza sus significaciones disciplinarias para encontrar sentido a lo estimado como real. Por lo dicho se debe tener en cuenta que se establece una relación sujeto a sujeto, donde el sujeto investigador es el intérprete de otros, estimando su disciplina, teniendo presente sus determinaciones. Por lo tanto se trata de una creación de un investigador sobre la representación de actores sociales que desde sus significados interpreta.

Análisis Conceptual

- Concepto de Campesino

Desde diversas concepciones, distintos autores analizan a los sujetos llamados “campesinos”, considerando elementos socio-culturales, políticos y económicos.

Wolf (1982) plantea que “los campesinos son esos amplios sectores de la humanidad que se encuentran entre la tribu primitiva y la sociedad industrial. Son importantes desde el punto de vista histórico a causa de que la sociedad industrial ha sido edificada sobre las ruinas de la sociedad campesina”.

Además Wolf (1982) plantea que “...los campesinos, sin embargo, son cultivadores cuyos excedentes son transferidos a grupos dominantes que los utilizan en dos sentidos; para asegurar su propios estándares de vida y para distribuir al resto, a grupos de la sociedad que no cultivan, pero que deben ser alimentados a cambio de sus bienes específicos y servicios.”

Se distinguen tres características esenciales para la definición de campesinado

- El campesinado es un productor agrícola.
- Es propietario de la tierra y controla efectivamente el terreno que cultiva.
- Cultiva para su propia subsistencia, pues aunque venda parte de sus cosechas lo hace para cubrir sus necesidades cotidianas y para mantener un *status* establecido.

La unidad campesina es parte de un conjunto más amplio de unidades de producción que en algo difieren de las más típicas unidades capitalistas de la economía global y tienden a estar en “flujo hacia” o “resistiendo el flujo hacia” otro tipo de unidades productivas que en algo se les asemejan (Murmis, 1980). Concluye la fuente señalando que la unidad campesina o con rasgos campesinos es un subconjunto de la categoría pequeños productores.

“Los campesinos son definitivamente rurales, aunque viven relacionados con los mercados urbanos. Forman un sector de clase de una población más amplia que normalmente contiene centros urbanos y a veces capitales con carácter de metrópoli. Constituyen saciedades parciales con una cultura parcial, carecen de aislamiento, autonomía política, autosuficiencia de la población rural, y sus unidades locales retienen mucho de su identidad, integración y apego al suelo y cultivo” (Kroeber, 1948).

El funcionamiento y la organización de la economía campesina no se basan en los postulados de una economía capitalista, este se caracteriza por su carácter familiar y de subsistencia por tanto es una economía familiar, donde su organización, unidad de producción es familiar y no consiste en acumular. La obtención de ganancia puede existir, pero no como un objetivo central. Del anterior resumen se desprende que “toda su organización está determinada por la composición familiar del campesinado, el número de miembros que integra, su coordinación, sus demandas de consumo y el número de trabajadores con los cuales cuenta” (Chayanov, 1931. Citado por Wolf, 1982)

De acuerdo a esto, el beneficio en la economía campesina difiere al de la economía capitalista. Así se entiende que el trabajo de los campesinos no se puede expresar en rubros, ya que la unidad es la familia, no hay un salario o retribución fija, sino más bien sujeto al producto total conseguido con posterioridad, ya sea en las ventas de madera, de animales o productos que reembolsan de los bosques. Por tanto el producto del campesino se sustrae del consumo. Está condicionando el producto anual o por temporadas que consigan para valerse de herramientas para una próxima temporada.

Chayanov 1931 (Citado por Wolf, 1982) considera entonces que el objetivo principal de la economía campesina es “la satisfacción del presupuesto anual del consumo de la familia, su mayor interés no radica en la remuneración de la unidad de trabajo (trabajo diario), si no en la del trabajo de todo el año”.

Calva (1988) define al sujeto campesino como “el poseedor de una porción de

tierra que explota por su cuenta, con su propio trabajo manual, como ocupación exclusiva o principal, apropiándose de primera mano, en todo o en parte, los frutos obtenidos y satisfaciendo con éstos, directamente o mediante su cargo, las necesidades familiares”. Esta definición sugiere varios aspectos, el primero de ellos es la relación que mantiene el sujeto con la tierra. De ello se desprenden los asalariados rurales, pero un capitalista y un rentista también poseen tierra. Por tanto este criterio, por sí solo, es insuficiente para identificar a los campesinos. Si la tierra (siempre según la definición de Calva, 1988) es explotada por parte de su poseedor, deja fuera al rentista o arrendatario. Al ser trabajada por su propio trabajo manual deja fuera al capitalista, pues este contrata trabajadores externos a la explotación remunerados mediante un salario. La condición de ocupación exclusiva o principal margina a los que poseyendo los atributos enunciados precedentemente, obtienen la mayor parte de sus ingresos de otras actividades no vinculadas al recurso suelo. El hecho de apropiarse de primera mano de los frutos obtenidos, da a entender el control del destino del producto que ejerce el productor, de esta manera, dependiendo de la relación social de producción, quedan fuera los productores vinculados a la agroindustria.

En síntesis, se puede dejar fuera de la definición de campesino a productores agrícolas que tengan alguna de las siguientes características: Capitalista o empresario agrícola, rentista, productor agroindustrial y obrero agrícola.

Figuroa (1998) ha planteado, respecto al sistema de producción campesino, que la mano de obra familiar es la principal fuente de oferta laboral, la agricultura es la principal fuente de ingresos y la productividad es tan baja, que no hay capacidad de generación de excedentes económicos. Según Shanner (1982), el comportamiento productivo de la unidad campesina manifiesta una racionalidad particular que le otorga al campesino características duales entre producción y consumo, asegurando sobre todo la estabilidad y sobrevivencia de la familia y de su predio.

Es importante tener en cuenta que la transformación se produce tanto hacia abajo como hacia arriba (Wolf 1978, citado por Murmis, 1980). El cambio hacia arriba, “de campesino a agricultor”, eliminaría las relaciones de dependencia con el campo y afirma a la vez al capitalismo. Dentro de la mirada capitalista, el cambio hacia abajo es de campesino a obrero agrícola. Por otro lado, este autor ha identificado tres fases en el proceso. La primera la denomina diferenciación y la define como el estado en el cual los rasgos campesinos aún son dominantes. La segunda fase, llamada descomposición, se caracteriza por un estado en el cual los rasgos campesinos son secundarios al momento de definir la condición de la unidad doméstica. Finalmente, la tercera fase, denominada descampesinización, se emplea para designar a aquellas unidades que una vez fueron campesinas y que ahora se encuentran en otra situación

Al interior de la economía, para los que asumen una opción formalista de la producción campesina, el asunto se reduce a aplicar las categorías desarrolladas, particularmente, por la corriente marginalista a la producción campesina y su situación, habitualmente, es explicada como resultado de una carencia (educación, tecnología, etc.) o resistencia por parte de los integrantes de las unidades campesinas a adoptar conductas o comportamientos que sean compatibles con los “principios” de la microeconomía (Bahamondes, 2000).

En Cuadro N° 1, se describen las diferencias entre la agricultura campesina y la agricultura empresarial.

Cuadro N° 1
DIFERENCIAS ENTRE AGRICULTURA CAMPESINA Y AGRICULTURA EMPRESARIAL

ATRIBUTOS	AGRICULTURA CAMPESINA	AGRICULTURA EMPRESARIAL
Objetivo de la producción	Reproducción de la familia y de la unidad de producción	Maximizar la tasa de ganancia y la acumulación de capital.
Origen de la fuerza de trabajo	Fundamentalmente familiar y, en ocasiones, intercambio recíproco con otras unidades; excepcionalmente asalariada en cantidades marginales	Asalariada
Compromiso laboral del jefe con la mano de obra	Absoluto	Inexistente, salvo por obligación legal
Tecnologías	Alta densidad de mano de obra, baja densidad de capital y de insumos comprados por jornada de trabajo.	Mayor densidad de capital por activo y mayor proporción de insumos comprados en el valor del producto final
Destino del producto y origen de los insumos	Parcialmente mercantil	Mercantil
Criterio de intensificación del trabajo	Máximo producto total, aún a costa del descenso del producto medio. Límite: producto marginal cero	Productividad marginal > salario
Riesgo e incertidumbre	Evasión no probabilística: "algoritmo de sobrevivencia"	Internalización probabilística buscando tasas de ganancia proporcionales al riesgo
Carácter de la fuerza de trabajo	Fuerza valorizada de trabajo intranferible o marginal	Sólo emplea fuerza de trabajo transferible en función de calificación
Componentes del ingreso o producto neto	Producto o ingreso familiar indivisibles y realizados parcialmente en especies	Salario, renta y ganancias exclusivamente pecuniarias.

(Fuente: Schejtman, 1982)

- Antecedentes de las Familias Campesinas y su Propiedad en la Comuna de Coyhaique

Según Saavedra (2001), en la comuna de Coyhaique, el 18 % de los predios tiene aptitud netamente forestal y por ello se les utiliza sólo como explotaciones forestales, especialmente en la producción de leña; el 58 % participa con lo forestal y lo ganadero; y el 24 % restante sólo ganadería. Un margen muy reducido complementa su actividad económica con agricultura, turismo y otras actividades.

Por tanto, sobre el 75 % de los predios utilizan el bosque, preferentemente para el consumo y venta de leña, como también para la producción de trozos, madera aserrada, postes y varas.

En el Cuadro N° 2 se describen algunas características generales de los habitantes propietarios de explotaciones rurales de la comuna de Coyhaique (Saavedra, 2001).

Cuadro N° 2 CARACTERÍSTICAS DE LOS HABITANTES RURALES DE LA COMUNA DE COYHAIQUE

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
Estructura familiar	Hogares pequeños y/o familias extensas
Edad	Edad promedio propietarios, 62 años
Escolaridad propietarios	2,6 años. (bajos ingresos = baja escolaridad)
Socio - economía	Estrato de pobreza
Actividad productiva	1º Ganadería, 2º Actividad de bosque. Superficie forestal promedio: 62,8 ha.
Tamaño medio propiedad	130 ha.
Fuerza de trabajo	Familiar, uno a tres trabajadores. Edad media: 46, 5 años.

FUENTE: Saavedra (2001)

- Localización del Estudio.

Esta investigación se situó en Villa Ortega, El Richard, Emperador Guillermo, Rodeo los Palos, Lago Pollux y Lago Frío, todas localidades pertenecientes a la comuna de Coyhaique y provincia homónima.

- Muestra

La muestra utilizada sirve para conocer posiciones discursivas diferentes, constituyéndose respecto a un problema social determinado. Es decir, conocer hablas particulares del ámbito social, siendo netamente cualitativo. Por lo tanto, teóricamente el universo a considerar estará determinado por lo social y está situado en cada parte porque se encuentra en el todo. Esto indica que lo importante son las particularidades y la realidad social tomando en cuenta su heterogeneidad. Ahora bien, los criterios seleccionadores se rigen por las relaciones que las personas que se eligen puedan reproducir, permitiendo conocer discursos que se elaboran en torno al tema propuesto. De este modo la representatividad esta otorgada por la legitimación de la saturación o agotamiento del tema establecido. Por lo tanto, lo que se quiere ver es qué recursos se encuentran manejando en la actualidad que influyen en sistemas de reproducción material y que condicionan decisiones de realizar plantaciones.

La muestra entonces se determinó en base a personas que hayan forestado entre

los años 1998 al 2006. Se estima entrevistar al 20% de las personas con la finalidad de poder conocer los discursos existentes en torno a la forestación y a identificar los recursos naturales que se manejan.

- Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos se han usado técnicas cualitativas de entrevistas semi-estructuradas, herramienta que podrá recabar el grueso de la información para esta investigación, registros etnográficos y revisión bibliográfica.

Revisión Bibliográfica

Se utilizan fuentes biográficas como documentos, libros, artículos, para abordar los temas aquí tratados, tales como plantaciones, sistemas de reproducción material, historia local, y otros antecedentes, ya sean estos demográficos, climáticos, sociopolíticos u otros, y fuentes secundarias referidas al Decreto Ley 701, programa de bonificación forestal, antecedentes de la Corporación Nacional Forestal y otros.

Registros Etnográficos

Los registros etnográficos giran en torno a identificar a los actores locales, que participan en la realización de plantaciones, para realizar un primer acercamiento empírico de conocimiento de sus recursos naturales y actividades económicas. En segunda instancia poder identificar y describir formas de organizarse económicamente que proporcionan las decisiones de realizar forestaciones en los predios.

Los registros etnográficos apuntan a poder recoger observaciones de los terrenos realizados, las cuales son diarias y en base a los objetivos trazados en el diseño efectuado. Las observaciones son hechas en terreno. Esto quiere decir que el investigador social estará describiendo lo que ve y analizando teóricamente (interpretando) esas observaciones del fenómeno social investigado.

Los pasos a seguir en los registros etnográficos son los siguientes:

Notas de campo: Apuntes de las observaciones tomadas en terreno, realizadas por el etnógrafo, tomando en cuenta las diversas prácticas que se realicen en el día, estas serán teorizadas con posterioridad.

Cuadernos de campo: Constituye la sistematización de las notas de campo, formalizándolas a partir de cada terreno realizado.

Diario de campo: Es el conjunto de cuadernos de campo realizando un diario por sector visitado.

Lo importante de los registros etnográficos es que se puedan plasmar las observaciones

realizadas durante el día para luego ser interpretadas desde la Antropología.

Entrevistas Semi-Estructuradas

Las entrevistas realizadas así como los registros etnográficos son el fuerte de información investigativa. Así, las entrevistas dan a conocer las opiniones de la población sobre un determinado fenómeno social. Por lo tanto, las preguntas son formuladas de acuerdo a los objetivos especificados y al flujo de la conversación.

Las entrevistas son puestas bajo análisis, realizado bajo categorizaciones, codificaciones y sistematizaciones representativas de los análisis.

Cuadro N° 3
NÚMERO DE USUARIOS DIRECTOS ENTREVISTADOS POR RANGO DE SUPERFICIE

	1-50 ha	51-99 ha	Más de 100 ha
Entrevistas a usuarios	11	1	1

RESULTADOS

La perspicacia social es fundamental para elaborar y ejecutar programas forestales, ya que se requiere de una participación local de pobladores que se ven afectados o beneficiados para lograr prosperidad en las áreas rurales y una optima administración de recursos naturales. Para ello un análisis antropológico de estos actores y protagonistas sociales en conjunto proporciona herramientas fundamentales para el funcionamiento de programas, por la razón simple de adentrarse e interesarse, ya sea en "sus sistemas de tenencia de tierra, modelos de diferenciación rural, formas locales de organización del trabajo, conocimiento de necesidades, y comprensión de sistemas de reproducción material, o en términos de simples sistemas económicos" (Cernea, 1996).

Ahora bien, se debe tener en cuenta que en las poblaciones rurales la extracción de árboles es uno de los mecanismos primordiales de la economía campesina, ya sea para combustible, venta, u otros fines, por lo que la extracción de estos recursos forestales se vuelve tan importante como lo es el trabajo, la comida y eventos sociales de convivencia. Esta relación con los árboles (productos forestales) se vuelve un ingreso hacia la economía en determinadas estaciones del año, apoyando otras actividades económicas subyacentes, esto determinado por el contexto y el territorio en el cual se viva, ya que poseerá particularidades partiendo de las condiciones climáticas.

Entendiendo que en poblaciones rurales la extracción de árboles es un ingreso y a la vez símbolo de encuentros familiares, sociales de convivencia, proporcionando calor (combustible), es que se debe tener en cuenta que los medios hoy en día de autorización para obtener madera y otros productos están siendo más problemáticos y burocráticos,

por lo que se incita con mayor fuerza a talas ilegales y a la vez a la desconfianza entre pobladores y organismos del Estado, más específicamente con los funcionarios, llegando a cuestionar fuertemente procedimientos de índole económica y política.

Esto radica en que se debe dejar en el ámbito del desarrollo problematizar desde fuera toda la vida de pobladores, campesinos, esto se refiere a hacer suposiciones de cómo deberían funcionar acorde a los sistemas económicos imperantes, o cuestionarlos por sus formas de entender el bosque, y de vivir. Es hora que instituciones y profesionales establezcan una participación directa desde dentro con los actores sociales en los proyectos, primero empezando por conocer sus organizaciones sociales y prácticas tradicionales, que en este informe corresponde a la plantación de árboles, llegando a lograr una administración y conciencia de plantar árboles con el fin de lograr la conservación tan esperada, teniendo en cuenta que son los ingresos de sobrevivencia de los pobladores.

Dentro del análisis realizado tras la categorización y codificaciones se puede decir que los principales objetivos y finalidades de la realización de las plantaciones por parte de los pobladores son las que se comenta a continuación.

Principalmente los objetivos giran en torno a un mejoramiento del predio con la convicción de un mejoramiento del medio, pero siempre teniendo en cuenta que hay necesidades inmediatas que son mucho más valiosas y en pocas ocasiones se busca una maximización económica. Entre las motivaciones se recalca las siguientes:

- Plantar en terrenos erosionados
- Por el incentivo económico estatal
- Mejoramiento del paisaje
- Cortinas cortavientos
- Para el brote del pasto
- Para recomponer o hacer cercos
- Para generaciones futuras

Los usos que se les dan a estas plantaciones se encuentran siempre ligados a los objetivos que poseen las personas. Estos se fundamentan principalmente en la actividad económica identificada por la gente como primordial a lo largo de su historia, que es la ganadería. Por lo tanto, se refiere a la ganadería como un elemento tradicional perdurable que se encuentra condicionando su actuar ideológico y simbólico en la cotidianidad. Entre los usos más destacables se encuentran:

- Para colocar animales

Para uso maderero

Para leña (combustible)

Para construcción

Forraje para los animales cuando escasea.

Las finalidades, lo que se espera de estas plantaciones:

Abrigo para los animales en invierno

Darle utilidad a terrenos sin uso

Darle sombra a animales en verano

Ampliar pradera.

La satisfacción de requerimientos domésticos es fundamental para el poblador. Con esto se quiere decir que si las plantaciones son orientadas hacia la recuperación de suelos, que en esta región es el eje fundamental, también se deben considerar elementos tales como el forraje, el abrigo para los animales con el motivo de ser beneficioso y en convertirse en un ahorro en los gastos.

Otro punto importante son las experiencias en plantaciones, estas se ven desde dos perspectivas, primero experiencias que han sido buenas, ya que han respondido a los objetivos propuestos por los pobladores (antes mencionados) y se han beneficiado en el ámbito del incentivo, considerando esto como una base para implementar la plantación. La otra perspectiva ha sido mala, ya que se ha realizado plantaciones en lugares no aptos para el prendimiento de los pinos y se han visto envueltos en grandes deudas que solo el vender su capital puede recuperar su tranquilidad monetaria.

Lo anterior obliga a considerar dos tipos de pobladores rurales dependiendo de sus objetivos en plantaciones:

Personas interesadas en recuperar su campo y forestar con la idea que no se produzca más erosión.

Personas para las que la forestación es un tema de bonificación o negocio, no importándole plantar en terrenos que usaba para la ganadería.

Cuadro N° 4

RACIONALIDADES IDENTIFICADAS EN LOS CAMPESINOS

1. Recuperación de campo para frenar erosión	Racionalidad a largo plazo que implica concepción de técnicas y procedimientos productivos para una mejor conservación del suelo. Por lo tanto hay una sostenibilidad
2. El medio natural visto como capital	Racionalidad a corto plazo, ya que predominan dominios económicos produciendo una insostenibilidad

Por lo tanto, es fundamental poder comprender los cálculos desde el punto de vista del poblador rural campesino, ya que se deben considerar intereses particulares para poder planificar óptimamente a quien se dirigen las plantaciones. No obstante, no hay que olvidar que lo representado en el cuadro se pudiese ver combinado en la realidad social, produciendo prácticas de sostenibilidad e insostenibilidad. También hay que tener en cuenta que las prácticas de sostenibilidad pueden tener como consecuencia una sustentabilidad en el tiempo, aun no dimensionándolo.

Las experiencias personales de la gente son fundamentales para lograr un óptimo desarrollo de las plantaciones, ya que muchas veces estas poseen métodos diferentes en los procedimientos y deben ser escuchados en primera instancia para llegar a un entendimiento en cómo quieren ellos que se realice, se está hablando de una administración forestal para la realización de la plantación. Siempre los pobladores van a tener conocimiento en lo que respecta al crecimiento de los árboles, a la distancias, al trasplante de plantas, y otros aspectos, y este es el eje central para que exista un sostenimiento de una plantación y ocasionar una participación inclusiva, directa, interesante para ellos, integrando prácticas de plantación local.

Las comunidades, poseen una historia en un contexto particular, con determinadas características climáticas y ecológicas, estableciendo sistemas de cultivo, ya sean estos de árboles, de hortalizas, u otros. En consecuencia no se debe ignorar su conocimiento.

Cuadro N° 5

INCENTIVOS ECONÓMICOS E INCENTIVOS VALÓRICO - SIMBÓLICOS

Incentivo económico	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de plantación - Problemas cuando hay escasez de fondos gubernamentales - Se vuelve deuda cuando no hay prendimiento - Perdida de objetivos primordiales (dependiendo de las particularidades).
Incentivo valórico - simbólico	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidades locales - Vinculación con otros proyectos por ejemplo: de riego, infraestructura, etc. - Refuerza la comprensión social de la cultura local. - Identifica nuevas opciones para plantaciones - Reduce riesgos en ámbito de proporcionar forraje y pasto. - Contemplar a la familia entera en el trabajo de plantación como responsables.

El tema de las bonificaciones o incentivos es fundamental al referirse a las plantaciones, especialmente cuando se percibe que para que exista interés tiene que ser antepuesto este beneficio, pero la duda es si hay otras formas de concebir o de presentar un incentivo. Para ello es fundamental poder conocer estructuras organizativas incenti­vantes en territorios socioculturales, sin embargo, es la localidad a la cual se debe recurrir, considerando que en ella se visualizan acciones, sean estas comunitarias o individuales, configurando manifestaciones de necesidades, potenciales gestionantes, valores. Esto se traducirá en que los nuevos incentivos puedan contemplar el reconocimiento de la autonomía en decisiones, ya sean estas administrativas, seguridad en cuanto a la tenencia de los árboles, intereses netamente campesinos (evaluar necesidades), vinculación con otros proyectos que ayuden al predio, por ejemplo de riego, infraestructura, cultivos de nuevos árboles para la siembra, que no sean pinos y que los identifiquen como pobladores.

Para poder insertar este tipo de modificaciones en los incentivos es necesario que se reestructuren otras cosas, por ejemplo que las plantas no se cobren, o que se mantenga un vivero para estos fines. Por otra parte se encuentran las limitaciones y beneficios que les han entregado las plantaciones a los pobladores rurales entrevistados.

Cuadro N° 6
LIMITACIONES Y CONSECUENCIAS DE LAS PLANTACIONES

LIMITACIONES	CONSECUENCIAS
Amontonamiento del pino por falta de raleo y poda	No proporciona pasto para los animales
Alzamiento de semillas	Cubre de pino praderas que son aptas para el ganado
Plantaciones en meses incorrectos	Mal emprendimiento y no existencia de bonificación
Mala calidad de plantas	Mal prendimiento
Daños al ganado	Mal parir de vacas (por especie determinada de pino).
Clima	Crecimiento lento de plantaciones

Cuadro N° 7
BENEFICIOS Y CONSECUENCIAS DE LAS PLANTACIONES

BENEFICIOS	CONSECUENCIAS
Formación de pasto en cerros pelados	Forraje para los animales
Bonificación por terreno inútil	Ingreso, apoyo a economía campesina
Composición de terreno	Abrigo para los animales

DISCUSIÓN

Las limitaciones y beneficios son síntomas de cómo los pobladores viven el riesgo. Se debe tomar en cuenta que si se ha plantado un árbol en determinado año, este va a ser

más valioso, que considerarlo para 20 años mas allá, por la simple razón de considerar cosas más inmediatas como por ejemplo el pasto que saldrá al cabo de un tiempo sirviendo como forraje para sus actividad primordial tradicional que es el ganado. Se debe por tanto considerar para incentivar plantación, las necesidades locales.

Algunos comentarios extraídos de las entrevistas, que enriquecen la discusión:

“Estuve encargado de 70 hombres como administrador para forestar, y forestamos harto. En ese tiempo se plantaba a metro la planta, 1 x 2 m, ahora se ha ido modernizando, se planta a 2 x 4 y 4 x 4 m, ahora hay muchas plantaciones que se están raleando, le estoy hablando del 77”.

“...yo le decía que uno tiene su experiencia de ¿cómo se crecen los árboles? ¿Cómo se crece mejor?, pero los ingenieros lo que han hecho no está bien enseñado, en su estudio, pero el campesino tiene su experiencia de que ese árbol no va hacer bonito, se tuercen porque están juntos y se empiezan a raspar”.

“No sabía, cuando el vecino, lo hizo, ahí recién se enteró, el hizo plan de manejo, un raleo, porque lo vino a buscar el vecino para ayudarlo a marcar los pinos y él me marcó los pinos, ahí aprendí y supe. Empecé a podar esos pinos.”

Adentrarse en esto conlleva a ver el territorio, pero territorio considerado desde el ámbito humano, donde se permita ver como la gente trabaja, se relaciona con su medio y con otras personas y reconocer este como un lugar activo de participación por parte de pobladores, no expectantes a lo que pueda suceder, sino mas bien actuantes de sus propios problemas y necesidades, las cuales reaccionan ante situaciones de una forma colectiva.

El tema de las bonificaciones o incentivos es fundamental, no hay interés por plantar sin estos beneficios y se abre la interrogante sobre si hay otra forma de concebir o presentar los incentivos. Es muy importante para esto conocer estructuras organizativas incentivantes en territorios socioculturales, sin embargo se debe revisar la localidad, en ella se visualizan acciones comunitarias e individuales, y se configuran manifestaciones de necesidades, potenciales gestionantes, valores. En este contexto, los nuevos incentivos pueden contemplar el reconocimiento de la autonomía en decisiones, seguridad en cuanto a la tenencia de los árboles, intereses netamente campesinos, vinculación con otros proyectos que ayuden al predio, cultivos de nuevas especies para plantaciones que los identifiquen como pobladores, y otros aspectos.

Las experiencias de las personas en torno a sus interpretaciones son de gran valor antropológico para poder comprender los sistemas de reproducción material de los campesinos, ya que esto proporcionará un entendimiento de cuáles son las necesidades, las que hay que exponer al momento de elaborar un programa, sea este de bonificación o de forestación. Entender que las necesidades campesinas son de primer orden y deben considerarse como tales en los incentivos, en la forma de realizar plantaciones, incorporando el pensamiento local de los campesinos y encaminándose hacia una participación en todos sus términos.

No obstante, esto sólo no cubrirá la totalidad del problema, hay que considerar que la hegemonía de la economía capitalista neoliberal provoca que en los rincones más remotos del mundo el sistema afecte a economías locales, repercutiendo en formas de organización, formas de vida y en formas de sustentarse económicamente. “Entendiendo que todo lo que consideramos como económico se occidentalice y se conceptualice como una visión de la hegemonía del capitalismo y de la subordinación de distintos sistemas económicos a él” (Comas, 1996).

El problema tiene una dimensión subjetiva, arraigada en las interpretaciones de los campesinos, y una dimensión estructural, correspondiente al contexto global influyente en el contexto local.

CONCLUSIONES

El conocimiento de las experiencias de las personas involucradas en programas y proyectos que provienen del Estado, es fundamental para poder adentrarse en un contexto particular, dotado de elementos socioculturales que permiten dar a conocer en la práctica como se organizan, significados y símbolos. Por ello el objetivo general es desentrañado transversalmente a lo largo de esta investigación.

Tras lo anterior, se debe comentar que los sistemas de reproducción material manejados por los campesinos son fundamentales al momento de considerar la toma de decisiones cuando se realiza una plantación. Se debe recordar que la economía campesina contempla elementos culturales, sociales, ambientales y políticos, es un todo donde sus partes son sinérgicas. Por lo tanto, si se toma una decisión es en base a esta plataforma de funcionamiento. No obstante la recuperación de campo con fines culturales de fondo fue el gatillante de muchas forestaciones, en el sentido de recuperar esta tierra de la erosión para el ganado (rasgo cultural), fuese crianza de animales en pequeñas cantidades como de ganadería hablando en términos mayores.

De este modo entonces, se ratifica la hipótesis de considerar las forestaciones como determinadas por rasgos culturales, así también económicos ambientales, porque en muchos campesinos el eje es lo ambiental, lo secundario van a ser las bonificaciones. Este punto tiene que ver con los tipos de racionalidad que se establecen en los campesinos, como racionalidad a largo plazo y una racionalidad a corto plazo condicionada por la naturaleza como capital.

Para poder llegar a un conocimiento, como se mencionó al principio, los profesionales forestales y los tomadores de decisiones deben conocer a la gente, sus prácticas y sus costumbres, y no basar sus opiniones en supuestos. La realidad social es mucho más que eso y siempre hay un trasfondo sociocultural que es el productor de las prácticas, por ello la antropología es una disciplina que se percata de este entramado micro social, otorgando un pequeño acercamiento comprensivo para que esas opiniones ya no se basen en supuestos, sino en fundamentos. El conocer los sistemas económicos de los campesinos otorga este acercamiento comprensivo

a una parte micro de este sistema sociocultural presente mediante opiniones y experiencias de los campesinos. Por tanto, en un trabajo más profundo y con un tiempo más largo se podrá dilucidar la importancia real de las bonificaciones en las economías locales.

El pensamiento local genera el conocimiento de metodologías presente en el funcionamiento rutinario de los campesinos, que no hay que pasar por alto, ya que, pueden ser un factor a favor para el cumplimiento o no de una plantación en cuanto a sus cuidados.

La innovación se consideró un rasgo ambiental, por lo tanto las personas que realizaron forestaciones si son innovadoras, pero hay que contemplar que muchas de ellas preferían lo nativo como una manera de referirse a una sostenibilidad en su racionalidad ambiental.

Por último la composición de las unidades familiares es el eje central para adentrarse en la toma de decisiones en las plantaciones, por lo tanto no se debe considerar sólo la figura de un solo integrante de un grupo o familia, ya que dentro de estos grupos se cumplen funciones sinérgicas, siendo todos los principales protagonistas en las tomas de decisiones, por lo tanto se encuentran preparados para administrar lo que es suyo. De este modo, la comprensión interna de un grupo o familia manifestara sus funciones, divisiones del trabajo, relaciones internas, siendo importante en el progreso de un proyecto o programa. Para ello se debe reconocer la figura de la mujer y los hijos en el mantenimiento, cuidados y en el funcionamiento de las decisiones.

REFERENCIAS

Bahamondes, M., 2000. La Producción Campesina. Aspectos Sociales, Culturales y Económicos. Ed. Grupo de Investigaciones Agrarias GIA. Documento de Trabajo N° 10. Santiago, Chile.

Calva, J., 1988. Los campesinos y su devenir en las sociedades de mercado. Ed. Siglo XXI, México.

Cernea, M., 1996. Primero la gente, variables sociológicas en el desarrollo rural. Fondo de cultura económica/ economía contemporánea.

Comas, D., 1996. Antropología Económica.

Figueroa, A., 1998. En: "Agricultura y Pobreza Rural en América Latina". Lucio Reza y Rubén Echeverría Edit. IFPRI-BID Washington, UEA.

Gascón, A., 2010. Factores de Impacto de Sostenibilidad dentro del Marco del Proyecto Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo en la Comuna de Coyhaique, Región de Aysén. Tesis de Magíster en Desarrollo Rural. Universidad Austral de Chile.

Kroeber, A., 1948. Anthropology: Race, Language, Culture, Psychology, Prehistory. New York: Harcourt, Brace and World.

Murmis, M., 1980. Tipología de Pequeños Productores Campesinos en América Latina. IICA. San José, Costa Rica.

Saavedra, G. 2001. Diagnóstico Área de Desarrollo Coyhaique. Informe Social y Cultural, Proyecto CMSBN. Documento Técnico. CONAF. Coyhaique, Chile.

Schejtman, A., 1982. Economía Campesina: Especificidad, Articulación y Diferenciación. En Economía Campesina y Agricultura Empresarial. Ed. Siglo XXI. México.

Shanner, A., 1982. Farming System Research and Development: Guidelines for Developing Countries. Westview Press, 414 pp. EUA.

Wolf, E., 1982. Los Campesinos. Editorial Labor. Barcelona, España. 150 pp. Título obra original "Peasants". New Jersey. U.S.A.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ÁRBOLES MANEJADOS BAJO ORDENACION SILVOPASTORAL EN LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL SITIO, EN RELACION A UN MANEJO GANADERO SIN ÁRBOLES.

Sotomayor Alvaro¹, Teuber Osvaldo²

RESUMEN

En el presente estudio, desarrollado en la Región de Aysén, Chile, se evaluó el efecto que tienen los árboles, manejados bajo ordenación silvopastoral, en la modificación de algunos parámetros climáticos bajo su influencia, como es viento, sensación térmica (*wind chill*), humedad relativa, temperatura del ambiente y precipitación.

Los resultados obtenidos, indican que los árboles manejados bajo ordenación silvopastoral modificaron algunos parámetros climáticos del ambiente. Los principales parámetros que fueron modificados por efecto de los árboles estuvieron relacionados con el viento.

Los árboles redujeron la velocidad promedio del viento en relación al tratamiento testigo (ganadero), en un 200%, aproximadamente. En relación a la sensación térmica, se registraron valores superiores entre un 22 y 26 %, para el tratamiento silvopastoral tradicional y en fajas, respectivamente, en relación a tratamiento ganadero. Entre los tratamientos silvopastorales, el silvopastoral tradicional obtiene valores de sensación térmica más altos que en fajas.

También fueron afectados los registros de precipitación, con valores superiores en el tratamiento en fajas y menores en el tradicional en relación al ganadero. En la temperatura media no hubo diferencias, y en humedad relativa se obtuvo valores de 0,2 a 0,6 % superiores en los tratamientos silvopastorales, dependiendo de la época del año.

Palabras clave: Sistemas silvopastorales, clima.

1 Instituto Forestal asotomay@infor.cl

2 Instituto de investigaciones Agropecuarias oteuber@inia.cl

SUMMARY

In this study, developed in the Aysen Region of Chile, there was evaluated the effect of trees, managed under silvopastoral systems, in changing climatic parameters under its influence, such as wind, wind chill, relative humidity, air temperature and precipitation.

The results obtained show that trees managed under silvopastoral systems changed some climatic parameters of the environment. The main parameters that were modified by the effect of the trees were related to the wind.

Trees reduced the average wind speed in relation to the control treatment (livestock system) about 200 %. In relation to wind chill, higher values were recorded, between 22 and 26 %, for traditional and strips silvopastoral system, respectively, in relation to livestock treatment. Between the silvopastoral treatments, the traditional silvopastoral got wind chill values higher than in strips.

Also precipitation records were affected, with higher scores in the strip silvopastoral treatment than in the traditional silvopastoral system, and the lower in the livestock treatment. In average temperature there were no differences, and relative humidity values were 0.2 to 0.6 % higher in the silvopastoral treatments, depending on the season.

Key words: Agroforestry systems, climate.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastorales son una forma de aplicación de los sistemas agroforestales y se definen como aquella práctica agroforestal que combina árboles, con forraje y producción de ganado en un mismo sitio, en forma deliberada, con el objetivo de producir alimento para los animales, productos derivados del ganado y productos forestales, como madera y pulpa, y otros como leña, carbón, miel, frutos y hongos (Sotomayor, 1990). En este tipo de sistemas integrados de producción, los árboles pueden producir madera aserrable, postes, leña, forraje para el ganado y frutas, a la vez que ayudan a mejorar la producción de pasto y ganado, reduciendo la influencia de los vientos y otorgando sombra (Murgeitio, 2009; Sotomayor, 1990).

Las especies arbóreas, así como el tipo de ganado a emplear bajo este sistema, dependerán entre otros factores de los objetivos productivos del propietario, de la zona geográfica y de las condiciones edafoclimáticas del sitio. Algunos de los beneficios que se han identificado de la integración de especies arbóreas y animales bajo sistemas silvopastorales en predios ganaderos y/o forestales tradicionales son aprovechar la protección que puede ofrecer el árbol, tanto a los animales como a la pradera, frente a condiciones climáticas adversas (Sotomayor, 1989); diversificar la actividad productiva de la mediana y pequeña empresa agrícola, haciendo un uso eficiente y sustentable de los recursos prediales disponibles (Snaydon y Harris, 1979); mejorar la belleza escénica del predio y el valor de la propiedad (Sotomayor y Cabrera, 2008; Sotomayor 2009), y protección y mejoramientos de los suelos (Nair, 1987; Murgeitio, 2009), entre otras.

La incorporación de árboles en sectores destinado al uso exclusivo de pastoreo, conforma un sistema sustentable con variados beneficios ambientales, los cuales dicen relación con la protección invernal de los animales, en particular con el efecto del viento que hace descender la temperatura; el mejoramiento de la capacidad de retención de humedad del suelo (Mead, 2009); el bombeo de nutrientes desde la parte más profunda del perfil a la porción más superficial (Nair, 1987); y un aumento del contenido de materia orgánica del suelo (Sotomayor *et al.*, 2009; Murgeitio, 2009).

Entre los aspectos del microclima más afectados por los árboles están la radiación solar que llega a los vegetales creciendo bajo la influencia de los árboles (Lewis *et al.*, 1983; Watson *et al.*, 1984; Percival *et al.*, 1984; Peri *et al.*, 2007; Mead, 2009), el viento, la humedad y la temperatura (Anderson, 1977; Lee, 1978; Sotomayor, 1989; Mead, 2009).

El manejo del sistema silvopastoral es más complejo que un sistema productivo monoespecífico, pues en él se produce la interacción entre los componentes herbáceos, arbóreos (y/o arbustivos) y animal (Garret y Buck, 1997; Garret *et al.* 2004; Mead, 2009; Sotomayor *et al.*, 2009). En este sentido, los manejos asociados deben estar orientados a minimizar la competencia entre las estratas arbóreas y herbáceas, así como el daño potencial que puede provocar la presencia de animales en las plantaciones forestales (Lewis, 1973). En términos generales, el mayor conflicto entre las estrata arbórea y herbácea dice relación con la competencia por agua y nutrientes, especialmente en el establecimiento de las plantaciones forestales, y la competencia por luz directa (Anderson *et al.*, 1988), la que

aumenta proporcionalmente con el desarrollo de los árboles y el cierre del dosel (Mead, 2009).

Otro aspecto importante, es la acción protectora de éstos, al disminuir la velocidad del viento, atenuando la acción del frío en el invierno y las altas temperaturas de verano, y la pérdida de humedad durante el verano, permitiendo que la cubierta herbácea permanezca por más tiempo disponible para el ganado (Solangarachchi y Harper 1997; Sotomayor *et al.*, 2009)

Los beneficios de las prácticas silvopastorales, en especial en zonas con mayores limitaciones de suelo y/o clima, dicen relación con una mayor estabilidad económica y ambiental, relacionada con un mayor aumento de la productividad general del predio (Reid y Wilson, 1986). Sin embargo, el logro de estos objetivos va a depender de la aplicación de manejos que favorezcan los beneficios de la interacción entre árbol, pradera y ganado, y minimice la competencia (Sotomayor, 1990).

El objetivo de este estudio es estudiar el efecto de los árboles en la modificación de las variables climáticas en su entorno, lo cual ayudará a entender los principios que gobiernan el funcionamiento de los Sistemas Silvopastorales en la Región de Aysén, y la productividad de estos sistemas silvopastorales, en comparación con sistemas de uso tradicional de los suelos en esta región, como es el manejo ganadero y el establecimiento de plantaciones forestales con fines madereros.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de los árboles manejados bajo ordenación silvopastoral en los parámetros climáticos, en relación a una situación de manejo ganadero sin árboles.

MATERIAL Y METODO

Para evaluar los parámetros climáticos velocidad del viento, temperatura ambiental, sensación térmica, humedad relativa y precipitación, durante el año 2007 se instalaron 3 estaciones climáticas, ubicadas en dos tratamientos silvopastorales y en el tratamiento ganadero, como testigo. Estas estaciones contaron con un computador que registra los antecedentes cada media hora, y con un sistema de panel solar y baterías que dan la energía a la estación.

Los tratamientos silvopastorales fueron dos, el primero un sistema silvopastoral tradicional con 400 arb*ha⁻¹, con los árboles homogéneamente distribuidos en el sitio, y el segundo con ordenación de fajas alternas, separadas cada 21 metros entre ellas, y también con 400 arb*ha⁻¹. Estos fueron instalados sobre plantaciones existentes y no manejadas de *Pinus contorta* Dougl. ex. Loud. de 12 años de edad. El módulo de manejo ganadero se instaló sobre un terreno con pradera natural sin la presencia de árboles, adyacente a los tratamientos silvopastorales, y con la misma característica de sitio.

Para efectos de evaluación de los efectos de los árboles sobre los parámetros

climáticos, se instalaron tres estaciones climáticas durante el año 2007, de acuerdo a lo expuesto en cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
TRATAMIENTOS, ESTACIONES CLIMÁTICAS Y DISTANCIA MEDIA DE ESTACIONES A ÁRBOLES MÁS CERCANOS

Tratamientos	Estaciones Climáticas	
	N°	Distancia Media de Estación Climática a Árboles más Cercanos (m)
Sistema Silvopastoral Tradicional con pradera natural mejorada.	T2	2,5
Sistema Silvopastoral en Fajas alternas, con pradera natural mejorada.	T3	10,5
Sistema Ganadero Tradicional, con pradera natural mejorada, sin árboles	T4	Sin árboles

Las estaciones fueron ubicadas en lugares representativos, a una misma altitud, y ubicadas en sectores medios entre árboles para los tratamientos silvopastorales, e igual altitud en el sistema ganadero, como testigo.

Estas estaciones cuentan con un computador que registra los antecedentes cada media hora, y con un sistema de panel solar para cargar las baterías que dan la energía a la estación.

Parámetros a Evaluar

Durante el periodo de crecimiento vegetativo de la temporada de 2007 (enero a diciembre) y parte del año 2008 (enero a junio), se midieron los siguientes parámetros: Temperatura del aire (t), velocidad del viento (v), humedad relativa (HR), y precipitación (pp).

Análisis Descriptivo

Para la evaluación y análisis del efecto de los árboles sobre las variables climáticas se realizó un análisis descriptivo de las variables evaluadas, en base a cuadros, gráficos y discusión de resultados, dado que no se tuvieron repeticiones de estaciones climáticas, para haber realizado análisis de varianza, por su alto costo.

RESULTADOS

En el registro de los datos, algunas estaciones presentaron problemas con el panel solar y sus baterías, especialmente la instalada en el sistema tradicional, por lo que los registros no son completos, y algunos meses nos se contó con la información para su análisis. Por ello se depuró la información y se utilizó aquella que originó series de

información confiables para su análisis.

Viento

El análisis del viento se entrega a continuación analizando los promedios mensuales por año, las velocidades máximas y la sensación térmica.

-Velocidad Media del Viento

En la Figura N° 1 se observa que las velocidades medias mensuales del viento son mayores en el tratamiento ganadero en relación a los tratamientos silvopastorales.

También se observa que las velocidades son mayores en primavera-verano que en invierno, con una mayor diferencia entre estas estaciones en el tratamiento ganadero que en los silvopastorales, donde esta diferencia se presenta atenuada.

Las diferencias en velocidad media del viento para el mes de mayor valor, como fue en el mes de octubre de 2007, entre el tratamiento ganadero y fajas, alcanzó a los 9,6 km/h a favor del ganadero. En verano, enero de 2008, las diferencias entre el ganadero y en fajas fue de 7,3 km/h mayor para el primero, y con respecto al tradicional, de 8,3 km/h. En invierno, donde las velocidades son menores, para el mes de mayo de 2008 el ganadero tuvo valores superiores de 5,6 y 6,7 km/h sobre fajas y tradicional, respectivamente.

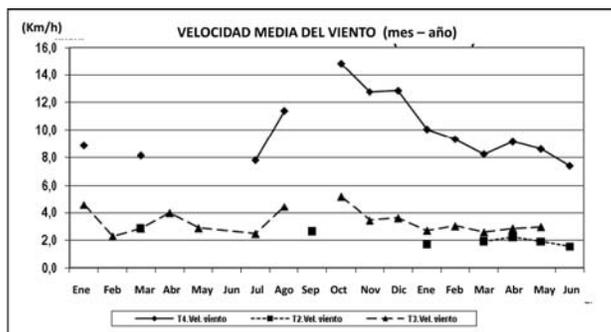


Figura N°1
VELOCIDAD MEDIA VIENTO, ENERO 2007 A JUNIO 2008, POR TRATAMIENTO.

La información también indica que en el tratamiento tradicional la velocidad del viento es inferior al tratamiento en fajas, ya que el primero tiene una distribución más uniforme de los árboles y una mayor cercanía entre sus copas (5,2 m), lo que intercepta más el viento. Por el contrario, en el tratamiento en fajas, al tener los árboles ordenados de forma que se asimilan a cortinas cortavientos, y con una separación entre estas de 21 m, su intercepción es levemente inferior al tradicional.

Al analizar las velocidades promedios del verano 2007 (enero a marzo) y verano 2008 (enero-marzo), que es la época del año donde la pradera es más afectada en su

desarrollo, se observa en la Figura N° 2 que las velocidades del viento en los tratamientos silvopastorales tendieron a disminuir, y en el ganadero aumentó.

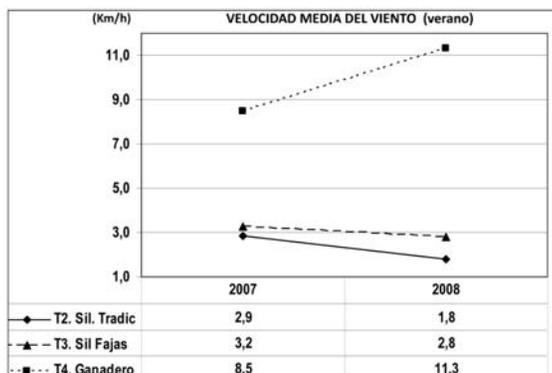


Figura N° 2
COMPARACIÓN VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO EN VERANO,
(ENE-MAR) 2007 Y 2008, POR TRATAMIENTO

Durante el día el viento sufre marcados cambios en su dinámica. Como se observa en la Figura N° 3, donde se analiza durante un periodo de 5 días el comportamiento del viento cada dos horas, este sufre un periodo de relativa calma entre las cero horas y el mediodía, para comenzar posteriormente un aumento de su velocidad hasta alcanzar un *peak* entre las 18 a 19 h, para después comenzar su reducción. Se observa una marcada diferencia entre el sistema ganadero (T4) y los tratamientos silvopastorales (T2 y T3), y entre estos últimos se ve un comportamiento similar durante el día.

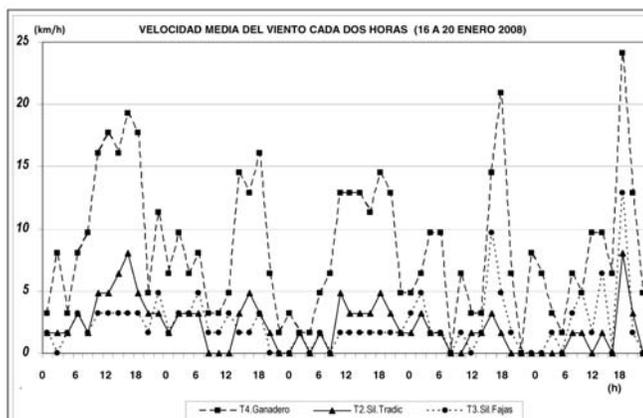


Figura N° 3
DISTRIBUCIÓN DE LA VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO DURANTE EL DÍA,
16 A 20 DE ENERO 2008

-Velocidad Máxima del Viento

Las velocidades máximas son aquellas mayores dentro del día registradas en el computador de las estaciones climáticas.

Como se observa en la Figura N° 4, las mayores velocidades de los vientos comienzan a incrementarse entre finales de invierno y principios de primavera, a partir del mes de agosto hasta principios de otoño, en el mes de abril.

El sistema ganadero es el que presenta las mayores velocidades, con 29,2 km/h en el mes de octubre. Para ese mismo mes, el sistema en faja registró 18,2 km/h, y en el sistema tradicional en septiembre se registraron velocidades levemente inferiores a los 10 km/h.

Para el periodo de verano, como se observa en la Figura N° 5, los mayores valores alcanzaron a los 22,9 km/h, para el tratamiento ganadero en el verano 2008.

También se observa, que estas velocidades han tendido a disminuir en los sistemas silvopastorales y aumentaron en el ganadero. Entre los sistemas silvopastorales, el que presenta menores velocidades es el tradicional

La razón de disminución de la velocidad media y máxima en los tratamientos silvopastorales, es por el aumento de cobertura de su copa, que es la parte del árbol que más intercepta el viento.

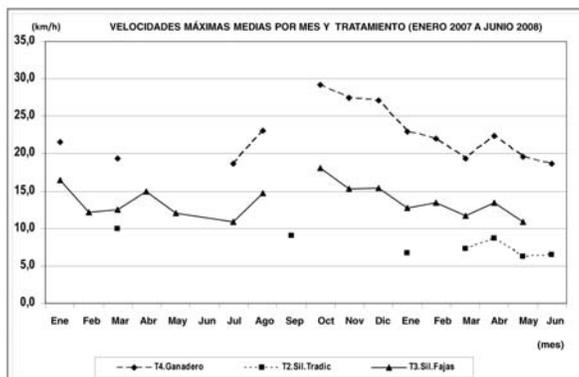


Figura N° 4
VELOCIDAD MÁXIMA MEDIA DEL VIENTO POR MES Y TRATAMIENTO
ENERO 2007 A JUNIO 2008

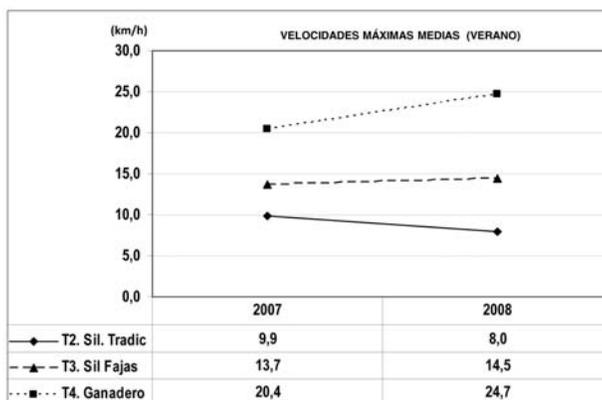


Figura N° 5
VELOCIDADES MÁXIMAS MEDIAS VERANO POR MES 2007 Y 2008
(DIC-MAR)

-Sensación Térmica (*Wind Chill*)

Wind Chill es un término utilizado para describir la tasa de pérdida de calor en el cuerpo como consecuencia del efecto combinado de baja temperatura y viento (Shiel y Stöppler, 2008). Con un aumento de la velocidad del viento, el calor del cuerpo expuesto a éste se reduce a un ritmo más rápido, haciendo disminuir la temperatura de la piel y, finalmente, la temperatura corporal interna. Este factor es importante, tanto para los humanos como para los animales, y presumiblemente para los vegetales, ya que el cuerpo siente más frío por efecto del viento. Como consecuencia, los animales requieren un mayor gasto energético para subir la temperatura corporal.

El comportamiento normal de un animal de sangre caliente, es buscar protección cuando el *wind chill* baja a un nivel tal que le impide mantener una temperatura de confort, que a su vez le permita continuar con sus actividades de alimentación y/o descanso (Quam y Johnson, 1994). A menor *wind chill*, la sensación térmica es menor.

En el presente estudio, los menores valores de *wind chill* se presentaron en el tratamiento ganadero (T4), y los mayores con valores similares en los tratamientos silvopastorales (T2 y T3) (Figura N° 6). Este valor es importante para el manejo animal, ya que los animales deben utilizar más energía para regular la temperatura corporal. Por ello, los tratamientos silvopastorales les proporcionan protección, reduciendo el gasto energético, lo que no ocurre en el tratamiento ganadero.

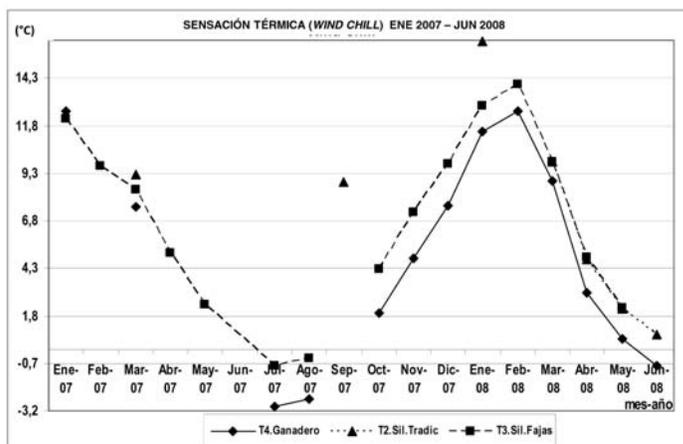


Figura N° 6
WIND CHILL MEDIO ENERO 2007 A JUNIO 2008

En el Cuadro N° 2 se entregan más antecedentes del efecto del viento en la temperatura ambiente, según tabla preparada en base a estudio de Quam *et al.* (1994). En ésta se observa que a medida que la velocidad del viento aumenta la temperatura ambiente se reduce. Por ejemplo, para una situación de viento con 40 km/h y con temperatura exterior de 13 °C, la temperatura se reduce a -1°C. Las zonas marcadas con color indican las temperaturas de riesgo para los animales; el color amarillo indica temperaturas de mayor riesgo de muerte para los animales. Con la misma velocidad anterior y con -12°C en situación de calma, se redujo a -34°C, situándose en situación de riesgo para los animales.

Cuadro N° 2
VELOCIDAD DEL VIENTO INVERNAL (km/h) Y SU RELACIÓN CON LA DISMINUCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE (°C) Y EL AUMENTO DEL RIESGO PARA LOS ANIMALES

	T° exterior	13	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34
Velocidad del viento	Calma	13	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34
	8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-37
	16	4	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50
	24	2	-6	-13	-21	-28	-35	-43	-50	-58
	32	0	-8	-16	-23	-31	-39	-47	-55	-63
	40	-1	-9	-17	-26	-34	-42	-51	-59	-67
	48	-2	-11	-19	-28	-36	-45	-53	-62	-69
	56	-3	-12	-20	-29	-37	-47	-55	-63	-72
	64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-64	-73
	72	-4	-13	-21	-30	-39	-48	-57	-65	-74
	Zona de riesgo alto									
	Zona de riesgo máximo									

(Fuente: Adaptado de Quam et al., 1994)

Según análisis realizado, de acuerdo a resultados obtenidos en el presente estudio, durante un periodo de 5 días (8 al 12 de mayo 2008) y cada dos horas, se puede observar en la Figura N° 7 que los menores valores de *wind chill* se presentan entre la 0 y las 6 h AM, en el tratamiento ganadero (T4). A esa misma hora, en los tratamientos silvopastorales, se observan valores entre 2 y 3 puntos sobre el ganadero. Los máximos valores se encontraron a las 16 h en los tratamientos silvopastorales (T2 y T3), sin una tendencia clara entre estos.

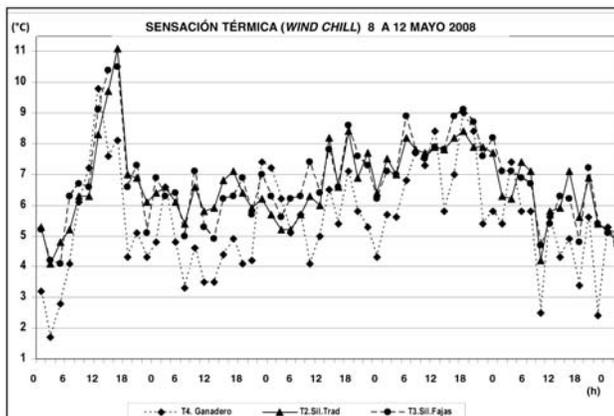


Figura N° 7
VARIACIÓN HORARIA DE WINDCHILL 8 AL 12 DE MAYO 2008

Temperatura

En relación a la temperatura ambiental, no se presentan grandes diferencias entre los tratamientos (Figura N° 8). De acuerdo a los resultados recogidos entre octubre de 2007 a febrero de 2008, se observa que el tratamiento en fajas (T3) tuvo valores promedio, para ese periodo, levemente mayores al tratamiento ganadero (T4), 10,2 °C contra 9,9 °C. En el periodo febrero a marzo 2008, estos valores bajan a 7,9 °C para fajas, 7,7 °C para tradicional (T2) y 7,9°C para el ganadero.

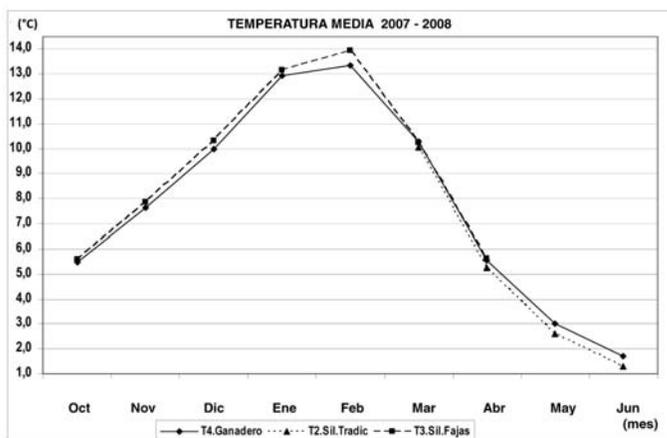


Figura N°8
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL POR TRATAMIENTO AÑOS 2007-2008

Estos resultados están de acuerdo con lo expuesto por Percival *et al.* (1984), quienes encontraron que las temperaturas mínimas eran mayores en los sistemas con pastura abierta que en los sistemas silvopastorales.

Humedad Relativa (HR)

Como se aprecia en la Figura N° 9, la tendencia de la HR entre los tratamientos es similar, con valores de 85 % para los meses de invierno, y de 62 % promedio en el mes más bajo, enero 2008, durante la época de verano.

Para los meses de mayor crecimiento vegetativo (septiembre 2007 a enero 2008), los valores de humedad alcanzaron a 69,9 % para el ganadero (T4) y 70,1 % para el sistema en fajas (T3). En otoño del año 2008 (marzo a mayo 2008), estos valores subieron a 77,0 %, 77,6 % y 77,5 % para los tratamientos ganadero, tradicional y en fajas respectivamente (Cuadro N° 3).

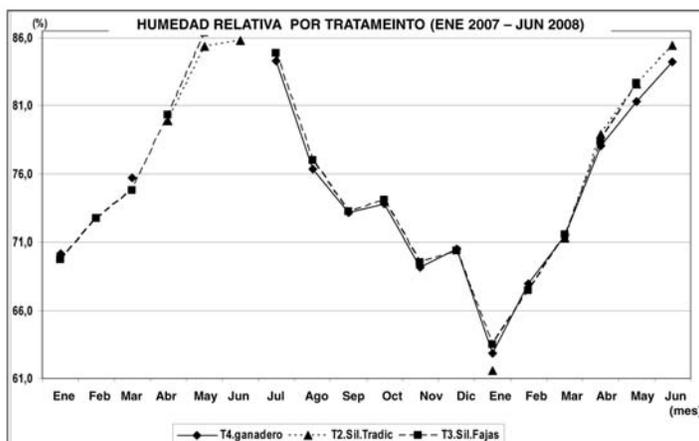


Figura N° 9
HUMEDAD RELATIVA MEDIA MES POR TRATAMIENTO
AÑOS 2007 - 2008

Cuadro N° 3
HUMEDAD RELATIVA POR PERIODO DEL AÑO Y TRATAMIENTOS

Periodo del Año	Humedad Relativa (%)		
	T4. Ganadero	T2. Tradicional	T3. Fajas
1. Septiembre 2007 - enero 2008	69,9	-	70,1
2. Marzo 2008 - mayo 2008	77,0	77,6	77,5

Precipitación

En la Figura N° 10 se aprecia el comportamiento de la precipitación promedio por mes y por tratamiento. Al comparar los tratamientos ganadero y en fajas para el periodo julio 2007 a abril 2008 se observa que se registró mayor precipitación en el tratamiento silvopastoral en fajas que en el ganadero. Por otro lado, durante el periodo marzo 2008 a junio 2008, se observa que la precipitación registrada fue mayor en el ganadero que en el tradicional.

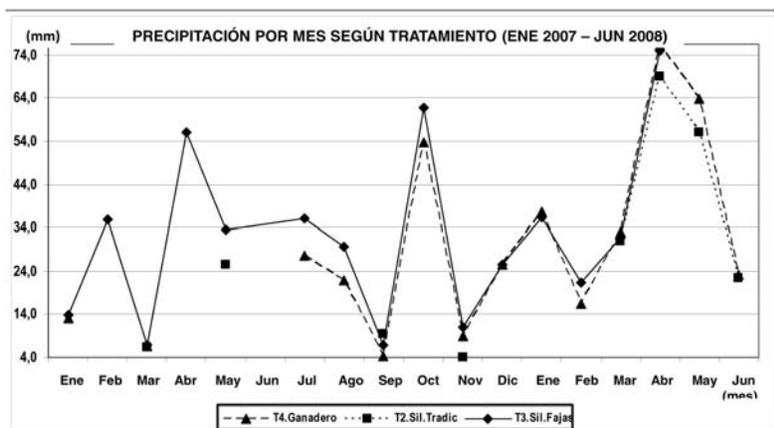


Figura N° 10
PRECIPITACIÓN MEDIA MES POR TRATAMIENTO ENERO 2007 A JUNIO 2008

Dado que los periodos de datos registrados no fueron continuos (Figura N°10), se expone en el Cuadro N° 4 dos periodos de evaluación para comparar los resultados de precipitación entre el tratamiento testigo T4, en relación a los tratamientos silvopastorales.

Cuadro N° 4
COMPARACIÓN DE PRECIPITACIÓN ENTRE TRATAMIENTOS POR PERIODOS

Periodo del Año	Precipitación (mm)		
	T4. Ganadero	T2. Tradicional	T3. Fajas
1. Julio 2007 - marzo 2008	229,0	-	259,9
2. Marzo 2008 - junio 2008	196,0	178,4	-

En el primer periodo evaluado, entre T4 y T3 se observa un registro de precipitación mayor en el tratamiento fajas. En el segundo periodo, se contabilizó un mayor registro en el tratamiento ganadero comparado con tratamiento tradicional.

DISCUSIÓN

De los resultados expuestos se puede concluir que los árboles presentes en tratamientos silvopastorales modificaron algunos parámetros climáticos del ambiente. Para los efectos del presente estudio y en relación a dos aspectos muy importantes para el estudio, como la producción de la pradera y la producción animal, el parámetro más afectado por los árboles fue el viento.

Los tratamientos silvopastorales redujeron sustancialmente la velocidad promedio del viento en relación al tratamiento testigo (ganadero), con una menor velocidad del viento de más del 200%. Cuando se evalúan las velocidades máximas, que afectan fuertemente el crecimiento de los vegetales, ya que rompen o desecan los puntos de crecimiento de los pastos, la reducción fue del 10% en los tratamientos silvopastorales.

En relación al *wind chill*, los valores fueron menores en un 8% en el ganadero con respecto a los silvopastorales, lo cual reduce fuertemente la sensación térmica en los animales y como consecuencia produce una disminución en la ingesta de alimento, provocando una disminución en la tasa de crecimiento en peso vivo.

Los valores de viento promedio, también mostraron fuertes diferencias entre los tratamientos de acuerdo al periodo horario. Las menores velocidades de viento se encontraron entre las 0 y 6 h AM, en los tratamientos silvopastorales, y las mayores velocidades se produjeron entre las 12 y 18 h en el tratamiento ganadero.

En *wind chill*, los menores valores se encontraron en el tratamiento ganadero entre las 2 y las 6 h AM, y los mayores en los silvopastorales cercano a las 18 h. Lo anterior influye en el hábito alimenticio de los animales, dado que en horas de más viento y menor *wind chill* los animales buscan protección, y se produce una disminución de la ingesta de pasto (Quam *et al.*, 1994)

Respecto de la temperatura media, los valores no fueron afectados mayormente por los tratamientos. Aunque no existen mayores diferencias, se observa que en el invierno los valores son levemente inferiores en el ganadero y, en verano son también levemente superiores en ese tratamiento (Figura N° 8).

La humedad relativa fue afectada levemente por los árboles en los tratamientos silvopastorales, en relación al testigo, con valores levemente superiores en los tratamientos silvopastorales de 0,2 a 0,6 %, dependiendo de la estación del año.

Los sistemas silvopastorales afectaron el comportamiento de la precipitación y sus registros. En la Figura N° 10 y el Cuadro N° 4 se observa que se registraron valores superiores de precipitación en el tratamiento en fajas y menores en el tradicional en relación al ganadero.

Esto se puede explicar, en el primer caso, dado que las fajas al actuar como cortinas cortaviento reducen la velocidad del viento y hacen que la precipitación descienda con un ángulo menos agudo y con mayor lentitud en el receptáculo de captación del agua de la estación climática ubicada en éste tratamiento, en comparación con el ganadero. En este último, por efecto de una mayor velocidad del viento, las gotas de lluvia adquieren más velocidad y un ángulo más agudo, lo cual reduce el área de penetración en la botella de captación de agua, por lo cual capta menos precipitación. En el segundo caso, la estación en el tratamiento ganadero registró un 5 % más de precipitación que en el tradicional, lo cual también se explica por la mayor intercepción de la lluvia por las copas de los árboles en el tratamiento silvopastoral tradicional, que tiene un 32 % de cobertura de copa.

En general, los árboles interceptan la precipitación con su follaje, reduciendo la cantidad de ésta que llega directamente al suelo, reteniéndola en el follaje, por lo que cae al suelo en forma de gotas de mayor magnitud o escurre por el fuste hacia el suelo. Parte de ella es evaporada por efecto de la radiación solar desde el follaje y no llegará nunca al suelo, y en este caso al receptáculo de captación. En el caso de áreas sin árboles, toda la precipitación llega al suelo, ya que no hay barreras interceptoras, como son los árboles.

CONCLUSIONES

Los árboles de *Pinus contorta*, manejados bajo ordenación silvopastoral modificaron algunos parámetros climáticos del ambiente. Los parámetros que fueron modificados, por efecto de los árboles, fueron:

Los árboles, en tratamientos silvopastorales, redujeron la velocidad promedio del viento en relación al tratamiento testigo (ganadero), con una disminución de la velocidad del viento de más del 200 %.

En relación a las velocidades máximas de viento, la reducción fue del 10 % en los tratamientos silvopastorales, en comparación con tratamiento ganadero.

Los valores de *wind chill* fueron entre 22 y 26 % mayores, para tratamiento silvopastoral en fajas y tradicional, respectivamente, en relación al tratamiento ganadero. Entre los tratamientos silvopastorales, el silvopastoral tradicional obtiene valores más altos que el de fajas.

Los sistemas silvopastorales afectaron el comportamiento de la precipitación y sus registros. Se registraron valores superiores de precipitación en el tratamiento en fajas y menores en el tradicional en relación al ganadero. En el tratamiento ganadero se registró un 5 % más de precipitación que en el tradicional, lo cual se explica por la mayor intercepción de la lluvia por las copas de los árboles en el tratamiento silvopastoral tradicional.

Otros parámetros no fueron afectados por la presencia de árboles, como fue la temperatura media y la humedad relativa, con valores levemente superiores en esta última en los tratamientos silvopastorales de 0,2 a 0,6 %, dependiendo de la época del año.

REFERENCIAS

Anderson, G. W., 1977. Productivity of crops and pastures under trees. pp. 58-63. In: Integrating Agriculture and Forestry. Ed: by Howes K.M.W. and Rummey R.A. CSIRO., Australia.

Anderson, G. W, Moore, R. and Jenkins, P., 1988. The integration of pasture, livestock and widely-spaced pine in South Western Australia. *Agrofor. Syst.* 6:195-211.

Garret, H. E. and Buck, L., 1997. Agroforestry practice and policy in the United States of

America. Forest Ecol. Manag. 91:5-15.

Garret, H. E., Kerley, M. S., Ladyman, K. P., Walter, W. D., Godsey, L. D., Van Sambeek, J. W. and Brauer, D. K., 2004. Hardwood silvopasture management in North America. Agrofor.Syst. 61:21-33.

Lee, R., 1978. Forest Microclimatology. Columbia University Press, New York.

Lewis, C. E., 1973. Integrating management of forest and range resources. pp 69-70. In: Range resources of the Southeastern United States. The Amer. Soc. Agro., Pub N° 21. Madison, Wisconsin.

Lewis, C., Burton, C., Monson, W. and McCormick, W., 1983. Integration of pines, pastures and cattle in southern Georgia, USA. Agrofor. Syst. 1:277-297.

Mead, D., 2009. Biophysical interactions in silvopastoral systems: A New Zealand perspective. En: Actas del 1^{er} Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp. 3-9.

Murgeitio, E, 2009. Aspectos relacionados con la sustentabilidad social y ambiental de los sistemas silvopastoriles en América tropical. En: Actas del 1^{er} Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. Pp. 66-69.

Nair , P. K. R., 1987. Soil productivity under agroforestry. In: Agroforestry Realities, Possibilities and Potentials. Ed. by Gholz H.L., Martinus Nijhoff and Junk W. Dordrecht, The Netherlands.

Percival, N., Hawke, M. and Andrew, B., 1984. Preliminary report on climate measurements under *Pinus radiata* plants in farmland. In: Bibrough GW (ed), Proceedings of a technical workshop of agroforestry. Ministry of Agriculture and Fisheries, Wellington. pp: 57-60

Peri, P., Lucas, R. and Moot, D., 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. Agrofor. Syst. 70: 63-79.

Quam, V. and Johnson, L., 1994. Windbreaks for Livestock Operations. University of Nebraska Cooperative Extension EC 94-1766-X. En <http://www.lanr.unl.edu/pubs/forestry/ec1766.htm>. Marzo de 2009.

Reid, R. and Wilson, G., 1986. Agroforestry in Australia and New Zealand. Goddard and Dobson. Victoria, Australia. 255p.

Shiel, W. C. and Stöppler, M. C., 2008. Webster's New World TM Medical Dictionary, 3rd Edition. Coedited by William C. Shiel, Jr., MD, FACP, FACR, and Melissa Conrad Stöppler, MD. Wiley Publishing, Inc. New Cork.

Snaydon, R. W. and Harris, P. M., 1979. Interactions belowground: the use of nutrients and water. In: Proc. International Workshop on Intercropping. Ed. by Willey R.W. ICRISAT, Hyderabad, India. pp. 188-201.

Solangaarachchi, S. M. y Harper, J. L., 1987. The effect of Canopy filtered Light on the growth of white clover, *Trifolium repens*. *Oecologia* 72: 372-376.

Sotomayor, A., 1989. Sistemas silvopastorales y su manejo. Documento técnico N° 42. Revista Chile Forestal, Diciembre 1989. CONAF. 8p.

Sotomayor, A., 1990. Sistemas silvopastorales y su manejo. *Chile Agrícola* 157:203-206.

Sotomayor, A. y Cabrera, C., 2008. Análisis de un sistema silvopastoral con *Pinus radiata* D. Don, asociado con ganado ovino en la zona mediterránea costera central de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal*, Vol 14 N° 2. pp: 269-286.

Sotomayor, A., 2009. Sistemas silvopastorales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura en Chile. En: Actas del 1^{er} Congreso Nacional de Sistemas Silvopastorales. Posadas, Misiones Argentina. Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. pp. 26-47.

Sotomayor, A., Teuber, O. y Moya, I., 2009. Resultados y experiencias sobre manejo de sistemas silvopastorales en la región de Aysén. En: Sistemas Agroforestales para la región de Aysén: Cortinas Cortaviento y Silvopastoreo. pp: 165-199. Ed: Teuber O. Instituto de Investigaciones Agropecuarias e Instituto Forestal. Coyhaique, Chile.

Watson, V. H., Pearson, H. A., Knight, W. E. and Hagedorn, C., 1984. Cool season forages for use in Pine forests. Pp.79-88. in: *Agroforestry in the Southern Unites States*, 33rd Annual Forestry Symposium. Ed. by Linnartz, N. E. and Johnson, M. K. Louisiana Agric. Exp. Sta., Baton Rouge, Louisiana.

CONTROL Y FORESTACION DE DUNAS COSTERAS EN CHILE¹

Santiago Barros² y Juan Orlando Gutiérrez³

RESUMEN

En Chile existen unas 130 mil hectáreas de dunas, de las cuales unas 75 mil hectáreas corresponden a dunas costeras y unas 56 mil hectáreas a dunas interiores. Las cifras de superficie provienen de un inventario detallado realizado en el año 1966, poco después de que se iniciaran los trabajos de control por parte del Estado. Evaluaciones parciales posteriores muestran que las cifras totales no han variado significativamente, pero que ha habido una reducción en la superficie de dunas activas tanto por el crecimiento de la vegetación natural y el establecimiento de plantaciones forestales, especialmente en las dunas interiores, como por los trabajos de control realizados en las dunas costeras, que han permitido estabilizar casi el 40% de la superficie ocupada por éstas. Los trabajos de control han permitido recuperar áreas invadidas por arenas y detener la expansión de los campos de dunas, por lo que de no haber sido efectuados, la actual superficie de dunas activas en el país sería considerablemente mayor.

El origen de los campos de dunas es variado, los interiores o continentales lo tienen en una fuerte actividad volcánica en el Cuaternario, a fines del Pleistoceno; los costeros en tanto también provienen del Cuaternario, pero corresponden a formaciones de diferente data, con dunas de 2 a 4 mil años y otras más recientes sobre las anteriores, que con seguridad se originaron en procesos erosivos provocados por la deforestación y uso inadecuado de los suelos durante los últimos 3 ó 4 siglos. Estos procesos han generado un permanente arrastre de material hacia los ríos y por estos hacia el océano que después los devuelve al continente sobre las planicies costeras.

Las dunas interiores están concentradas en la zona centro sur del país y en general no representan mayores problemas por encontrarse inactivas; buena parte de ellas han sido cubiertas por plantaciones forestales y las áreas aún descubiertas no presentan mayor actividad o esta es muy puntual o local. Las dunas litorales o costeras están presentes a lo largo de la costa de todo el país, desde las zonas áridas y semiáridas del norte hasta las zonas lluviosas del sur, en su mayoría están activas debido a las condiciones climáticas y al abastecimiento permanente de arenas desde la costa y por lo tanto producen problemas amenazando con invadir centros poblados, obras de infraestructura o suelos productivos.

A fines del siglo XIX e inicios del siglo XX se realizaron los primeros trabajos de control de dunas en la zona centro sur del país; posteriormente a mediados del siglo XX el Estado

1 Trabajo resumido como estudio de caso en FAO, 2011. Gestion des Plantations sur Dunes. Document de Travail sur les Forêts et la Foresterie en Zones Arides, N° 3. Chapitre 4. Exemples de Gestion des Plantations sur Dunes.

2 Ingeniero Forestal. Instituto Forestal Chile. Santiago.barros@infor.cl

3 Ingeniero Forestal. Consultor. joguti@entelchile.net

chileno desarrolló en forma directa importantes trabajos de estabilización y forestación de dunas, combinando métodos mecánicos y biológicos, los cuales fueron posteriormente continuados por el sector privado apoyado por incentivos estatales. Se estima que en la actualidad se encuentran recuperadas casi la totalidad de las dunas interiores y unas 32 mil hectáreas de dunas costeras. Las plantaciones forestales que crecen sobre dunas controladas, principalmente de pino y eucalipto, generan rentabilidades cercanas al 10 %.

La política forestal chilena actual apunta con su legislación de fomento a la recuperación de suelos degradados en general y de las dunas en particular, otorgando beneficios de tipo tributario y subsidios a quienes ejecuten obras de recuperación de suelos y trabajos de forestación, con especial énfasis en pequeños propietarios.

Palabras clave: Forestación, control de dunas

SUMMARY

The extension of dunes in Chile is close to 130,000 ha, of which about 75,000 ha are coastal dunes and 56,000 ha are interior. These figures are the result of a detailed inventory conducted in 1966 and soon after the dunes control activities carried out by the Government had began. Later, partial evaluations showed that the total figures have not varied significantly, but there has been a reduction of the active dunes due to the growth of natural vegetation and the establishment of plantations, especially in the case of interior dunes, and the control activities on the coastal dunes have allowed stabilizing about 40% of the area. In case these control activities would not have been conducted, the current total dunes area in the country would be considerably larger.

The origin of the dunes is varied, the interior or continental dunes exists due to a strong volcanic activity during the Quaternary era finishing during the Pleistocene. The coastal dunes also come from the Quaternary era, but they correspond to formations of different dates, with dunes as old as 2,000 to 4,000 years and even younger dunes above them, generated by erosive activities caused by deforestation and other inadequate land use practices during the last 3 to 4 centuries. These processes have generated a permanent transportation of material towards the rivers then to the ocean that later returns to the land, especially to the coastal plains.

The interior dunes are concentrated in the central area of the country and, in general, they do not represent a big problem, since they are inactive, a good portion of them are covered by planted forest and those areas which remain still uncovered do not present any activity. The coastal dunes are present along the whole country from the arid and semi-arid areas of the north to the rainy areas of the south, the majority of these dunes are still active due to the climatic conditions and the permanent supply of sand from the coast and therefore they produce problems threatening to invade cities, infrastructure and agricultural productive soils.

At the end of the XIXth century and beginning of the XXth century the first dune control activities began in the central area of the country and later on, by the middle XXth century, the Chilean Government carried out important stabilization and afforestation work on dunes, combining mechanical and biological methods. These kinds of activities have been later carried out by the private sector supported by government incentives. Today, most interior dunes have been recovered as well as about 32,000 ha of coastal dunes. The forest plantations growing on controlled dunes, mainly of Pine and Eucalypt species, generate profitability close to 10 %.

The current Chilean forest policy through its legislation aims to recover degraded soils in general and dunes in particular, granting tax benefits and subsidies to those who carries out soil recovery and planting activities, with special focus on small land owners.

Key words: Afforestation, sand dunes control

INTRODUCCION

Ubicado entre los 18 y 55° de Latitud Sur, Chile ocupa una angosta faja de territorio de unos 4.200 kilómetros de longitud entre la Cordillera de Los Andes y el Océano Pacífico, con una superficie continental de 75,8 millones de hectáreas. Esta posición geográfica explica la presencia de una variedad de climas desde las zonas áridas subtropicales por el norte hasta las selvas lluviosas en las regiones del sur. La topografía general está marcada de oriente a poniente por la Cordillera de los Andes, la Depresión Intermedia o Valle Central y la Cordillera de la Costa y por gran cantidad de cuencas hidrográficas que en igual dirección cruzan el territorio tributando al Océano Pacífico (Figura N°1).



(Fuente: Google Earth)

Figura N° 1
IMAGEN AEREA CHILE

La división administrativa del país corresponde a quince Regiones ordenadas de norte a sur, más la Región Metropolitana donde se ubica la capital, Santiago. La población es de 15 millones de habitantes según censo poblacional 2002 y se estima en 17 millones para año 2010, fuertemente concentrada en la zona central del país.

Las principales actividades económicas giran en torno a los recursos naturales; minería, bosques, pesca y agricultura, además de las relativas a la industria, el comercio y los servicios, con buen desarrollo.

El sector forestal cuenta con importantes recursos, representados por 13,7 millones de hectáreas de bosques naturales y 2,3 millones de hectáreas de plantaciones (INFOR, 2010). Los bosques nativos presentan una rica variedad de especies predominando las pertenecientes al género *Nothofagus*, y otras como *Fitzroya cupressoides* y *Araucaria araucana*. Los bosques plantados han sido establecidos con especies de rápido crecimiento, principalmente *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, pero hay también superficies significativas de especies de los géneros *Populus* y *Pseudotsuga*, en las zonas central y sur, y de los géneros *Eucalyptus*, *Prosopis*, *Acacia* y *Atriplex*, en zonas áridas y semiáridas del centro y norte del país (INFOR, 2010).

Sobre la base de estos recursos y una corta anual de unos 36 millones de metros cúbicos de madera en trozas existe un fuerte desarrollo industrial con importantes volúmenes de producción y exportación de pulpa y papel, madera aserrada, tableros y otros productos. Las exportaciones forestales constituyen uno de los pilares de la economía del país, alcanzando en la actualidad niveles superiores a los 4,2 miles de millones de dólares anuales (INFOR, 2010), poco menos del 10% del total de las exportaciones totales del país. Es preciso mencionar también que actualmente más del 95 % de la producción forestal chilena proviene de bosques plantados.

En el desarrollo forestal que alcanza el país no se descuida los aspectos ambientales, toda la actividad forestal está normada por Ley; la flora y fauna amenazada se encuentran bajo protección, existiendo 14 millones de hectáreas de áreas protegidas en una red de parques nacionales; además el país es signatario de las principales convenciones internacionales, como las relacionadas con especies amenazadas, biodiversidad, cambio climático, desertificación, humedales y otras. Existe fomento estatal para la recuperación y forestación de suelos degradados, para el control y forestación de dunas y para la forestación con especies nativas, con énfasis en aquellas consideradas amenazadas, y recientemente para el manejo de bosques nativos. El Estado apoya la protección forestal, tanto en materia de incendios como de plagas y enfermedades forestales. Todo proyecto forestal o industrial de cierta envergadura requiere de estudio previo de impacto ambiental.

ORIGEN Y FORMACION DE LAS DUNAS

En términos generales existen dunas costeras o litorales e interiores o continentales. Las primeras se originan en arenas procedentes del borde oceánico y las segundas del margen de ríos y lagos, de antiguos lechos lacustres o marinos y de sedimentaciones de ocasionales actividades volcánicas. Las dunas pueden ser activas o vivas, cuando por no existir vegetación están cambiando constantemente de lugar bajo la acción de las corrientes eólicas, e inactivas o fijas cuando existe cobertura vegetal que impide su desplazamiento.

Dunas ampliamente distribuidas en todos los continentes son las asociadas a áreas

costeras, en tanto que los mayores complejos de dunas se encuentran en áreas interiores en zonas áridas y asociadas a antiguos lagos o lechos marinos⁴ u originadas en el normal proceso de formación de suelos y degradación a partículas más y más pequeñas que en áreas desprotegidas son erosionadas, removidas por el viento y acumuladas en otros lugares. .

El origen de las arenas que componen las dunas costeras es variado, provienen de la erosión provocada por el oleaje marino sobre la costa, de depósitos volcánicos interiores arrastrados al océano por los ríos y de la erosión general de los suelos tierra adentro provocada por la actividad humana, cuyo material transportan al océano quebradas y ríos. Estos sedimentos son arrastrados por las corrientes costeras y, en aquellos lugares en que la topografía del borde costero, la vegetación y la ocurrencia, dirección e intensidad de los vientos así lo permiten, son depositados y arrastrados al interior por la acción eólica.

La formación y avance de los campos de duna responde a la acción eólica que desplaza partículas en volúmenes y a distancias que dependen del abastecimiento de arenas desde el océano, de la velocidad del viento, la humedad de la superficie en que están depositadas, el tamaño de las partículas, la topografía local, la vegetación y los obstáculos que el viento y su carga puedan encontrar en su camino.

La altura de los montículos de arena en las dunas es de unos pocos metros hasta 150 y más en Chile (Gormaz, 1974), en tanto que en dunas de zonas desérticas de Chile el espesor de la cubierta de arena puede superar los 300 m, como ocurre en las cercanías de Copiapo (Paskoff y Manríquez, 2004).

Existen diferentes formas de dunas, definidas principalmente por la dirección del viento durante el período de transporte de arenas, la topografía del lugar y la vegetación que pueda existir. Las cinco formas principales son medialuna, linear, estrella, cúpula y parábola.

La forma más común es la de medialuna, conocida también como barján o duna transversal. Son dunas más anchas que largas y aisladas, se forman bajo vientos dominantes de una dirección, presentan una forma convexa y una pendiente suave a barlovento y cóncava con pendiente abrupta a sotavento, donde se encuentra el frente de deslizamiento y avance. En sectores de los campos de dunas de Arauco en Chile el avance medio anual se estimó en 20 m, alcanzando hasta 200 m en años especialmente secos (Gormaz, 1974).

En la medida que las dunas se forman se inicia también una sucesión vegetal natural sobre ellas, sin embargo condiciones adversas como el aire salino, escasa disponibilidad o ausencia de agua y nutrientes en el suelo se suman a la acción desecante y abrasiva del viento cargado de arena, por lo que sólo especies de carácter pionero son capaces de iniciar una lenta colonización de las arenas. Se trata de plantas que se adaptan a estas severas condiciones de sitio, típicamente tienen raíces profundas, capacidad de

4 <http://www.astromia.com/tierraluna/erosionviento.htm>

fijar nitrógeno y bajos niveles de transpiración. Las raíces profundas son capaces de aglutinar la arena y la parte aérea de las plantas, de crecer en la medida que la arena las cubre, formándose así la anteduna o duna litoral, tras la cual pueden empezar a prosperar otras especies, como algunas leguminosas u otras, y finalmente especies mayores como coníferas si las condiciones climáticas del lugar lo permiten.

Entre las más características especies pioneras en Europa y Norteamérica están los llamados pastos de arena o pastos de playa del género *Ammophila* (*A. arenaria* en Europa y *A. breviligulata* en Norteamérica).

A fines del siglo XIX y principios del siglo XX el naturalista alemán Federico Albert, contratado por el Gobierno de Chile, es quien primero se preocupa de la recuperación de áreas degradadas y del estudio e introducción de numerosas especies para la creación de plantaciones forestales. En el año 1900 señaló su preocupación por los diferentes campos de dunas a lo largo de la costa del país, estimando su superficie en 250 mil hectáreas y trabajando intensamente durante los años posteriores en la contención de los campos de dunas de Chanco, en la Región del Maule, que invadían suelos productivos y amenazaban con cubrir el pueblo del mismo nombre.

DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIE DE DUNAS EN CHILE

En 1966 el Instituto de Recursos Naturales (IREN) realiza un inventario de las dunas existentes entre La Serena, región de Coquimbo, y el canal de Chacao, Región de Los Lagos, sobre la base de fotografías aéreas del Proyecto Aerofotogramétrico CHILE/OEA/BID, que arroja una superficie total de 75 mil hectáreas de dunas costeras y 57 mil hectáreas de dunas interiores o continentales. Estos resultados son obtenidos entendiendo por duna a todo depósito de arena de origen eólico, sin utilización agrícola, forestal o ganadera, y de superficie mayor a una hectárea, excluyendo las playas. El inventario considera duna litoral a aquella que está en contacto con una playa marítima y duna continental a aquella que no lo está (IREN, 1966).

El inventario identifica en material aerofotográfico a escala 1:20.000 una gran cantidad de dunas a lo largo del litoral entre La Serena (30° LS) y Puerto Montt (42° LS). Al sur y especialmente al norte de este rango geográfico existen importantes campos de dunas, no considerados en el estudio por su escasa o nula importancia en términos silvoagropecuarios. El estudio excluyó también toda área de arenas bajo uso agrícola, forestal o ganadero, lo que redujo bastante la superficie total. Se excluyó por ejemplo unas 58 mil hectáreas de campos de arenas interiores en la Región del Bio Bio, cubiertos con plantaciones de *Pinus radiata* (INFOR, 1966), e igualmente parte de las dunas litorales de Chanco en la Región del Maule, que habían sido estabilizadas con plantaciones forestales de diferentes especies, producto de los trabajos que había ejecutado Federico Albert desde principios del siglo y forestaciones posteriores.

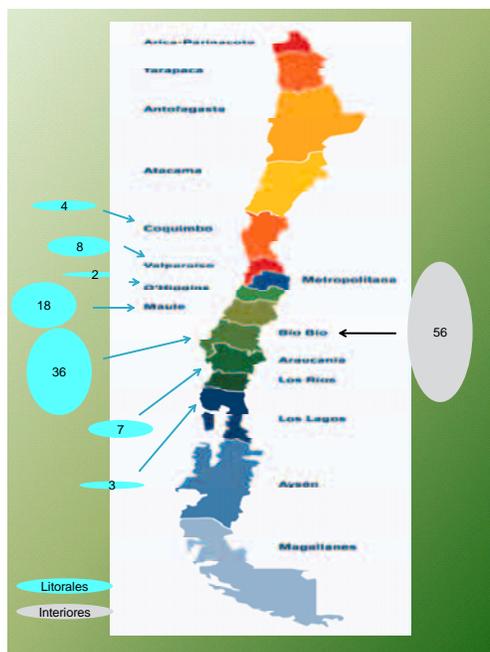


Figura N° 2
PRINCIPALES CAMPO DE DUNAS EN CHILE
SUPERFICIE POR REGIÓN (MILES HECTÁREAS)

La distribución de dunas por Región de acuerdo al inventario realizado por IREN (1966) es la que indica el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1
SUPERFICIE DE DUNAS EN CHILE

REGION	SUPERFICIE DUNAS (ha)		
	Litorales	Interiores	Total
IV Coquimbo	4.249		4.249
V Valparaíso	7.737		7.737
XIII Metropolitana		120	120
VI O'Higgins	1.945		1.945
VII Maule	17.860	38	17.898
VIII Bio Bio	35.488	56.296	91.784
IX La Araucanía	4.134	124	4.258
XIV Los Ríos y X Los Lagos	3.015		3.015
Total	74.428	56.578	131.006

(Fuente: IREN, 1966)

La Región del Bio Bio concentra el 70 % de la superficie de dunas del país, la casi totalidad de las dunas continentales y el 48 % de la de dunas costeras. En lo referente a dunas costeras la sigue la Región del Maule con el 24%.

Las dunas continentales en Chile en términos generales no producen problemas debido a que se encuentran en gran parte estabilizadas debido a su colonización por vegetación natural espontánea, el establecimiento de extensas plantaciones forestales y la práctica de agricultura. Estas dunas se originaron en una intensa actividad volcánica, ocurrida hace unos 15 mil años y que afectó unas 400 mil hectáreas. Los sedimentos más jóvenes son de 500 a 1500 años (CONAMA y MINAGRI, 2004).

Las dunas costeras se encuentran a lo largo de todo el litoral chileno, aunque muestran una fuerte concentración en las Regiones del Maule y del Bio Bio. Las condiciones climáticas oscilan ampliamente, desde la carencia prácticamente de lluvias en el norte hasta 2.500 mm por año y más en la Región de Los Lagos. Existe un marcado período seco estival, de hasta 8 meses en la Región de Coquimbo y 3 meses en la Región del Bio Bio. Los vientos dominantes en primavera y verano son del SW y coinciden en general con las horas de calor.

En Chile el origen predominante de las dunas es antrópico, provienen de la erosión de los suelos producida por deforestación, incendios forestales y deficientes prácticas agrícolas y ganaderas, pero también han intervenido procesos naturales desarrollados hace 2 mil a 4 mil años (Fuenzalida, 1956 y Paskoff, 1970. Cit. por Castro, 1985).

Antecedentes históricos indican que en los siglos XVII y XVIII las dunas activas estaban menos extendidas y el avance de las dunas costeras actuales es aún intenso en muchos casos. Contreras (1958) (cit. por Vita, 1975) estima que a comienzos del siglo XX el área cubierta por dunas costeras era aproximadamente la mitad de la actual.

Paskoff y Manríquez (2004), a base de estudios en los principales campos de dunas del país, que incluyen algunos de la zona desértica como las extensas dunas remanentes de Copiapó, en la Región de Atacama, e Iquique, en la Región de Tarapacá, sostienen que las dunas son un fenómeno natural, cíclico y antiguo, y que muchas de las dunas actuales tienen su primer origen en el Pleistoceno. Señalan también que indudablemente la acción antrópica, que ha producido severas deforestaciones y daños a los suelos durante los últimos 4 ó 5 siglos, ha incrementado la carga aluvial de las grandes cuencas y cursos de agua, dando origen a nuevas dunas normalmente sobre dunas del Cuaternario. Sin embargo, hay excepciones como los grandes campos de dunas de Arauco en la Región del Bio Bio, donde las arenas provendrían de la erosión y abrasión de roca metamórfica, característica de la Cordillera de la Costa.

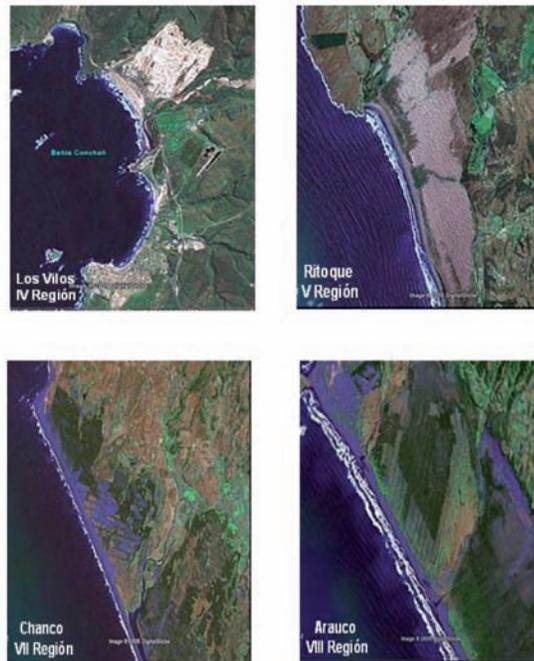
Los campos de dunas y en especial aquellos correspondientes a dunas litorales o costeras han sido normalmente considerados como agentes invasores, que deben ser controlados. Sin embargo, actualmente se considera que a menudo son ecosistemas importantes de proteger por ser el hábitat de numerosas especies de flora y fauna, por su valor como áreas de recreación y turismo e incluso en algunos casos por ser de importancia arqueológica. En consecuencia sólo deben ser intervenidas cuando

constituyen un problema al amenazar pueblos, comprometer obras de infraestructura o invadir suelos productivos.

Algunas áreas de dunas en Chile han sido consideradas importantes ecosistemas a proteger y han sido incorporadas al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, como es el caso de las presentes en las Reservas Nacionales El Yali (Región de Valparaíso), Laguna Torca y Federico Albert (Región del Maule) y en el Parque Nacional Chiloé (Región de Los Lagos).

Numerosos otros campos de dunas, bastante extensos en algunos casos, están asociados a balnearios costeros y presentan atractivos recreacionales, sin generar problemas mayores que ameriten intervenirlos.

Sin embargo, son numerosos también los sectores de dunas que representan un serio problema. Como ejemplo, las dunas de El Teniente y Los Vilos, en la Región de Coquimbo, que están permanentemente cubriendo la Carretera Panamericana, generando riesgos y costos; los extensos campos de dunas Chanco, Pahuil y otros de la Región del Maule, que suman más de 15.000 ha, y el gran complejo de dunas de Arauco con cerca de 30.000 ha, que han invadido suelos productivos para la agricultura, la ganadería o la actividad forestal y en algunos casos amenazan también pueblos e infrae



(Fuente: Google Earth)

Figura N° 3
VISTA AÉREA CAMPOS DE DUNAS LITORALES
REGIONES DE COQUIMBO (IV), VALPARAÍSO (V), MAULE (VII) Y BIO BIO (VIII)

CONTROL Y FORESTACION DE DUNAS COSTERAS EN CHILE

Aspectos Generales

Respondiendo al rápido avance de las dunas, a los evidentes daños a obras de infraestructura y a valiosos suelos productivos, el Gobierno de Chile inicia a mitad del siglo XX intensos programas de control y recuperación de las áreas afectadas.

La solución más integral es sin duda la reducción de la erosión en todos los niveles, pero esto es a largo plazo y de alto costo. Los esfuerzos actuales de la política forestal del Gobierno, en materia de forestación y reforestación, de manejo forestal y de mejores prácticas agrícolas y ganaderas se orientan en esa dirección como medidas de mitigación en el largo plazo, pero no resuelven la necesidad inmediata de controlar y recuperar para el uso productivo las importantes áreas de dunas costeras existentes.

El control de dunas básicamente apunta a la construcción de barreras naturales o artificiales opuestas al movimiento invasor de las arenas producido por los vientos

dominantes, que en el caso de la costa de Chile provienen del SO, esto es del océano al interior (Elizalde, 1970).

El primer paso en el tratamiento de una duna es detener o reducir significativamente el movimiento de arena, impedir el abastecimiento de ésta desde la costa y parar su avance hacia el interior del continente. Si se intenta la forestación de la duna sin cumplir esta primera etapa el resultado será un fracaso, como ocurrió en la región de Las Landas en Francia en el siglo XIX, donde se efectuó una masiva forestación con *Pinus pinaster* y en los inicios del proceso se perdió importantes plantaciones debido a que las plantas fueron finalmente cubiertas por las dunas (Vita, 1975) al no efectuarse los trabajos previos.

Cumplido este primer objetivo se puede continuar con los trabajos de estabilización y posteriormente con el uso productivo de las áreas invadidas por las dunas. Es posible emplear métodos mecánicos o biológicos; en el primer caso se puede construir diferentes tipos de barreras fijas utilizando para esto ramas u otros materiales. En el segundo el camino es la repoblación vegetal mediante plantas, semillas, estacas o esquejes para crear una cubierta protectora; en este caso los costos son más altos que con el sistema mecánico, pero el método es mucho más efectivo en el largo plazo.

La selección del sistema más adecuado depende de diversos factores, como el origen de los sedimentos costeros, la velocidad y dirección de los vientos dominantes, el tamaño de las partículas de arena, el tipo de duna y otros. El proceso será más sencillo o complicado según sea el abastecimiento de arenas, la capacidad del viento para desplazarla y las condiciones climáticas, principalmente en lo referente a las precipitaciones. En dunas con abundante provisión de arena desde el océano, alta capacidad eólica y reducidas precipitaciones que dificulten la vida vegetal, la tarea será larga, difícil e incierta.

Los sistemas de dunas son extremadamente frágiles por lo que aplicadas las primeras medidas de control deben ser aislados y excluidos de la intervención del hombre y de ganado, con el fin de asegurar el establecimiento de la cubierta vegetal.

Especies Vegetales

La sucesión vegetal natural en las dunas del país es lenta, a menudo insuficiente para colonizar la duna y en muchos casos prácticamente inexistente debido a los volúmenes de arena y su intensidad de movimiento. San Martín *et al.* (1992) señalan que se desarrolla una vegetación pobre en especies y en cobertura, como respuesta a las condiciones extremas que imperan en las arenas debido a un sustrato seco, de baja retención de humedad, pobre en nutrientes e inestable, el que además durante el verano suele calentarse en forma excesiva, por lo que las especies colonizadoras son de carácter xerófito. Aún así, los mismos autores indican que la flora de las dunas de la zona central está representada por 186 especies, de las cuales 126 son nativas y 62 exóticas o introducidas.

Algunas especies nativas características de las dunas son *Carpobrotus chilensis*, *Solana paradoxa*, *Euphorbia portulacoides*, *Calystegia soldanella*, *Rumex sanguineus* y otras, sin embargo en materia de control de dunas estas han sido superadas por especies

introducidas desde el norte de Europa, la costa occidental de Norteamérica, las zonas semiáridas de Australia y otras zonas del mundo, que han resultado mejor adaptadas para la contención y repoblación de dunas en Chile.

Es así como las especies más empleadas para estos efectos son introducidas y las más importantes para los trabajos iniciales de control del movimiento de las arenas son la gramínea *Ammophila arenaria* (Barrón) y la leguminosa arbustiva *Lupinus arboreus* (Chocho), para continuar en los trabajos sucesivos incorporando otras especies arbustivas y arbóreas, como *Ambrosia chamissonis*, *Acacia saligna*, *Acacia cyclops*, *Genista hispanica*, *Ulex europaeus* y *Cytisus monspesulanum*. Es importante mencionar que varias de estas especies, principalmente las tres últimas, son muy agresivas e invasoras, por lo que su uso debe ser estudiado y vigilado. En la etapa final de la recuperación de la duna se emplea *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxylon* u otras especies forestales, en plantaciones que con adecuado manejo serán de carácter productivo.

Diversos ensayos fueron efectuados desde los trabajos de Federico Albert a fines del siglo XIX y principios del siglo XX con el fin de seleccionar especies adecuadas para la forestación de dunas costeras. Actualmente se preserva en el Parque Nacional Federico Albert en la Región del Maule parte de las plantaciones realizadas en esa época por el naturalista alemán, que hoy bordean los 100 años de edad, y están formadas por una cantidad de especies de los géneros *Eucalyptus* (*E. globulus*, *E. robusta*, *E. diversicolor*, *E. bridgesiana*, *E. obliqua*, *E. delegatensis* y *E. ficifolia*), *Pinus* (*P. pinaster*, *P. radiata* y *P. canariensis*), *Cupressus* (*C. arizonica*, *C. lusitanica*, *C. torulosa* y *C. macrocarpa*), *Thuja* (*T. occidentales* y *T. orientalis*); *Quercus* (*Q. suber* y *Q. ilex*), *Casuarina* (*C. stricta* y *C. cunninghamiana*) y otras como *Pseudotsuga menziesii*, *Acacia melanoxylon* y *Sequoia sempervirens* (Villa, 1990).

Hacia el norte, en zonas con bajos niveles de precipitación, también fueron efectuados numerosos ensayos. Vita (1975) sugiere como recomendables para la plantación en dunas costeras de zonas áridas diversas especies del género *Eucalyptus* (*E. gomphocephala*, *E. occidentales*, *E. astringens*, *E. oleosa*, *E. microtheca*, *E. flocktoniae*, *E. salmonophloia*, *E. salubris* y *E. torquata*), *Acacia* (*A. cyclops*, *A. capensis*, *A. radiana*, *A. farnesiana*, *A. aneura*) y algunas otras de los géneros *Parkinsonia*, *Tamarix*, *Spartium*, *Atriplex*, *Prosopis* y *Casuarina*, pero las rigurosas condiciones de sitio imperantes en los campos de dunas, acentuadas por las reducidas precipitaciones, limitaron las posibilidades prácticamente a una especie, *Acacia saligna*, para la forestación en dunas costeras.

Métodos de Control

En los trabajos de control de dunas en Chile, al igual que en muchos lugares del mundo, se han aplicado combinaciones de métodos mecánicos y biológicos. Clásicamente lo que se busca es, mediante la implantación de vegetación menor y el apoyo para esto de barreras mecánicas formadas por ramas u otros materiales, conformar la anteduna o duna litoral paralela a la costa, de ancho y altura variable, tras la protección de la cual se continúa trabajando con especies arbustivas y posteriormente arbóreas.

Se ha obtenido muy buenos resultados en el proceso de fijación inicial de las

arenas mediante la plantación con la gramínea herbácea *Ammophila arenaria*, conocida comúnmente como amófila o barrón. Esta especie fue introducida a Chile desde el Estado de Oregón-USA en los años 1954-1955 (Gormaz, 1974) y fue exitosamente utilizada en el primer programa de control de dunas desarrollado en Arauco a mitad de la década del 60. La especie posee la capacidad de sobrevivir, crecer y multiplicarse en dunas de arrastre grueso y continuo, formando barreras naturales de contención de la arena y una cubierta vegetal que posibilita el establecimiento posterior de otras especies vegetales, herbáceas, arbustivas o incluso arbóreas.

La amófila una vez que se ha establecido se reproduce vegetativamente a través de esquejes, aumentando significativamente la densidad de la cobertura vegetal sobre el suelo y conformando una eficiente barrera vegetal que frena el movimiento de arenas. Su facilidad de propagación posibilita además la extracción de esquejes para repoblar nuevas áreas de dunas.

La práctica habitual considera la plantación de tres esquejes por hoyo y se emplea espaciamientos de plantación que fluctúan entre los 0,3 y los 0,6 metros, dependiendo de la topografía de la duna. Cuando ésta es irregular y existen montículos y depresiones, se aconseja emplear densidades superiores que cuando ésta es regular o plana.



Figura N° 4
TRABAJOS DE CONTENCIÓN CON *Ammophila arenaria* Y SUCESIÓN POSTERIOR
CON OTRAS ESPECIES

La otra especie utilizada en el control de dunas es la leguminosa arbustiva *Lupinus arboreus*, conocida como chocho, que puede alcanzar hasta tres metros de altura, posee un abundante follaje y cumple un doble rol; es una especie fijadora de nitrógeno atmosférico, lo que favorece el crecimiento de la amófila, y su tamaño y follaje producen un importante efecto de protección a la especie arbórea que se implanta en la etapa final de estabilización de las dunas, lo que favorece la incorporación de éstas al uso productivo. Su implantación se obtiene normalmente mediante siembra al voleo de 5 a 8 kilogramos de semilla por hectárea.

Esta especie se degrada aproximadamente a los cinco años y al morir hace un aporte importante de materia orgánica al suelo, mejorando de esa manera su calidad nutritiva. Este proceso es causado generalmente por un enemigo natural que corresponde al insecto lepidóptero *Epitonía aporema*, conocido comúnmente como polilla del brote del chocho o polilla del frijol, el que por usar además como hospedantes varios cultivos agrícolas tradicionales del borde costero tales como alfalfa, frejol, haba y trébol, se transformó en una plaga potencial permanente para el *Lupinus arboreus* (Cogollor, 1985).

La primera oportunidad en que se presentó este problema fue durante los años 1976 a 1978 y ello representó un retroceso en el proceso de estabilización de dunas porque prácticamente desapareció esta especie. En la búsqueda de alternativas que suplieran los aportes de nitrógeno de esta especie se encontró que la aplicación de fertilización nitrogenada, una o dos veces al año, a razón de 100 kilogramos de urea por hectárea, durante los 2 ó 3 primeros años de implantada la amófila, favorece su desarrollo y produce una rápida multiplicación esquejes, tratamiento que se aplica hasta ahora. Se ha privilegiado el uso de urea porque contiene una mayor cantidad de unidades de nitrógeno por unidad de peso, lo que facilita su traslado y aplicación con el consecuente efecto de reducción en los costos.

Se probó otras leguminosas para reemplazar al chocho, tales como *Lupinus aurea*, *Lupinus angustifolia* (lupino azul), *Cytisus monspesolanum* (retamillo) y *Genista hispánica* (retamo), sin embargo éstas a pesar mostrar una buena germinación, presentan algunos inconvenientes. Las dos primeras desarrollan una menor biomasa y por lo tanto su aporte en el proceso de estabilización resulta ser inferior. Las dos últimas son agresivas e invasoras y por competencia comprometen el establecimiento de las especies arbóreas que se implantan con fines productivos posteriormente, una vez estabilizadas las dunas.

Respecto de especies arbóreas, *Pinus radiata* ha sido la más empleada en el proceso de estabilización y uso productivo de las dunas. También han presentado resultados aceptables algunas especies del género *Eucalyptus*, y *Acacia*, sin embargo su uso ha sido más reducido por el mayor riesgo de supervivencia que éstas presentan bajo las difíciles condiciones ambientales que presentan las dunas.

Las altas temperaturas y ausencia de lluvias en verano, así como la pobreza de los suelos conformados casi exclusivamente por arenas inertes y salinas en borde costero, constituyen una limitante de importancia para gran parte de las especies arbóreas.

Aún cuando los componentes esenciales del sistema de control de dunas en Chile no han cambiado sustancialmente a través del tiempo, el conocimiento y experiencia que se ha generado han permitido mejorarlo. En los inicios por ejemplo se le asignaba

una gran importancia a la formación de la anteduna o duna litoral antes de cualquier otro trabajo, lo que se conseguía con la plantación de amófila en una faja de 50 metros de ancho, paralela y muy próxima al borde costero. Una vez consolidada la anteduna, con una diferencia de 2 a 3 años, se realizaba el control de la duna interior mediante la plantación de amófila en fajas paralelas al mar, distantes 20 a 30 metros unas de otras y se iniciaba la siembra de chocho. Obtenida la estabilización de la duna interior, se iniciaba la plantación de la especie arbórea, lo que ocurría normalmente 5 ó 6 años después.

Este método presentaba el inconveniente de producir acumulaciones de arena en forma irregular, formándose gran cantidad de montículos y depresiones en las que se acumulaba agua, dificultándose o impidiéndose la supervivencia y crecimiento de las especies vegetales en los sectores con exceso de humedad.

El método original evolucionó y se adoptó la práctica de controlar en forma simultánea la duna del borde costero o anteduna y las dunas interiores, plantando amófila y sembrando chocho al mismo tiempo, en paños continuos de aproximadamente 200 metros de largo, paralelos a la línea costera, separados por fajas de 5 metros perpendiculares al borde costero, a fin de permitir la formación de canales para la evacuación de las aguas desde el interior hacia el mar, y después de 2 años se plantaba las especies arbóreas.

En la actualidad se planta y siembra todas las especies en forma simultánea, o con un desfase de pocos meses o máximo de un año, y para evitar el descalce inicial de las plantas se apoya su establecimiento con el tendido de ramas con el fin de brindarles una protección mecánica, especialmente en los sectores de dunas de topografía irregular.

Pese a que lupinus muere después de unos 5 años debido al ataque de insectos, la especie continúa en uso debido a su contribución de nitrógeno y la buena protección contra el viento que proporciona durante este período. En caso contrario, si no se siembra lupinus, debe aplicarse el tratamiento de fertilización a la amófila.

SUPERFICIE RECUPERADA Y COSTOS DE CONTROL

Los mayores trabajos de control han sido realizados en el gran complejo de dunas de Arauco, en la Región del Bio Bio, área con precipitaciones cercanas a 1.500 mm por año, y Chanco- Reloca en la Región del Maule, donde precipitan unos 800 mm por año. Los primeros trabajos de consideración en control de dunas en Chile los inició el Estado a través del Ministerio de Agricultura en el año 1965, los prosiguió la Corporación de Reforestación y luego su sucesora la Corporación Nacional Forestal (CONAF). A partir del año 1974, con la promulgación del Decreto Ley 701 que incentiva las actividades de control de dunas y de forestación, se inició la participación del sector privado en esta labor.

En virtud del mencionado Decreto Ley, el Estado bonifica en aproximadamente US \$ 920 por hectárea el control y forestación de dunas cuando los propietarios de los terrenos demuestran ante CONAF la realización exitosa de los trabajos correspondientes. Previamente se debe haber obtenido la aprobación por parte de CONAF del estudio técnico con los detalles y justificaciones del plan a ejecutar.

Información obtenida de CONAF permite estimar en algo más de 32.000 hectáreas la superficie actual de dunas costeras controladas y estabilizadas mediante los trabajos señalados, unas 8.000 hectáreas en la Región del Maule, unas 24.000 hectáreas en la Región del Bio Bio y superficies menores en otras regiones del norte. Esto representa más del 60% de la superficie total de dunas costeras de las Regiones del Maule y del Bio Bio.

El Estado ha jugado un rol preponderante en esta labor, primero ejecutando en forma directa trabajos de control, estabilización y forestación de las dunas hasta el año 1973, sobre una superficie cercana a 24.000 hectáreas, y luego, a contar del año 1974, incentivando el accionar de los privados mediante el otorgamiento de bonificaciones. Bajo este sistema el Gobierno de Chile ha pagado US \$ 2,16 millones a propietarios privados y se ha recuperado para la producción una superficie cercana a las 9.000 hectáreas (INFOR, 2005).

El costo de control y forestación de dunas es de unos US\$ 1.270 por hectárea y su composición es indicada en el Cuadro N° 2. En Apéndice N° 1 se detallan estándares de mano de obra y costos.

**CUADRO N° 2
COSTOS DE CONTROL Y FORESTACIÓN DE DUNAS**

ACTIVIDAD	COSTO (US\$ / ha)
Plantación de <i>Ammophila arenaria</i>	504
Siembra de <i>Lupinus arboreus</i>	8
Fertilización con Nitrógeno	149
Cubrimiento con ramas	360
Plantación con <i>Pinus radiata</i>	250
Total	1,270

USO PRODUCTIVO DE LAS DUNAS

Gran parte de las dunas interiores está bajo uso forestal productivo, principalmente con plantaciones de pino radiata. En el caso de las dunas costeras, pino radiata es también la especie más utilizada, pero en áreas en que la invasión de arenas es más reciente y el suelo original está aún al alcance de las raíces, es posible también la plantación de *Eucalyptus globulus* con buenos resultados si las condiciones climáticas lo permiten.

La productividad de las dunas es variable según la fertilidad y profundidad a que se encuentra el suelo que fue cubierto por arena, la profundidad de las arenas y su capacidad de retención de agua, y otros factores importantes como el régimen de precipitaciones, los vientos y las temperaturas.

La rentabilidad media de las plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* en dunas estabilizadas en zonas de 800 a 1.500 mm por año de precipitación, es cercana al 10 % (TIR). El régimen de manejo para pino puede considerar el establecimiento de 1.100 a 1.600 plantas por hectárea, un raleo a desecho a los 6 años de edad, un primer raleo comercial a los 12 años de edad obteniendo unos 30 metros cúbicos de madera por hectárea para uso pulpable, un segundo raleo comercial a los 16 años de edad obteniendo 60 metros cúbicos de madera por hectárea para uso pulpable, y cosecha a los 24 años con un rendimiento cercano a 240 metros cúbicos de madera por hectárea para uso pulpable y aserrío. Dependiendo de la calidad del sitio se puede aplicar podas a los 6 y 8 años hasta 6 a 7 m de altura.



Figura N° 5
PLANTACIONES FORESTALES SOBRE DUNAS ESTABILIZADAS

El manejo de plantaciones de eucalipto se orienta a la producción de madera para pulpa y no considera intervenciones silvícolas. La cosecha se realiza a los 15 años con rendimientos aproximados de 170 metros cúbicos por hectárea.

En ambos casos la bonificación del Estado es considerada un ingreso en el flujo de caja en el año 2.

Esto niveles de rentabilidad han interesado al sector privado para invertir en este tipo de terrenos, que presentan valores de US \$ 300 a 400 por hectárea, significativamente menores que los correspondientes a suelos forestales más productivos que pueden llegar a US\$ 1,200 por hectárea y alcanzar hasta US\$ 2,500 por hectárea en los mejores sitios y ubicaciones. En Apéndice N° 2 se detallan flujos de caja y base de cálculo para cada caso.

REFERENCIAS

Astromia. La Tierra y La Luna. La Erosión Producida por el Viento. En línea <http://www.astromia.com/tierraluna/erosionviento.htm> (Consulta Octubre 2005).

Borgel, Reynaldo, 1963. Las Dunas Litorales en Chile. Universidad de Chile, Facultad de

Filosofía y Educación. Instituto de Geografía.

Castro, Consuelo, 1985. Reseña del Estado Actual del Conocimiento de las Dunas Litorales de Chile. Instituto de Geografía de la Universidad Católica. En: Revista Geográfica de Chile. Terra Australis 28 (1984-1985). Ed. Instituto Geográfico Militar. Chile.

Cogollor G., 1985. Estudio del ciclo biológico de los insectos dañinos en *Lupinus arboreus*, "chocho". Estudio para el control químico de los insectos causantes del daño en *Lupinus arboreus*, "chocho". Universidad de Chile, Bosque Ingeniería Ltda., CONAF, Forestal Arauco Ltda. Santiago.

CONAMA y MINIAGRI, 2004. Propuesta Plan Nacional de Conservación de Suelos. Comisión Nacional del Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura. Chile.

Dunas de Arena. Dirección de Conservación de Suelos, Consejo Agrario Provincial. Santa Cruz Argentina. En línea <http://www.scruz.gov.ar/recursos/erosion/erosion.htm> (Consulta Octubre 2005).

Elizalde, Rafael, 1970. La Supervivencia de Chile. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile.

Gormaz, Manuel, 1974. Las Dunas. Ed. Corporación Nacional Forestal. Chile.

INFOR, 1966. Inventario de las Plantaciones Forestales de la Zona Centro Sur de Chile. Instituto Forestal. Chile. Informe Técnico N° 24.

INFOR, 2010. Anuario Forestal. Instituto Forestal. Chile. Boletín Estadístico N° 128.

IREN, 1966. Instituto de Investigación de Recursos Naturales – CORFO, Inventario de Dunas en Chile. Publicación N° 4-

Paskoff, Rolando y Manríquez, Hermann, 2004. Las Dunas de Las Costas de Chile. Instituto Geográfico Militar. Chile.

Sand Dunes Phenomena of the Wind (Desert USA). En línea <http://www.desertusa.com/magia98/dune> (Consulta Octubre 2005).

Villa, Alex, 1990. Reserva Forestal Federico Albert. Primer Paso en la Lucha contra las Dunas. En: Chile Forestal N° 174. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.

Vita, Antonio, 1975. Metodología para el Control y Aprovechamiento de Dunas Litorales. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Manual N° 3.

APÉNDICE 1.

ESTANDARES Y COSTOS DE CONTROL

*Plantación de **Amphiphila arenaria***

Densidad plantación	0,5x0,5 m
N° hoyos / ha	40.000
1.- Costo esquejes	
N° esquejes / hoyo	3
N° esquejes / ha	120.000
N° esquejes / paquete	500
N° paquetes / ha	240
Costo paquete (US\$)	1,5
Costo esquejes/ha (US\$/ha)	360,0
2.- Costo plantación	
Rendimiento (jornadas/ha)	6
Valor jornada (US\$)	24,0
Costo plantación (US\$/ha)	144,0
Costo total plantación (US\$/ha)	504,0

*Siembra de **Lupinus arboreus***

1.- Costo semillas	
N° kilos / ha	8
Costo unitario (US\$/kg)	0,4
Costo semilla x ha (US\$/ha)	3,2
2.- Costo siembra	
Rendimiento (jornadas/ha)	0,2
Valor jornada (US\$)	24,0
Costo siembra (US\$/ha)	4,8
Costo total siembra (US\$/ha)	8,0

Enramado

1.- Costo ramas	
N° carros / ha	20
Costo flete (US\$/carro)	6,0
Costo ramas x ha (US\$/ha)	120,0
2.- Costo corte, carga y distribución	
Rendimiento (jornadas/ha)	10,0
Valor jornada (US\$)	24,0
Costo enramado (US\$/ha)	240,0
Costo total enramado (US\$/ha)	360,0

Costo total estabilización y plantación (US\$/ha) 1.270,4

Bonificaciones

Estabilización de dunas (US\$/ha)	401,8
Forestación (US\$/ha)	518,0
Total (US\$/ha)	919,8

Tasa de cambio : \$ Chilenos / 1 US\$

500

Fertilización nitrogenada con urea

1.- Costo fertilizante	
N° kilos / ha	100
Costo unitario (US\$/kg)	0,5
Costo fertilizante x ha (US\$/ha)	50,4
2.- Costo aplicación	
Rendimiento (jornadas/ha)	1,0
Valor jornada (US\$)	24,0
Costo fertilización (US\$/ha)	24,0
Costo total fertilización (US\$/ha)	74,4
Costo total 2 fertilizaciones (US\$/ha)	148,8

*Plantación de **Pinus radiata***

Densidad plantación	2,5x2,5 m
N° hoyos / ha	1.600
1.- Costo plantas	
N° plantas / ha	1.600
Costo unitario plantas R/C (US\$ /1.000)	90,0
Costo unitario flete plantas (US\$ /1.000)	6,0
Costo plantas/ha (US\$/ha)	153,6
2.- Costo plantación	
Rendimiento (jornadas/ha)	4
Valor jornada (US\$)	24,0
Costo plantación (US\$/ha)	96,0
Costo total plantación (US\$/ha)	249,6

APENDICE N° 2 FLUJOS DE CAJA Y BASE DE CÁLCULO

FLUJO DE CAJA - PLANTACIONES DE *Pinus radiata* D Don

Año	Actividad	Costos (US \$/ha)	Ingresos (US\$/ha)	Margen (US\$/ha)
0	Estabilización y Plantación	1.270	0	-1.270
1	Fertilización y Bonificación	100	920	820
2	Mantenimiento	10	0	-10
3	Mantenimiento	10	0	-10
4	Mantenimiento	10	0	-10
5	Mantenimiento	10	0	-10
6	Podá 1 y Raleo a Desecho	100	0	-100
7	Mantenimiento	10	0	-10
8	Podá2	60	0	-60
9	Mantenimiento	10	0	-10
10	Mantenimiento	10	0	-10
11	Mantenimiento	10	0	-10
12	Raleo Comercial 1	546	684	138
13	Mantenimiento	10	0	-10
14	Mantenimiento	10	0	-10
15	Mantenimiento	10	0	-10
16	Raleo Comercial 2	1.092	1.524	432
17	Mantenimiento	10	0	-10
18	Mantenimiento	10	0	-10
19	Mantenimiento	10	0	-10
20	Mantenimiento	10	0	-10
21	Mantenimiento	10	0	-10
22	Mantenimiento	10	0	-10
23	Mantenimiento	10	0	-10
24	Cosecha	4.368	8.868	4.500

VNA (10%)	\$2.342
VNA (8%)	\$2.956
TIR	9,4%

BASE DE CALCULO PLANTACIONES *Pinus radiata* D Don

RALEO COMERCIAL 1	VALOR	UNIDAD
rendimiento	30	m3/ha
costo de cosecha	8,2	\$/m3
costo carguo y transporte	10,0	\$/m3
ingreso venta madera pulpa	22,8	\$/m3

RALEO COMERCIAL 2	VALOR	UNIDAD
rendimiento	60	m3/ha
costo de cosecha	8,2	\$/m3
costo carguo y transporte	10,0	\$/m3
ingreso venta madera pulpa	25,4	\$/m3

COSECHA	VALOR	UNIDAD
rendimiento	240	m3/ha
pulpable	60	m3/ha
aserrable	180	m3/ha
costo de cosecha	8,2	\$/m3
costo carguo y transporte	10,0	\$/m3
ingreso venta madera pulpa	25,4	\$/m3
ingreso venta madera aserrable	40,8	\$/m3

FLUJO DE CAJA - PLANTACIONES DE *Eucalyptus globulus*

Año	Actividad	Costos (US \$/ha)	Ingresos (US\$/ha)	Margen (US\$/ha)
0	Estabilización y Plantación	1.270	0	-1.270
1	Fertilización y Bonificación	100	920	820
2	Mantenimiento	10	0	-10
3	Mantenimiento	10	0	-10
4	Mantenimiento	10	0	-10
5	Mantenimiento	10	0	-10
6	Mantenimiento	10	0	-10
7	Mantenimiento	10	0	-10
8	Mantenimiento	10	0	-10
9	Mantenimiento	10	0	-10
10	Mantenimiento	10	0	-10
11	Mantenimiento	10	0	-10
12	Mantenimiento	10	0	-10
13	Mantenimiento	10	0	-10
14	Mantenimiento	10	0	-10
15	Cosecha	3.740	6.188	2.448

VNA (10%)	\$2.569
VNA (8%)	\$3.179
TIR	10,0%

BASE DE CALCULO PLANTACIONES *Eucalyptus globulus*

COSECHA	VALOR	UNIDAD
rendimiento	170	m3/ha
costo de cosecha	10,0	\$/m3
costo carguo y transporte	12,0	\$/m3
ingreso venta madera pulpa	36,4	\$/m3

VALOR NUTRITIVO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA DE PINO PONDEROSA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Gonzalo Caballé¹, Carlos Reising² y Luis Cohen¹

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles con pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) de corta edad, en los que aún no se han aplicado las primeras podas, ofrecen al alcance de los animales las ramas basales. Dependiendo de la especie animal y de la calidad y disponibilidad forrajera del pastizal, la biomasa y calidad forrajera de las acículas verdes de pino puede ser relevante en la dieta animal durante algunos años. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la evolución de la calidad forrajera y la disponibilidad de materia seca de acículas a lo largo del periodo de veranada (diciembre-abril) en sistemas silvopastoriles en el norte de Neuquén, Argentina.

Mensualmente se tomaron muestras compuestas de acículas verdes de las ramas situadas por debajo de 1,3 m de altura, se secaron en estufa a 70°C hasta peso constante, se molieron y se obtuvieron los contenidos de lignina, proteína bruta y la digestibilidad de la materia seca. Se evaluó el contenido porcentual de fósforo total, calcio, magnesio y potasio. La disponibilidad de materia seca de acículas se estimó midiendo los diámetros de inserción al tronco de todas las ramas presentes en los verticilos por debajo de 1,3 m de altura en una muestra de árboles (n=18) cubriendo el rango de diámetros a la altura del pecho (DAP, 0 a 13 cm). Se extrajeron todas las acículas a una muestra de ramas (n=54), se secaron en estufa (70°C) hasta peso constante y luego se pesaron. Mediante regresión lineal se relacionó el peso de hojas de cada rama con el diámetro de inserción al tronco. Se estimó el peso de hojas de todas las ramas por debajo de 1,3 m y la suma total se modeló en función del DAP. A partir de la distribución de individuos por clase diamétrica se calculó la disponibilidad total de materia seca de acículas por hectárea.

El contenido de proteína bruta vario entre diciembre y marzo de 7,9 a 10,6 %, la lignina de 13,6 a 17,5 % y la digestibilidad de la materia seca de 52,1 a 54,7 %. El porcentaje promedio (\pm D.E.) de P total fue 0,1 % (0,01), de Ca 0,38 % (0,1), de Mg 0,15 % (0,02) y de K 0,4 % (0,07). La biomasa de acículas se ajustó a un modelo potencial ($R^2=0,88$) con el aumento del diámetro de inserción de las ramas y la biomasa total mostró un ajuste exponencial ($R^2=0,95$) con el aumento del DAP. La disponibilidad de materia seca para 400 arb ha⁻¹ fue de 756 kg ha⁻¹. Los valores de proteína bruta fueron superiores a los de las gramíneas perennes (*Poa spp.*, *Agrostis spp.*, *Festuca ssp.*, *Stipa spp.*) presentes en el pastizal natural en el mismo período de estudio e inferiores a los encontrados en arbustos, en su mayoría leguminosas. La digestibilidad fue muy baja, similar a la digestibilidad de la especie más pobre de las gramíneas (*Stipa spp.*) y los valores de macronutrientes son inferiores solo en P y K respecto a las gramíneas del pastizal. La disponibilidad estimada representa la materia seca total de un pastizal natural en buen estado de conservación y

1 INTA EEA Bariloche, CC277 (8400) Bariloche, Río Negro, Argentina. E-mail: gcaballe@bariloche.inta.gov.ar;
2 INTA Agencia de Extensión Rural, Chos Malal, Neuquén, Argentina. E-mail: creising@bariloche.inta.gov.ar

aproximadamente el 50 % de la biomasa total presente en un pastizal de borde de mallín, los sitios de mayor productividad de la Patagonia Argentina.

Los valores de proteína bruta y de disponibilidad hacen al pino una especie de valor forrajero importante en sistemas de baja productividad como los de la Patagonia Argentina. Resta evaluar el contenido de compuestos secundarios y su efecto sobre el componente animal.

Palabras clave: Sistemas silvopastorales, *Pinus ponderosa*

SUMMARY

Silvopastoral systems with Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa*), in which has not yet implemented the first pruning, allow the animals reach the basal branches. Depending on the animal species and the quality and availability of pasture forage, biomass and forage quality of pine needles may be relevant in animal diets for some years. The aim of this study was to assess the development of forage quality along the growing season and the availability of dry matter of needles in silvopastoral systems in northern Neuquén, Argentina.

Needles from the branches located below 1.3 m in height were monthly sampled, the samples were dried in an oven at 70°C to constant weight, ground in a mill, and lignin, crude protein content and digestibility of dry matter were analyzed. The percentage of total phosphorus, calcium, magnesium and potassium were evaluated. The availability of dry matter of needles was estimated by measuring the diameter of the trunk insertion of all branches present below 1.3 m in height in a sample of trees (n=18) covering the range of diameters breast height (DBH, 0 a13 cm). All needles were extracted in a sample of branches (n=54), dried in an oven (70°C) to constant weight and then weighted. Linear regression was fitted between leaves weight and the trunk diameter insertion. The weight of leaves of all branches below 1.3 m was evaluated and the total amount was modelled as a function of DBH. Total availability per hectare of dry matter of needles was estimated from the frequency of trees by DBH classes.

The crude protein content ranged between December and March from 7.9 to 10.6 %, lignin from 13.6 to 17.5 % and dry matter digestibility from 52.1 to 54.7 %. The average (\pm SD) of total P was 0.1 % (0.01), Ca 0.38 % (0.1), Mg 0.15 % (0.02) and K 0.4 % (0.07). The biomass of needles showed a potential fit ($R^2 = 0.88$) with increasing diameter of insertion of branches and total biomass fitted an exponential model ($R^2 = 0.95$) with increasing DBH. The availability of dry matter to 400 trees ha⁻¹ was 756 kg ha⁻¹. Crude protein values were higher than those of perennial grasses (*Poa spp.*, *Agrostis spp.*, *Festuca spp.*, *Stipa spp.*) present in the natural grassland in the same period of study and lower than those found in legumes shrubs. The digestibility was very low, similar to the digestibility of the poorest species of grasses (*Stipa spp.*) and macronutrients values were lower in P and K than grasses. The estimated availability represents the total dry matter of natural grassland in good condition and approximately 50 % of the total biomass present in grassland at the edge of "mallín", the higher productivity sites in Patagonia Argentina.

Because the crude protein values and availability, ponderosa pine may be an important forage species in low productivity systems such as the steppe in Patagonia Argentina. It remains to evaluate the secondary compounds and their effect on the animal component.

Key words: Agroforestry systems, *Pinus ponderosa*

INTRODUCCIÓN

La Patagonia Argentina cuenta con 800 mil hectáreas de buena aptitud para el desarrollo de forestaciones con coníferas. Luego de tres décadas de promoción de la actividad desde el Estado Nacional y las Provincias se han alcanzado a forestar 82 mil hectáreas (Laclau y Andenmatten, 2005, Loguercio y Deccechis, 2006). Los resultados parecen magros. Normalmente se asigna la responsabilidad a la cultura ganadera preponderante en la región. Sin embargo, parecen ser más importantes la falta de un marco de políticas sostenidas, con fuertes altibajos en los sistemas de promoción, y los plazos productivos, muy largos propios de la actividad (Danklmaier, 2004). En este contexto, los sistemas silvopastoriles, una actividad que acelera los retornos de la inversión inicial y compatibiliza la actividad ganadera con la forestal, sin dudas puede generar un nuevo impulso a la actividad en la región.

Es particularmente interesante la implementación de sistemas silvopastoriles en el norte de la provincia de Neuquén. En esta zona, la ganadería trashumante, basada principalmente en “chiva criolla neuquina”, es la principal actividad productiva. Involucra a 1.678 productores crianceros (CNA, 2002) de los cuales un tercio utilizan las tierras altas del departamento Minas como sitios de veranada. En el mismo departamento, desde mediados de la década del 60’, se promueve la actividad forestal como alternativa para revertir un fuerte proceso migratorio del campo a los centros poblados. Con apoyo del Estado Nacional, pero fuertemente promocionada por el Estado Provincial y algunos municipios, desde mediado de los 70’ hasta la actualidad, se lograron concretar 12.890 ha de forestaciones con especies de rápido crecimiento, siendo el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) la especie más empleada.

Sin embargo, la adopción de la forestación por parte de pequeños productores, crianceros en su mayoría, fue muy baja o prácticamente nula. La ausencia de una propuesta integradora con las otras actividades productivas que forman parte de la economía y sustento de los crianceros ha sido una de las causas. La integración de ambas actividades productivas en la misma superficie, y no el reemplazo de una por la otra, mediante la implementación de sistemas silvopastoriles, potencialmente podría aportar soluciones y compatibilizar la actividad ganadera tradicional con la actividad forestal.

Desde el punto de vista económico-productivo, en plantaciones de pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) se recomienda aplicar la primera poda entre los 8 y 12 años de edad dependiendo de la calidad de sitio (Fernández *et al.*, 2007). La práctica silvopastoril en estas plantaciones implica la introducción del ganado en el momento en que los árboles no sufran daño severo por ramoneo o vuelco. Desde que los animales se introducen en el sistema hasta la edad de la primera poda, un plazo que empíricamente puede ser de 2 a 5 años, las acículas de las ramas basales se encuentran a disposición de los animales pudiendo ser una fuente forrajera de interés dependiendo de su disponibilidad y valor nutritivo.

El consumo de la caída natural de acículas secas de pino ponderosa, con valores bajos de proteína bruta (5,3 a 5,9 %), numerosos compuestos secundarios y participaciones en la dieta superiores al 30 %, han demostrado un efecto negativo en la nutrición de bovinos.

Especialmente en la asimilación de nitrógeno, la digestibilidad y la tasa de pasaje de fluidos (Pfister *et al.*, 1992). Simultáneamente, la misma calidad y magnitud causa problemas de preñez en bovinos, no así en ovinos y caprinos (Short *et al.*, 1992, 1995). En el caso de caprinos bajo pastoreo libre, la participación en la dieta de 15 % de acículas verdes provenientes del ramoneo de árboles jóvenes, no afectó la evolución en peso, condición corporal y estado de salud de la “chiva criolla neuquina” en relación a animales pastoreando en estepas gramíneas arbustivas del NO de la Patagonia Argentina (Caballé *et al.*, 2009). Contar con un estimador de disponibilidad de materia seca de acículas de pino y definir el valor nutritivo de la acícula verde parecen ser necesarios para un correcto ajuste de carga animal que asegure una dieta balanceada.

Los pastizales naturales de la Patagonia Argentina, fuera de las zonas de alta productividad (mallines), presentan un gradiente marcado en su producción definido principalmente por la distribución oeste-este de las precipitaciones y por la fuerte estacionalidad de las mismas (invierno-principio de primavera). La vegetación es codominada por gramíneas cespitosas y pequeños arbustos (Soriano, 1956, Ares *et al.*, 1990). La producción primaria aérea es controlada durante el invierno por las bajas temperaturas y durante la primavera y el verano por la disponibilidad de agua (Jobbagy y Sala, 2000). Este conjunto de características provoca que los valores nutritivos de las principales especies forrajeras disminuyan marcadamente a medida que avanza la temporada de crecimiento y alcancen apenas para suplir los requerimientos de mantenimiento de las especies ganaderas más utilizadas (Somlo *et al.*, 1985). Si el valor nutritivo de la acícula verde de pino durante la temporada de crecimiento, fuese superior al de las especies forrajeras o no disminuyera, podría ser utilizada como suplementación estratégica.

Mediante correcto manejo ganadero, cuidando que el consumo de acículas no supere el 15 o 20 % de la dieta, la disponibilidad de acículas verdes de pino ponderosa en esta etapa temprana de los sistemas silvopastoriles, sería un componente forrajero de utilidad.

Si el valor nutritivo de la acícula fuera superior al de los pastos y se mantuviera a lo largo de la temporada de crecimiento, debido a su condición de perenne, sería una condición más para incorporar esta fuente de forraje al manejo de sistemas silvopastoriles jóvenes.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la evolución del valor nutritivo y la disponibilidad de materia seca de acículas verdes a lo largo del periodo de veranada (diciembre-abril) de la ganadería transhumante en sistemas silvopastoriles jóvenes en el norte de Neuquén, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de Estudio

Los muestreos se realizaron durante el verano 2008-2009 en el campo forestal Mallín Verde (36° 56' S y 70° 48' O) ubicado en la localidad de Las Ovejas, norte de Neuquén. Se encuentra a 1.650 msnm en la zona de veranada de la ganadería transhumante. Cuenta con una superficie forestada de 690 ha. Las forestaciones con *P. ponderosa* se comenzaron a implantar en 1998, se realizaron 4 reposiciones y desde ese momento se excluyó el pastoreo.

Los valores históricos (15 años) de temperatura media anual y precipitación total anual son 10,6°C y 1.031mm, respectivamente, y el déficit hídrico se extiende entre noviembre y febrero (Dezzotti *et al.*, 2008). El año 2008 presentó una temperatura media anual de 8,2°C y una precipitación total de 1.157mm.

Los suelos dominantes son Andisoles, cuyo material de origen es arenas y cenizas volcánicas Holocénicas. Los tipos de vegetación son la estepa herbácea (pastizal) (51,1 % de la superficie), la pradera xerófila (pedrero) (12,3 %), la pradera higrófila (mallín) (18,8 %) y el matorral con *Nothofagus antarctica* (17,8 %) (Dezzotti *et al.* 2008).

Valor Nutritivo

Mensualmente se tomaron muestras compuestas de acículas verdes de las ramas situadas por debajo de 1,3 m de altura. En laboratorio, el material proveniente de cada muestra se secó en estufa a 70 °C hasta peso constante y luego fue molido en molino tipo Willey por tamiz de 1 mm. Se realizaron los siguientes análisis: (1) Porcentaje de materia orgánica y ceniza en horno mufla a 550 °C; (2) Determinación de proteína bruta (PB) (N total x 6,25) siguiendo la metodología propuesta por O'Neill y Webb (1970); (3) Componentes membranarios, de acuerdo al fraccionamiento propuesto por Van Soest (1967) y (4) digestibilidad de la materia seca (DMS) calculada por la ecuación sumativa de Van Soest (1967).

Se evaluó, al final del periodo de crecimiento (abril), el contenido porcentual de fósforo total, calcio, magnesio y potasio en una muestra compuesta de acículas proveniente de ramas de cada uno de los tres verticilos inferiores de los árboles (n=18) utilizados en el análisis de disponibilidad de biomasa (ver más adelante). Una muestra seca en estufa a 60°C hasta peso constante se molió en molino tipo Foss Ciclotec a un tamaño de 1 mm. Luego se procedió a su extracción según (Harris, 1970).

Para el cálculo de fósforo total se calcinó el extracto en mufla a 550 °C durante 8 horas. Las cenizas se analizaron por colorimetría según el método modificado de Ácido Ascórbico (Sparks y Bartels, 1996). Los cationes calcio, magnesio y potasio fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica (Carter, 1993; Westerman, 1995).

Disponibilidad de Biomasa de Pino

La disponibilidad de materia seca de acículas verdes se estimó midiendo con calibre digital los diámetros de inserción al tronco de todas las ramas presentes en los verticilos por debajo de 1,3 m de altura en una muestra de árboles (n=18) cubriendo el rango de diámetros a la altura del pecho (DAP, 0 a13 cm) presentes en la plantación.

Se utilizó como referencia 1,3 m ya que es la altura a la cual la “chiva criolla neuquina” ramonea sin necesidad de incorporarse sobre las patas traseras. En una rama, en cada uno de los 3 verticilos inferiores de los 18 árboles, se colectaron todas las acículas (n=54). Las acículas se secaron en estufa (70 °C) hasta peso constante y luego se pesaron en balanza de precisión.

Mediante análisis de regresión se relacionó el peso de acículas de cada rama con el diámetro de inserción al tronco. Se estimó el peso de acículas de todas las ramas por debajo de 1,3 m y la suma total se modeló en función del DAP. A partir de la distribución de individuos por clase diamétrica por hectárea se calculó la disponibilidad total de materia seca de acículas por hectárea

RESULTADOS

Valor Nutritivo

Los tenores de proteína bruta mostraron una caída en el mes más seco (enero) con una recuperación del 17 % hacia el final de la temporada.

La lignificación creció un 28 % a lo largo de la temporada de estudio coincidente con la época seca. A causa del aumento de la lignificación la digestibilidad de la materia seca cae hacia el final de la temporada (Cuadro N° 1).

Cuadro N°1
EVOLUCIÓN DURANTE EL PERIODO DE VERANADA DEL VALOR NUTRITIVO
(LINGINA, PROTEÍNA Y DIGESTIBILIDAD) DE LAS ACÍCULAS VERDES DE PINO
PONDEROSA. VALORES OBTENIDOS DE MUESTRAS COMPUESTAS.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Lignina Detergente Ácido (LDA)	13,6	15,1	16,3	17,5
Proteína Bruta (PB)	9,0	7,9	9,2	10,6
Digestibilidad de la Materia Seca (DMS)	54,7	53,4	52,8	52,1

En promedio (\pm DE) el porcentaje de Fósforo total fue 0,1 (0,01). Los cationes Ca, Mg y K presentaron valores porcentuales promedio de 0,38 (0,1), 0,15 (0,02) y 0,40 (0,07) respectivamente. La relación Ca:P, relevante para el crecimiento y la producción láctea, fue de 3,8.

Disponibilidad de Biomasa de Pino

La relación entre el peso seco (g) de las acículas verdes y el diámetro de la rama en la inserción al tronco (cm) en el rango de diámetros analizado (1,2-7 cm) se ajustó a un modelo potencial ($R^2=0,88$; $F(1,41)=310,6$; $ESE=45,9$) (Figura N° 1).

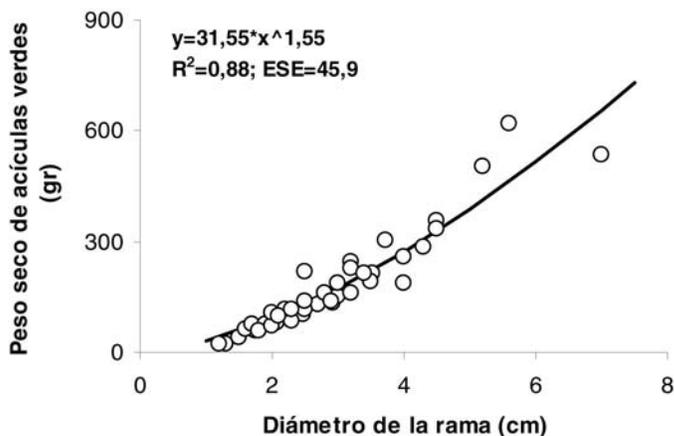


Figura N°1

RELACIÓN ENTRE EL PESO SECO DE ACÍCULAS VERDES (g) Y EL DIÁMETRO DE LA RAMA EN LA INSERCIÓN AL TRONCO (cm).

Por debajo de 1,3 m de altura, el número promedio de ramas por verticilo fue 3,9. La relación entre el peso seco total (kg) de acículas verdes por árbol (toda la biomasa presente por debajo de 1,3 m) y su DAP (cm) se ajustó a un modelo exponencial ($R^2=0,95$; $F(1,12)=307,7$; $ESE=0,3$) (Figura N° 2).

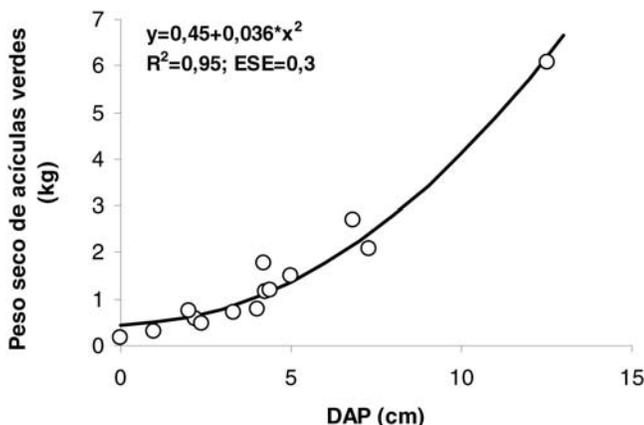


Figura N°2

RELACIÓN ENTRE EL PESO SECO DE ACÍCULAS VERDES (Kg) POR DEBAJO DE 1,3 m DE ALTURA Y EL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP) (cm).

A partir del modelo anterior se calculó el peso seco de acículas de cada árbol "centro de clase" en la distribución de frecuencias diamétricas (clases de 2 cm de DAP). Multiplicando el valor obtenido con la frecuencia por clase se obtuvo la disponibilidad de materia seca por hectárea. Para el caso de estudio, 400 árb ha⁻¹ ponen a disposición de los animales en sus ramas basales (debajo de 1,3 m) 756 kg MS ha⁻¹.

DISCUSIÓN

Valor Nutritivo

La trashumancia hacia las tierras altas de veranada comienza, dependiendo del sitio específico, entre octubre y noviembre cuando las crías tienen entre uno y dos meses. Dentro del periodo de veranada (diciembre-abril) los animales llegan con la cría al pie y se produce el destete entre enero y febrero. Los últimos meses de veranada se debe dar el crecimiento compensatorio de las madres y asegurar que la condición corporal sea suficiente para recibir el nuevo servicio ni bien se arriba a la invernada. Por este motivo, los requerimientos nutricionales considerados a continuación y sobre los que se discute la utilidad de la acícula verde de pino son un promedio de las necesidades de las crías y las madres.

El valor promedio de proteína bruta de las acículas verdes (9,2 %), a lo largo de la veranada, fue superior al de las gramíneas perennes (*Poa spp.*, *Agrostis spp.*, *Festuca ssp.*, *Stipa spp.*; 5,7%) presentes en el pastizal natural en el mismo período de estudio e inferiores a los encontrados en arbustos (12 %), en su mayoría leguminosas (Caballé *et al.*, 2009). A diferencia de las gramíneas, en las que este parámetro cae marcadamente con el

avance de la estación seca (7,2 % a 4,6 %), las acículas verdes del pino, exceptuando el mes de enero, mantienen los valores de proteína bruta e inclusive, al final de la temporada, lo aumentan.

No se cuenta con valores precisos de requerimiento de proteína bruta para la “chiva criolla neuquina”. La raza “angora”, un animal de menor tamaño, requiere luego del destete para un correcto desarrollo entre 12 y 14% de proteína bruta y para mantenimiento entre 9 y 11% (Huston *et al.*, 1971). Las diferencias encontradas entre los valores proteína de la acícula de pino y las principales especies forrajeras del pastizal, sugieren que el aporte del pino puede ser interesante, sobre todo al final de la temporada seca cuando las gramíneas tienen la mitad de proteína bruta. De todas formas, exceptuando las leguminosas, ninguna de las especies presentes cubre adecuadamente los requerimientos post-destete.

La digestibilidad de la materia seca es muy baja, similar a la digestibilidad de la especie mas pobre de las gramíneas (*Stipa spp.*) (Somlo *et al.*, 1985). Esta variable se encuentra directamente relacionada con el contenido de ligninas y el aumento de la lignificación con el avance del déficit hídrico. La baja digestibilidad encontrada y los antecedentes que indican un efecto negativo de los compuestos secundarios presentes en las acículas sobre la microflora ruminal, causando indigestión (Pfister *et al.*, 1992), seguramente jueguen en contra del aprovechamiento de las acículas por parte de los animales.

Los valores de macronutrientes son inferiores en P Total y K a valores promedio, para la misma estación de crecimiento, de las gramíneas del pastizal (Somlo *et al.*, 1985). El valor de P es notablemente bajo no alcanzando a cubrir los requerimientos en lactancia (0,22 %; NRC, 1968) y el de K se encuentra en el límite inferior de los requerimientos (NRC, 1989). La proporción de Ca alcanza el límite superior de los requerimientos del ganado (0,20 a 0,39 %; NRC, 1985) y se presenta en valores similares a las gramíneas del pastizal natural (Somlo *et al.*, 1985). La utilización de Ca se ve afectada por la relación Ca:P que idealmente debería ser 2:1. En el caso de las acículas es 3,8, superior a lo ideal, pero por debajo de la relación detrimental 7:1 (NRC, 1989). El Mg se encuentra entre los valores máximos del requerimiento del ganado (NRC, 1989).

Disponibilidad de Biomasa de Pino

La relación encontrada entre el diámetro de la rama en la inserción al tronco y la biomasa de acículas en cada rama, fue similar a la encontrada por Gyenge y otros (2009) para árboles de mayor tamaño en plantaciones densas y ralas de la zona del Valle de Meliquina (40°30'S, 71°10'W) al sur de Neuquén. Al parecer, se trata de una relación conservadora para la especie lo cual permitiría estimar la biomasa disponible de pino a partir de la distribución diamétrica de la plantación en cualquier condición o sitio.

La disponibilidad de materia seca de acículas verdes estimada, contando con solo 400 arb ha⁻¹, representa la materia seca total de un pastizal natural en buen estado de conservación (Bonvissuto *et al.*, 2008) y aproximadamente el 50% de la biomasa total presente en un pastizal de borde de “mallín” en el sitio de ensayo (Caballé *et al.*, 2009). Los mallines son los sitios de mayor productividad de la Patagonia Argentina alcanzando en

muchas buenas condiciones 4 a 5 mil Kg MS ha⁻¹.

CONCLUSIONES

El contenido de proteína bruta y sobre todo, el poco efecto del déficit hídrico sobre su evolución a lo largo de la veranada, confieren a la acícula verde un valor forrajero interesante. Sumado a esto, la alta disponibilidad de materia seca en relación a los pastizales donde las plantaciones se desarrollan, hacen al pino una especie de valor forrajero importante en sistemas de baja productividad como los de la Patagonia Argentina.

Si bien resta evaluar el efecto del contenido de compuestos secundarios sobre estos rumiantes menores, el pastoreo libre con ajustes precisos de carga sería posible en sistemas silvopastoriles jóvenes. De esta manera, los animales se podrían introducir antes en las forestaciones reduciendo el período de exclusión a 5-7 años.

REFERENCIAS

Ares, J., Breeskow, A. M., Bertiller, M., Rostagno, M., Irisarri, M., Anchorena, J., Defosse, G. y Merino, C., 1990. Structural and dynamic characteristics of overgrazed land of Northern Patagonia Argentina. *Managed Grasslands*. (Ed) Bremeyer. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.

Bonvissuto, G. L., Somlo, R. C., Lanciotti, M. L., Gonzalez Carteau, A. y Busso, C. A., 2008. Guías de condición para pastizales naturales de "Precordillera", "Sierras y Mesetas" y "Monte Austral" de Patagonia. Ed. G. Bonvissuto, Ediciones INTA.

Caballé, G., Dezzotti, A., Sbrancia, R., Stecher, G., Reising, C., Bonvissuto, G., Fernández, M. E., Gyenge, J. y Schlichter, T., 2009. Estudio de caso: Interacción entre el pastizal natural, la plantación de pino y el ganado caprino en el sistema silvopastoril experimental de Mallín Verde (Neuquén). Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. P. Peri (Ed) Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. 12 pp.

Carter, M. R., 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. (Ed) Martin R. Carter.

CNA, 2002. Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Argentina.

Danklmaier, C., 2004. Análisis de los factores socioculturales que influyen la performance de los programas de promoción forestal en Chubut, Argentina". *Proyectos Federales de Innovación Productiva PFIP 2004-1. Modelos de desarrollo forestal para la diversificación de los sistemas agrarios del Noroeste del Chubut. Diagnóstico social.* 37 pp.

Dezzotti, A., Sbrancia, R. y Dufilho, C., 2008. Evaluación del impacto ambiental de las plantaciones de pináceas en el Campo Forestal Mallín Verde (Neuquén). Informe técnico preparado para YPF SA. 221 pp.

Fernández, M. V., Loguercio, G. A., Ruiz Tagle-Molina, M. y Havrylenko, S., 2007. Modelo de planificación estratégica para la generación de cuencas forestales en Patagonia. Acta Primera Reunión sobre Forestación en la Patagonia, Ecoforestar 2007. Gonda, H, Davel, M, Loguercio, G y Picco, O A (Eds). Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Esquel, Argentina. pp:133-144.

Gyenge, J., Fernández, M. E. and Schlichter, T. M., 2009. Effect of stand density and pruning on growth of Ponderosa Pines in NW Patagonia, Argentina. *Agroforestry Systems*, DOI 10.1007/s10457-009-9240-z.

Harris, L. E., 1970. Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals. Utah State University. Logan Utah. 3901 pp.

Huston, J. E., Shelton, M. y Ellis, W. C., 1971. Nutritional requirements of the Angora goat. *Tex. Agr. Exp. Sta. Bull.* 1105. 16 pp.

Jobbagy, E. y Sala, O., 2000. Controls of grass and shrubs aboveground production in the Patagonian steppe. *Ecological Applications*, 10:541-549.

Laclau, P. y Andenmatten, E., 2005. Noroeste de la Patagonia: La calidad de sitio y el negocio forestal. IDIA XXI, Forestales. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. pp: 230-232.

Loguercio, G. A. y Deccechis, F., 2006. Forestaciones en la patagonia andina: potencial y desarrollo alcanzado. *Patagonia Forestal*, Año XII N° 1. Revista editada por la Secretaría de Extensión y Divulgación del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). 4 pp.

NRC. 1968. National Research Council. Nutrient requirements for domestic animals N° 5. Nutrient requirements of sheep. National Academy of Sciences. 64 pp.

NRC. 1985. National Research Council. Ruminant N usage. National Academy Press, Washington DC, USA.

NRC. 1989. National Research Council. Nutrient requirements of *Dairy Cattle*, 6th Edition update. National Academy Press, Washington DC, USA. 157 pp.

O`Nelly, J. and Webb, R., 1970. Simultaneous determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material by automatic methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 21: 217-219.

Pfister, J. A., Adams, D., Randall, C., Wiedmeier, D. and Cates, R. G., 1992. Adverse Effects of Pine Needles on Aspects of Digestive Performance in Cattle. *Journal of Range Management*, Vol. 45, No. 6:528-533.

Short, R. E., Ford, S. P., Grings, E. E. and Kronberg, S. L., 1995. Abortifacient response and plasma vasoconstrictive activity after feeding needles from ponderosa pine trees to

cattle and sheep. *Journal of Animal Science*, 73:2102-2104.

Short, R. E., James, L. F., Panter, K. E., Staigmiller, R. B., Bellows, R. A., Malcolm, J. and Ford, S. P., 1992. Effects of feeding ponderosa pine needles during pregnancy: comparative studies with bison, cattle, goats, and sheep. *Journal of Animal Science*, 70:3498-3504.

Somlo, R., Durañona, C. y Ortiz, R., 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 5 N° 9-10: 588-603.

Soriano, A., 1956. Aspectos ecológicos y pastoriles de la vegetación patagónica relacionados con su estado y capacidad de recuperación. *Revista de Investigaciones Agrícolas*, 10: 349-379.

Sparks, D. L. y Bartels, J. M., 1996. Methods of soil analysis: Chemical Methods. Part. 3.

Van Soest, P. J., 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. *Journal of Animal Science*, 26: 119.

Westerman, R. L., 1995. Soil Testing and Plant Analysis, Third Edition. (Ed.) R. L. Westerman.

VARIACION RADIAL Y VERTICAL EN LA LONGITUD DE TRAQUEIDAS EN UN ARBOL DE PINO PONDEROSA DE 50 AÑOS (NEUQUÉN, ARGENTINA)

Zingoni, María Inés; Andía, Ismael Ramón; Laffitte, Lorena⁽¹⁾

RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación "Características Xilotecnológicas de *Pinus ponderosa* Dougl. (ex Law.), Cultivado en la Patagonia Andina", a través del cuál se pretende conocer la calidad de la madera que se está formando en las plantaciones de esta especie en la provincia del Neuquén, Argentina, donde se encuentra la mayor superficie forestada.

El objetivo de este trabajo es aportar datos relacionados con la longitud de las traqueidas, los patrones de variación que ocurren en sentido radial y vertical, y la magnitud de dicha variación, por ser este un factor importante en las propiedades de contracción y resistencia, y en el uso de la madera para pulpa y papel.

El estudio se realizó en un individuo seleccionado de un rodal de 50 años, ubicado al SO de la provincia. De secciones transversales del tronco tomadas a diferentes alturas, se obtuvieron tarugos diametrales con orientación norte-sur. Para medir la longitud de las traqueidas, se maceraron astillas del leño temprano de los anillos pares y se utilizaron los datos obtenidos en dirección médula-corteza para delimitar la zona de madera juvenil y madura por métodos de regresión.

En sentido radial, la longitud de las traqueidas aumenta hasta un determinado número de anillo (zona de madera juvenil) y luego se estabiliza (zona de madera madura). El porcentaje promedio de variación de la zona juvenil fue del 160%, y de la zona madura del 12%. Se encontró una fuerte relación lineal, entre la pendiente de la recta de regresión de la zona juvenil con la edad de formación de las iniciales cambiales, lo que explica que el cambium formado cuando el árbol es más viejo comienza a formar madera madura en anillos mas cercanos a la médula.

En sentido vertical la tendencia es a aumentar hasta los 9.3 m, con porcentajes de variación del 71% en la zona juvenil y del 27% en la zona madura, luego disminuye a mayores alturas del árbol.

El valor promedio de longitud de traqueida es de 2.264 μm y 3.389 μm para la zona juvenil y madura, respectivamente.

Palabras clave: Variabilidad de la madera, calidad de la madera, coníferas exóticas.

(1) UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE. NEUQUEN - ARGENTINA. acad_ausma@yahoo.com

SUMMARY

This paper is part of the research project "Xylotechnological Characteristics of Cultivated Ponderosa Pine in Andean Patagonia". The Project pretends to study the wood quality that is being formed in plantations of this species in the province of Neuquén, where can be found the main cultivated area with the species..

The aim of this paper is to contribute with data related to tracheids length, vertical and radial variation patterns and magnitude of such variation. This anatomic characteristic influences on the shrinkage and resistance properties and on the use of wood for paper.

The study was carried out in a specimen selected from a 50 years old stand located in the south west of the province. Strips in a north- south direction were cut from cross-sections at various levels of the tree trunk. To measure tracheids length, early wood was macerated in the even-numbered growth rings and the data obtained in pith-bark direction were used to determine the boundary between juvenile and mature wood by regression methods.

Radially, the tracheids length increases up to a specific number of ring (juvenile wood zone) and then, it remains steady (mature wood zone). The average percentage of juvenile zone variation was of 160% and in the mature zone of 12%. A strong lineal relation was found between the slope of the regression line of the juvenile wood and the formation age of the cambial initials. This means that the cambium formed when the tree is older forms mature wood in the growth rings which are nearer the pith.

Vertically, the tendency is to increase up to 9.3 m, with variation percentages of 71% in the juvenile zone and 27% in the mature zone. It diminishes at higher tree levels.

The average value of tracheid length is 2264 μm and 3389 μm for juvenile and mature zones, respectively.

Key Words: Wood variability, wood quality, exotic conifers

INTRODUCCIÓN

La demanda creciente de madera para diferentes usos ha llevado a implantar especies exóticas de rápido crecimiento en diferentes regiones del país.

En la región andino-patagónica el objetivo de estas plantaciones es obtener madera para su uso como material sólido, contribuyendo además a disminuir la presión sobre el bosque nativo, cuyo producto ha sido utilizado de manera indiscriminada para diferentes aplicaciones.

La especie más representativa que ha sido plantada con estos fines a partir del año 1978, es *Pinus ponderosa* (pino ponderosa). Definir las propiedades que presenta la madera de esta especie resulta dificultoso por la gran variación que existe entre los rodales respecto del sitio, edad, manejo silvicultural y origen de las semillas. Se han realizado algunos trabajos enfocados al análisis de algunas de sus propiedades (Bianchet, 1979; Jovanovsky *et al.*, 2002; Lomagno, 2005; Zingoni *et al.*, 2005; Andía *et al.*, 2007) los que son aún insuficientes.

En la actualidad es necesario incorporar el concepto de calidad de madera en plantaciones con fines productivos y realizar investigaciones en este sentido, ya que las que se refieren a cantidad de madera son las que más se orientaron en el estudio particular de pino ponderosa creciendo en la patagonia andina.

Es conocido que la madera varía dentro de un árbol, entre árboles de un mismo rodal y entre sitios, especialmente en coníferas, muchos trabajos lo confirman, por lo que es necesario cuantificar tal variación para predecir posibles usos y planificar la plantación y posterior manejo en función del producto que se desea obtener.

Una de las características anatómicas que afecta algunas propiedades de la madera, es la longitud de las traqueidas, y su variación en el fuste, tanto en sentido radial como vertical, sigue patrones semejantes en diferentes especies, como *Pinus taeda* (Jackson, 1959; Zobel y van Buijtenen, 1989), *Larix laricina* (Yang *et al.*, 1986), *Picea mariana* y *P. glauca* (Yang, 1994), *Pinus radiata* (Dadswell, 1958), *Pinus caribaea* (Schmidt y Smith, 1961; Andrews y Hughes, 1973), *Pinus densiflora* (Sakai y Vegaki, 1962), *Sequoia sempervirens* (Orell, 2004,). Lo que es diferente para cada especie es la magnitud de la variación experimentada y la manera en que ésta es afectada por factores internos, como la genética y la edad, y otros, como el sitio y las prácticas silviculturales.

OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es aportar datos para la caracterización xilotecnológica de pino ponderosa, por ser la especie de conífera más representativa de las plantaciones de la patagonia andina.

Los objetivos específicos son determinar la longitud de las traqueidas y analizar su variación, de acuerdo a su ubicación en altura y diámetro en el fuste, en un árbol maduro,

dado que es un factor importante en la calidad de la madera para pulpa y papel y en las propiedades de contracción y resistencia.

MATERIAL Y MÉTODO

El lugar de estudio fue el *Arboretum* Lote 69, ubicado en el Departamento Lacar, provincia del Neuquén (40° 10' LS y 71° 20' LW), a 1000 msnm, con temperatura media anual de 9° C y precipitación media anual de 1300 mm. El suelo corresponde al orden andisoles, cuyo material de origen es de cenizas volcánicas, bajo un régimen de humedad permanente. El suelo es profundo, con buena permeabilidad y alta retención hídrica.

Si bien las plantaciones de pino ponderosa se iniciaron en la región de manera sostenida, hace aproximadamente 30 años, este estudio se realizó en un rodal plantado con fines experimentales en el año 1952, considerando que en función de los objetivos planteados, el árbol muestra debía superar lo máximo posible la edad establecida para la corta final de esta especie, que es entre los 35 y 40 años.

Se seleccionó un árbol de posición sociológica dominante, de buen fuste y estado sanitario (Figura N° 1), que fue apeado en diciembre de 2002. Se cortaron discos a distintas alturas, desde los 0,30 m a intervalos de 3,0 m, y se obtuvieron 10 tarugos diametrales orientados norte – sur (Figura N° 2).

De cada tarugo se tomaron muestras de astillas del leño temprano de todos los anillos pares, las que fueron maceradas por el método de Franklin (1945). La longitud de traqueida establecida para cada anillo, fue el promedio resultante de la medición de una muestra de 30, cuyo tamaño fue determinado por el método sugerido por Yang y Pulkki (2002). Para las mediciones se utilizó microscopio binocular con ocular micrométrico.

El límite entre madera juvenil y madura, de la orientación norte y sur a las distintas alturas del tronco fue determinado utilizando el método de regresión de los tres pasos propuesto por Yang *et al.* (1986).

Los tres últimos tarugos (8-10), correspondientes a las partes más altas del árbol, no fueron incluidos en el análisis de las relaciones por considerar que el número de anillos de crecimiento no fue suficiente para demarcar con la mayor precisión posible el límite entre madera juvenil y madura.

La edad de formación de las iniciales cambiales para los diferentes niveles se determinó con la siguiente fórmula:

$$EFIC = A_{(0,3m)} - A_{(n)} + 1$$

Donde:

$A_{(0,3m)}$: Número de anillos a los 0,3 m

$A_{(n)}$: Número de anillos de un determinado nivel



Figura N° 1
ARBOL DOMINANTE DE PINUS PONDEROSA
DE 50 AÑOS. -RODAL ARBORETUM LOTE 69. SO DE NEUQUÉN. ARGENTINA



Figura N° 2
DISCOS OBTENIDOS CADA 3 m, A PARTIR DE 0,3 m

RESULTADOS

En la Figura N° 3 se muestra la variación radial de la longitud de las traqueidas a diferentes alturas y las rectas de regresión para las zonas de madera juvenil y madera madura, cuya intersección fue considerada como el límite entre ambas.

Los datos del árbol muestra y la extensión expresada en número de anillos para madera juvenil y madura, se presentan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1.
EXTENSIÓN DE MADERA JUVENIL Y MADERA MADURA A DIFERENTES ALTURAS Y EDAD DEL NIVEL

Nivel (N°)	Altura (m)	Edad (años)	Madera Juvenil (N° de anillos)		Madera Madura (N° de anillos)	
			Norte	Sur	Norte	Sur
1	0,3	49	18	20	31	29
2	3,3	43	15	18	28	25
3	6,3	40	17	18	23	22
4	9,3	35	13	13	22	22
5	12,3	31	10	9	21	22
6	15,3	26	11	10	15	16
7	18,3	21	10	9	11	12

La variación de la longitud de las traqueidas a distintas alturas en la zona de madera juvenil tomando los anillos 2, 4 y 6 contados a partir de la médula y en la zona de madera madura tomando los anillos 2, 4 y 6 contados a partir de la corteza, se muestran en la Figura N° 4 .

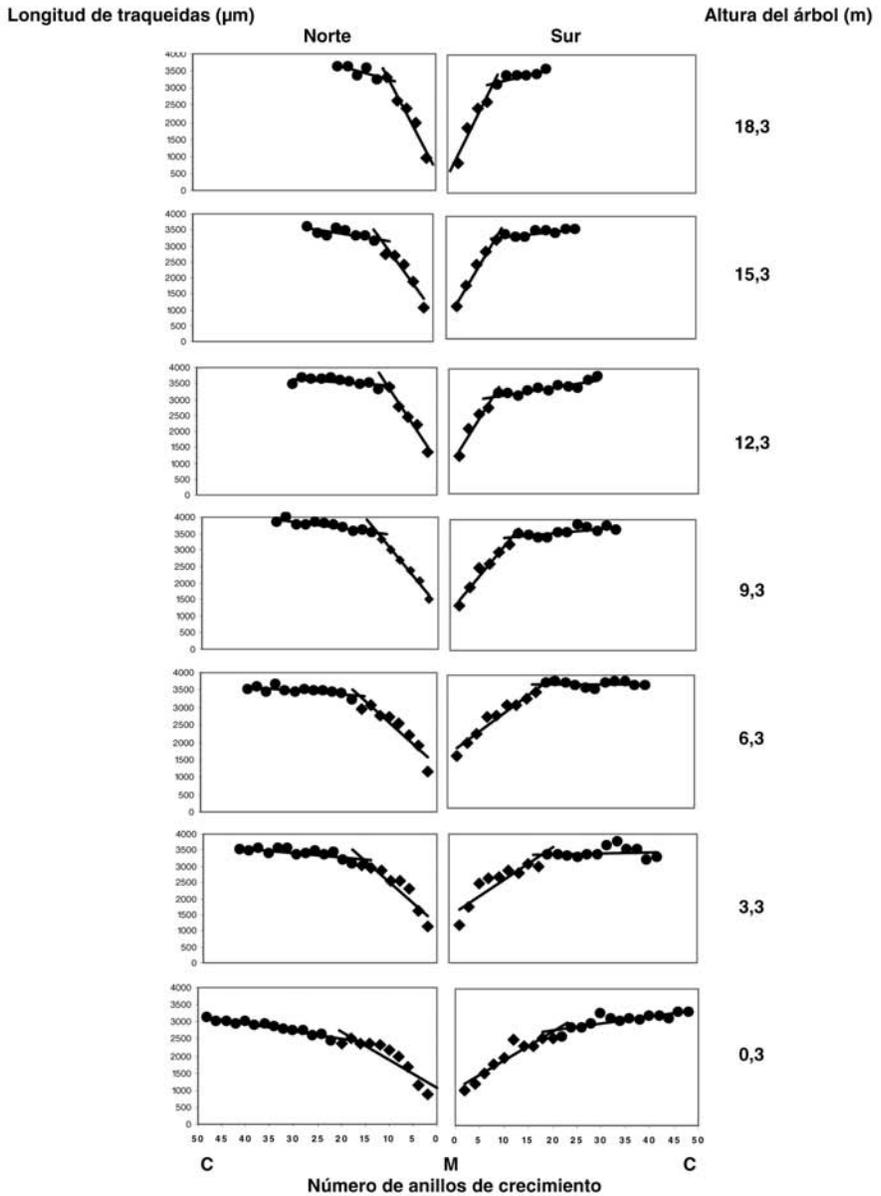


Figura N° 3
VARIACIÓN RADIAL DE LA LONGITUD DE TRAQUEIDAS

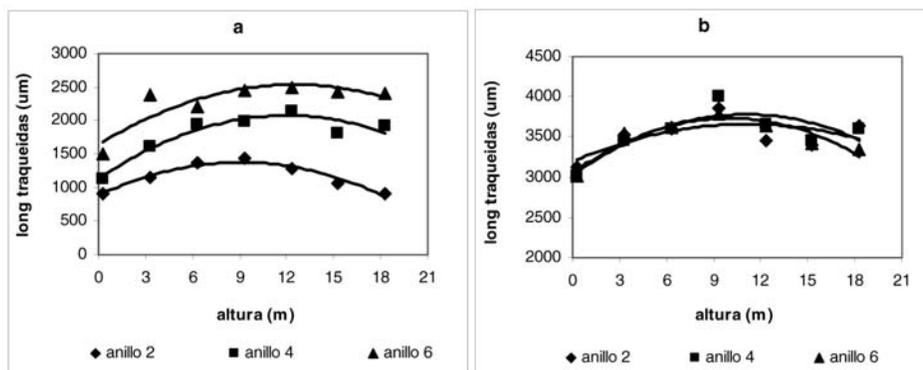


Figura N° 4
VARIACIÓN DE LA LONGITUD DE LAS TRAQUEIDAS CON LA ALTURA DEL TRONCO.

a: anillos 2, 4 y 6 desde la médula a la corteza (madera juvenil);
b: anillos 2, 4 y 6 desde la corteza a la médula (madera madura)

Los valores de “a” (ordenada al origen) y de “b” (pendiente), de las rectas de regresión de la zona juvenil, se relacionaron con la edad de formación de las iniciales cambiales. Los valores de “a” fueron considerados como la longitud de las iniciales del cambium. (Cuadro N° 2; Figura N° 5 y 6).

Cuadro N° 2.
VALORES DE LA ORDENADA AL ORIGEN (a) Y DE LA PENDIENTE (b) DE LAS RECTAS DE REGRESION DE LA ZONA JUVENIL A DISTINTAS ALTURAS Y EDAD DE FORMACION DE LA INICIAL CAMBIAL (fic)

Altura (m)	Edad fic (años)	a -longitud inicial cambial (µm)		b -pendiente	
		Norte	Sur	Norte	Sur
0,3	1	1064	899	83	76
3,3	7	1210	1471	129	102
6,3	10	1312	1561	122	113
9,3	15	1259	1160	177	184
12,3	19	1036	879	232	253
15,3	24	912	623	208	273
18,3	29	633	511	270	291

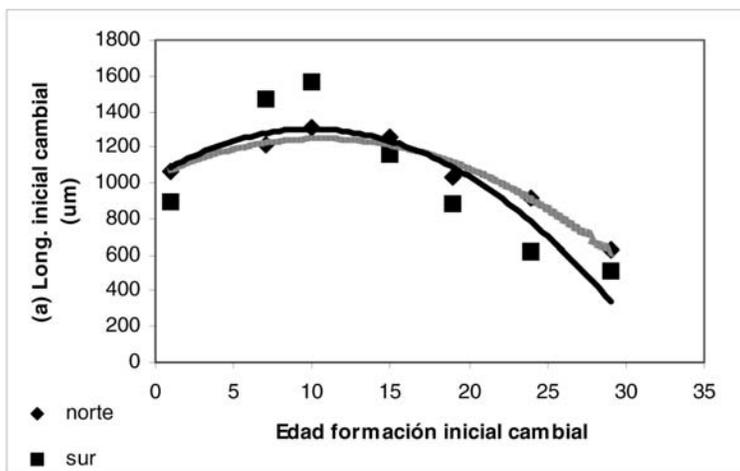


Figura N° 5
RELACIÓN ENTRE LONGITUD DE LA INICIAL CAMBIAL (a) Y EDAD DE FORMACIÓN DE LA INICIAL CAMBIAL.

Norte : $y = -1,9013X^2 + 40,387x + 1039,8$; Sur : $y = -2,666X^2 + 53,223x + 1036,5$

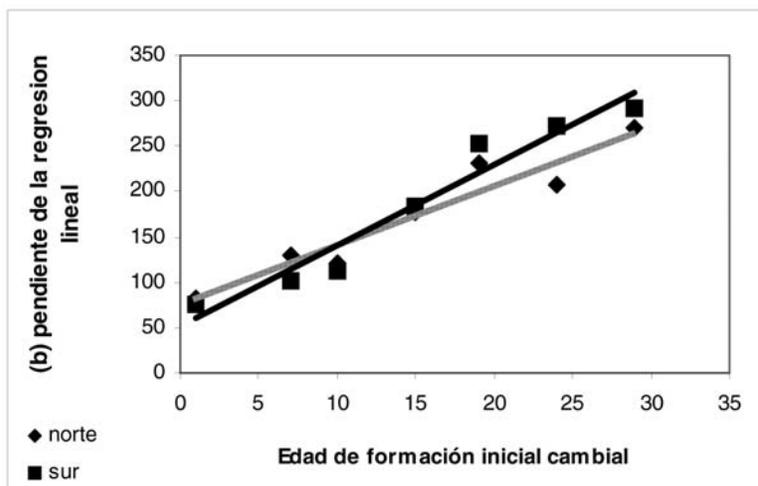


Figura N° 6
RELACIÓN ENTRE LA PENDIENTE DE LA REGRESIÓN LINEAL (B) Y LA EDAD DE FORMACIÓN DE LA INICIAL CAMBIAL (fic)

Norte: $y = 6,5329x + 76,435$; Sur: $y = 8,8201x + 52,27$

Cuadro N° 3
LONGITUD PROMEDIO DE TRAQUEIDAS (μm) Y DESVÍO ESTANDAR DE
MADERA JUVENIL (MJ) Y MADERA MADURA (MM) A DISTINTAS ALTURAS EN EL
TRONCO

Altura (m)	Norte				Sur				Norte + Sur / 2	
	MJ		MM		MJ		MM		MJ	MM
0,3	1932	575	2801	224	1735	487	2694	181	1833	2747
3,3	2277	672	3377	172	2490	634	3409	163	2384	3393
6,3	2413	644	3471	108	2693	637	3728	80	2553	3599
9,3	2497	665	3740	140	2446	705	3625	139	2471	3682
12,3	2427	750	3545	117	2146	683	3376	180	2286	3460
15,3	2160	700	3344	139	2263	873	3465	109	2212	3405
18,3	2250	878	3482	179	1966	787	3388	146	2108	3435
Promedio	2279	698	3394	154	2248	686	3383	143	2264	3389

Los valores promedio de longitud de traqueidas para toda la madera juvenil y madura, orientación norte y sur se resumen en el Cuadro N° 3.

Del análisis estadístico surge que no hay diferencias significativas a un 95% entre las medias de las dos orientaciones tanto dentro de la zona juvenil, como en la zona madura, mientras que las medias entre la zona juvenil y madura son significativamente diferentes unas de otras.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Desde la médula hacia los últimos anillos cercanos a la corteza y considerando diferentes alturas del tronco y la orientación norte y sur, la longitud de las traqueidas aumenta hasta un determinado número de anillo a partir del cual los valores se presentan más o menos constantes. Para el nivel 1 (0,30 m), la longitud de las traqueidas parece estabilizarse en los anillos 18 y 20 para la orientación norte y sur, respectivamente. En alturas superiores ocurre en anillos más cercanos a la médula.

Este patrón es similar al descrito para otras especies de coníferas en las que la longitud de las traqueidas se estabiliza en los anillos 12-15 para *Pinus radiata* (Daswell, 1958), 19 para *Pinus caribaea* (Schmidt y Smith, 1961), 14-16 para *Picea mariana* (Yang, 1994), 12-16 para *Picea glauca* (Yang, 1994), 13 para *Pinus banksiana* (Bodie, 1988), 44 para *Larix laricina* (Yang *et al.*, 1986), 24 para *Cryptomeria japonica* (Yang y Chen, 1994), 35 para *Pinus sylvestris* (Panshin y Zeeuw, 1980), 25 para *Cupressus lusitanica* y *Cupressus macrocarpa* (Panshin y Zeeuw, 1980), y 18 para *Pinus taeda* (Larson *et al.*, 2001). Cuanto más longeva sea la especie tardará mayor cantidad de años en alcanzar los valores más altos de longitud (Panshin y Zeeuw, 1980).

Si bien los patrones son similares, la magnitud de la variación del largo de traqueida experimentada en sentido radial es diferente para cada especie.

En este estudio para pino ponderosa, el porcentaje de variación de la longitud de las traqueidas entre el primer anillo que rodea a la médula y el anillo más externo, en las diferentes alturas del tronco, es superior al 163%, alcanzando el valor más alto a los 18,30 m, que fue de 297%; lo que muestra que el cambio fue de 1,5 a 3 veces mayor. Variaciones similares se encontraron en *Pinus radiata* (Dadswell 1958); *Pinus caribaea* (Plumptre 1983) y *Pinus taeda* (Zobel y van Buijtenen, 1989). El porcentaje de variación teniendo en consideración la zona juvenil por un lado y la zona madura por otro, presentó valores promedio de 160% y 12%, respectivamente.

La variación en el largo de traqueida con la altura del árbol, se analizó en los anillos 2, 4 y 6 contados a partir de la médula, los que presentan una tendencia similar. Aumenta hasta los 12,3 m (anillo 4 y 6) y hasta los 9,3 m (anillo 2) y luego disminuye (Figura N° 4a). Los valores se presentan progresivamente más elevados desde el anillo 2 hasta el 6, correspondiéndose con el aumento que experimenta el largo en sentido radial en la zona de madera juvenil.

En la zona de madera madura donde la longitud se estabiliza, fueron analizados los anillos 2, 4 y 6 contados a partir de la corteza. En éstos se observa un aumento en la longitud de las traqueidas hasta los 9,3 m y una disminución hacia mayores alturas (Figura N° 4b).

El porcentaje de variación es menor en la zona de madera madura, donde alcanza un aumento del 27% respecto de la zona de madera juvenil que representa el 71%, para luego ir disminuyendo hacia las partes más altas del árbol. Un patrón similar al descrito encontró Jackson (1959), analizando *Pinus taeda*. De cualquier manera, la mayor variabilidad se presenta en sentido médula - corteza.

Estimada a partir de la intercepción (a) de la ecuación lineal para longitud de traqueida de la zona juvenil al nivel del tronco correspondiente, la longitud de las iniciales cambiales muestra una relación curvilínea con la edad de su formación, (Orientación Norte, $R^2= 0,9597$ y Orientación Sur, $R^2= 0,7499$) aumentando hasta los 10 años y luego comienza a disminuir a medida que aumenta la edad de formación (Figura N° 5a).

La pendiente (b) de la recta de regresión de la longitud de traqueida de la madera juvenil muestra una fuerte relación positiva con la edad de formación de las iniciales cambiales (Orientación Norte, $R^2= 0,922$ y Orientación Sur, $R^2= 0,9455$), (Figura N° 6). Esto indica que el cambium formado recientemente, cuando el árbol es más viejo, forma madera madura en un período más corto que el cambium desarrollado en etapas más tempranas de la vida del árbol.

Este patrón se encontró en otras coníferas y en dicotiledóneas y apoya el concepto que relaciona la transición de madera juvenil a madera madura con el proceso de maduración de las iniciales del cambium (Yang *et al.*, 1986).

Los patrones de variación en sentido radial y vertical analizados en este estudio de caso muestran la influencia de la edad en la longitud de las traqueidas. La edad de

transición de madera juvenil a madura, determinada utilizando la longitud de las traqueidas resultó un criterio útil y coincide con lo citado por Loo *et al.* (1985), analizando la variación radial de la densidad de pino ponderosa

Los valores promedio de la longitud de las traqueidas hallados en la madera juvenil (2264 μm) y madura (3389 μm) son similares a los citados por Lomagno (1998) para plantas de 18 años (1.300 μm en los primeros anillos a 2.200 μm en la zona externa) dimensiones que se corresponden con la edad de las plantas las que se consideran formadas en su totalidad por madera juvenil. Sucate *et al.*(1978) en plantaciones de esta especie provenientes de Río Negro midieron en árboles de 24 años, longitudes de 3.290 μm , valores mas altos que podrían deberse a la presencia de madera madura. De cualquier manera, pino ponderosa presenta traqueidas más cortas que otras especies de pino de interés comercial que se cultivan en la zona del noreste de la Argentina.

Los datos obtenidos en este trabajo, respecto de la variación radial y vertical de la longitud de las traqueidas, y su utilización para delimitar la madera juvenil de la madera madura en pino ponderosa, son los primeros reportes relacionados con estos aspectos en plantaciones de Argentina.

La longitud de las traqueidas es considerado un carácter altamente heredable (Larson *et al.*, 2001) y factores como las características del sitio y las técnicas silviculturales pueden tener efectos diferentes según la especie y aún entre individuos de la misma especie; así lo demuestra la extensa bibliografía al respecto.

Por esto es necesario promover estudios con el objetivo de analizar la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos sobre el largo de las traqueidas y extensión de madera juvenil en pino ponderosa cultivado en la región andino-patagónica, considerando que estos son dos parámetros importantes de calidad de madera.

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo se realizó en el marco del Proyecto de Investigación “Características xilotecnológicas de *Pinus ponderosa* (Dougl. ex Laws) cultivado en la patagonia andina”, aprobado y subsidiado por la Secretaría de Investigación de la Universidad Nacional del Comahue – Argentina.

REFERENCIAS

Andía, I. A.; Zingoni, M. I.; Jara, O. y Mantilaro, N., 2007. Contracciones Transversales y Longitudinal en Madera Juvenil de Pino Ponderosa Proveniente de Plantaciones del Norte de Neuquén. Actas del III Congreso Iberoamericano de Productos Forestales. ISSN 1851-0965. 7 pp

Andrews, I. A. y Hughes, J. F., 1973. Variation in Wood Properties in 12-year-old Trees of *Pinus caribaea. Hondurensis* in Trinidad – a summary report. Trop. Prov. Prog. Res. Int . Coop. Nairobi, Kenya, 532-535

Biachet, J. M., 1979. Ensayos Físico-Mecánicos en Madera de Coníferas. Instituto Forestal Nacional , Folleto Técnico N° 38 , 23 pp

Bodie, B. F., 1988. Wood Properties of Jack Pine from a Northwestern Ontario Plantation. B.S. Thesis School For. Lakehead Univ. Thunder Bay. Ontario. Canadá

Dadswell, H. E., 1958. Wood Structure Variations Occurring During Tree Growth and their Influence on Properties. J. Inst. Wood Sci 1: 11-33

Jackson, L. W., 1959. Loblolly Pine Tracheid Length in Relation to Position in Tree. J. For. 57: 366-367

Jovanovski, A.; Jaramillo, M.; Loguercio, G. y Antequera, S., 2002. Densidad de la Madera de *Pinus ponderosa* (Dougl. Ex Laws) en Tres Localidades de Argentina. Bosque 23 (2): 99-104

Larson, P. R., 1969. Wood Formation and the Concept to Wood Quality. Yale Univ. School of Forestry Bulletin 74, 54 pp

Larson, P. R.; Kretschmann, D.; Clark III, A. e Isebrands, J. G., 2001. Formation and Properties of Juvenile Wood in Southern Pines. A synopsis. USDA Forest Products Laboratory, General Technical Report, 1-49.

Lomagno, J. L., 1998. La Utilización de Raleos de Pino ponderosa. CIEFAP Pub. Tec. N° 28, 19 pp

Lomagno, J. L., 2005. Contracción Longitudinal de la Madera de Pino Ponderosa. Variación entre Rodales. Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. ISSN 0329-1103. 9 pp

Loo, J. A.; Tauer, C.G. y McNew, R. W., 1985. Genetic Variation in the Time of Transition from Juvenile to Mature Wood in Loblolly Pine (*Pinus taeda*). Silvae Genet. 34(1): 14-19

Orell, M., 2004. Estudio del Largo de Traqueidas en *Sequoia sempervirens* D. Don (Endl) Crecida en Chile, con Respecto a su Ubicación en el Árbol. Tesis Ing. Forestal, Univ. Chile

Panshin, A. J. y Zeeuw, C., 1980. Textbook of Wood Technology. 4th ed. Mc Graw-Hill. N.Y. 643 pp.

Plumptre , R. A., 1983. *Pinus caribaea* Vol II Wood Properties. Trop. For. Pap. 17 For. Inst. Oxford Univ. 145 pp

Sakai, H. y Uegaki, T., 1962. On the Structure of the Annual Ring of Japanese Red Pine (*Pinus densiflora*). Variation of Annual Ring Width, Specific Gravity and Tracheid Length in Young Tree Stems. Tottori Soc Agr Sci 14:113-119

Schmidt, J. D. y Smith, W. J., 1961. Wood Quality Evaluation and Improvement in *Pinus caribaea*. Queenst For Serv Res Note 15. p 59

Sucate, S.; Garona, M. y Merlo, J., 1978. Evaluación de Cuatro Especies de Pinos del Sur para Uso Papelero. Pub. CICELPA N° 29, 25 pp

Yang, K. C.; Benson C. A. y Wong, J. K., 1986. Distribution of Juvenile Wood in Two Stems of *Larix laricina*. Can J. For. Res. 16: 1041-1049

Yang, K. C. y Chen Y. S., 1994. Formation and Vertical Distribution of Juvenile and Mature Wood in a Single Stem of *Cryptomeria japonica*. Can J. For. Res. 24: 969-975

Yang, K. C., 1994. Impact of Spacing on Width and Basal Area of Juvenile and Mature Wood in *Picea mariana* and *Picea glauca*. Wood and Fiber Sci 26(4): 479-488

Yang, K. C. y Pulkki, R. E., 2002. Sample Size Determination and Probability Level Estimation. Taiwan J. For. Sci. 17 (2) 135-141

Zingoni, M. I.; Andía, I. R.; Guerra, P. E. y Mele, U .E., 2005. La Madera Juvenil: un Aspecto de Importancia a Considerar en Plantaciones de *Pinus ponderosa*. Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. ISSN 0329-1103. 9 pp

Zobel, B. J.; van Buijtenen, J. P., 1989. Wood Variation. Its causes and Control. Springer-Verlang. 363 pp.

LA PLANIFICACIÓN INTEGRAL, PILAR DE LA POLÍTICA

FORESTAL. Fermín Olabe Velasco, Sección de Gestión Forestal, Gobierno de Navarra, España, fermin.olabe.velasco@cfnavarra.es. y Mónica Gabay, Programa de Manejo Sustentable, Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina, monagabay@yahoo.com.

RESUMEN

Escribir en el siglo XXI un artículo sobre la necesidad de ordenar los montes y aplicar una gestión sostenible debería ser innecesario, pero la realidad demuestra lo contrario. Mientras que en algunos países prácticamente la totalidad de los montes está sujeta a un instrumento de planificación, en otros la realidad es muy distinta.

La no existencia de una planificación supone, por ejemplo, que no haya constancia de la sostenibilidad en la gestión de montes aprovechados; que no se conozca el estado de muchos de ellos, sus potencialidades, su fauna y hábitats; que no se apliquen políticas integrales de conservación; o que no exista madera certificada en las cantidades demandadas. La ausencia de montes ordenados provoca la pérdida de oportunidades en el sector forestal. Además, implica una falta de estabilidad en la gestión forestal, que repercute en todos los eslabones del sector, desde el propietario hasta la industria. Estos factores generan inseguridad, al tiempo que contribuyen a diluir la ya de por sí “moribunda” cultura forestal.

Esta situación es paradójica, puesto que los protagonistas del mundo forestal, desde las administraciones hasta las asociaciones ecologistas, pasando por los propietarios y la industria forestal, abogan por la ordenación de los montes.

La política forestal y, por ende, la estrategia de ordenación forestal, requiere un compromiso institucional a largo plazo, algo difícil de encajar en el ámbito político. La política forestal debe ser sostenible en sí misma, y traducirse en proyectos de ordenación que permitan una gestión sostenible de los montes. Considerando que el bosque es un todo, no es sostenible mantener estructuras administrativas enfrentadas que rivalizan por competencias forestales y ambientales, cuando ellas afectan un mismo territorio y deberían ser integrales.

Existen, también, factores objetivos y estructurales que dificultan la ordenación de ciertos montes. La tenencia de la tierra, la fragmentación de la propiedad, el escaso valor de mercado de los productos forestales, o la desinformación existente sobre el concepto de “gestión forestal”, son algunas de estas circunstancias, si no las más importantes.

El sector forestal tiene una gran oportunidad; su papel en minimizar los efectos del cambio climático es fundamental y la madera debe ser potenciada frente a otros materiales más contaminantes. Asimismo, la diversidad de los bosques debe ser conservada en el marco de un desarrollo rural sostenible, en el que el propietario forestal sea el mayor beneficiario de ello, ya que son sus bosques los que a todos benefician. Ello es posible en el

contexto de una planificación forestal integral que tome en consideración todos los aspectos del bosque, como pilar básico de las políticas forestales. La planificación, además, debe convertirse en el arma más eficaz frente a la tala ilegal.

Palabras clave: Planificación forestal, manejo forestal sostenible

SUMMARY

In the XXI century should be not necessary to write a paper on the need of sustainable forests management, but reality demonstrate the opposite. While in some countries almost all forests are under management in others situation is much different.

No planning means for instance no evidence on the sustainability of forests utilization; no information on the state of forests, their potentiality, their fauna and habitats; no integral conservation policies in force; or unavailability of certified wood according to demand. Lack of managed forests produces a loss of opportunities to the sector and also a stability loss of forests management, which affects the whole sector chain, from the owners to the industry. These factors generate insecurity and also contribute to dilute the already dying forest culture.

Considering that protagonists in the forest world, including the forest administrations, environmentalists, forests owners and forest industries, plead for forest management, the situation is a paradoxical one.

Forest policy and accordingly the forest management strategy require a long term institutional commitment, a thing not easy to conciliate in the politics field. Forest policy should be sustainable by itself and leads to sustainable forest management. Forest is a whole and is unsustainable to maintain administrative conflicting structures which rival each other in forest and environmental competences, while they affect the same territory and should have a complementary action.

There are also objective structural factors which difficult the management of certain kind of forests. Land tenure, property fragmentation, low forest product market values, lack of knowledge on the forest management concept, are some of those factors, if not the most important ones.

The forestry sector has a great opportunity; his role on mitigate climate change effects is crucial and wood has to be fostered against other more contaminant materials. Forest diversity has to be conserved under a rural sustainable development framework on which forest owners should be the main beneficiaries, since their forests benefit everybody. That is possible on the context of an integral planning that includes all forests subjects, as a basic forest policies pillar. Planning should be also the key tool in facing illegal felling.

Key words: Forest planning, sustainable forest management

INTRODUCCIÓN

Escribir en el siglo XXI un artículo sobre la necesidad de ordenar los montes y aplicar una gestión sostenible debería ser innecesario, pero la realidad demuestra lo contrario. Mientras que en algunos países la práctica totalidad de los montes están sujetos a un instrumento de planificación, en otros la realidad es muy distinta.

Históricamente el recurso madera ha sido el máximo protagonista de la planificación forestal, principalmente debido a su alto valor estratégico o de mercado, pero también a consecuencia de otros factores, tales como la propia formación de los profesionales forestales o simplemente el entender como no necesaria la planificación de otros recursos. El aprovechamiento de los recursos madereros no debe ostentar la exclusividad en la planificación. Otros recursos, tales como la caza, los pastos o el turismo, pueden tener una importancia igual o mayor.

Por las razones expuestas, es habitual que sólo los montes con un importante potencial maderero se encuentren planificados. En muchas ocasiones, estos planes de manejo forestal, cuando mencionan y toman en consideración otros valores del monte fuera de los estrictamente relacionados con la madera, lo hacen de forma complementaria, obligada o meramente circunstancial. Así, la palabra "integral" se convierte, en esos casos, en una cuestión de "imagen".

Estas realidades, entre otras cuestiones, implican que, desde un punto de vista técnico, los proyectos de ordenación forestal hayan sido visualizados como herramientas exclusivamente relacionadas con la producción de madera, perdiendo por lo tanto su relevante papel de instrumentos de planificación integral.

Ello genera consecuencias en otros ámbitos, más allá del estrictamente técnico, entre las cuales se pueden destacar:

Bosques relevantes desde un punto de vista ecológico o socio - económico, carecen de instrumentos de gestión y por lo tanto se desconoce su potencialidad o su diversidad ecológica.

Recursos importantes a nivel local como los pastos, los hongos o el turismo, no se encuentran planificados y, cuando lo están, generalmente cuentan con planes específicos que no toman en consideración al monte como un "todo".

Elaboración de múltiples documentos que hacen referencia a un mismo territorio.

Esta visión exclusivamente maderera genera reacciones contrarias y posturas conservacionistas extremas. Así, en muchos países y regiones, los bosques naturales son destinados a la conservación, y sólo las plantaciones son aprovechadas comercialmente. Estas políticas resultan en el no aprovechamiento de una importante fuente de recursos para los propietarios de bosques naturales y, en muchas ocasiones, la falta de manejo forestal acarrea un grave deterioro de los hábitats que se pretende proteger.

En este contexto, la sociedad, principalmente en las zonas urbanas, ha recibido mensajes generalistas contrarios al uso de la madera. Como resultado, se ha incentivado la utilización de materiales mucho más dañinos para el ambiente, como el aluminio o el hormigón.

Por ello, es indispensable una planificación integral, en la cual todos los recursos y valores naturales sean tomados en consideración. En la actualidad, los protagonistas del mundo forestal, desde las administraciones hasta las asociaciones ecologistas, pasando por propietarios e industria forestal, abogan por la planificación. Ese marco de actuación permite tanto gestionar de forma sostenible las tierras forestales, como fomentar acciones de conservación. La silvicultura no debe estar exclusivamente al servicio de la producción de madera, sino que debe considerar otros usos del bosque.

ORDENACIÓN DE MONTES EN LA REGIÓN DE NAVARRA, ESPAÑA

La Comunidad Foral de Navarra es una región localizada en el norte de España a escasos kilómetros de la frontera con Francia. De su millón de hectáreas de superficie total, un 64% tiene la consideración de terreno forestal, incluyendo en esta acepción los pastos y las formaciones de matorral. En los últimos 20 años, la superficie arbolada se ha incrementado aproximadamente en un 24%, principalmente consecuencia de la migración a núcleos urbanos.

La gran diversidad climática de la región implica una alta variedad de sistemas forestales, siendo los bosques naturales los más representados, y entre ellos, los hayedos, los más relevantes, principalmente en la parte norte de Navarra. En la zona media y sur de la provincia los sistemas forestales mediterráneos son los dominantes, y los pinos, robles y matorrales adquieren su máxima importancia.

En noviembre del año 1998 el Parlamento de Navarra, máximo órgano legislativo de la región, aprobó un Plan Forestal. Aun existiendo una legislación específica en la materia, se consideró necesaria la elaboración del citado documento, que determina una serie de objetivos ligados a medidas de toda índole, desde técnicas hasta legislativas o educacionales. Tras doce años desde su aprobación, muchas de aquellas medidas se han ejecutado, otras no, pero el Plan Forestal consiguió no solo un compromiso político sino además estableció un marco técnico, y aún más relevante, presupuestario.

A nivel más local, y ya desde finales del siglo XIX, existían bosques naturales sujetos a instrumentos de planificación, algo que con mayor o menor éxito había intentado asegurar un aprovechamiento sostenible del recurso maderero.

En los años 90, los proyectos de ordenación seguían sin ser integrales, algo ya no coherente con la evolución del pensamiento forestal y medio ambiental, y esa situación aún echaba mas leña en un fuego descontrolado entre los, por entonces, fanáticos medioambientalistas y los intransigentes forestales. Recursos como el silvopastoral no eran planificados siendo muy relevantes en muchos montes.

Los propietarios no eran, en general, consultados y desde luego no participaban activamente en las decisiones que concernían a su monte. Además, los documentos se redactaban por grandes consultoras, elaborando ingentes listados de datos, aplicando formulas excesivamente teóricas y obteniendo resultados poco coherentes con la gestión real de los montes ordenados.

Todo lo anterior hizo que los proyectos de ordenación descansarán en bibliotecas y fueran escasamente ejecutados. Era, por lo tanto, necesario un cambio de rumbo, más aún cuando prácticamente la totalidad de la madera aprovechada en Navarra procedía de bosques naturales. Así, en el mismo año 1998, se elaboraron los "pliegos generales para la redacción de proyectos de ordenación y planes técnicos de gestión forestal" cuyo principal objetivo fue el establecer un marco único técnico y administrativo para la elaboración de dichos documentos, unas verdaderas instrucciones de ordenación forestal (Gobierno de Navarra, 1998).

Ello supuso, en un primer momento, modificar la metodología de elaboración de los instrumentos de planificación, incluyendo todos los usos, recursos y valores del monte, analizando sus compatibilidades y designando diferentes objetivos para cada uno de los bosques, formaciones de matorral y de pastos inventariados. Exigencias de normativas específicas referentes a conservación de hábitats y especies, como la Directiva Hábitats de la UE, base legal de la Red Natura, también fueron integradas.

La interrelación existente y obvia entre los árboles, el ganado, las especies protegidas u otros recursos o valores quedaba por primera vez plenamente integrada. Los cálculos, aunque importantes, pasaban a un segundo plano, mientras que se intensificaba todo aquello referente a los aspectos relacionados con la gestión.

Por otro lado se establecieron los cauces para una participación activa de los propietarios, siendo su aprobación del proyecto necesaria e imprescindible, y paralelamente se impusieron exigencias en los procesos de contratación a fin de asegurar un conocimiento del terreno y una multidisciplinaridad de las consultoras, lo cual, automáticamente, supuso la emergencia de gabinetes técnicos locales, en la actualidad asesores técnicos de muchos propietarios, diluyéndose paulatinamente la presencia de grandes empresas no afincadas en el territorio.

Las mencionadas Instrucciones de ordenación han sufrido continuas actualizaciones, consecuencia de su propia aplicación y de situaciones novedosas, como, por ejemplo, las referidas a certificación forestal. Los indicadores de los dos sistemas de mayor relevancia a nivel internacional, PEFC y FSC, son incluidos en los proyectos permitiendo al propietario determinar, voluntariamente, su adhesión o no a cualquiera de ellos. A su vez, y paralelamente, se elaboraron unas instrucciones específicas para bosques de pequeño tamaño pertenecientes, en general, a propietarios particulares.

En la actualidad más del 60% de los terrenos forestales comunales se encuentran ordenados, incluyendo los pastos, y el 43% de la superficie forestal y el 84% de la madera aprovechada están certificados.

Dos aspectos deben ser destacados, el primero de ellos es que estas cifras no son meros números, los proyectos de ordenación se aplican, y el segundo, son herramientas integrales de gestión aceptadas por todos los agentes y profesionales implicados. Herramientas que permiten una ordenada gestión ganadera a la vez que facilitan el aprovechamiento de los recursos madereros de los bosques naturales aplicando técnicas silvícolas que, a su vez, favorecen a especies protegidas.

Es evidente que todo lo anterior necesita de un, también sostenible, soporte presupuestario. Anualmente se invierten 650.000 euros destinados a la elaboración de instrumentos de planificación, una cuantía complementada por campañas de subvenciones que facilitan la ejecución, por parte de los propietarios forestales, de los trabajos en ellos contemplados. De la misma forma se conceden ayudas a aquellos ganaderos que en el marco de los proyectos de ordenación se comprometen a cumplir buenas prácticas forestales complementarias.

Los objetivos a medio plazo ya han sido consensuados. Se debe continuar con esta política a la vez que se crean nuevos instrumentos de planificación de carácter comarcal que sirvan de paraguas a amplias zonas de territorio, permitiendo ordenar de forma más ágil y barata, y posibilitando, así, que la totalidad de la superficie esté planificada, algo, aún más trascendental que nunca, tomando en consideración las ya existentes políticas de aprovechamiento energético y las futuras referidas a compras públicas de madera y derivados, exigiendo ambas una procedencia legal y sostenible de las materias primas.

PLAN FORESTAL REGIONAL PATAGÓNICO, ARGENTINA

Antecedentes

Los planes forestales nacionales¹ (PFN), como herramientas para la implementación de políticas, son propiciados a partir de la Cumbre de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro de 1992², y de foros internacionales tales como el Panel Intergubernamental sobre Bosques (IPF, en inglés) y el Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques (UNFF, en inglés). A partir de estas recomendaciones, en Argentina comienza una nueva etapa de planificación forestal, impulsada por la entonces Dirección de Recursos Forestales Nativos de la ex - Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación³.

Un eje central de la planificación forestal es la armonización de los muy diversos usos del bosque, que debe tener presente su rol como productor de bienes y servicios ambientales, tales como la regulación hídrica, la diversidad biológica y la belleza paisajística.

1 Cabe señalar que la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) los designa como "programas forestales nacionales", los cuales son definidos como "es una expresión genérica que designa una amplia gama de enfoques relativos a la planificación, programación y realización de las políticas forestales a nivel subnacional o nacional" (FAO, 2009).

2 En este sentido, entre las recomendaciones surgidas de la Cumbre, se encuentra la de "elaborar y ejecutar planes y programas que comprendan la definición de los objetivos, programas y criterios nacionales y, de ser necesario, regionales y subregionales para su aplicación y ulterior perfeccionamiento" (Naciones Unidas, 1992).

3 El resultado de esta primera iniciativa se publica en 1992 bajo el título "Desarrollo Sustentable o Deforestación. Plan Forestal Argentino. Un Legado para las Generaciones Venideras".

Las leyes nacionales N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos y N° 26.432 de Prórroga y Reforma de la Ley N° 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, explicitan los principales lineamientos de la política forestal argentina. En este marco, se lanza el proceso de construcción del Plan Forestal Nacional (PFN), con un enfoque federal e inclusivo, que posibilite dinamizar al sector y promueva el desarrollo forestal sustentable con equidad social.

El PFN se construye a partir de las visiones provinciales y de las regiones forestales argentinas, esto es, sobre la base de los consensos locales, provinciales y regionales proyectados al plano federal, los cuales actúan como fuerza impulsora para el desarrollo sustentable de la actividad forestal en el país. Por lo tanto, el PFN documenta el resultado del proceso de planificación participativa y constituye el instrumento de referencia para el desenvolvimiento de la actividad forestal en el territorio. Es un instrumento de planificación de carácter estratégico, con elementos de carácter táctico y algunas propuestas para el nivel operativo (Filius, 1998), que procura la adopción de un modelo forestal consensuado y legitimado socialmente, con objetivos concretos y planes de acción sub-sectoriales.

Como resultado de un análisis situacional de las regiones argentinas, se toma como región piloto para iniciar el proceso del PFN la Patagonia. En esta región, los bosques nativos ocupan el 54% de la superficie total, con unas 4.100.000 ha, en tanto que la superficie de plantaciones forestales es de unas 94.936 ha⁴. El sector forestal posee un fuerte sustento técnico en el manejo y conservación de sus bosques nativos. Además, se observa un creciente desarrollo en el sector de los bosques implantados, bajo la concepción del manejo forestal a nivel de cuencas. Por otra parte, existe una visión integradora de los bosques nativos y de cultivo, en los aspectos productivos y de conservación.

El proceso de planificación participativa es liderado por la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), con la coordinación regional del Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP). Desde el punto de vista político, el Consejo Forestal Patagónico (COFOPA) es un actor primordial, ya que se trata de una instancia que aglutina a los decisores de las administraciones forestales provinciales. El trabajo cuenta, además, con la asesoría técnica de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León, con una interesante experiencia en el desarrollo de este tipo de procesos.

Método

El Plan Forestal Regional Patagónico se elabora con una metodología de planificación participativa. A lo largo del proceso de construcción se integran los actores del sector forestal y ambiental, de los ámbitos público y privado. Los principios rectores que informan la metodología adoptada son⁵:

4 SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2010.

5 SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2009.

-Participación

La viabilidad de un marco político como el planteado depende, en gran medida, de su apropiación por parte de los actores sociales del territorio en el cual se pretende implementarlo. Por ello, más allá de contemplar las interrelaciones sociedad – naturaleza, es preciso contar con espacios de participación que integren a los organismos públicos, organizaciones vinculadas al sector forestal y público en general, acordes a cada etapa del proceso de planificación.

-Intersectorialidad

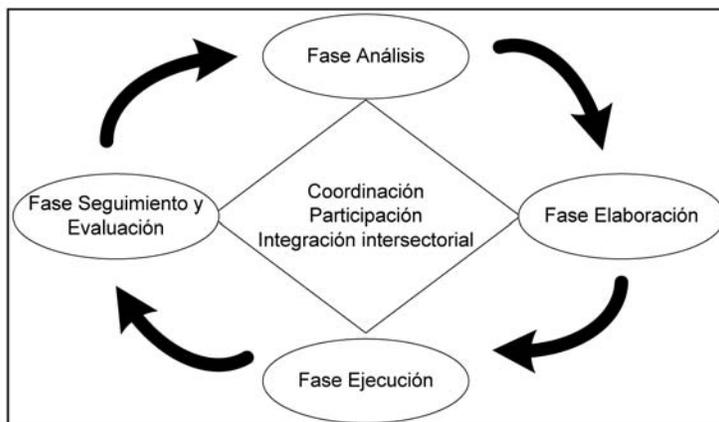
El proceso de construcción del plan debe llevarse adelante desde una perspectiva integrada de ordenación y gestión territorial. Ello implica considerar las políticas de sectores diversos, como las agrarias, de colonización, de infraestructura y urbanismo, las cuales tienen una fuerte incidencia en el desarrollo del sector forestal.

-Corresponsabilidad

La participación social y el involucramiento de todos los sectores interesados en la elaboración del plan implica, de manera necesaria, la corresponsabilidad en la consecución de su visión y objetivos, así como en la ejecución de las actividades previstas. A tal efecto, deberán contemplarse los mecanismos adecuados para posibilitar la distribución efectiva y eficaz de responsabilidades entre los actores interesados.

-Proceso Iterativo

La construcción del plan no concluye con la aprobación de un documento, sino que se trata de un proceso que se retroalimenta de manera permanente con los resultados de su ejecución, la evaluación y seguimiento (Figura N° 1). Ello posibilita su adaptación a la realidad regional y nacional cambiante. El propio plan fija los horizontes temporales para su revisión y actualización.



(Fuente: SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2009, adaptado de Sepp y Mansur, 2004).

Figura N° 1
EL PLAN FORESTAL COMO PROCESO ITERATIVO

Resultados

-Principios y Dimensiones del Plan Forestal Regional Patagónico (PFRP)

El PFRP se desarrolla conforme los siguientes principios rectores:

- Sostenibilidad
- Multifuncionalidad
- Equidad social
- Desarrollo rural
- Participación
- Intersectorialidad
- Co-responsabilidad

Como se indicara más arriba, se ha adoptado una metodología participativa para la planificación, la cual se lleva adelante en los ámbitos provincial, regional y nacional. Cada provincia produce un diagnóstico sectorial, que sirve de base para consensuar un diagnóstico regional, como punto de partida para la planificación.

A partir de estos diagnósticos provinciales y regional, el proceso de construcción se orienta a que las provincias expongan y compartan sus expectativas e identifiquen los ejes temáticos fundamentales. El trabajo en talleres con los niveles de decisores políticos y técnicos permite definir los siguientes ejes:

Planificación territorial
Gestión de recursos forestales
Producción maderable
Servicios ambientales y conservación
Creación de fondos de financiamiento
Fortalecimiento institucional

Se acuerda el marco metodológico del PFRP que contempla, como horizonte temporal para la planificación, el corto (4 años), mediano (15 años) y largo plazo (30 años). Estas tres escalas temporales se traducen en tres niveles jerárquicos de planificación; estratégico, táctico y operativo⁶.

El nivel estratégico se vincula con los objetivos de largo plazo, tendientes a alcanzar cambios estructurales en el sector. El cumplimiento de los objetivos estratégicos depende del nivel de consecución de los objetivos tácticos fijados respecto a cada uno de ellos.

Los objetivos tácticos expresan el camino para la ejecución de la planificación y se definen con un horizonte temporal a mediano plazo.

La concreción operativa de los objetivos tácticos se establece desde el ámbito técnico y a través de actividades concretas. Los objetivos operativos se determinan con el máximo nivel de detalle. Responden al cómo proponen los técnicos alcanzar los objetivos de tipo táctico desde su ámbito de actuación.

Con base en los ejes temáticos acordados, se identifican como puntos de contacto entre las actividades identificadas por cada provincia el ordenamiento territorial, la sanidad forestal, el manejo del fuego y la forestación. El Cuadro N° 1 recepta las prioridades regionales para cada nivel jerárquico de planificación.

⁶ SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2009.

Cuadro N° 1
NIVELES DE PLANIFICACIÓN IDENTIFICANDO EJES TEMÁTICOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

Nivel de Planificación	Ejes Temáticos	Líneas de Acción (Nivel Operativo)
Estratégico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creación fondos de financiamiento 2. Fortalecimiento institucional 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación y desarrollo (social y tecnológico) 2. Educación, capacitación y extensión forestal
Táctico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación territorial 2. Gestión de recursos forestales 3. Servicios ambientales y conservación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordenamiento territorial del bosque nativo
Operativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión de recursos forestales 2. Producción maderable 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manejo sustentable de bosque nativo 2. Protección forestal (manejo del fuego y sanidad) 3. Plantaciones forestales (promoción y manejo) 4. Aprovechamiento, industria y bioenergía 5. Restauración y conservación

-Visión Regional Compartida

Una vez identificados y priorizados los ejes temáticos para la planificación regional, los decisores del nivel político construyen una visión regional consensuada. En ella, los gobiernos de las provincias patagónicas expresan la intención de generar políticas que ayuden a superar los obstáculos que dificultan el desarrollo forestal, promover enfoques participativos para el ordenamiento del recurso, y favorecer la distribución equitativa de los beneficios de los bienes y servicios que brindan los bosques. En este sentido, se busca profundizar el conocimiento acerca de la contribución de los bosques a la seguridad social (salud, alimentación, bioenergía, etc.), y a la calidad ambiental. Igualmente, se procura avanzar en la ordenación del bosque, con evaluaciones periódicas de los indicadores de sustentabilidad.

Asimismo, se promueven las inversiones en el sector, particularmente en las provincias con mayores posibilidades en el desarrollo de forestaciones y con economías forestales en transición.

A este fin, se incrementa el área boscosa a partir de la incorporación de plantaciones, tanto en las áreas de secano como bajo riego, proveedoras de productos y servicios que demanda la sociedad patagónica y el resto de las regiones del país. Estos desarrollos se combinan con esquemas silvopastoriles, de modo de diversificar las fuentes de ingreso de los productores.

Estos conceptos se concretan en tres enunciados:

“Los bosques no reconocen fronteras políticas, por lo que es la visión del conjunto vertebrar las políticas de las cinco provincias patagónicas, a los fines de articular una visión general que funde objetivos superiores a los generados individualmente por cada provincia. Todo esto reconociendo las particularidades que tiene cada una de ellas y encontrando objetivos comunes de acción”.

“Los bosques de la Patagonia poseen un rol relevante en el desarrollo presente y futuro de la sociedad, por las múltiples funciones que brindan, producto de la gestión que sobre ellos se aplica y particularmente en Patagonia, por la trayectoria de sus instituciones de investigación y gestión forestal” y que tanto “los bosques implantados como nativos son valorados por la sociedad por sus beneficios ambientales y oportunidades laborales, desarrollándose de manera integrada con las demás actividades económicas del territorio”.

“Un desarrollo foresto industrial acorde a las necesidades regionales e inserto en un modelo de producción forestal nacional, basado en un enfoque que integra a los bosques en un planteo sustentable como una visión sistémica respecto a diferentes actividades productivas”.

-Objetivos del Plan Forestal Regional Patagónico (PFRP)

El objetivo general del PFRP es catalizar acciones para garantizar la conservación y el aprovechamiento sustentable de los bosques, asegurar el suministro energético y la eficiencia de su uso; acrecentar los ingresos y la calidad de vida de los habitantes.

Los objetivos específicos son:

Lograr la cooperación e interacción entre administraciones del recurso forestal.

Generar ámbitos participativos para los actores locales en las jurisdicciones provinciales y a nivel regional, para la elaboración del plan forestal regional y la estructuración de un mecanismo de diálogo.

Crear una estrategia que oriente al desarrollo forestal regional.

Mejorar el acceso a la información y potenciar la interrelación de los sistemas existentes.

Facilitar el intercambio de conocimientos a fin de integrar las políticas locales, provinciales, regionales y nacionales.

Lograr la replicabilidad del proceso a nivel nacional.

-Desarrollo de la Estrategia Forestal para la Región Patagónica

A partir de la visión regional y los objetivos acordados, se consensuan seis líneas estratégicas de acción, cada una de las cuales se desagrega en acciones, como sigue.

-Favorecer el mantenimiento de la cubierta forestal en cantidad y calidad con la finalidad de contribuir al cumplimiento de los objetivos intrínsecos referidos a la funcionalidad de los bosques.

Acciones:

La restauración de la cubierta vegetal en sitios afectados por degradación o catástrofes ambientales.

La protección de los recursos forestales ante agentes adversos (acciones antrópicas y naturales).

La gestión sustentable del bosque atendiendo a la conservación de la biodiversidad y su contribución a la mitigación del cambio climático.

-Desarrollo de un modelo de gestión forestal adecuado a la región.

Acciones:

La resolución de los problemas inherentes a la tenencia y uso de la tierra.

El establecimiento de estructuras de gestión acorde a las responsabilidades institucionales en la jurisdicción.

La consolidación del fortalecimiento institucional del sector.

Avanzar en el proceso de ordenación integral del territorio.

La creación de programas de manejo sustentable de bosque nativo e implantado que incluyan la conservación de los valores ambientales.

Realizar planes integrales de aprovechamiento y manejo del bosque.

Fomentar los procesos de certificación forestal.

-Puesta en valor los recursos forestales de la región.

Acciones:

El desarrollo de políticas de promoción y fomento para las plantaciones y el

manejo sustentable del bosque nativo.

La utilización de diferentes herramientas de fomento que promuevan el desarrollo de cuencas forestales productivas.

La diversificación de modelos productivos rurales vigentes en la región con cultivos forestales en secano y bajo riego.

La creación de programas que estimulen el aprovechamiento y la industrialización de los productos y servicios generados por el bosque implantado.

El desarrollo de un modelo de planificación integral del recurso forestal.

La creación de programas de manejo sustentable de bosque nativo e implantado.

La implementación de cadenas de valor basadas en los recursos forestales (productos madereros y no madereros).

-Valoración de las alternativas de uso energético de los recursos forestales, nativos e implantados.

Acciones:

Promoción del empleo de los subproductos leñosos con fines energéticos.

Fomento de la demanda de combustibles de origen forestal.

Desarrollo de alternativas de producción primaria como tratamientos silvícolas mejoradores.

-Fomento y la consolidación de la Investigación, el Desarrollo y la Innovación en el sector forestal de la región.

Acciones:

Incentivar mediante programas específicos el desarrollo, la investigación y la innovación forestal adecuados a la región.

Creación de programas que aporten tecnología, formación de recursos humanos y financiamiento para la industrialización de bienes y prestación de servicios.

Propiciar desarrollos tecnológicos que contribuyan a la gestión sustentable de los bosques con beneficios equitativos para la población.

-Comunicación y extensión del sector forestal.

Acciones:

Facilitar el entendimiento en la sociedad de la gestión forestal sustentable a través de un programa de extensión y divulgación.

Que la complementación entre bosques nativos e implantados sea valorada por la sociedad como beneficio ambiental.

Que se interprete a la utilización sustentable del bosque como generadora de oportunidades laborales, en especial para el sector rural.

Que se transmita a los municipios y organismos la importancia de la gestión de los recursos forestales.

Que contribuya a la formación de los recursos humanos con diferentes niveles de capacitación.

Que incorpore contenidos de educación forestal en los niveles de educación primaria.

Que fomente la demanda de productos forestales y servicios del bosque.

El proceso de construcción del Plan Forestal Regional Patagónico se encuentra actualmente en la etapa final de ajuste, mediante una estrategia participativa a nivel provincial y regional. Las provincias patagónicas alinean sus políticas y planes provinciales según los consensos alcanzados en el ámbito regional, lo cual demuestra el alto nivel de apropiación que tiene el proceso al interior de las administraciones provinciales.

Una vez consolidado el PFRP, la experiencia se compartirá con las restantes regiones forestales del país, de manera de dinamizar los procesos de planificación forestal regional y fortalecer el desenvolvimiento del Plan Forestal Nacional. El enfoque holístico del PFRP es consistente con las necesidades de sustentabilidad en la gestión forestal y de mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones de las áreas forestales.

CONCLUSIONES

La política forestal y su implementación requieren un compromiso de largo alcance, que posibilite la consecución de objetivos de corto, mediano y largo plazo, enlazados a los planos estratégico, táctico y operativo. La planificación constituye una herramienta fundamental para el desarrollo forestal sustentable. Ella posibilita conocer el estado y potencial de los bosques; facilita la aplicación de las políticas integrales de conservación y manejo; coadyuva a la sustentabilidad de los aprovechamientos, así como la implementación de sistemas agroforestales. La ordenación de los bosques permite a los productores mejorar sus ingresos, a la vez que beneficia a todos los eslabones de la cadena de valor, brindando

previsibilidad en la gestión.

En este contexto, tanto la política de ordenación, como los proyectos que de ella se deriven deben estar enfocados en la gestión sostenible e integral de los bosques. Resulta evidente que el bosque es un todo y, por tanto, no es sostenible mantener estructuras administrativas enfrentadas que rivalizan por competencias forestales y ambientales, cuando ambas afectan al mismo territorio y deberían ser integrales.

El sector forestal tiene ante sí una gran oportunidad; su papel en minimizar los efectos del cambio climático es fundamental y la madera debe ser potenciada frente a otros materiales más contaminantes. La sostenibilidad forestal supone la triple línea de base; ambiental, económica y social. Desde la perspectiva ambiental, se debe asegurar la conservación de la diversidad biológica. La perspectiva económica implica la obtención de ingresos razonables para los propietarios forestales. El plano social involucra la generación de puestos de trabajo y el mantenimiento de la población rural minimizando, en la medida de lo posible, las migraciones a zonas urbanas, con todos los problemas que ellas acarrearán.

Ello es posible en el marco de una planificación forestal integral, que tome en consideración todos los aspectos del bosque, como piedra angular de las políticas forestales.

RECONOCIMIENTOS

Un homenaje especial al ingeniero forestal Jorge Luis Menéndez (QEPD), por su incansable labor en pro del desarrollo forestal sostenible.

A todos los profesionales, técnicos y funcionarios de las organizaciones de Argentina como de España, que participan con gran esfuerzo, idoneidad y entusiasmo en las distintas fases de elaboración del Plan Forestal Regional Patagónico y de otros procesos de planificación forestal.

REFERENCIAS

FAO, 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2009. Programas Forestales Nacionales. URL: <http://www.fao.org/forestry/nfp/43636/es/> (fecha de consulta: 10/07/2010).

Filius, A. M., 1998. Planning in forest management. Lecture Note F500-340. Wageningen Agricultural University - Department of Forestry. Holanda: Wageningen Agricultural University.

Gobierno de Navarra, 1998. Pliegos generales para la redacción de proyectos de ordenación y planes técnicos de gestión forestal.

Naciones Unidas, 1992. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el

Medio Ambiente y el Desarrollo (A/CONF.151/26). URL: www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf15126-2s.htm (fecha de consulta: 10/07/2010).

SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2009. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico – Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Documento metodológico – Plan Forestal Regional Patagónico.

SAyDS, CIEFAP y CMA Junta de Castilla y León, 2010. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable – Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico – Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León. Plan Forestal Regional Patagónico – Documento de Síntesis.

Sepp, C. y Mansur, E., 2006. Programas forestales nacionales: Un marco general para la planificación participativa. Unasylva, vol. 57, N° 225. Roma: FAO.

LA PRODUCCIÓN DE PIÑONES DE PINO, UNA ALTERNATIVA ATRACTIVA Y FACTIBLE PARA LA PATAGONIA.

Loewe M. Verónica.
Instituto Forestal, Chile vloewe@infor.cl

RESUMEN

El rubro alimentario de los países desarrollados muestra una tendencia creciente de consumo de productos sanos, naturales y en lo posible de origen orgánico. Un fruto seco de gran interés y que cumple con estas características es el piñón del pino, que se ha cosechado desde tiempos antiguos, previos a la cultura romana y greca, y que ha constituido parte de la dieta básica de indígenas norteamericanos y europeos.

Existen alrededor de 30 especies de pinos que producen semillas comestibles, pero sólo algunas presentan relevancia a nivel comercial, siendo las más importantes *Pinus gerardiana*, que produce el llamado piñón pakistaní o indio; *Pinus koraiensis*, productor del piñón chino; *Pinus sibirica*, que produce el piñón ruso o siberiano; y *Pinus pinea*, que produce el piñón mediterráneo. El resto de los piñones de pino comestibles presenta relevancia principalmente a nivel local, donde constituyen un alimento tradicional.

En el marco del proyecto de I&D Innova Chile "El piñón comestible del pino (*Pinus pinea*), un negocio atractivo para Chile" en ejecución desde el 2008 y hasta el 2012, por parte del Instituto Forestal (INFOR) junto a varios asociados del sector privado, se está estudiado la distribución, desarrollo y productividad del *Pinus pinea* en Chile, así como el mercado nacional e internacional de su piñón, que es el fruto seco más caro del mercado internacional.

Esta especie, comúnmente conocida como pino piñonero o pino mediterráneo, y en inglés como *stone pine*, vive unos 200 años, alcanza 20 a 30 m de altura, y tiene una copa en forma de paraguas cuando adulto. En el interior de sus semillas está el piñón, un fruto comestible de sabor muy agradable, apreciado como alimento, tanto en forma directa como para elaborar preparaciones dulces y saladas. Los resultados obtenidos por el estudio a la fecha indican que el desarrollo y potencial de la especie en la zona centro y centro sur del país son promisorios, y que puede desarrollarse una industria especializada que genere un producto de alto valor, orientado a nichos de mercado consolidados y en expansión, elásticos en términos de cantidad, ya que pueden consumir tanto como se produzca, e inelásticos en términos de precios, ya que aún con aumentos significativos de la oferta la reducción del precio sería marginal.

Paralelamente a esta especie, el *Pinus sibirica* es una especie de porte majestuoso, que vive unos 800 años, que resulta interesante para ser evaluada en la zona sur del cono sur, donde pinos aptos a estas condiciones climáticas se dan bien, y donde además se requieren opciones productivas atractivas desde el punto de vista socioeconómico.

Aunque la investigación realizada sobre las propiedades medicinales de los piñones de pino no es abundante, numerosos autores consideran que los piñones del pino siberiano

producen un aceite de alto valor medicinal, usado para curar una serie de enfermedades, tanto en forma interna (reduce la presión sanguínea, incrementa la resistencia del sistema inmune, etc.) o externa, para una serie de desordenes dermatológicos. Estos piñones contienen los ácidos grasos poli insaturados pinoléico (Omega 6), linoleico (Omega 6) y linolenico (Omega 3), y se comercializan en EEUU para estimular la proliferación celular, prevenir la hipertensión, reducir el contenido de lípidos y azúcares de la sangre y para inhibir reacciones alérgicas. Adicionalmente a los usos que se les da en gastronomía y medicina, el aceite de piñón se usa en cosmética; su valor es de US\$ 70-140/L, aunque se han registrado precios de hasta US\$ 500/L.

Los piñones del pino siberiano son un producto forestal no maderero *gourmet* con un mercado de US\$ 100 millones en EEUU, donde se subestima su importancia comercial, por lo que los rodales no se manejan para la producción frutal. Paralelamente, sobre el 80% de los piñones de pino consumidos en dicho país son importados, principalmente de Rusia, país donde la demanda interna se ha elevado rápida y significativamente en los últimos años, por lo que no puede ser considerado como un proveedor estable para cubrir la demanda norteamericana.

La escasez mundial de piñones de pino hace recomendable reevaluar la importancia económica y ecológica de los bosques de pinos piñoneros, considerando la posibilidad de establecer huertos especializados en sistemas frutícolas (huertos con plantas injertadas que homogeneizan, incrementan y adelantan la producción, y facilitan su manejo y cosecha), agroforestales o forestales.

El trabajo presenta antecedentes sobre ambas especies, sus requerimientos ecológicos, su manejo e importancia económica, y sobre el mercado mundial de los piñones de pino, y los cambios que se han registrado principalmente relacionados con los piñones de *Pinus sibirica*. El trabajo concluye que es una especie potencialmente interesante y atractiva de ser evaluada como opción productiva para la Patagonia chilena.

Palabras Clave: Pino piñonero, *Pinus pinea*, *Pinus sibirica*, piñones de pino, Pine nuts, Stone Pine, Siberian Pine.

SUMMARY

Food trends on developed countries show an increasing consumption of healthy, natural and possibly organic products. A dried fruit of great interest and that complies with these characteristics is the pine nut, which has been harvested from ancient times, since before the Roman and Greek culture, and that have constituted part of the basic diet of North American and European aborigines.

There exist 30 species of pines that produce edible seeds, but only some of them are relevant commercially, being the most important *Pinus gerardiana*, which produces the so called Pakistani or Indian pine nut; *Pinus koraiensis*, producer of the Chinese pine nut; *Pinus sibirica*, which produces the Russian pine nut; and *Pinus pinea* or Stone Pine, which produces the Mediterranean pine nut. The rest of the edible pine nuts have some relevance principally at a local level, where constitute a traditional food.

In the frame of the R&D project "Edible pine nuts (*Pinus pinea*), an attractive business for Chile" running from 2008 until 2012 and executed by the Chilean Forest Institute (INFOR) with several partners of the private sector, it has been studied the distribution, development and productivity of *Pinus pinea* in Chile, as well as the domestic and international market of its pine nut, which is the most expensive dried fruit in the international market. This species, commonly known as stone pine, lives approximately 200 years, reaches 20 to 30 m of height, and has an umbrella shape when adult. Inside his seeds there is the pine nut, an edible and tasty fruit, highly valued as food, both for direct consumption or for the elaboration of sweet and salty preparations.

The results obtained by the study to date indicate that the development and potential of the species in the central southern area of the country are promissory, and that its cultivation can sustain the development of a specialized industry which could generate a high value product oriented to market niches consolidated and in expansion, elastics in terms of quantity, can consume any quantity produced, and inelastic in terms of prices, since still with significant increases of the production the reduction of the price would be marginal.

Parallel to this species, *Pinus sibirica*, a species of majestic dimension, which lives approximately 800 years, could be an interesting species to be evaluated in the southern area of the South America cone, where climatic conditions match and where there are requests for productive attractive socioeconomic options.

Even though investigations done on medicinal properties of pine nuts are not abundant, numerous authors consider that Siberian Pine nuts produce an oil of high medicinal value, used to treat a series of diseases, both through an internal use (it reduces blood pressure, it increases the resistance of the immune system, etc.) or externally, for a series of dermatological disorders. Its pine nuts contain poli unsaturated fatty acids such as pinolenic acid (Omega 6), linoleic (Omega 6) and linolenic (Omega 3), and are commercialized in the USA to stimulate the cellular proliferation, to prevent hypertension, to reduce the content of blood lipids and sugar and to inhibit allergic reactions. Additional to its uses in gastronomy and medicine, the pine nut oil is used in cosmetics; its price is of US\$ 70-140/L, though

prices have reached up to US\$ 500/L.

Pine nuts are a gourmet non timber forest product (NTFP) with a market of US\$ 100 million in the USA, where its commercial importance is underestimated and so stands are not managed for fruit production. Over 80% of pine nuts consumed in that country are imported, mainly from Russia, country where the domestic demand has risen rapidly and significantly over the last years; for this reason it shouldn't be considered a stable supplier to satisfy the North American demand.

The world shortage of pine nuts makes advisable to reassess the economic and ecological importance of the pine nut forests, considering the possibility of establishing specialized fruit orchards (orchards established with grafted plants for fruit homogenization, for higher productivity and easy of management and harvest, and for anticipating nut production), agro forestry and forest.

The work presents information on the world market of the pine nuts, changes that have been detected mainly related to pine nuts of *Pinus sibirica*, and describes the ecological requirements of *P. pinea* and *P. sibirica*, as well as its management and economic importance. The work concludes that *Pinus sibirica* is a potentially interesting and attractive species to be evaluated as a productive option for the Chilean Patagonia.

Key words: Nut pines, *Pinus pinea*, *Pinus sibirica*, Pine nuts, Stone Pine, Siberian Pine.

INTRODUCCIÓN

El rubro alimentario de los países desarrollados muestra una tendencia creciente de consumo de productos sanos, naturales y, en lo posible, de origen orgánico.

Uno de los objetivos estratégicos de Chile ha sido consolidarse como una “Potencia Alimentaria” para convertirse en uno de los 10 principales exportadores de alimentos en los próximos años y transformar al sector alimentario en el segundo en importancia económica. Actualmente se comercializan productos chilenos en más de 160 países y se pretende duplicar las exportaciones silvoagropecuarias al 2015. Este crecimiento se ha ido consolidando asociado a las tendencias mundiales del mercado de los alimentos, que considera los cambios en los hábitos de los consumidores y su creciente preocupación por su salud y bienestar, las consideraciones ético-ambientales de producción y comercialización de los alimentos, sumados al mayor pago por productos con garantía de calidad que además sean bioseguros (Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura y FUCOA, 2009). La tendencia refleja un notable incremento global del mercado de los alimentos funcionales, cuya composición incluye compuestos bioactivos que benefician la salud de los consumidores, y que constituyen una alternativa importante para reducir factores de riesgo de enfermedades prevalentes en la población.

Un fruto seco de gran interés y que cumple con estas características es el piñón del pino, que se ha cosechado desde tiempos antiguos, previos a las culturas romana y greca, y que han constituido parte importante de la dieta básica de indígenas tanto norteamericanos como europeos. Existen alrededor de 30 especies de pinos que producen semillas comestibles, denominadas comúnmente piñones de pino o *pine nut*, pero sólo algunas presentan relevancia a nivel comercial, siendo las más importantes *Pinus gerardiana*, que produce el llamado piñón pakistani o indio; *Pinus koraiensis*, productor del piñón chino; *Pinus sibirica*, que produce el piñón ruso; y *Pinus pinea*, que produce el piñón mediterráneo. El resto de los piñones de pino comestibles presenta relevancia principalmente a nivel local, donde constituyen en general un alimento tradicional.

Como oportunidades relevantes para el país, la demanda por piñones de pino a nivel mundial se considera insatisfecha, y por otra parte, en la actualidad los bosques naturales y plantaciones de la especie en Europa se han visto fuertemente afectados por varias plagas y enfermedades, una de las cuales (*Leptoglossus occidentalis*) ataca directamente a la piña en su periodo de formación inicial, la que se ha expandido inicialmente en Italia, reduciendo su producción en cerca de un 80%, y recientemente se ha encontrado en el norte de España, por lo que se prevé que la producción mundial de piñones se verá severamente afectada en los próximos años, lo que constituye una oportunidad para el cultivo de la especie en Chile, país en el que no se han detectado problemas sanitarios relevantes, y que posee barreras naturales y legislativas que pueden conservar la especie libre de plagas de importancia en las próximas décadas. Ello ha generado interés en Europa por identificar plantaciones y lugares estratégicos para su cultivo y abastecimiento, lo que se ha traducido en los últimos años en la visita de varios empresarios que buscan invertir en huertos, o en comprar la producción existente.

EL PINO PIÑONERO MEDITERRÁNEO (*Pinus pinea*)

En el marco del proyecto de I&D Innova Chile “El piñón comestible del pino (*Pinus pinea*), un negocio atractivo para Chile” en ejecución desde el 2008 y hasta el 2012, por parte del Instituto Forestal (INFOR) junto a varios asociados del sector privado, se está estudiado la distribución, desarrollo y productividad del *Pinus pinea* en Chile, así como el mercado nacional e internacional de su piñón, que es el fruto seco más valorado del mercado internacional.

Esta especie, comúnmente conocida como pino piñonero, vive unos 200 años, alcanza 20 a 30 m de altura, y tiene una copa en forma de paraguas cuando adulto, mientras que en los ejemplares más jóvenes se observa una copa más redondeada (Vergara, 1997). En el interior de sus semillas está el piñón, un fruto comestible de sabor muy agradable, apreciado como alimento, tanto en forma directa como para elaborar preparaciones dulces y saladas.

Se admite como su distribución natural a la Península Ibérica (España y Portugal), costa del Mediterráneo y noreste de Turquía (Loewe y Delard, 2003). La mayor superficie se encuentra en España, con casi 500.000 hectáreas, seguida de Portugal con 70.000 ha y Turquía e Italia con 40.000 ha cada uno (Borrero, 2004). España es el mayor productor de piñones, con cerca del 45% del total de la producción mundial. Italia, por su parte, es un importante consumidor, ya que el piñón es un ingrediente típico de su gastronomía. La producción de Portugal y Turquía se destina principalmente a la exportación.

La producción frutal de esta especie comienza en el hemisferio norte entre los 15 y 18 años; su fruto, conocido como piña, requiere de tres años para madurar. Los rendimientos son bastante bajos, siendo de piña a piñón con cáscara del 20%, y de piña a piñón pelado tan sólo de un 4%. En relación a la productividad, la entrega de datos exactos se dificulta por el carácter añero (cosechas variables cada año) de la especie. Sin embargo, se tiene como referencia que en España en años regulares se obtienen 400-600 kilos de piña por hectárea, en un año malo entre 200-400 y en uno bueno alrededor de 1.000 kilos de piña/ha. No obstante, en Portugal, donde el efecto del añerismo es menor y el clima es más apto a la especie, estas cifras se duplican, llegando a obtenerse más de 2 toneladas de piña/ha (Herrero, 2009). En Chile se han encontrado rendimientos considerablemente superiores en varias zonas, lo que amplía aún más sus posibilidades como productor.

A partir del proyecto en ejecución se ha detectado en forma preliminar una superficie de formaciones diferentes de *Pinus pinea* en Chile (plantaciones, grupos de árboles, árboles individuales y cortinas cortaviento) de más de 70 hectáreas, distribuidas entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía. Cabe señalar que estudios anteriores realizados por INFOR (Loewe, 2003), considerando los requerimientos ecológicos de la especie (edáficos, climáticos y altitudinales), determinó una superficie potencial para establecer plantaciones de *Pinus pinea* en Chile de más de 1,3 millones de hectáreas, estudio que será actualizado por el proyecto mencionado próximamente.

En Chile se han observado crecimientos muy interesantes de la especie (Loewe

et al., 1998) y una adelantada producción frutal, que se inicia alrededor de los 8 años en comparación a los 15 años en su distribución natural, e incluso expertos en la especie (Herrero, 2009 y Mutke, 2009) consideran que el potencial de producción del piñón en Chile es elevado desde el punto de vista biológico-agronómico, y comparable con las mejores situaciones de Portugal.

Requerimientos Ecológicos

Esta especie crece en una amplia gama de suelos y climas, y es resistente al viento, por lo que se la usa en cortinas cortaviento.

En general tolera todos los tipos de suelo, excepto los muy húmedos y alcalinos (Crawford, 1995), siendo poco exigente en nutrientes (Montoya, 1990), aunque rehúye o tolera mal las arcillas pesadas, margas y yesos (Borrero, 2004).

Puede desarrollarse en climas templado-cálidos o templado fríos, secos o húmedos (Carnevale, 1955). Es una especie heliófila, xerófila, y relativamente termófila (Gutiérrez, 2007).

Borrero (2004) menciona que requiere una precipitación media anual superior a 250 mm, aunque en la mayor parte de su área de distribución en la Península Ibérica recibe entre 400 y 800 mm anuales, de los cuales 100-150 mm se producen en el período estival, aunque en el suroeste ibérico predominan zonas con 50-75 mm en verano.

Este mismo autor indica que las temperaturas máximas estivales superan los 40°C y que no soporta las heladas fuertes y continuadas, aunque en el sur de la península se han registrado esporádicamente mínimas de -2 o -3°C y en las mesetas de -12 o -13°C, en algunos casos de hasta -19°C.

Soporta largos períodos con humedad ambiente muy reducida y se utiliza para el control de erosión en terrenos costeros, ya que resiste los vientos salinos y condiciones adversas; de hecho fue una de las especies empleadas por Federico Albert para controlar las dunas de Llico y Chanco, con éxito, cuyos ejemplares establecidos hace un siglo siguen en pie a pesar de las condiciones extremas en que fueron establecidos. Además, forma buenos bosques para la producción de hongos.

Predomina en lugares de alta luminosidad, con un adecuado espaciamiento y sin competencia con su sistema radicular, lo que le permite lograr un desarrollo apropiado; bajo estas condiciones se pueden encontrar buenos ejemplares productores de piñas, con copa amplia (Sabillón, 2001).

Por su corteza gruesa y su copa alejada del suelo, es resistente a incendios forestales, ya que el fuego pasa por debajo, y se lo considera uno de los pinos más resistentes de las zonas mediterráneas (*Op cit.*, 2001).

Puede encontrarse en un amplio rango altitudinal; desde el nivel del mar hasta los

2.500 msnm, dependiendo del área geográfica.

Para la producción frutal se recomienda seleccionar sitios que tengan al menos 400 mm de precipitación anual, a pesar que la especie vive con un aporte hídrico menor.

Manejo

El pino piñonero es una especie de crecimiento lento en la zona mediterránea, sobretodo en su fase inicial (Crawford, 1995). Los incrementos máximos en altura se alcanzan entre los 11 y 23 años, para posteriormente decrecer en forma progresiva (Montoya, 1990), aunque continúa incluso a los 75 años.

Un esquema de manejo para la especie con objetivo de producción frutal entregado por Yagüe (1993) propone entre los 0-20 años consolidar la población, protegiéndola del ganado; a los 20 años ralea si es necesario, dejando 250-275 árboles por hectárea; entre los 20 y 40 años realizar podas que favorezcan las ramas periféricas fructíferas; ralea a los 40 años dejando 125-140 árboles por hectárea, y entre los 40 y 60 años realizar poda de copas cada 10 años para facilitar la producción y posterior cosecha de los frutos.

La densidad final de los huertos debe ser de 100 árboles por hectárea para obtener buenas producciones de piñones; por ello después del último raleo se deben dejar más de 100 árboles por hectárea, para reemplazar la mortalidad natural que habrá de producirse en forma posterior, ya que la especie se mantiene productiva por más de 100 años (Montero y Candela, 1997).

Cuanta mayor importancia se dé a la producción de piñas, más precoces deberían ser los raleos (Borrero, 2004).

Mutke *et al.* (2003) concluyen que la situación (competencia con otros árboles) y el tamaño del árbol son factores relevantes que influyen en la producción individual de piña.

Raleos realizados en la zona central de Chile en plantaciones de 15 y 16 años, reduciendo la densidad entre un 50 y 60% han mostrado efectos positivos en el crecimiento y vigor de los individuos, facilitando la formación de una copa globosa orientada a la producción de piñones; los incrementos en la superficie de copa al año de la intervención han fluctuado entre 30 y 63%.

La experiencia adquirida con la especie en Chile indica que la densidad inicial de plantación debe ser de entre 400 y 1.100 plantas/hectárea si el objetivo es producción frutal. Si se emplean plantas injertadas, la densidad inicial puede ser inferior, entre 120 y 400 plantas por hectárea.

Las podas que se requieren en general son escasas, dado que la producción se ubica en la periferia de la copa y el carácter simpódico de la especie. No obstante lo anterior, se ha observado que podas de las ramas bajas durante los primeros 5-8 años favorecen el crecimiento en altura de la especie y un mejor desarrollo, permitiendo acortar la fase juvenil

de su desarrollo.

Por ello se requieren podas de formación en las primeras etapas de desarrollo del pinar, y podas de fructificación en las etapas posteriores, podando los verticilos inferiores y aclarando la zona intermedia mediante la eliminación de ramas que no alcanzan el perímetro de la copa, de esta forma se reduce la superficie foliar en beneficio de ramas mejor iluminadas y de las ramas de la parte superior de la copa que son las que concentran las flores femeninas, aumentando la producción de piñas (Castaño y Oliet, 2004).

También es recomendable que las copas queden a la menor altura posible para facilitar la cosecha de las piñas, por lo que no se deberían realizar podas de levante más allá de 5-6 m de altura del fuste. Se ha demostrado que por efecto de las podas los aumentos de producción son del orden del 33% (Montoya, 1990).

En síntesis deben considerarse esquemas de manejo con podas y raleos que permitan que los individuos desarrollen copas amplias e iluminadas para favorecer la producción de piñones.

El Piñón Mediterráneo

En el interior de los frutos de *Pinus pinea* L. (conos o piñas) está el piñón (semilla); los piñones son gruesos, en general no suelen alcanzar 1 gr de peso y miden aproximadamente 15-20 mm por 7-9 mm. Son aovados, aplanados en su cara inferior, con cubierta o testa leñosa, muy dura, recubierta en la madurez de un polvillo de color pardo oscuro o negruzco-morado; cuando el polvillo se encuentra de color canela es porque el piñón esta inmaduro (Mutke, 2009). Su piñón sin cascara está envuelto en un tegumento muy fino, es comestible, de textura harinosa y resinosa (Montoya 1990 y Borrero, 2004). El color del piñón sin cascara es siempre blanco, y en caso de no serlo se debe a la inmadurez del piñón o a deterioro del mismo (Mutke, 2009).

Los piñones mediterráneos presentan importantes propiedades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteínas (34%), superando ampliamente los valores de la almendra y el pistacho, y duplicando el de la avellana, nuez y piñón asiático; incluso superan el contenido proteico de la leche. Poseen reducidos carbohidratos (7%) y grasas (48%), que en su mayoría son insaturadas. También son ricos en calcio, potasio y magnesio, y en vitamina A, C y D, y poseen un alto contenido energético, aportando más de 500 Kcal por cada 100 g.

Junto al elevado valor nutricional contienen diversos compuestos bioactivos que, al ser consumidos en la dieta, ejercen efectos beneficiosos saludables, por lo que tienen un importante potencial como alimento saludable *per se* y como fuente para la obtención de compuestos bioactivos (fitoesteroles, ácidos grasos, fibra dietética, polifenoles, otros) que pueden ser incorporados en la formulación de alimentos funcionales procesados (Escalona, 2005).

Por ello estos piñones poseen un alto valor comercial, con un mercado caracterizado

por una demanda insatisfecha y creciente, sobre todo en algunos países como EEUU, donde el consumo de este fruto se ha incrementado considerablemente.

Entre las interesantes propiedades medicinales, los piñones combaten el colesterol y las enfermedades cardiovasculares, dado que poseen un alto contenido en ácidos grasos mono y poli insaturados, destacándose el contenido en ácidos esenciales (linoleico y linolénico), entre otras.

-Proceso Productivo para Obtener los Piñones

El proceso productivo del piñón comienza con la recolección en invierno de los conos, denominados piñas, de forma manual o mecanizada. La primera forma consiste en subir al árbol y desprender las piñas utilizando un gancho llamado en España “gorguz”; debido a la dificultad y riesgos que conlleva esta actividad, en la actualidad se usa en forma creciente la técnica mecanizada, con máquinas vibradoras que mediante una pinza se ajustan al tronco y ejercen una vibración de 2-3 segundos, la que desprende las piñas maduras, de 3 años (Loewe *et al.*, 2010).

El procesamiento tradicional considera el almacenamiento de las piñas hasta el verano, época en que se extienden para ser secadas por el sol, con el cual se abren y desprenden cerca del 80% del piñón con cáscara que contienen; artificialmente esto se realiza remojando las piñas en agua caliente y rompiéndolas en molinos desgranadores. Luego se procede a la separación de los piñones de los restos de las piñas, y se limpian y seleccionan por medio de cribas y máquinas de aire a presión. Para obtener el piñón pelado (piñón blanco), los piñones con cáscara se parten, proceso que en España se hace con humedad para ablandar la cáscara; para ello los piñones con cáscara pasan por un calibrador y posteriormente por cilindros que los presionan levemente para no romper el piñón, proceso conocido como cascado o descascarillado. A continuación se procede al mondado del piñón, consistente en la selección, separando los piñones defectuosos o partidos, con máquinas clasificadoras con células fotoeléctricas y colorimétricas, que diferencian los piñones por color, o se realiza manualmente, tradicionalmente con mujeres denominadas “mondadoras”. Por último, los piñones son cepillados para quitarles la cutícula y el exceso de grasa (Loewe *et al.*, 2010). En forma previa al envasado los piñones se deben secar, llegando hasta un contenido de humedad inferior al 4% para evitar su deterioro.

También existe un procesamiento industrial que es más corto y eficiente, pero que produce un piñón menos sabroso.

-Mercado de los Piñones

La producción de piñones es el principal aprovechamiento del *Pinus pinea*, siendo una actividad de gran interés económico, que reporta beneficios significativos a habitantes rurales; incluso algunas familias dependen exclusivamente de esta explotación (Barranco y Ortuño, 2004).

El interés económico del pino piñonero ha tenido repercusiones en el ámbito social,

proporcionando rentabilidad a tierras de secano en los países mediterráneos, actualmente excedentarias en el marco de la política agraria comunitaria (Mutke *et al.*, 2000). Además, el piñón mediterráneo tiene una importancia económica significativa, siendo el fruto seco más caro a nivel mundial.

La producción mundial de piñones con cáscara se estima en 30.000 toneladas anuales (ASFOVA, 2004). España alcanza entre un 40-50%, seguido de Turquía (18-22%). De los países productores, Italia es el que presenta el mayor consumo interno, tanto así que su producción no alcanza a cubrir la demanda nacional, por lo que importa desde otros países. Le sigue España, que consume un 60% de su producción, y bastante más abajo se encuentran Portugal y Turquía, cuyas producciones son esencialmente para exportación (Eurocompany, 2008). La industria líder en el sector del piñón a nivel mundial corresponde a la empresa italiana Ciavolino Daniele e Figli (localizada en Roma), con un volumen de producción de más de 30.000 toneladas de piñas y más de 40 años en el mercado, cuya actividad principal es la producción de piñón blanco (sin cáscara). La empresa más importante de España es Frutos Secos Puig S.A., la segunda más relevante a nivel mundial; procesa 20.000 toneladas de piñas anualmente, de las cuales al menos 15.000 toneladas proceden de Portugal, produciendo cerca de 800 toneladas de piñón blanco (Fuentes, 2009).

Por tradición y tamaño, España es el principal exponente del mercado de piñones de *Pinus pinea* (Soto *et al.*, 2008). Un caso similar se da en Italia, país que posee una importante tradición de consumo de este fruto, debido al uso popular de éste en su gastronomía. Respecto al mercado portugués, éste no absorbe toda la producción local, registrándose mayores ventas sólo en la época de Navidad, por lo que la mayoría de la producción de este país se exporta. El volumen de mercado anual de piñones en blanco, únicamente para Italia, Francia y Alemania, es de unos € 27 millones, de los cuales España participa con 7 millones, con un mercado potencial de aproximadamente € 20 millones. Fuera de la Unión Europea, EEUU es reconocido como un gran consumidor e importador de piñones, para el cual se estima un mercado con un valor de 100 millones de USD, con más del 80% de importaciones, principalmente desde China (ASFOVA, 2004; Geisler, 2008). Este antecedente es especialmente relevante porque pone de manifiesto el gran potencial que el mercado norteamericano representa para el piñón mediterráneo.

Los piñones se comercializan en distintos formatos: pelados, en salsas, en repostería, como fruto seco, como condimento y otros. Los precios que muestran los piñones de pino de las diferentes especies comercializadas en sistemas de e-marketing no presentan diferencias entre sí, salvo para el caso de los piñones de *Pinus pinea*, cuyo precio presenta una clara supremacía, con un promedio que casi duplica el del resto. Cabe destacar que el precio de este piñón es variable, dependiendo fundamentalmente de la oferta y disponibilidad, la que es fluctuante debido al añerismo de la especie. Como referencia, el precio de venta del productor fluctúa entre 15 y 30 €/kg; a modo de ejemplo, en el año 2008 fue de 27 €/kg (39,69 US\$) de piñón blanco y el año 2009 descendió a 15 €/kg (21 US\$). Los piñones blancos partidos se venden en general a mitad de precio. El precio de venta al consumidor final se sitúa entre 80 €/kg (117,6 US\$) y 100 €/kg (147 US\$) de piñón blanco (Herrero, 2009), en función al tipo de envase y presentación.

Uno de los factores característicos de la producción de piñones de *Pinus pinea* es el carácter añero de la especie, lo que origina producciones mundiales oscilantes; en todo caso, la producción mundial se sitúa por debajo de la demanda, incluso en años de buena cosecha, lo que significa que el tamaño del mercado podría crecer rápidamente si la disponibilidad del producto aumentara. Otro punto relevante es la entrada al mercado de nuevos competidores, principalmente el piñón chino, el cual ha entrado con fuerza en los mercados debido a su menor precio, producto de los menores costo de cosecha. No obstante, este piñón posee propiedades organolépticas inferiores a las del mediterráneo y compuestos bioactivos distintos, y genera respuestas alérgicas en algunos consumidores.

En los últimos años se ha reconocido el valor saludable del piñón de pino, más allá de sus propiedades nutritivas, y ha aumentado significativamente su demanda desde diversos países, lo que ha hecho que sea considerado como una prometedora alternativa de desarrollo para el sector agroalimentario nacional. La incipiente expansión del cultivo de este piñón deriva de su interés comercial, el que está ligado no sólo a su valor nutricional, sino también a la presencia de compuestos de interés en otras fracciones del árbol, tales como la resina, la piña, la corteza y la madera.

En conclusión, los resultados obtenidos por el estudio a la fecha indican que el desarrollo y potencial de la especie en la zona centro y centro sur del país son promisorias, y que puede desarrollarse una industria especializada que genere un producto de alto valor orientado a nichos de mercado consolidados y en expansión, elásticos en términos de cantidad, pueden consumir tanto como se produzca, e inelásticos en términos de precios, ya que aún con aumentos significativos de la oferta la reducción del precio es marginal.

EL PINO PIÑONERO DE SIBERIA (*Pinus sibirica*)

Pinus sibirica, conocido comúnmente como pino o cedro siberiano, posee una corteza gris-marrón, 5 acículas por fascículo¹, y un porte majestuoso, pudiendo alcanzar 40 metros de altura y 1,5 - 2,0 metros de diámetro². Vive 800-850 años.

Los conos son erectos, indehiscentes, de color café claro; miden 6-13 cm de longitud y 5-8 cm de ancho. Las semillas son café oscuro, de 10 mm de largo y 6 mm de ancho³.

Florece en el hemisferio norte entre noviembre y diciembre, y las semillas maduran en marzo. Las flores son monoicas y se polinizan por viento⁴.

La distribución de esta especie comprende el oeste de Siberia, con excepción del suroeste, los Urales (central, norte y polar), y el área noreste de la cuenca del Río Dvina. La frontera oriental se extiende a través de la Meseta Central Siberiana y el área Yablonovyi. El límite sur de distribución son las montañas de Siberia en la zona Tannu Ola.

1 <http://www.iscanmyfood.com/hd/index.php?t=Pinus+sibirica>

2 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

3 http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Pinus_sibirica

4 http://www.aussiegardening.com.au/findplants/plant/Pinus_cembra_sibirica

Desde hace muchos siglos los habitantes de Siberia aprecian el *Pinus sibirica* por su valorada madera, así como fuente de remedios naturales, y por sus apetecidos piñones⁵. En Rusia, se utilizan todas las partes de este árbol; las acículas, la corteza, la madera y el fruto. A partir de la cáscara triturada del piñón se elabora tintura alcohólica, usada para el tratamiento del reumatismo articular en la medicina tradicional rusa, mientras que los piñones son utilizados como materia prima en la preparación de algunos medicamentos (Shikov *et al.*, 2008). También es popular como árbol ornamental en parques y grandes jardines de zonas frías.

La madera de este pino es muy valorada por su fragancia, durabilidad y resistencia a la pudrición, siendo muy utilizada en tallados, pisos y muebles finos (Sharashkin y Gold, 2004).

La variación geográfica de la estructura genotípica de poblaciones naturales del pino siberiano no ha sido suficientemente estudiada. Dado que este pino se desarrolla en una vasta área, presenta ecotipos diferentes; algunos de los ecotipos descritos corresponden a: coronans Litw., turfosa Gorodk, depressa Kom., var. humistrata (Middend.) (Kuznetsova, 2008). También se ha descrito que los ecotipos pueden producir híbridos de primera generación que expresan el efecto somático de la heterosis en los primeros años de desarrollo.

Requerimientos Ecológicos

En la parte norte de su zona de distribución crece a altitudes bajas, típicamente 100-200 msnm, mientras que más al sur es un árbol de montaña que crece entre los 1.000 y 2.400 msnm, alcanzando a menudo el límite superior altitudinal vegetal en esa zona.

Es una especie muy tolerante a los intensos fríos invernales, soportando hasta casi - 60°C, y también a la exposición al viento.

Crece en suelos arenosos y limosos, con buen drenaje. Prefiere suelos ácidos (pH inferior a 6) y neutros (entre 6 y 8)⁶.

Manejo

Es una especie de crecimiento lento, y la producción de piñones en su área de distribución natural empieza alrededor de los 30 años⁷.

En Siberia los pinos piñoneros siempre se encuentran rodeados por otros pinos, ya que un pino piñonero por sí solo no podría soportar los fuertes vientos debido a que su sistema radicular no es muy extenso (Megré, 2001), por ello la especie se vería favorecida en plantaciones mixtas, produciéndose una interacción positiva tanto a nivel radicular como aéreo.

5 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

6 http://www.aussiegardening.com.au/findplants/plant/Pinus_cembra_sibirica

7 http://www.delfa-siberia.ru/en/siberian_pine_tree

El Piñón de Siberia

Las semillas de *P. sibirica* normalmente se conocen como *cedar nuts*; contienen cerca de un 72% de ácidos grasos poli insaturados, un 1,3% de fosfolípidos, 478–682 ppm de tocoferoles, ácidos aromáticos, fenoles, mono y di terpenos, esteroides, micro elementos y vitaminas.

A pesar de los múltiples usos de esta especie, su mayor atractivo son los piñones, frutos con diversas propiedades saludables, lo cual ha provocado que muchos científicos de Rusia y del mundo realicen investigaciones. Entre los resultados obtenidos de estas investigaciones sobre el piñón del pino siberiano se tiene que su composición es extraordinariamente equilibrada, otorga un excelente aporte nutritivo y muchas propiedades para la salud.

Estos piñones contienen los ácidos grasos poli insaturados pinolénico (Omega 6), linoleico (Omega 6) y linolenico (Omega 3), por lo que su aceite es un concentrado de ácidos mono y poli insaturados, y posee efectos anti bacterianos y cicatrizantes (Shikov *et al.*, 2008) y se ha usado ampliamente como medicina para tratar quemaduras, eccemas, psoriasis, úlceras estomacales, gastritis, para normalizar los lípidos de la sangre, reducir la presión y el colesterol, eliminar el sobrepeso y como consecuencia corregir los factores de riesgo (Skakovskii *et al.*, 2007); asimismo, para curar enfermedades respiratorias.

El uso regular de aceite de piñones siberianos previene la arteriosclerosis, normaliza la digestión y la sangre, estimula el metabolismo y el sistema inmunológico, y es un remedio natural para mantener la vitalidad y una buena salud.

Este aceite es la fuente conocida más rica en ácido pinolénico, que no está presente en todos los vegetales y que se comercializa como supresor del apetito. De acuerdo a estudios realizados por la reconocida empresa Lipid Nutrition, el ácido pinolénico presente en el aceite de piñón de *Pinus sibirica* activa la liberación de la hormona supresora del hambre, la colecistoquinina, produciendo una sensación de saciedad al organismo, disminuyendo el deseo de comer⁸. En este estudio, realizado en mujeres con sobrepeso, se obtuvo que 4 horas después de ingerir cápsulas de aceite de piñón las participantes sintieran significativamente menos hambre en comparación con las que ingirieron cápsulas de aceite de oliva⁹.

Aunque la investigación realizada sobre las propiedades medicinales de los piñones de pino no es abundante, numerosos autores consideran que los piñones del pino siberiano producen un aceite de alto valor medicinal, usado para curar una serie de enfermedades, tanto en forma interna (reduce la presión sanguínea, incrementa la resistencia del sistema inmune, etc.) como externa, para una serie de desordenes dermatológicos. En EEUU se comercializan para estimular la proliferación celular, prevenir la hipertensión, reducir el contenido de lípidos y azúcares de la sangre y para inhibir reacciones alérgicas.

8 <http://www.goldenoils.co.uk/pinetree.htm>

9 http://www.infobarrel.com/Siberian_Pine_Nut_Oil

Adicionalmente a los importantes usos gastronómicos y medicinales, el aceite de piñón también se usa en cosmética.

-Proceso Productivo

En forma tradicional la cosecha de las piñas involucraba 5 a 10 hombres vigorosos que cargaban una troza en los hombros, los que corriendo hacia el tronco de un pino adulto lo golpeaban con un extremo de la troza (Megré, 2001); este a pesar de ser un método eficiente para botar las piñas, es altamente dañino para el árbol.

Pueden emplearse otros sistemas, como vibradores, o escalar los árboles, pero la mejor forma y más simple es recoger desde el suelo las piñas que caen en forma natural al madurar.

Una vez que se han obtenido las piñas, el procesamiento para obtener los piñones blancos es similar a la descrita para el piñón mediterráneo anteriormente.

-Mercado de los Piñones Siberianos

Los piñones de pino son un producto forestal no maderero gourmet con un mercado de US\$ 100 millones en EEUU, donde se subestima su importancia comercial, por lo que los rodales no se manejan para la producción frutal. Paralelamente, sobre el 80% de los piñones de pino consumidos en dicho país son importados, principalmente de Rusia, país donde la demanda interna se ha elevado rápida y significativamente, por lo que no puede ser considerado como un proveedor estable para cubrir la demanda norteamericana. Al respecto, y producto de una serie de libros de gran éxito primero en Rusia y luego a nivel mundial (Megré, 1996 a 2006), el consumo interno y las exportaciones de piñones de pino siberiano se incrementó en forma significativa en las regiones de Irkutsk, Tomsk y Novosibirsk, operaciones en que compradores chinos han estado involucrados (Megré, 2000).

El año 1999 marcó un punto de quiebre para el comercio de estos piñones en muchas partes de Siberia, no obstante la industria médica de Novosibirsk no aumentó la producción de aceite de este piñón (*Op cit.*). Este autor indica que en esta ciudad en el año 2000 existía una industria médica que empezó a producir aceite de piñón siberiano siguiendo las recomendaciones de proceso recomendadas por él con anterioridad, el que tendría por ello mayores propiedades curativas.

Desde esa fecha se ha producido una escasez de piñones siberianos, los que también se están empleando para la elaboración de costosas medicinas en occidente, a pesar de que los productores se enfrentan a grandes dificultades para certificar el origen de los piñones, su ingrediente principal.

El aceite de piñón tiene un valor de US\$ 70-140/L, aunque se han registrado precios de hasta US\$ 500/L.

Los precios de estos piñones, que se venden en general en forma indiferenciada como “piñón chino”, y que pueden corresponder tanto a piñones de *Pinus koraiensis* como a piñones de *Pinus sibirica*, corresponden a piñón pelado, entre US\$ 18 y 54/kg; piñón ecológico, con un precio medio de US\$ 53/kg; y piñón orgánico, con un precio medio de US\$ 40,5/kg.

CONCLUSIONES

La escasez mundial de piñones de pino hace recomendable reevaluar la importancia económica y ecológica de los bosques de pinos piñoneros, considerando la posibilidad de establecer huertos especializados en sistemas frutícolas (huertos con plantas injertadas que aumentan, homogeneizan y adelantan la producción, además de facilitar el manejo y la cosecha), agroforestales y forestales.

El piñón es un fruto comestible muy apreciado como alimento, tanto en forma directa como para confitería y gastronomía, que posee, tanto en Chile como en varios países de Europa, un alto valor comercial. Es un fruto importante como fuente alimenticia, y posee propiedades que permiten catalogarlo como alimento funcional.

En este contexto la utilización de pinos piñoneros para producir piñones comestibles, se constituye en una alternativa factible de ser incorporada a los sistemas productivos tradicionales, con la ventaja que son especies que prosperan en terrenos marginales a las especies tradicionales productoras de frutos secos, como la nuez.

El mercado internacional del piñón es variable, presentando oscilaciones de la oferta y de los precios. Es un mercado caracterizado por una demanda insatisfecha, por lo que presenta interesantes posibilidades de expansión.

Las estadísticas de comercio internacional no diferencian entre los piñones de distintas especies y, en algunos casos, tampoco lo hacen entre piñas y piñones con o sin cáscara, lo que limita su análisis e interpretación. Dentro del mercado europeo, los principales exportadores son España y Portugal, y los principales importadores son Italia y España. Las principales motivaciones de consumo son el uso doméstico tradicional y sus propiedades saludables, siendo los factores condicionantes la tradición de uso y el poder adquisitivo, debido a su elevado precio.

España e Italia consumen parte importante de los piñones de *Pinus pinea*. EEUU es también un gran comprador, pero de piñones de otras especies, entre ellas del pino siberiano.

En los últimos años se ha verificado un aumento del comercio de piñones de otros pinos, principalmente del piñón chino (*P. koraiensis*). No obstante lo anterior, este piñón posee propiedades organolépticas inferiores a las del mediterráneo, lo que se refleja en su precio.

En Chile, el mercado de piñones no se encuentra desarrollado, existiendo escasos

locales que los comercializan. Además, los comercializadores destacan las dificultades para importar este fruto, debido a su alto costo, lo cual refleja la ventaja que significaría la producción de piñones en Chile.

Por una parte, el pino piñonero mediterráneo (*Pinus pinea*), por tener bajos requerimientos hídricos (aunque superiores a 400 mm/año), resulta apto para la zona centro y centro sur del país, donde existen ejemplares en diferentes formaciones que han permitido su estudio, confirmándose su adaptación, buenos crecimientos y productividad, así como una excelente calidad del piñón, con un gran potencial en algunas zonas de Chile.

Esta es una especie conocida, de interés tanto agrícola como forestal, que produce fruta apreciada y una madera de calidad media, por lo que su cultivo se presentaría como un complemento interesante a la actividad económica predial, especialmente para campesinos y pequeños y medianos propietarios y empresas, y que puede emplearse en sistemas agroforestales.

Tanto la demanda mundial insatisfecha como la creciente demanda por productos que proporcionan beneficios para la salud y el buen desarrollo que presenta el *Pinus pinea* en el país, sugieren la posibilidad de exportar piñones desde Chile.

El pino piñonero de Siberia (*Pinus sibirica*) es una especie interesante para ser evaluada en la Patagonia chilena, donde otras especies de pinos aptos a estas condiciones climáticas se dan bien, y donde además se requieren opciones productivas atractivas desde el punto de vista socioeconómico.

Las potencialidades de esta especie pueden ser relevantes para un desarrollo frutícola y forestal de la zona, dadas las características y precios de sus piñones. El ingreso anual generado por la venta de piñones una vez que inicia la producción frutal resulta relevante no solo en términos económicos puros, sino que dada su continuidad en el tiempo permite la subsistencia de pequeños y medianos propietarios y empresas.

En caso de efectuarse ensayos experimentales con la especie en el extremo sur de Chile, dada la vasta distribución geográfica del pino siberiano y sus características genéticas, se recomienda hacer un análisis detallado para planificar la introducción de la especie, considerando los principales ecotipos y procedencias.

REFERENCIAS

- ASFOVA, 2004.** El Pino Piñonero en España: Importancia, Necesidades y Potencialidad. Asociación Forestal de Valladolid
[En línea]. <http://www.agrodigital.com/PIArtStd.asp?CodArt=33748>.
- Barranco, J. y Ortuño, S., 2004.** Aproximación del sector del piñón en España. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros. (201): pp.165-189.
- Borrero, G., 2004.** El pino piñonero en Andalucía: Ecología, distribución y selvicultura. Consejería Medio Ambiente. 261 p.
- Carnevale, J. A., 1955.** Árboles forestales, descripción, cultivo y utilización. Buenos Aire, Argentina. 689 p.
- Castaño, J. y Oliet, J., 2004.** Puesta en valor de los recursos forestales mediterráneos. El injerto de pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Manuales de restauración forestal N° 9. 248 p.
- Crawford, M., 1995.** Nut pines. Yearbook. West Australian Nut and Tree Crops Association. Vol. 19. Pp.: 56-66.
- Escalona, A., 2005.** Estudio de componentes en semillas de piñón (*Pinus pinea*) y michay (*Berberis darwin* Hook), factibles de utilizar en el desarrollo de alimentos funcionales. Memoria para optar al título profesional de ingeniero en alimentos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de ciencia de los alimentos y tecnología. 52 p.
- EUROCOMPANY, 2008.** Pinolo. [En línea]. <http://www.eurocompanysrl.com/curiosita3.html>.
- Fuentes, V., 2009.** Análisis del mercado internacional de piñones de *Pinus pinea* L. Memoria para optar al título profesional de Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Conservación de la Naturaleza, U. de Chile. 71 p.
- Geisler, M., 2008.** Pine nuts profile. Agricultural Marketing Resource Center.
[En línea]. http://www.agmrc.org/commodities__products/nuts/pine_nuts_profile.cfm.
[Consulta: 18 de abril 2009].
- Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura y FUCOA, 2009.** Alimentos de Chile para el Mundo, Chile Potencia Alimentaria y Forestal.
- Gutiérrez, P., 2007.** Análisis del sector de la piña y el piñón y sus aprovechamientos en Andalucía. 355 p.
- Herrero, J., 2009.** Métodos, rendimientos y costes del aprovechamiento de la piña. Seminario “Estado del Arte del Pino Piñonero en España y Chile”. Pichilemu, 8 de julio 2009.

Kuznetsova, G. V., 2008. Experiment of Intraspecific Hybridization of Siberian Stone Pine (*Pinus sibirica* Du Tour) Clones in Middle Siberia. Eurasian J. For. Res. 11-2: 81-87.

Loewe, M. V.; Fuentes, D. V.; Gysling, C. J.; Toral, I. M., 2010. El pino mediterráneo (*Pinus pinea*), una opción fruto forestal atractiva para Chile. Revista Chile Forestal. En prensa.

Loewe, V. y Delard, C., 2003. El pino piñonero (*Pinus pinea*). Una alternativa para producir fruta y madera. En: Sicomoro, grevillea, roble rojo americano, pino piñonero, castaño, ruil y cerezo americano, nuevas alternativas para producir madera de alto valor. Santiago. Instituto Forestal. Pp. 150-186.

Loewe, M. V., 2003. Silvicultura de Especies No Tradicionales: Una mayor diversidad productiva. Resultados Finales del Proyecto 1998-2003. INFOR-FIA. CD.

Loewe, M. V.; Toral, I. M.; Delard, R. C.; López, L. C. y Urquieta, N. E., 1998. Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea*). Santiago, Chile, CONAF; INFOR; FIA. 81 p. CONAF-INFOR- FIA.

Megré, W., 1996. Anastasia. Ringing Cedar Press, 236 p.

Megré, W., 1997. The ringing cedars of Russia. Ringing Cedar Press, 252 p.

Megré, W., 1998. The space of love. Ringing Cedar Press, 245 p.

Megré, W., 2000. Co-creation. Ringing Cedar Press, 253 p.

Megré, W., 2001. Who are we? Ringing Cedar Press, 264 p.

Megré, W., 2002. The book of kin. Ringing Cedar Press, 273 p.

Megré, W., 2003. The energy of life. Ringing Cedar Press, 276 p.

Megré, W., 2005. The new civilization. Ringing Cedar Press, 238 p.

Megré, W., 2006. Rites of love. Ringing Cedar Press, 285 p.

Montero, G. y Candela, J. A., 1997. Manual de claras para repoblaciones de *Pinus pinea* L. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. EGMASA. 47 p.

Montoya, J. M., 1990. El pino piñonero. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 98 p.

Mutke, S.; Sada, B.; Iglesias, S. y Gil L., 2003. Evaluación de la producción individual de piña en un banco clonal de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Madrid. Investigación agraria: sistemas y recursos forestales. 12(1):149-157.

Mutke, S., 2009. Informe Estadía en Chile, 4-17 octubre 2009. Proyecto "El piñón

comestible del pino piñonero (*P. pinea*): Un negocio atractivo para Chile”.

Mutke, S.; Díaz-Balteiro, L. y Gordo, J., 2000. Análisis comparativo de la rentabilidad comercial privada de plantaciones de *Pinus pinea* L. en tierras agrarias de la provincia de Valladolid. Investigación Agraria; Sistema Recursos Forestales 9(2)269-303.

Sabillón, D., 2001. Determinación de los factores de emisión de mono terpenos en tres especies típicas de la vegetación terrestre mediterránea: *Pinus pinea*, *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Tesis Doctoral. Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Química. 146 p.

Sharashkin, L. y Gold, M., 2004. Pine nuts: Species, products, markets, and potential for U.S. production. In: Northern Nut Growers Association 95th Annual Report. Proceeding for the 95th annual meeting, Columbia, Missouri, August 16-19, 2004. <http://www.thewoodexplorer.com/maindata/we1652.html>

Shikov, A.; Pozharitskaya, O.; Makarov, V. and Makarova, M., 2008. Anti-inflammatory effect of *Pinus sibirica* oil extract in animal models. J Nat Med (2008) 62:436–440. DOI 10.1007/s11418-008-0254-z.

Skakovskii, E. D.; Yu, L.; Tychinskaya, O. A.; Gaidukevich, O. A.; Yu, A.; Klyuev, A. N.; Kulakova, N.; Petlitskaya, N. M.; Rykove, S. V., 2007. NMR Analysis of oils from pine nuts (*Pinus sibirica*) and seeds of common pine (*Pinus silvestris* L.). Journal of Applied Spectroscopy, Vol. 74, No. 4, 2007.

Soto, A. D., Gysling, C. J. y , Loewe, M. V., 2008. Antecedentes del Mercado Internacional de Piñones de Pino. Revista Ciencia e Investigación Forestal. 14 (3): 599-623.

Vergara, L., 1997. Monografía de Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.). Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal. Concepción, Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales. 55p.

Yagüe, S., 1993. Silvicultura y producción de pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en la provincia de Ávila. Congreso Forestal Español. Lourizán. Ponencias y comunicaciones. Tomo II. Pp.: 479-484.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada del Instituto Forestal de Chile, en la que se publica trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Consta de un volumen por año el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos y de diversos países, de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, estos son enviados por el Editor a al menos tres miembros del Comité Editor para su calificación especializada. Los autores no son informados sobre quienes arbitran los trabajos.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

Título: El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

Resumen: Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

Introducción: Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o comprensión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

Objetivos: Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

Material y Método: Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

Resultados: Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

Discusión y Conclusiones: Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

Reconocimientos: Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

Referencias: Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas

citadas en éste.

Apéndices y Anexos: Deben ser incluidos sólo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español y ocasionalmente en inglés o portugués, redactadas en lenguaje universal, que pueda ser entendido no sólo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, espacio simple y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Justificación ambos lados.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 12, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el Summary. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el Summary.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 12 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

**EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE
EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN
CHILE. Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía
de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. vvargas@infor.cl**

Título puntos principales (Resumen, Summary, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Sólo para Introducción usar página

nueva, resto puntos principales seguidos, separando con un espacio antes y después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo. Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guión y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza et al. (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencia citadas en texto y sólo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967. Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; a priori y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Sólo se aceptan cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño

de la página. Cuadros deben ser titulados como Cuadro N^o , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N^o , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su impresión.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atenuadas a la Norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que la unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como grados Celsius (°C). Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m** y no M. m. MT MTS mt mts o mtrs y otras formas como a menudo se ve en las carreteras y otros lugares; metro cúbico m³, metro ruma mr; o hectáreas **ha** y no HTA HAS há o hás.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa para cada página, no de 1 a n a lo largo del trabajo. Aparecerán al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos, "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o los miembros de este que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor sbarros@infor.gob.cl

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Respecto del peso de los archivos, tener presente que 1 Mb es normalmente el límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como Metarchivo Mejorado.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte) y no hay observaciones de fondo, el trabajo es editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

ARTICULOS

PAGINAS

RELACIÓN ENTRE LAS BONIFICACIONES A LA FORESTACIÓN Y EL SISTEMA ECONÓMICO CAMPESINO. Gascón Castro, Aliro y Retamal Siefert, Pilar. Chile.	05
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LOS ÁRBOLES MANEJADOS BAJO ORDENACION SILVOPASTORAL EN LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS DEL SITIO, EN RELACION A UN MANEJO GANADERO SIN ÁRBOLES. Sotomayor Alvaro, Teuber Osvaldo. Chile.	23
CONTROL Y FORESTACION DE DUNAS COSTERAS EN CHILE. Santiago Barros y Juan Orlando Gutiérrez. Chile.	41
VALOR NUTRITIVO Y DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA DE PINO PONDEROSA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES. Gonzalo Caballé, Carlos Reising y Luis Cohen. Argentina.	63
VARIACION RADIAL Y VERTICAL EN LA LONGITUD DE TRAQUEIDAS EN UN ARBOL DE PINO PONDEROSA DE 50 AÑOS (NEUQUÉN, ARGENTINA). Zingoni, María Inés; Andía, Ismael Ramón; Laffitte, Lorena. Argentina.	77

APUNTES

LA PLANIFICACIÓN INTEGRAL, PILAR DE LA POLÍTICA FORESTAL. Fermin Olabe Velasco, España y Mónica Gabay, Argentina.	91
LA PRODUCCIÓN DE PIÑONES DE PINO, UNA ALTERNATIVA ATRACTIVA Y FACTIBLE PARA LA PATAGONIA. Loewe M. Verónica. Chile.	109
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	129

