

# APROVECHANDO RESIDUOS FORESTALES: UNA ALTERNATIVA DE MANEJO INTEGRAL DE PLANTACIONES DE PINO PONDEROSA EN LA CUENCA DE ARROYO DEL MEDIO

Juan Pablo Diez  
*diez.juan@inta.gob.ar*

Santiago Agustín Varela  
Alejandro Martínez Meier  
Gonzalo Caballé  
Leonardo Claps

INTA EEA Bariloche

Leonardo Andreassi  
Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico, Delegación S.C. de Bariloche

Fernando Salvaré  
Dirección de Bosques, Subsecretaría de Recursos Forestales, Provincia de Río Negro

---

**El uso integral de los productos y subproductos que pueden obtenerse de podas y raleos en plantaciones de pino, al tiempo que minimiza los residuos de los aprovechamientos forestales disminuyendo las probabilidades de incendios y plagas, aumenta la oferta de alternativas energéticas para sectores de la población sin acceso a la fuente más tradicional como el gas de red.**

---

## Introducción

En el noroeste de la Patagonia Argentina existen más de 100.000 hectáreas de coníferas implantadas, de las cuales aproximadamente 6.000 están en Río Negro y una gran porción de ellas (1.450 ha) se encuentra en la cuenca de

Arroyo del Medio, muy cercana a San Carlos de Bariloche (Figura 1). La mitad está dentro de Parques Nacionales y el resto en jurisdicción de la Dirección de Bosques de la Provincia de Río Negro. Las principales especies son pino ponderosa (73 %), pino murrayana (19 %) y pino oregón (5 %).

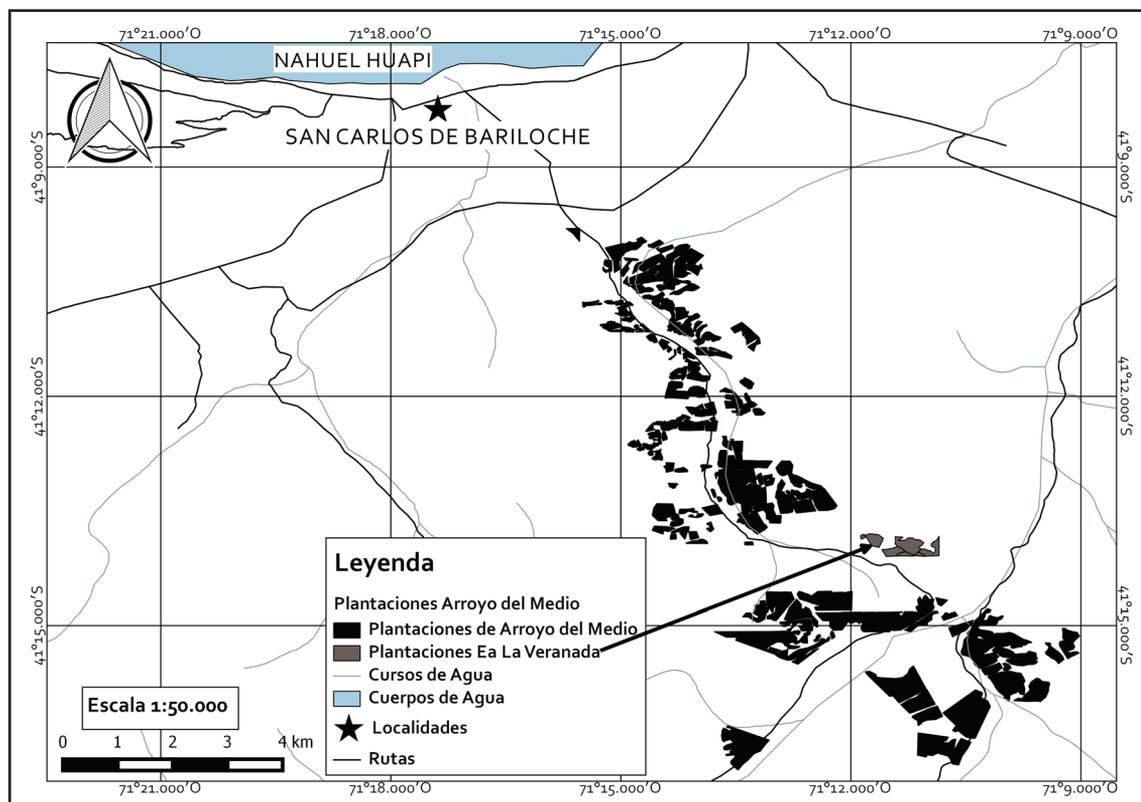


Figura 1: Ubicación de la Ea. La Veranada en la cuenca forestal de Arroyo del Medio (Bariloche).

Una densidad de plantación inicial muy elevada (2400-3000 plantas por hectárea) y la falta de tareas silviculturales de poda y raleo, describen el estado actual de esta cuenca forestal. Producto del desmanejo existen riesgos ambientales asociados, como los incendios y las invasiones biológicas. Por lo general se trata de árboles de más de 30 años de edad con diámetros finos (poco aprovechables en términos de utilización de su madera), en situaciones de alta demanda de recursos por competición, pérdida del potencial de crecimiento y alto riesgo de estrés, sean estos por factores bióticos (ataques de plagas) y/o abióticos (sequías).

Las intervenciones silvícolas de poda y raleo permiten obtener madera, disminuir los riesgos de incendios y mejorar la calidad del remanente de la plantación. Sin embargo, dichas actividades presentan

costos elevados si no se realizan a tiempo. En este sentido, el aprovechamiento de los subproductos forestales no sólo permite disminuir los residuos de cosecha sino que también permite aumentar el margen de rentabilidad económica de la actividad forestal debido a la máxima obtención de productos por intervención. Esto es posible gracias al procesamiento de lo que antes se consideraba un residuo forestal, como ramas, despuntes y madera fina, transformándose ahora en un subproducto con valor comercial, como lo son los "chips" o pellets de residuos forestales. El chip consiste en madera triturada con un tamaño de 3 a 5 cm que se obtiene a partir del procesamiento de ramas, despuntes y postes de un diámetro inferior a 15 cm. Los pellet son partículas prensadas que se pueden fabricar a partir de chips molidos o aserrín. Ambos pueden ser usados para procesos de generación de energía (Figura 2).

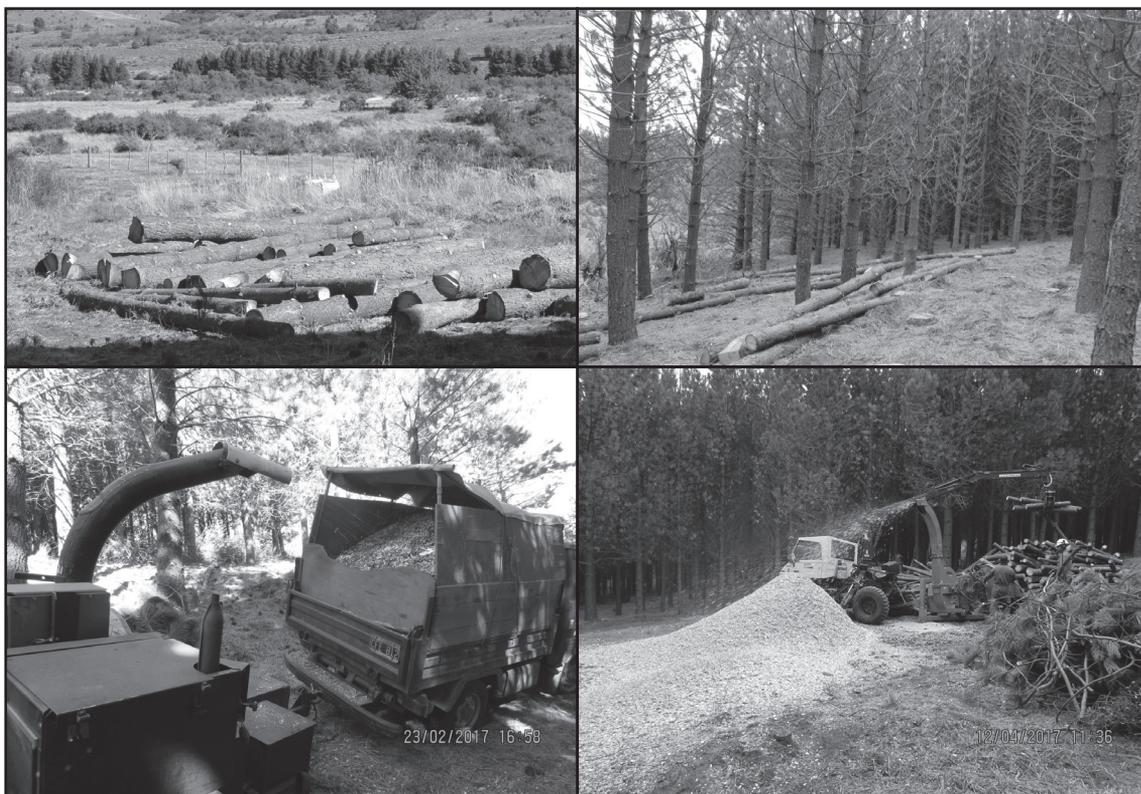


Figura 2: Productos obtenidos mediante poda y raleo.

Paralelamente, en las ciudades aumentan las necesidades energéticas debido al incremento poblacional. La imposibilidad de extender (al menos por el momento) el tendido urbano de gas en red, presiona en la búsqueda de sistemas alternativos de calefacción, entre los que se destacan aquellos que se alimentan de insumos como leña, chips o pellets. En este contexto, la Dirección de Bosques de la Provincia de Río Negro requirió información sobre el stock de madera para aserrío y el volumen de chips que se podría obtener de un aprovechamiento integral de las forestaciones de la cuenca de Arroyo del Medio. Se decidió entonces realizar una experiencia práctica de poda y raleo en dos plantaciones de diferentes características. Participaron técnicos de INTA, Dirección de Bosques de Río Negro a través del Servicio Forestal Andino y del CIEFAP, con financiamiento del CIEFAP y del INTA.

### Características de los sitios a intervenir

Se seleccionaron dos sitios con estructuras forestales diferentes para la realización de las actividades en la Estancia La Veranada, propiedad de la familia Martín ( $41^{\circ} 13' 53,44''$  S;  $71^{\circ} 11' 38,23''$  O), ubicada en jurisdicción de Parques Nacionales. Mediante un inventario se caracterizó dasométricamente cada uno de los sitios (Tabla 1). A partir de las mediciones en cada sitio y mediante el uso del software CalcuLemus desarrollado por INTA (ver Presencia N°62, diciembre 2014) se determinó la estructura forestal y stock maderero en cada sitio.



Figura 3: Sitios antes (arriba) y luego de la intervención (abajo).

Tabla 1: Caracterización dasométrica de los sitios 1 y 2.

Sitio	Edad (años)	Índice de Sitio* (IS20)	Densidad Promedio** (árb/ha)	Diámetro Medio*** (cm)	Área Basal+ (m <sup>2</sup> /ha)	Densidad Relativa++	Volumen Bruto (m <sup>3</sup> /ha)	Pendiente terreno (%)
1	32	14,3	1.075	29,3	72,7	13,4	461,3	5-10
2	31	11,4	1.713	22,7	68,6	14,4	440,2	10-15

\*Índice de sitio: altura media de la plantación a la edad de 20 años (indicador de la calidad de sitio para la producción forestal).

\*\*Densidad promedio: es la cantidad de árboles por hectárea.

\*\*\*Diámetro medio: diámetro promedio de los árboles de la plantación tomado a 1,30 m de altura.

+Área basal: sumatoria del área del círculo del tronco a 1,3 m de altura de cada uno de los árboles por ha.

++Densidad relativa: parámetro calculado mediante el diámetro promedio y la densidad promedio.

En cada sitio se realizó un esquema de manejo tradicional (raleo sistemático cada 3 o 4 hileras y selectivo entre la masa remanente), pero se incorporó el aprovechamiento de lo que hasta el momento se considera residuo, sin mercado y que generalmente se quema. A este material se lo identificó como subproducto forestal con destino a la producción de biomasa para generación

de energía, y se compuso del triturado de las ramas provenientes de poda y de las ramas y despuntes de los árboles raleados. En función de características diferenciales de la plantación de cada sitio, la intensidad y el modo de intervención, fueron levemente diferentes. En términos generales la metodología de trabajo fue la siguiente: una cuadrilla compuesta por 3 operarios volteaba los árboles de

raleo, los desramaba, despuntaba y luego acomodaba las trozas de manera de permitir la posterior pasada de un equipo chipeador. Las ramas eran categorizadas y separadas en secas y verdes, y acomodadas sobre los bordes de ambos lados de las vías de saca (caminos), generadas como consecuencia del raleo sistemático (eliminación de toda la fila de plantación). Una vez concluida la labor de volteo, ingresaba el segundo equipo de trabajo que realizaba la labor de chipeo mediante el empleo de un camión doble tracción con chipeadora. El producto generado por la máquina era colectado en la caja del camión de unos 4 m<sup>3</sup> de capacidad. Posteriormente se extrajeron las trozas

que quedaron dentro de la forestación mediante un tractor con malacate forestal. Las trozas inferiores a 20 cm de diámetro (que se consideran usualmente para un destino de postes o leña) fueron chipeadas con un equipo estático de mayor potencia, alimentándolo con garra forestal incluida en el propio camión.

### Rendimientos efectivos de los raleos propuestos

El rendimiento del raleo se refiere al volumen de cada uno de los productos que se obtuvieron en cada sitio (ver Tabla 2).

Tabla 2: Rendimientos reales resultantes de los manejos de los sitios 1 y 2.

Sitio	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)*	Volumen sólido aserrable (m <sup>3</sup> /ha)**	Volumen sólido de leña (m <sup>3</sup> /ha)***	Rendimiento de leña procesada a chip (m <sup>3</sup> /ha)+	Chip de residuos secos de poda y raleo (m <sup>3</sup> /ha)++	Volumen total de chip empleable como combustible (m <sup>3</sup> /ha)+++	Chip de residuos verdes de poda y raleo (m <sup>3</sup> /ha)#
1	101,17##	69,6	30,4	50	52,83	102,83	144,25
2	185	95	90	180	58	238	168

\*Volumen total: corresponde a la suma del volumen aserrable más el volumen sólido de leña.

\*\*Volumen sólido aserrable: corresponde al volumen apto para ser procesado en aserradero.

\*\*\*Volumen sólido de leña: volumen sólido correspondiente a trozas con secciones inferiores de 15 cm.

+Rendimiento de leña procesada a chip: es el volumen de chip resultante de procesar el volumen sólido de leña.

++Chip de residuos secos de poda y raleo: es el volumen de chip resultante del procesamiento de ramas secas.

+++Volumen total de chip empleable como combustible: es la suma de del chip de leña más el chip de ramas secas. Este chip es el que puede utilizarse para procesos energéticos.

#Chip de residuos verdes de poda y raleo: es el chip resultante del procesamiento de las ramas verdes y de los despuntes del raleo. Este chip no puede utilizarse para procesos energéticos por su gran proporción de acículas verdes.

##Dentro de éste volumen hay contabilizados 1,17 m<sup>3</sup>/ha de postes que no aparecen en el cuadro.

Existen diferencias entre el volumen de productos obtenidos en uno y otro sitio debido a sus características dasométricas diferenciales. Se pueden remarcar dos datos de importancia: uno referido al rendimiento del chipeo de leña, en donde varía de 1,65 a 2 veces el volumen de madera sólida; y el otro es que el volumen obtenido utilizable como combustible en el sitio 2 es más del doble que en el caso del sitio 1.

Paralelamente, si se cambia la estrategia de intervención dejando que las ramas verdes permanezcan durante el verano en el campo, se obtiene un secado natural que posibilita el uso de este material como combustible (una vez triturado), aumentando de esta manera la oferta energética que puede extraerse de la plantación.



Figura 4: Chip de ramas verdes con acículas de pino.

### Caracterización del chip obtenido

El contenido de humedad (CH %) es un aspecto que diferencia al chip obtenido por el procesamiento de ramas secas de poda frente al que se logra mediante procesamiento de leña. Mientras que el chip de poda de ramas secas tiene un CH base húmeda del 11,8 %, el proveniente de leña verde oscila entre un 50 y un 55 %. Esto implica que el segundo tipo de chip se debe secar naturalmente o mediante algún procedimiento industrial.

En base a dos muestras enviadas al INTI para su análisis, y a su vez también caracterizadas por CIEFAP, se obtuvieron los valores de la Tabla 5. La muestra correspondiente al procesamiento de leña fue dejada orear hasta un CH base húmeda de 14 % aproximadamente.

Tabla 3: Características del chip obtenido.

	% de Humedad	Poder Calorífico (kcal/kg)	Densidad aparente (kg/m <sup>3</sup> )
Chip de ramas secas	11,4	4.121	250
Chip de leña verde	14,4	3.753	172

El poder calorífico inferior (PCI) es un parámetro que permite estimar la cantidad de calor que es posible obtener por cada kilogramo de chip en una caldera convencional. Si este valor se multiplica por el rendimiento del equipo a utilizar se obtiene la energía que realmente aporta cada kilogramo de chip. En una caldera que actualmente se encuentra en fase de adaptación por parte del CIEFAP, este rendimiento es del 90 %.

### Consideraciones finales

Los resultados muestran que los volúmenes a obtener de los distintos productos dependerán de la estructura forestal de la plantación a intervenir. El subproducto, en este caso el chip, pasa de ser un remanente o residuo forestal a convertirse en un subproducto que aporta valor a las forestaciones, ya que posibilitaría el incremento de la rentabilidad y disminución de los riesgos ambientales a los que se enfrentan las plantaciones en una cuenca sin manejo. Se pasaría de una situación de alto riesgo a una propuesta de manejo integral que permitiría mejorar las características de las plantaciones. El volumen a obtener de este subproducto puede ser aún mayor en el caso de que las ramas verdes se dejen secando en el campo, al menos en el transcurso de un verano. En la actualidad en la región se obtiene un uso alternativo de este material por medio de su mezcla con lodos cloacales y posterior compostado para la producción de "biofertilizantes".

De esta forma, la utilización de los productos forestales de poda y raleo, que hasta la fecha se consideraban residuos, constituiría una opción comercial que a la vez reduciría la probabilidad de incendios y mejoraría el estado fitosanitario de las plantaciones.

Es necesario establecer a futuro los costos referentes a cada una de las actividades mencionadas, con el fin de obtener un precio de producto final (chip), en función de retroalimentar el ciclo de manejo de las actuales forestaciones.

**Agradecimientos:** Pablo Riechert, Fabián Jaque y Fernando Raffo (INTA), Horacio Parabela y Martín Müller (Parque Nacional Nahuel Huapi), María del Mar D'ínca y Claudio Ruiz (SFA), Guillermo Melzner (Agroindustria), Gerardo Waidelich (Aserradero GW), Rodrigo García Cano, Fernando Barbero y Renato Moreschi (prestadores de servicios forestales), y Familia Martín.