

ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN PROGRAMAS DE AFORESTACIÓN: EL CASO AGUAS FRÍAS (NEUQUÉN, ARGENTINA)

A. Dezzotti¹, R. Sbrancia¹, G. Acciaresi², A Medina¹, S Tiranti¹, A. Ouviaña³, R. Cerda³, S. Cortés³, E. Savastano⁴, C. Monte¹, A. Mortoro¹ y M. Catalán¹

¹ Universidad Nacional del Comahue - ² Universidad Nacional de La Plata - ³ YPF S.A. - ⁴ Fundación YPF

A. Dezzotti (Lic. Biología, MSc y PhD Ecología Forestal). Universidad Nacional del Comahue. Pasaje de la Paz 235. Q8370AQA San Martín de los Andes. Argentina. dezzotti@infovia.com.ar. Tel. + 54 2972 427618.

RESUMEN

La conservación de la biodiversidad forestal, un indicador clave de manejo sustentable, involucra acciones a nivel del rodal y el paisaje. Desde 1998, en la Patagonia argentina, YPF S.A. implementa un Programa Forestal de Desarrollo, a través de una alianza con sectores públicos, basado en la plantación de exóticas y nativas y con los objetivos de la producción y la conservación. Se diseñó un proyecto forestal en Aguas Frías (38° 46' S y 70° 54' O), a partir de la información de base, la zonificación de usos, la identificación de impactos ambientales y el diseño de un programa de conservación de la biodiversidad. Este involucró planes para la restauración y protección del matorral y bosque natural, la conservación del suelo, la preservación del paisaje, el control de incendios y plagas forestales. El proyecto exhibe un balance positivo para la conservación de la biodiversidad y contribuirá a la diversificación productiva, la economía local y el desarrollo regional.

Palabras clave: *Pinus ponderosa*, *Araucaria araucana*, zonificación, evaluación ambiental, diversificación productiva.

INTRODUCCIÓN

Los bosques albergan alrededor del 65 % de las especies terrestres y son esenciales para el funcionamiento de la geósfera. Sin embargo, 60.000 km² de estos ecosistemas decrecen cada año, principalmente debido a la conversión en tierras agrícolas, ganaderas y urbanas (MEA 2005, Williams 2006, FAO 2010). La deforestación es la principal causa de pérdida de biodiversidad, un componente clave de la integridad ecosistémica que se debe conservar a través del manejo forestal ecológicamente sustentable (Brockhoff et al. 2008). Las plantaciones forestales atenúan esta degradación antropogénica y la brecha entre la oferta y demanda de productos y servicios forestales (Bass y Hearne 1997, Schlaepfer et al. 2011). Las plantaciones ocupan alrededor de 3 millones de km² y aumentan 57.000 km² por año (FAO 2006).

Las plantaciones proveen hábitat para un amplio rango de especies nativas y, en ese sentido, se comparan favorablemente con la mayoría de los otros usos productivos de la tierra (áreas de pastoreo, cultivos agrícolas) (Lindenmayer et al. 2006, Brockhoff et al. 2008). Sin embargo, también implican riesgos biológicos, que se deben considerar explícitamente para maximizar el balance positivo de estas iniciativas (Boyle 2003, NCSSF 2005). Las estrategias que promueven la conservación de la biodiversidad involucran acciones a nivel del rodal (e.g., diversidad estructural y composicional de especies, formas de vida y hábitats, prácticas silviculturales adecuadas) y el paisaje (e.g., mantenimiento de la conectividad y de la heterogeneidad del paisaje y de la integridad de los ecosistemas acuáticos) (Lindenmayer et al. 2006, Brockhoff et al. 2008).

Desde 1998, YPF S.A. lleva a cabo en 11 campos de la provincia de Neuquén un Programa Forestal de Desarrollo (PFD) basado en la plantación de exóticas y nativas en una superficie de 14.179 ha (YPF 2009). Los objetivos del PFD son producir bienes, generar puestos de trabajo, restaurar ecosistemas frágiles, contribuir al desarrollo de un modelo de gestión ambiental y promover la investigación científica. En el presente trabajo se presentan las estrategias para la conservación de la biodiversidad en Aguas Frías a partir de la evaluación de impacto ambiental, que comprendió el análisis de información física, la zonificación de usos, la identificación de efectos ambientales y el desarrollo de un programa de conservación.

RESULTADOS

Información ambiental

El campo forestal Aguas Frías (38° 46' S y 70° 54' O, 1.600 m s.n.m.) tiene una temperatura media anual de 7,6 °C y una precipitación total anual de 1.266 mm (Figura 1). El relieve deriva de erosión glacial y la geología corresponde a basaltos cubiertos por cenizas volcánicas Holocénicas (Ferrer 1991). Los suelos son Andisoles (*sensu* Soil Survey Staff 1992). El área pertenece a los Distritos Occidental de la Provincia Patagónica y del Pehuén de la Provincia Subantártica (*sensu* Cabrera 1971) (Tabla 1, Figura 1). El bosque en los sectores más orientales y en las laderas de exposición Sur y Este es puro de *Nothofagus pumilio* (Nothofagaceae), y en los más occidentales y en laderas de exposición Este es mixto de *N. pumilio* y *Araucaria araucana* (Araucariaceae) (Tabla 2, Figura 1). La regeneración de *N. pumilio* está ausente o intensamente ramoneada. En cambio, *A. araucana* presenta árboles de todas las clases de tamaño (Figura 2). El matorral de *Nothofagus antarctica* es una formación relictual sin regeneración, aunque en la década del 1960 ocupaba el 16,3 % de la superficie del campo (Figura 1).

Proyecto forestal

La superficie apta para plantar *P. ponderosa* fue 160 ha (33, 8 % de la superficie del campo) y se excluyeron 310 ha considerando aspectos de conservación y restauración y a limitaciones físicas (Tabla 4, Figura 3). Se diseñó la red de caminos y cortafuegos teniendo en cuenta la accesibilidad asociada al proceso productivo (poda, raleo y corta final), al control de incendios y plagas y a la gestión ambiental. La traza se localizó en terrenos con una pendiente máxima del 12 % y la densidad fue de 21 m/ha. No se realizarán tareas de preparación del sitio ni se aplicarán biocidas, y las eventuales plagas y enfermedades serán tratadas por medio de intervenciones silviculturales. El plan de protección contra incendios forestales se basa en una infraestructura eficaz de control y prevención.

Evaluación ambiental

Los efectos ambientales de las acciones del proyecto se cuantificaron a través de la asignación de un Valor de Impacto Ambiental (SAGPyA 2003, FLACAM 1996). Esta valoración varió entre 0 y 10 y estuvo basado en la naturaleza de la acción, el carácter (positivo o negativo), la reversibilidad, el riesgo de ocurrencia y la magnitud, un indicador que incluye la intensidad, la duración y la extensión. Se identificaron 54 hipótesis de efecto negativo. Por ejemplo, los componentes biológico, edáfico e hidrológico pueden ser afectados por el desarrollo de la plantación, la construcción de caminos y cortafuegos, la poda, el raleo y la corta final y el control de las plagas forestales (aumento de las plagas forestales, la invasión de pinos, la fragmentación de hábitat, el riesgo de incendios, la compactación del suelo, la escorrentía, la interceptación y absorción de agua y la disminución de la biodiversidad (Tabla 3).

Programa de conservación

Este programa comprendió medidas de mitigación, para evitar, atenuar o compensar los impactos negativos, de monitoreo, para evaluar el desempeño de determinadas variables y de la mitigación, y de restauración y conservación (Tabla 5). Estuvo básicamente dirigido a la conservación y restauración del matorral de *N. antarctica*, la protección y regeneración del bosque de *N. pumilio* y *A. araucana*, la conservación del suelo, la preservación del paisaje, el control de incendios y de plagas forestales, la minimización de conflictos con uso ganadero tradicional regional y la silvicultura de bajo impacto (Tabla 6, Figura 4). Desde el punto de

vista funcional se establecieron “áreas de amortiguación”, conformadas por áreas del borde de la plantación que limitó con áreas de restauración o de bosque natural (la plantación amortiguaría la mayor irradiación, déficit de vapor de agua y velocidad del viento que se produce en los bordes y permitiría un mejor desarrollo de la vegetación nativa) y “corredores biológicos”, conformados por áreas de plantación localizadas entre áreas de restauración o de bosque natural (la plantación mejoraría la conectividad entre los parches remanentes de los bosques fragmentados) (Brockerhoff et al. 2008) (Figura 3).

CONCLUSIONES

Durante los últimos 50 años el hombre modificó los ecosistemas de la manera más extensa y rápida que en ningún otro momento de la humanidad (MEA 2005). Mientras que la deforestación mundial neta fue de 5,6 millones km², el consumo de madera se triplicó y el de papel aumentó seis veces, el CO₂ atmosférico alcanzó el nivel máximo conocido y en muchas regiones del mundo la erosión supera la formación de suelo (Brown et al. 1998, Williams 2006). Las plantaciones forestales contribuyen a morigerar esta crisis ambiental, aunque esta tecnología es exitosa cuando se adoptan estrategias de conservación a diferentes escalas (Lindenmayer et al. 2006, Brockerhoff et al. 2008). El proyecto Aguas Frías contribuirá a la conservación ambiental y al desarrollo regional, teniendo en cuenta que se diseñó desde una perspectiva ecosistémica, con criterios basados en buenas prácticas de manejo forestal e incorporando un programa de conservación para maximizar el balance positivo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bass S y R Hearne. 1997. Private sector forestry: a review of instruments for ensuring sustainability. International Institute for Environment and Development, London.
- Boyle T. 2003. Conserving forest biodiversity: threats, solutions and experiences. UN Development Programme, New York.
- Brockerhoff E, H Jactel, JA Parrotta, CP Quine y J Sayer. 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity Conservation* 17: 925-951.
- Brown I, C Flavin, H French, J Abramovitz, C Bright, y S Dunn. 1998. State of the world: a Worldwatch Institute report on progress toward a sustainable society. WW Norton, New York.
- Cabrera A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 14:1-42.
- CITES. 2008. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Ginebra.
- FAO. 2006. Ordenación responsable de los bosques plantados: directrices voluntarias. Documento de trabajo sobre los bosques y árboles plantados 37/S. Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO. 2010. Situación de los bosques del mundo. Food and Agriculture Organization, Roma.
- Ferrer J. 1991. Geología. En: Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Plano N° 2. CFI - COPADE. Neuquén.
- FLACAM. 1996. Curso de postgrado sobre evaluación de impactos ambientales. Facultad Latinoamericana de Ciencias Ambientales (FLACAM), Buenos Aires.

- Lindenmayer D, J Franklin y J Fischer. 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation* 131: 433-445.
- MEA. 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. Findings of the condition and trends working group. In: Hassan R, Scholes R, Ash N (eds) *Millennium Ecosystem Assessment Series*. Island Press, Washington.
- NCSSF. 2005. Science, biodiversity, and sustainable forestry: a findings report of the National Commission on Science for Sustainable Forestry (NCSSF). Washington.
- SAGPyA. 2003. Guía para preparar evaluaciones de impacto ambiental de proyectos forestales. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Buenos Aires.
- Schlaepfer M, D Sax y J Olden. 2011. The potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology* (en prensa).
- Soil Survey Staff. 1992. Keys to soil taxonomy. US Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Pocahontas Press, Blacksburg.
- Walter K y H Gillett. 1998. IUCN Red list of threatened plants. World Conservation Monitoring Centre. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Species Survival Commission, Gland.
- Williams M. 2006. *Deforesting the Earth: from prehistory to global crisis*. University of Chicago Press, Chicago.
- YPF. 2009. El Programa Forestal de Desarrollo en la Provincia de Neuquén: sustentabilidad y responsabilidad social empresaria. 66 pp.

Tabla 1: Unidades de vegetación identificadas y frágiles protegidas (P) en Aguas Frías. (a) comunidad actualmente relictual, la superficie corresponde a la presente hasta la década de 1960 (a partir del análisis de fotografía aérea).

COMUNIDAD	ÁREA (ha)	%
ACTUAL		
Bosque puro de <i>Nothofagus pumilio</i> (BP) (P)	34,0	7,2
Bosque mixto de <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Araucaria araucana</i> (BM) (P)	6,8	1,4
Estepa herbáceo arbustiva dominada por <i>Chusquea culeou</i> y <i>Festuca pallescens</i> (EA)	279,5	59,4
Estepa herbácea dominada por <i>Senecio linearifolius</i> y <i>Festuca pallescens</i> (EH)	46,5	9,9
Áreas sin vegetación, de diferente origen, que incluyen zonas deflacionadas de acumulación eólica (PE) (P)	27,4	5,8
Pradera higrófila de ribera dominada por <i>Azorella trifoliolata</i> , <i>A. trifurcata</i> y <i>Pratia repens</i> (PH) (P)	71,1	15,1
Pradera xerófila sobre afloramientos rocosos (pedreros) dominada por <i>Berberis empetrifolia</i> y <i>Mulinum leptacanthum</i> (PX)	5,0	1,1
TOTAL	470,3	100
PASADA		
Matorral de <i>Nothofagus antarctica</i> (MN) (P) ^(a)	76,5	16,3

Tabla 2: Estructura de los rodales de bosque nativo de Aguas Frías. DAP: diámetro a la altura del pecho, X: media, EE: error estándar.

VARIABLE		Bosque de <i>N. pumilio</i>		Bosque mixto	
		Sur	Norte	<i>A. araucana</i>	<i>N. pumilio</i>
DAP (cm)	X	64,6	64,2	69,1	58,2
	EE	4,7	5,3	13,9	6,4
Altura (m)	X	14,6	14,3	14,9	19,6
	EE	1,1	0,9	2,0	1,1
Densidad (ind/ha)		75	140	110	110
Área basal (m ² /ha)		28,3	25,3	58,0	32,7
Cobertura de copas (m ² /ha)		4.657	5.946	3.407	4.152
Volumen (m ³ /ha)		428	399	1.196	649
Mortalidad	n	30	20	10	10
	%	17,6	21,1	8,3	8,3

Tabla 3: Matriz de impacto negativo. +: aumento, -: disminución del efecto. VIA: valor de impacto ambiental (*sensu* FLACAM 1996).

ACCIÓN	COMPONENTE	EFECTO	VIA
Alambrados (emplazamiento y mantenimiento)	Biológico	+ Barrera migratoria	3,2
	Paisajístico	+ Modificación del paisaje	4,9
	Social	+ Conflictos de uso	7,0
Caminos y cortafuegos	Atmosférico	+ Polvo en suspensión	1,7
	Biológico	- Cobertura vegetal	6,0
		+ Fragmentación de hábitat	3,4
	Edáfico	+ Evaporación	3,8
		+ Erosión	3,6
		+ Compactación de suelo	5,5
		+ Escorrentía	4,1
	Hidrológico	Cambio drenaje	4,1
		- Intercepción de agua	2,7
+ Sedimentación		2,7	
Paisajístico	+ Modificación del paisaje	4,9	
Control de plagas	Biológico	+ Contaminación biológica	5,3
	Social	+ Accidentes	4,8
		+ Intoxicación	1,7
Corta final	Biológico	+ Fragmentación de hábitat	7,0
		+ Plagas	6,5
		+ Turbidez del agua	3,5
	Edáfico	+ Escorrentía	6,2
		+ Erosión	5,5
		+ Compactación de suelo	5,5
	Hidrológico	+ Sedimentación	5,5
	Paisajístico	+ Modificación del paisaje	7,0
		+ Incendios	4,8
+ Accidentes		4,4	
Desarrollo de la plantación	Biológico	+ Plagas	8,7
		- Biodiversidad	7,0
		+ Combustible	6,0
		+ Alteración de vegetación	5,6
		+ Fragmentación de hábitat	5,3
		+ Dispersión de árboles	5,3
	- Especies vulnerables	4,4	
	Hidrológico	+ Consumo de agua	6,0
Paisajístico	+ Modificación de paisaje	7,6	
Social	+ Cuestionamientos	7,0	
Desarrollo de infraestructura	Edáfico	+ Residuos	3,8
	Hidrológico	+ Efluentes	2,5
	Paisajístico	+ Contaminación visual	4,9
Mantenimiento de caminos y cortafuegos	Atmosférico	+ Gases y polvo	2,5
		+ Contaminación sonora	2,5
Poda y raleo	Biológico	+ Plagas	6,5
	Social	+ Incendios	4,8
		+ Accidentes	4,4
Tránsito de vehículos livianos y pesados	Atmosférico	+ Gases y polvo	3,0
	Biológico	+ Estrés	4,4
	Edáfico	+ Erosión	2,3
		+ Compactación de suelo	5,2
	Social	+ Accidentes	3,3
Uso múltiple de la tierra	Social	+ Conflictos de uso	7,0

Tabla 4: Áreas de plantación de pinos y de conservación en Aguas Frías.

AREA DE PLANTACIÓN	ÁREA DE CONSERVACIÓN
<p style="text-align: center;">UNIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> – Estepa herbáceo arbustiva (EA) – Estepa herbácea (EH) 	<ul style="list-style-type: none"> – Bosque de <i>N. pumilio</i> (BP) – Bosque de <i>N. pumilio</i> y <i>A. araucana</i> (BM) – Peladero (PE) – Pradera higrófila de ribera (PH) – Pradera xerófila sobre afloramiento rocoso (PX) – Franja de amortiguación con ancho de a) 50 m bordeando el límite del bosque natural, b) 15 m desde el borde de la terraza fluvial y c) 15 m desde camino, cortafuego y alambrado – Cumbre y flanco superior – Escarpa – Acantilado – Cañadón – Incisión – Interfluvio – Flanco de valle exposición NE – Fondo de valle glaciario
<p style="text-align: center;">CATEGORÍA</p> <p>a) Plantación de <i>P. ponderosa</i> y <i>A. araucana</i></p> <p>b) Plantación de <i>P. ponderosa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Área de plantación a densidad baja (625 ind/ha) en suelos con alta pedregosidad a) cuenca de recepción con exposición general E, b) Pendiente inferior – Área de plantación a densidad media (830 ind/ha) 	

Tabla 5: Resumen del programa de conservación de Aguas Frías.

ACCIÓN	OBJETIVO
Evitar contaminación biológica de áreas naturales circundantes	Controlar mecánicamente las especies exóticas invasoras
Diseñar rodales irregulares con límites no abruptos	Mejorar aspecto escénico y promover que la plantación actúe como área de amortiguación y “corredor biológico” en un paisaje fragmentado
Disminuir la erosión eólica e hídrica con base antropogénica	Implementar un plan de recuperación de áreas con cárcavas y movimientos en masa, basado en la re-vegetación estabilizadora y la construcciones vivas, mixtas y obras de bioingeniería
Diversificar el sistema forestal	Transformar rodales en disetáneos, pluriestratificados y con especies exóticas y nativas, mejorando la calidad del hábitat para plantas y animales.
Impedir pastoreo de ganado	Instalar cerramiento efectivo
Implementar proyecto silvopastoril	Prevenir conflictos asociados al uso de la tierra y diversificar la producción
Implementar técnicas apropiadas de poda y raleo	Disminuir daños a árboles y atenuar ataque de plagas
Implementar técnicas silviculturales adecuadas	Reducir erosión mediante cortas invernales y extracciones de madera estivales, la ejecución de obras de protección contra erosión y la reforestación previa a corta final
Plantar a baja densidad	Desarrollar sotobosque, atenuar plagas forestales, promover biodiversidad, obtener productos comerciales rápidamente y disminuir erosión
Promover la conservación y restauración del bosque de <i>N. pumilio</i> y <i>A. araucana</i>	Los incendios, el sobrepastoreo y la tala indiscriminada determinó la existencia de bosques en estado de desarrollo sobremaduro (baja densidad de árboles de gran tamaño, alto volumen y área basal y gran cantidad de árboles muertos en pie) y sin regeneración en los claros del dosel. Instalar un cerramiento efectivo contra el ganado y plantar árboles que provengan de las semillas del lugar o de fuentes próximas (Figura 4).
Promover la conservación y restauración del matorral de <i>N. antarctica</i>	La combinación de incendios, sobrepastoreo y tala indiscriminada provocó la degradación y desaparición de estos matorrales, aunque persisten individuos vivos aislados. Implementar un cerramiento efectivo contra el ganado y plantar renovales en áreas ocupadas históricamente por esta formación.
Restringir plantación en áreas de interés ambiental y de amortiguación	Proteger hábitats y procesos ecológicos clave, por ejemplo en las praderas higrófilas

Tabla 6: Compatibilidad de usos en los diferentes ambientes del campo forestal Aguas Frías. BP: Bosque puro, BM: Bosque mixto, EA: Estepa herbácea arbustiva, EH: Estepa herbácea, PE: Áreas sin vegetación, PH: Pradera higrófila, PX: Pradera xerófila y MN: Matorral. Actividad no permitida o no posible (gris) y permitida o posible (blanco).

ACTIVIDAD	BP	BM	MN	EA	EH	PE	PH	PX
Diversificación forestal								
Ecoturismo								
Educación ambiental								
Investigación y monitoreo								
Mitigación								
Infraestructura								
Plantación de <i>A. araucana</i>								
Plantación de <i>P. ponderosa</i>								
Restauración y conservación								

Figura 1: Mapa de vegetación del campo forestal Aguas Frías.

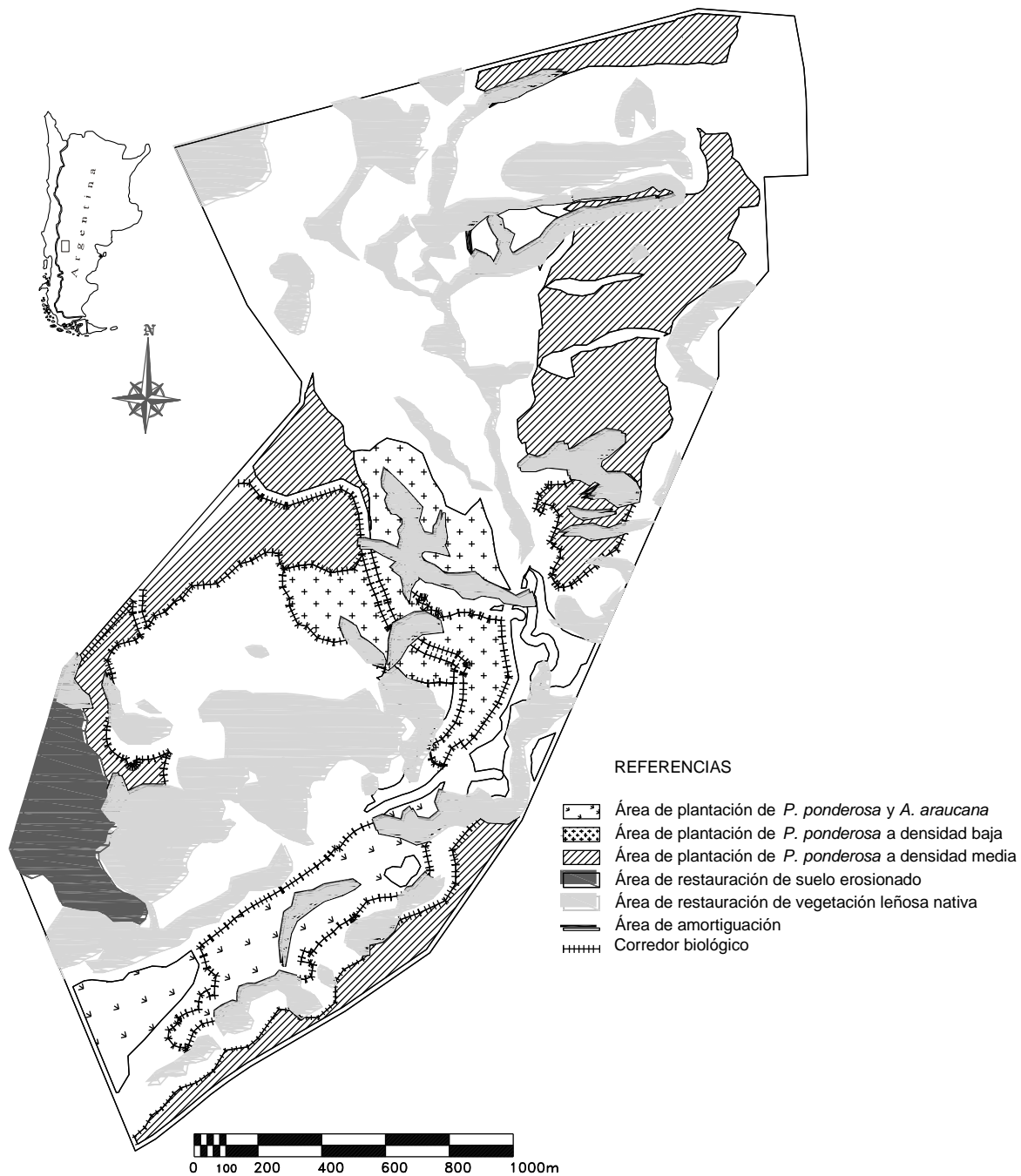


Figura 2: Distribución de las frecuencias de diámetro (DAP) de los rodales de *N. pumilio* (gris) y *A. araucana* (blanco). Clase 1: 5 - 10 cm, 2: 10,1 - 20, 3: 20,1 - 30,...,11 > 100 cm.

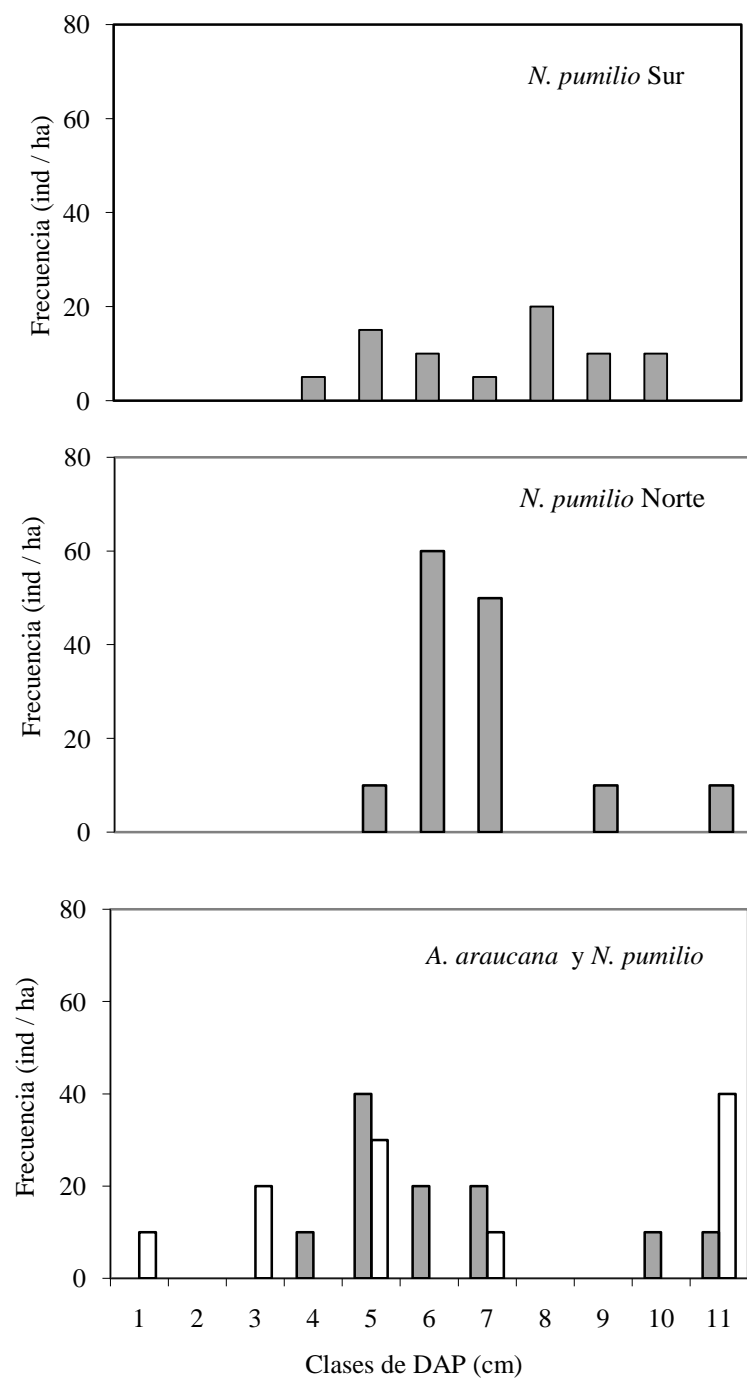


Figura 3: Mapa de zonificación del campo forestal Aguas Frías.

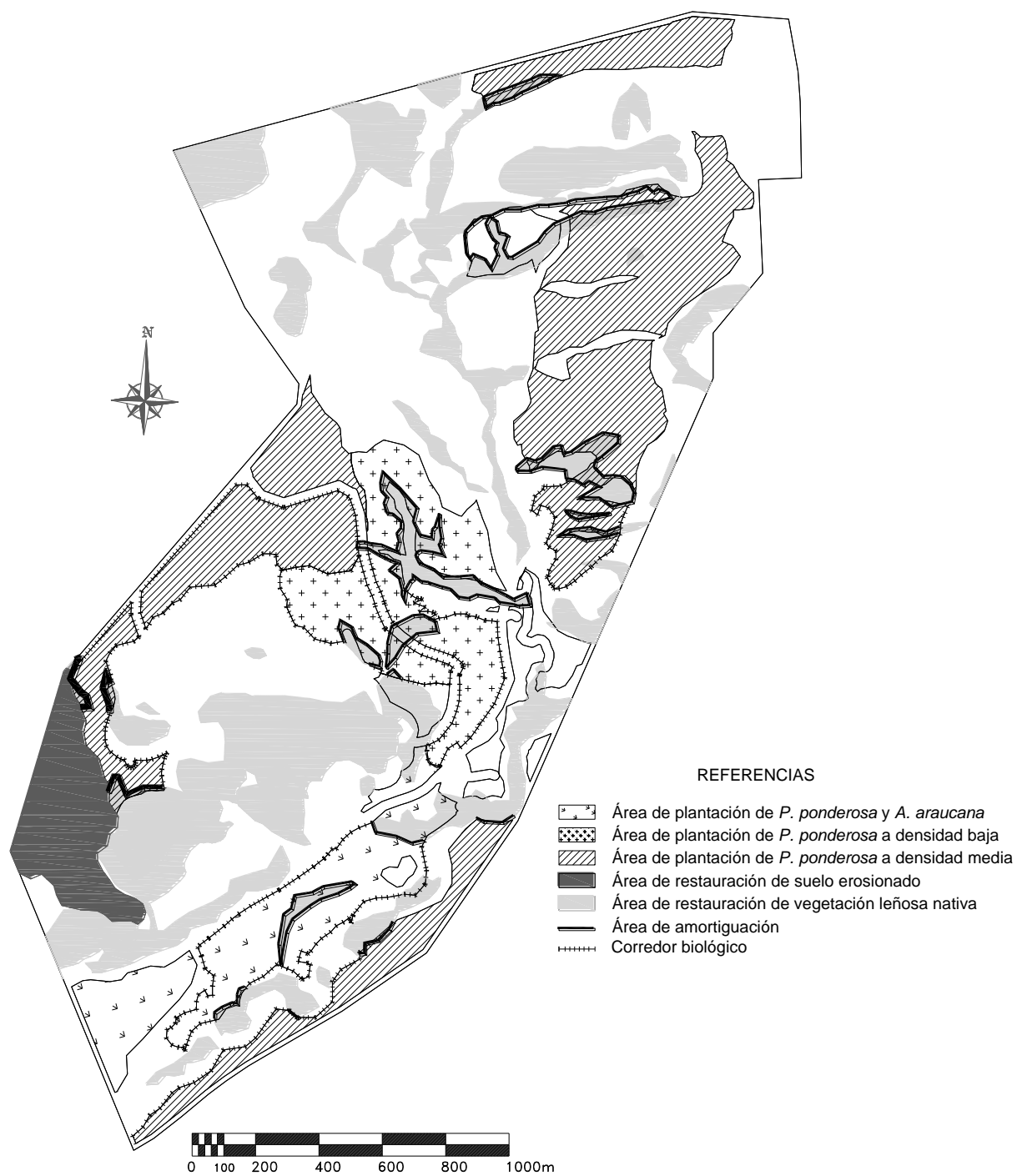


Figura 4: Cantidad de arboles nativos plantados entre 2007 y 2010 en Aguas Frías. *Araucaria araucana* es una especie vulnerable protegida nacional e internacionalmente (Walter y Gillett 1998, CITES 2008).

