

Cambios Negativos en la Heterogeneidad de Bosques de Ciprés de la Cordillera a Escala de Paisaje

Francisco Carabelli¹, Silvio Antequera¹, Horacio Claverie²¹Grupo de Estudios de la Fragmentación de Bosques Nativos Andino Patagónicos, CIEFAP²Dirección General de Bosques y Parques de la Provincia del Chubut

Introducción

La región andino patagónica ampara uno de los ecosistemas boscosos más singulares del planeta, que constituye una de las últimas fronteras forestales en su tipo (Bryant *et al.*, 1997). Estos bosques son particularmente abundantes en endemismos y particularidades adaptativas (Donoso 1995), al tiempo que cubren las cuencas altas y medias -y aún los valles- de los ríos de la región (Rusch 1989). A pesar de la baja densidad demográfica -1,5 hab./km²), las áreas boscosas disminuyen desde fines del siglo diecinueve y principios del siglo veinte, a causa de alteraciones extensivas de origen humano tales como explotaciones ganaderas, incendios y extracciones forestales, entre las más significativas (Carabelli y Antequera, 2003). Estudios recientes han corroborado este proceso al comprobar una reducción de la superficie original de bosque, debido a la predominancia de los cambios fundamentalmente «negativos» provocados por el hombre (Carabelli *et al.*, 2002).

El ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) es una de las especies arbóreas nativas que ha sido más severamente afectada por la influencia humana. El desarrollo no planificado de asentamientos humanos que ha incrementado dramáticamente el riesgo de incendios, el cambio de uso para habilitar tierras para el pastoreo de ganado ovino y bovino, el reemplazo por especies exóticas de más rápido crecimiento, el desarrollo agrícola en pequeñas pero numerosas propiedades y la explotación intensiva para el empleo de la madera han reducido, en algunos casos drásticamente, la superficie original (Carabelli *et al.*, 2003).

Desde una perspectiva ecológica, estos impactos alteran negativamente el hábitat original, al aislar y reducir el área

del mismo y producir un aumento proporcional de bordes con relación a las condiciones de interior. Distintos autores (Franklin y Forman, 1987; Van Dorp y Opdam, 1987) señalan que los cambios en la forma y conectividad de los parches provocan alteraciones en la riqueza de especies, en su distribución y en la probabilidad de que se manifiesten perturbaciones necesarias para los procesos de sucesión. De acuerdo con Murcia (1995) el aumento en la cantidad de ambientes de borde produce efectos a nivel de los componentes abióticos del ecosistema -cambios microclimáticos- y bióticos directos e indirectos, tales como cambios de la abundancia de especies y en los procesos de interacción.

En este contexto, hemos abordado el estudio de los cambios en la heterogeneidad de los bosques nativos de ciprés de la cordillera en dos niveles: el primero de ellos es el de paisaje, esencialmente cuantitativo, para determinar las alteraciones en superficie que han afectado a los distintos tipos forestales e identificar la na-

turalidad de algunas de tales alteraciones.

El segundo nivel, de carácter cuali-cuantitativo, involucra una escala predial para analizar la biodiversidad asociada a tres sectores de borde adyacentes a matrices originadas por incendios forestales, plantaciones de *Pinus ponderosa* y talas rasas.

En este artículo presentamos algunos resultados a escala de paisaje, en tanto aquellos provenientes de los estudios a escala predial serán objeto de próximas contribuciones. Como se verá, esta clase de análisis a nivel de paisaje permite poner en evidencia, mediante una ardua tarea de cuantificación, cómo la influencia humana está amenazando estos singulares ecosistemas forestales.

Material y métodos

El área de trabajo se ubica en el NO de la Provincia de Chubut, Argentina (42° 09' 25.7" S - 71° 23' 08.5" O) y posee una superficie de 7000 ha. Se realizó un análisis detallado de elementos del paisaje

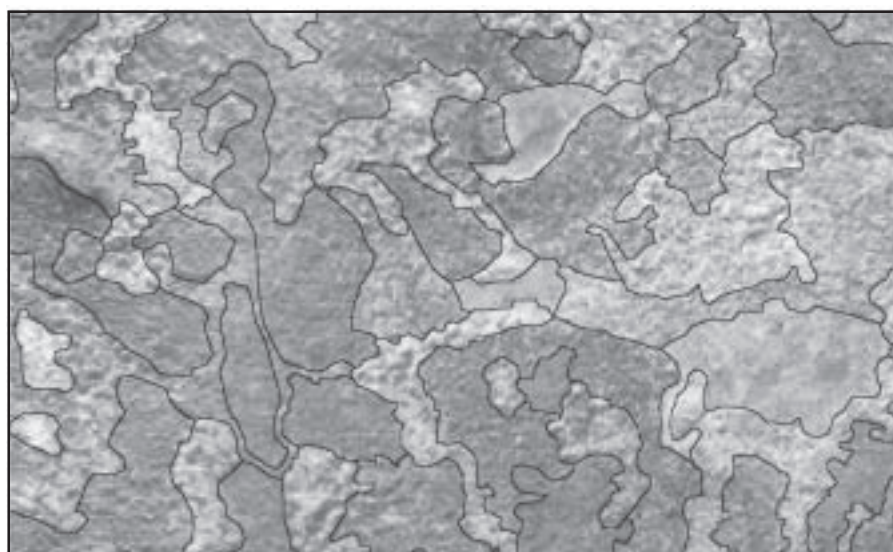


Figura 1: Un sector del área de estudio donde se ejemplifica la distribución original del bosque nativo en 1970 sobre un fotomosaico en escala 1:20000.



sobre un fotomosaico ensamblado con 25 fotografías aéreas en infrarrojo tomadas en el año 1970 a una escala aproximada 1:20000 (Figura 1). La identificación de zonas incendiadas y plantaciones de especies exóticas, únicas alteraciones consideradas en este análisis, se realizó sobre una imagen satelital IKONOS multiespectral obtenida en enero de 2001 (4 bandas, resolución espacial de 4 x 4 m). Para la ortorrectificación de las fotografías y la imagen se confeccionó un Modelo Digital de Terreno (MDT) a partir de curvas de nivel (equidistancia 100 m) digitalizadas de cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM). Para la elaboración del MDT, la ortorrectificación de la imagen y las fotos y el ensamble del fotomosaico se utilizaron diferentes módulos de los programas Erdas Imagine y ArcView.

Sobre el fotomosaico del año 1970 se delimitaron elementos del paisaje (Figura 2) definidos para este estudio como parches de bosque según la siguiente clasificación por tipos forestales:

- 1) Ciprés puro,
- 2) Ciprés-Coihue (*Nothofagus dombeiyi*) (cobertura de ciprés > 50 %),
- 3) Coihue-Ciprés (cobertura de coihue > 50%),
- 4) Ciprés-Matorral con las siguientes especies arbóreas o arbustivas acompañantes: ñire (*Nothofagus antarctica*), laura (*Schinus patagonicus*) y radial (*Lomatia hirsuta*).

Para los 4 tipos forestales se distinguieron parches según tres clases de densidad:

- 1) Denso (distancia entre dominantes < 5 m),
- 2) Semidenso (distancia entre 5 y 10 m),
- 3) Ralo (distancia > 10 m). Se estableció una Mínima Unidad Cartografiada (MUC) de 2500 m², habiéndose individualizado sólo elementos de superficie mayor a la misma.

Los mismos elementos del paisaje y las alteraciones antrópicas indicadas se identificaron sobre la imagen IKONOS de 2001 (Figura 3). El chequeo de terreno permitió ajustar la clasificación inicial de tipos forestales.

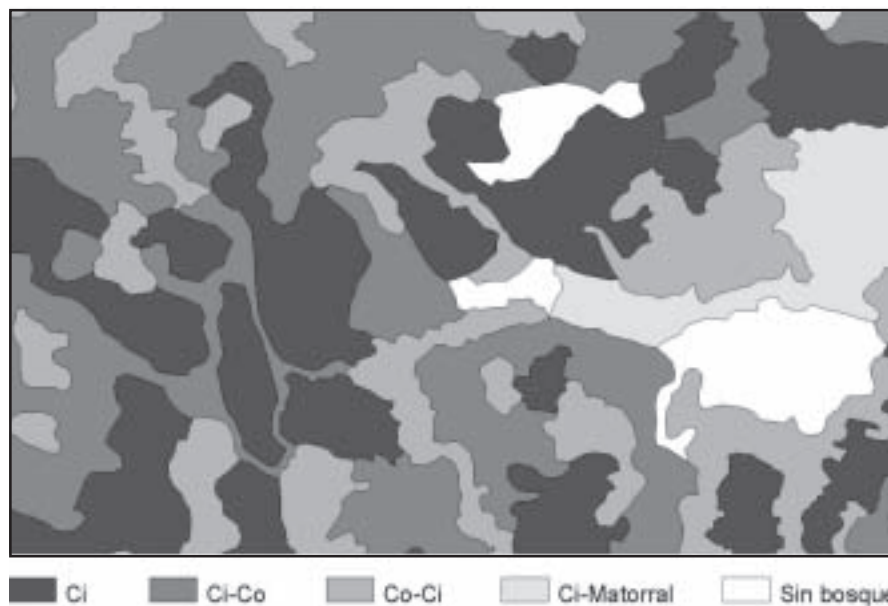


Figura 2: Un sector del área de estudio donde se ejemplifica la clasificación del bosque nativo por tipos forestales en el fotomosaico de 1970.

El cálculo de superficies por clases y el análisis de los cambios ocasionados por las alteraciones consideradas se realizaron con los programas *Xtools* y *Fragstats*, que funcionan como extensiones del programa ArcView. Se emplearon los siguientes índices: *número de parches por clase* (N), *superficie (S) de la clase* (superficie de la totalidad de polígonos pertenecientes al mismo elemento del paisaje, expresado en hectáreas), *porcentaje de superficie (S%) de la clase respecto al área total de paisaje*, *tamaño medio de parche* (SPM), que representa el tamaño

promedio aritmético de cada parche de un tipo de clase dado, *tamaño medio de parche ponderado por el área* (SPM²).

Este último índice intenta subsanar el efecto desproporcionado de los parches pequeños sobre el índice de interés (McGarigal y Marks, 1995), en este caso el tamaño de parche, pues suele ocurrir que unos pocos parches grandes se hallen rodeados de muchos parches más pequeños, haciendo que la distribución de frecuencias de tamaños de parches en muchos paisajes sea frecuentemente asimétrica. Bajo estas condiciones, un sim-

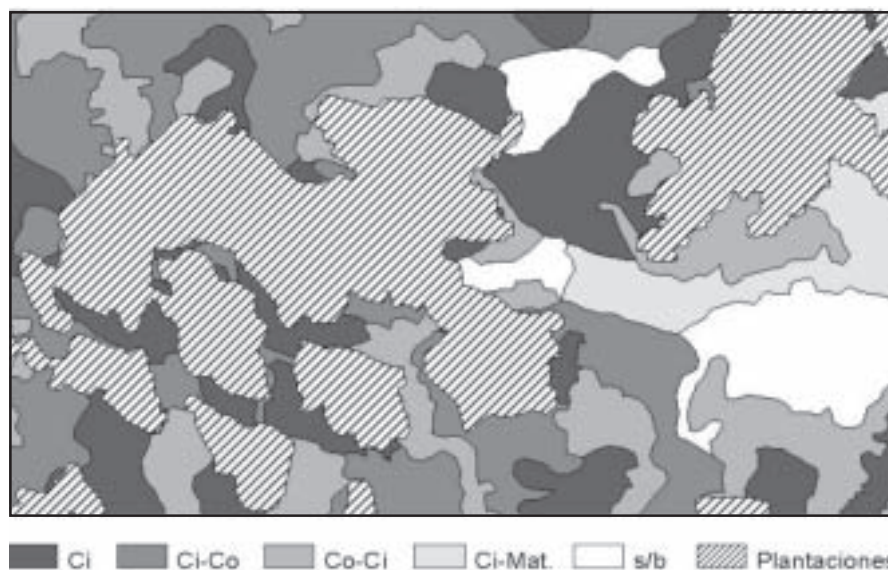


Figura 3: Un sector del área de estudio donde se ejemplifica el reemplazo del bosque nativo por plantaciones con especies exóticas ocurrido entre 1970 y 2001.

Tabla 1: Índices de cuantificación del cambio en la heterogeneidad de bosques de ciprés debido a incendios y reemplazo por plantaciones.

	Tipo de elemento	N	S	S%	SPM	SPM ²	SP _{Max}
1970	Ciprés	551	3375	56	19,5	35,5	486
	Coihue	164	484	8	5.2	0.8	51
	Plantación	0	0	0	0	0	0
	Matriz	176	2153	36	12,2	200	801
	Total	891	6013	100	-	-	-
2001	Ciprés	831	2540	42	9.8	9.9	209
	Coihue	160	517	9	5.1	1.5	63
	Plantación	86	677	11	7.9	5.1	101
	Matriz	158	2280	38	14.4	332.9	1212
	Total	1235	6013	100	-	-	-

ple promedio aritmético no refleja el tamaño esperado de parche que podría encontrarse mediante una sencilla ubicación al azar de puntos sobre el mapa (Turner *et al.*, 2001). El último índice seleccionado fue el *tamaño máximo de parche* (SP-Max) que respecto de la superficie total del paisaje analizado puede dar una idea del grado de conectividad de la clase de interés.

Resultados y discusión

En el año 1970 los sitios dominados por el ciprés conformaban una superficie predominantemente continua o interco-

nectada y ocupaban una superficie de casi 3400 ha. Esta situación se modificó drásticamente al ser reemplazadas 475 ha por plantaciones y 360 ha afectadas por incendios. La reducción neta de superficie de 24% -835 ha (Tabla 1)- estuvo acompañada por un fuerte cambio negativo en la heterogeneidad del paisaje forestal, debido a la fragmentación de la superficie de bosque de ciprés -casi 34% en el período de tiempo considerado-. La reducción de superficie y el incremento de la condición fragmentada fueron más intensos en las clases de densidad 1 y 3 (Fig. 4).

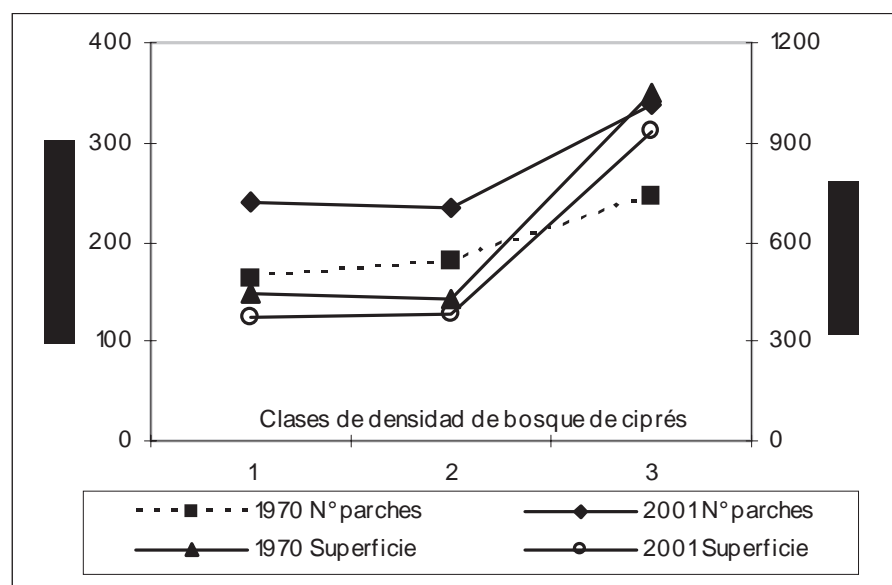


Figura 4: Aumento de la fragmentación y reducción de la superficie de ciprés puro en Epuyén, Chubut.

En 1970, el número total de polígonos de bosque de ciprés ascendía a 551, mientras que en el año 2001 el número de polígonos fue de 831 (Tabla 1). En el paisaje analizado, los bosques de ciprés ocupaban 56% de la superficie en 1970 y se habían reducido a 42% en 2001.

También se comprobaron reducciones relevantes en el tamaño medio de parche tanto aritmético como ponderado por el área. En 1970, el parche medio ponderado era de 35 ha (Tabla 1), mientras que en 2001 se había reducido a tan sólo 10 ha. No menos preocupante resultó constatar que el parche más grande ocupaba, en 1970, una superficie de casi 500 ha, mientras que en 2001 había reducido su tamaño casi al 60% -210 ha- respecto de la condición original.

El reemplazo de bosques de ciprés por forestaciones fue legalmente permitido en la década de 1980 mediante el Decreto Provincial 1096, que entró en vigencia el 13 de noviembre de 1980. Increíblemente, el objetivo del gobierno provincial, que mediante esta reglamentación aprobaba los desmontes a tala rasa de los bosques de ciprés, era «el incremento de las masas boscosas sin perjuicio de las especies naturales existentes», tal como se indicaba en los *Considerandos* del citado Decreto.

Si bien el reemplazo (Figura 5) no es actualmente una práctica avalada legalmente ni tan extendida -aunque se siguen efectuando sustituciones cuando se cortan bosques quemados o sectores afectados por el «mal del ciprés»-, no deben menoscabarse las modificaciones del hábitat que estos reemplazos trajeron consigo y que siguen obrando de manera diferencial en distintas escalas espaciales y temporales. Coincidimos por ello con Haila (2002), quien señala que en tanto los diferentes organismos y los sistemas ecológicos «experimentan» el grado de fragmentación de un ambiente particular en formas variables, incluso contradictorias, es necesario considerar múltiples escalas espaciales y temporales, teniendo en cuenta que las escalas relevantes probablemente varían a través de las especies, regiones geográficas y tipos de ambiente. La incidencia de los incendios forestales (Figura 5), por el contrario, mantiene su vigencia. Estadís-



ticas no publicadas de la Dirección General de Bosques y Parques de Chubut revelan que entre mayo de 2001 y marzo de 2002 se incendiaron 700 ha de bosques de ciprés en el sector de Epuayén - 25% del total de bosques de ciprés afectados por incendios en el área de distribución de la especie, dentro del territorio provincial- y 630 ha de bosques de coihue -28% del total de bosques de coihue afectados por fuego dentro de Chubut-.

En este breve artículo hemos puesto de manifiesto, mediante una caracterización cuantitativa, cómo se han modificado los bosques nativos, principalmente de ciprés, por la acción de dos procesos de origen antrópico en un área que representa el 2,5% de la superficie total -135.400 ha- que cubre la especie en la región de los bosques andinos patagónicos (Bran *et al*, 2002). Si bien este porcentaje respecto del área total no es en sí mismo prominente, creemos que las comprobaciones realizadas tienen un ámbito de validez más amplio, esencialmente por dos razones: la primera de ellas es que el ciprés ocupa la menor superficie entre aquellas especies de bosque nativo que han sido históricamente, y hasta el presente, objeto de una amplia gama de usos por parte del hombre. La segunda razón, estrechamente emparentada con la primera es que actúan sobre esta especie, conjunta o disociadamente, otros procesos tales como el de la subdivisión predial, relativamente reciente pero intensa, el uso pastoril no planificado, los desmontes en sectores afectados por el «mal del ciprés» y la agricultura intensiva.

Este contexto coadyuva para intensificar un complejo de alteraciones que tiene, notoriamente, más efectos negativos que positivos. Tales circunstancias acentúan la necesidad de considerar integralmente los paisajes y de desarrollar acciones de manejo con sólidos fundamentos técnico-científicos, y aceptación en los distintos sectores de la comunidad, para que las prácticas de uso de los ambientes de bosque en nuestra región contribuyan, al menos, a atenuar los procesos de deterioro -por lo menos aquellos que tienen manifestaciones visibles y cuantificables en el corto plazo- de los ecosistemas nativos.

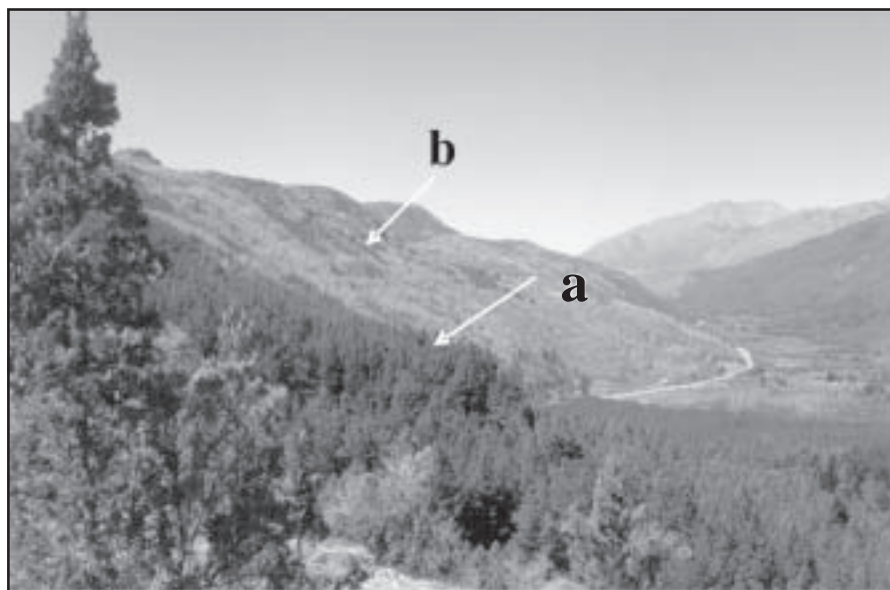


Figura 5: Plantaciones reemplazando ciprés (a) y áreas incendiadas de bosques de ciprés (b) en Epuayén, Chubut.

Bibliografía

- Bran, D.; Pérez, A.; Barrios, D; Pastorino, M.; Ayesa, J. 2002. Eco-región valdiviana: distribución actual de los bosques de «ciprés de la cordillera» (*Austrocedrus chilensis*) - escala 1:250.000. Informe Preliminar. INTA-APN-FVSA. 12 p.
- Bryant, D.; Nielsen, D.; Tanglely, L. 1997. Las últimas fronteras forestales. Ecosistemas y economías en el límite. Instituto de Recursos Mundiales. 42 p.
- Carabelli, F.; Scoz, R.; Claverie, H.; Jaramillo, M.; Gómez, M. 2002. Detection and assessment of positive and negative changes on the heterogeneity of forest landscapes: Fragmentation analysis of «ciprés de la cordillera» forests in Patagonia Andina, Argentina. International Conference «Disturbed landscapes: Analysis, Modeling and Valuation». Cottbus, Alemania. 107-108.
- Carabelli, F.; Antequera, S. 2003. La reducción de la superficie de bosques en la región andino patagónica: análisis de algunos factores involucrados. Reporter Emergency News Agency. 10 p.
- Carabelli, F.; Antequera, S.; Jaramillo, M. 2003. Cambios en la heterogeneidad del bosque nativo en la Patagonia Andina de Argentina y su impacto sobre la biodiversidad en los sectores de borde. *Cuadernos de Biodiversidad*. 14 (3):10-15.
- Donoso, C. 1995. Estado actual y posibilidades de manejo del bosque nativo andino-patagónico. IV Jornadas Forestales Patagónicas. San Martín de los Andes.
- Franklin, J. F.; Forman, R.T.T. 1987. Creating landscape patterns by forest cutting: ecological consequences and principles. *Landscape Ecology* (1): 5-18.
- Haila, Y. 2002. A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology». *Ecological Applications* 12 (2):321-334.
- McGarigal, K.; Marks, B.J. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*.
- Rush, V. 1989. Determinación de las transiciones de estado en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*). CONICET, Informe Final de Beca de Perfeccionamiento. 75 p.
- Turner, M. G.; Gardner, R. H.; O'Neill, R. V. 2001. *Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process*. Springer.
- Van Dorp D.; Opdam, P.F.M. 1987. Effects of patch size, isolation and regional abundance on forest bird communities. *Landscape Ecology*(1): 59-73.

