

Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la Cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile

Characterization of the replacement processes of native vegetation by forest plantations in a lacustrine watershed in the Nahuelbuta Mountain Range, VIII Región, Chile

MARCO CISTERNAS¹, PATRICIA MARTINEZ¹, CARLOS OYARZUN² y
PATRICK DEBELS¹

¹Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción, e-mail: mcisterv@udec.cl
²Instituto de Geociencias, Universidad Austral

RESUMEN

Durante gran parte del presente siglo, el sector septentrional de la Cordillera de Nahuelbuta ha sufrido una de las más importantes modificaciones medioambientales generadas desde la llegada de los colonizadores españoles: el reemplazo de bosque nativo por plantaciones forestales. A pesar de lo anterior, actualmente no se conocen las características evolutivas que ha presentado este cambio en el uso del suelo. Mediante la utilización de SIG, sobre registros fotográficos, se reconocieron las principales características del reemplazo vegetacional en una pequeña cuenca lacustre de Nahuelbuta. A través del tiempo, la disminución de cobertura de bosque y matorral nativo fue estrechamente asociada con el incremento de las áreas forestales. Geográficamente, la superficie forestal fue avanzando hacia el sur de la cuenca, sobre pendientes cada vez mayores, desplazando a los remanentes de bosque nativo. Finalmente, sobre la base de los resultados, se propone un modelo conceptual del proceso de reemplazo vegetacional.

Palabras clave: reemplazo vegetacional, bosque nativo, plantaciones forestales, SIG, cordillera de Nahuelbuta, Chile.

ABSTRACT

During great part of the present century, the northern sector of the Nahuelbuta mountain range has suffered one of the most important environmental modifications produced since the arrival of Spanish settlers: the replacement of native vegetation by forest plantations. In spite of this, at present the evolutive characteristics of this processes are unknown. The main characteristics of the vegetation replacement process were analyzed in a small lacustrine watershed, located in the Nahuelbuta mountain range, through the use of GIS and aerial photographs. Through time, the reduction of native vegetation cover was closely tied with the increase in reforested areas. Geographically, the reforested areas advanced towards the south of the watershed, over steeper slopes displacing the remnant native forest. Finally, a conceptual model of the replacement vegetation processes is proposed.

Key words: vegetation replacement, native forest, forest plantations, GIS, Nahuelbuta mountain range, Chile.

INTRODUCCION

Cuando los españoles visitaron por primera vez la Cordillera de la Costa, al sur del río Biobío (Nahuelbuta), la cobertura vegetal era muy diferente a la de hoy en día. La vegetación estaba compuesta principalmente por matorral arborescente y bosques de *Nothofagus obliqua*, *Aextoxicon*

punctatum, *Laurelia sempervirens* y *Persea lingue* (Barrientos 1990, Millán & Carrasco 1992, Donoso & Lara 1996). Paralelamente con la conquista y colonización, comienza un proceso de degradación, mediante talaje y quemadas extensivas, del bosque original (Oliver & Zapatta 1950, Morales 1989). Posteriormente, hacia el siglo XIX, la cordillera de Nahuelbuta cubre gran parte de

la demanda de trigo producida por la Fiebre del oro de California y Australia (Campos-Harriet 1982). Este fenómeno generará la exagerada degradación de los suelos cordilleranos de secano costero hacia el final del siglo (Endlicher 1988).

Fue también la cordillera costera, ubicada al sur del río Biobío, donde se desarrollaron las primeras plántulas de *Pinus radiata*, con el objetivo de controlar el proceso degradativo de los suelos y de satisfacer los requerimientos de madera de las faenas mineras de Lota (Astorquiza 1929, Contesse 1987). Este proceso de reemplazo de los remanentes de vegetación nativa por especies exóticas, contrariamente a lo supuesto comúnmente, alcanza su máxima expresión y velocidad hacia mediados del siglo XX (Morales 1989, Unda & Ravera 1994) Existiendo una primera fase, desde los inicios del presente siglo hasta la década del sesenta, que se caracteriza por un mínimo desarrollo de la forestación, impulsada principalmente por particulares (e.g. Carbonífera Lota). Una segunda etapa, desde mediados de la década del sesenta hasta mediados de los años setenta, en que la forestación sufrió una importante multiplicación debido a los programas de apoyo estatal. Finalmente, la etapa actual, a partir de mediados de los setenta, presenta la mayor extensión forestal producto de

una legislación de fomento, de la industrialización del producto y de la aparición de un mercado comprador internacional (Morales 1989, Millán & Carrasco 1992, Oyarzún 1993).

A pesar del significado económico, social, ecológico y medioambiental que ha tenido este importante cambio de uso del suelo, hoy en día las características del proceso que ha sufrido gran parte de la Cordillera de Nahuelbuta, no han sido suficientemente estudiadas. Por lo anterior, la presente investigación pretende realizar una caracterización, sobre la base de una escala local, del fenómeno de reemplazo de la vegetación nativa por plantaciones forestales. Para ello, se estudiarán los cambios de uso del suelo y sus características en una pequeña cuenca lacustre de las estribaciones septentrionales de la Cordillera de Nahuelbuta, durante los últimos cincuenta años (1943 - 1994).

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Laguna Chica de San Pedro (Fig. 1) está en la parte noroccidental de la Cordillera de Nahuelbuta, al sur del río Biobío y a unos 5 km del centro de la ciudad de Concepción.

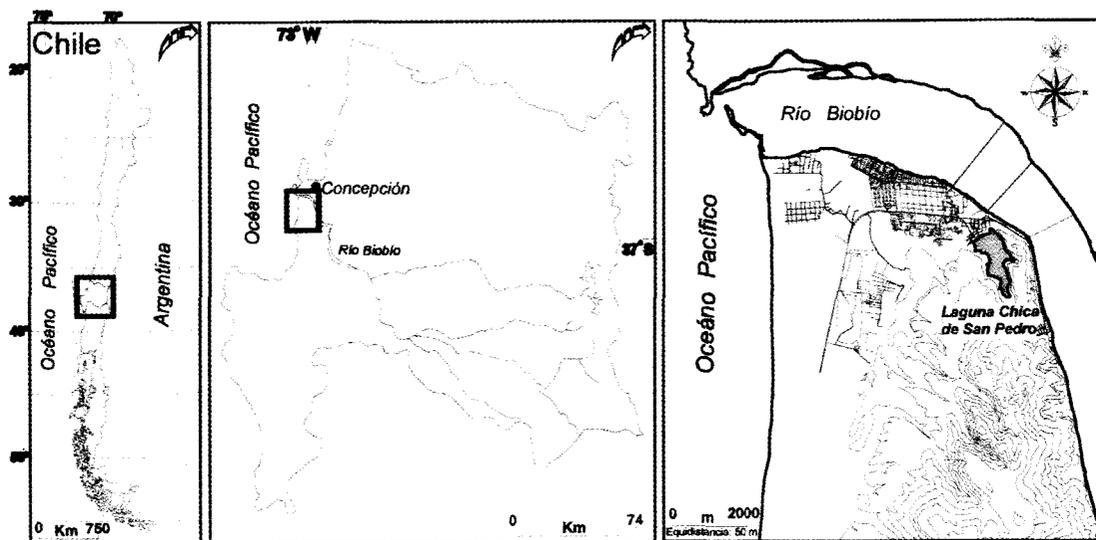


Fig. 1. Localización de Laguna Chica y topografía circundante.

Location of Laguna Chica and adjacent topography.

Geomorfológicamente, la zona en que se encuentra su cuenca es de contacto entre dos de las cuatro unidades de relieve tradicionales en Chile. La Cordillera de la Costa, representada por el bloque solevantado de Nahuelbuta y la Planicie Costera caracterizada por el sistema de planos sedimentarios fluvio-marinos. El bloque de Nahuelbuta alcanza alturas máximas de 400 m.s.n.m. y pendientes variables desde 0°, en las mesetas, hasta 45° en las riberas del cuerpo lacustre. Los sectores de terrazas y plataformas, localizados preferentemente en el sector oeste de la cuenca, se originaron, hacia el Cuaternario Antiguo, por acción marina y movimientos tectónicos (Ilabaca 1978¹). El plano sedimentario, que retuvo a las aguas de la laguna, corresponde a los sectores bajos (Leone et al. 1993).

La vegetación original de la cuenca de Laguna Chica se inserta en la transición entre las regiones meso e higromórfica (Di Castri 1968). El bosque esclerófilo se contacta con el de roble-laurel-lingue que se desarrolla más al sur, presentándose, desde el punto de vista ecológico, una situación de riqueza vegetal. Este bosque al ser talado origina matorrales esclerófilos, los cuales a su vez al ser sobre explotados, se convierten en comunidades arbustivas bajas. Estos hábitats son rápidamente colonizados por malezas introducidas, como Retamilla (*Tellina monspessulana*), las que forman comunidades asociadas a renovales del antiguo bosque esclerófilo. Sobre esta situación vegetal y edáfica se ha desarrollado el proceso de reforestación artificial. Actualmente, en las quebradas más profundas de la cuenca, se observan sólo restos de vegetación nativa, con especies como Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Boldo (*Peumus boldus*), Avellano (*Gevuina avellana*), Litre (*Lithrea caustica*), Maqui (*Aristotelia chilensis*) y Canelo (*Drimys winteri*), siendo dominantes las especies exóticas, principalmente Pino insigne (*Pinus radiata*). Durante los últimos años, la vegetación presenta una tendencia notablemente degradativa hacia comunidades

del tipo matorral y pastizal, degradación que se traduce en erosión de los suelos (Barrientos 1990).

Delimitación de la cuenca de drenaje

Debido a la necesidad de contar con la definición y extensión exacta de la superficie de la cuenca de Laguna Chica, se procedió a su delimitación mediante dos metodologías. Por una parte, se utilizó la cartografía topográfica del Ministerio de Vivienda y Urbanismo-Municipalidad de Concepción, escala 1:10.000, con equidistancia entre curvas de nivel de 10 m, apoyada mediante la técnica de fotointerpretación de las fotografías aéreas del SAF (1994), escala 1:20.000. Paralelamente, mediante un Modelo Digital de Elevación (MDE), se realizó la delimitación computacional de la cuenca con el algoritmo matemático Triangulation W/Linear Interpolation, utilizando el software Surfer con el fin de comprobar la calidad de la delimitación manual.

Concluidas ambas tareas, se procedió a comparar los resultados y estudiar las diferencias entre el traslape de ambos límites. En algunos sectores, de acuerdo al criterio geomorfológico, se optó por preferir el sistema computacional y en otros el sistema tradicional, finalizando en una delimitación considerada óptima.

Determinación del cambio en el uso del suelo

El proceso de reemplazo vegetal en la cuenca de Laguna Chica fue determinado mediante la técnica de fotointerpretación, utilizando fotografías aéreas verticales de alta resolución (1943, vuelo TRIME-TROGON, escala 1:40.000; 1955, vuelo HYCON, escala 1:70.000; 1961, vuelo O.E.A., escala 1:20.000; 1978, vuelo S.A.F., escala 1:30.000; 1981, vuelo S.A.F., escala 1:50.000 y 1994, vuelo S.A.F., escala 1:20.000). La información fue traspa-

¹ ILABACA G (1978) Transgresión marina reciente en el litoral de Concepción. Antecedentes morfológicos. Seminario Taller sobre desarrollo e investigación de los recursos marinos, VIII Región, Universidad de Concepción, Concepción. pp 31-40.

da, corrigiendo computacionalmente las diferentes escalas fotográficas, a la cartografía topográfica base. Mediante este proceso se obtuvieron seis cartas representando diferentes períodos de tiempo (1943, 1955, 1961, 1978, 1981 y 1994).

La información lograda para cada año, fue digitalizada e ingresada al SIG ARC/INFO, separando los usos del suelo en diferentes coberturas. Posteriormente, se categorizaron los usos de acuerdo a la información obtenida desde las fotografías. Finalizado el procedimiento anterior, fue posible obtener las variaciones cualitativas, cuantitativas y temporales de la cobertura vegetal, durante los últimos

cincuenta años, en toda la cuenca de drenaje del lago.

Categorización de los usos del suelo indicadores de reemplazo vegetal

Ingresada la información de las fotografías aéreas al SIG y considerando las tipologías vegetacionales descritas para la cuenca de Laguna Chica (Barrientos 1990), se reconocieron los principales usos del suelo que se han presentado en la cuenca durante los últimos cincuenta años:

Bosque y matorral nativo: Corresponde a áreas con presencia de vegetación original

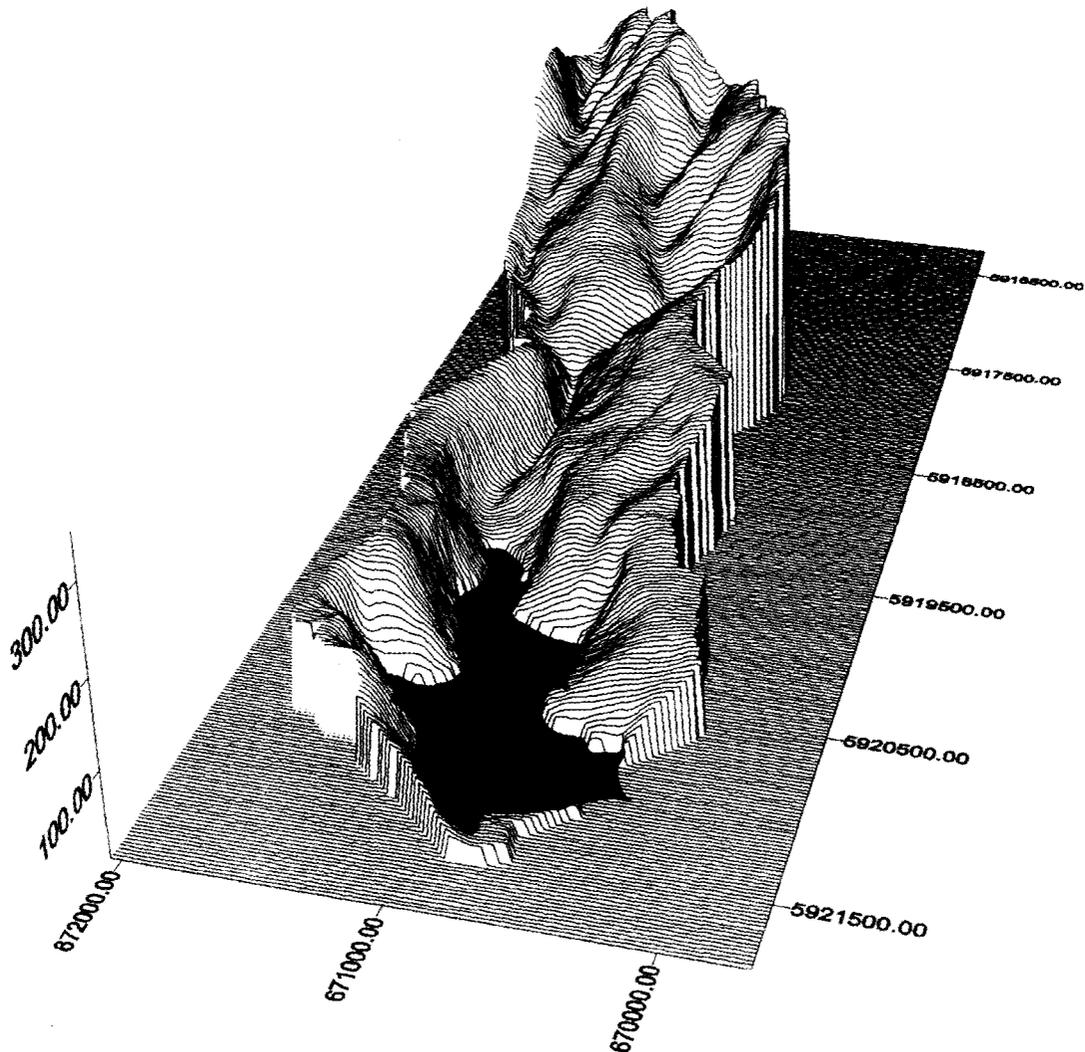


Fig. 2. MDE y delimitación de la cuenca de drenaje de Laguna Chica (coordenadas UTM; vista norte).
MDE and Laguna Chica watershed boundary (UTM coordinates; north view).

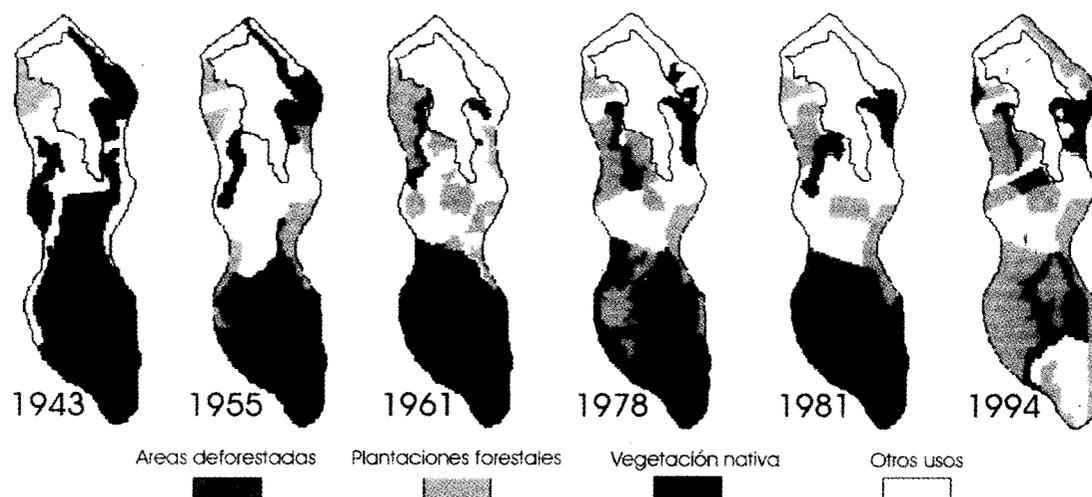


Fig. 3. Cambio en la cobertura vegetal durante los últimos 50 años en la cuenca de Laguna Chica. Vegetation cover change over last 50 years in the Laguna Chica watershed.

(boscosa o arbustiva) en diferentes grados de conservación, generalmente corresponden a una forma relativamente degradada de bosque, debido a la temprana intervención humana (e.g. corta, quemas).

Plantaciones forestales: Corresponde a áreas ocupadas por plantaciones forestales de especies exóticas, principalmente *Pinus radiata* y *Eucaliptus globulus*.

Áreas deforestadas: Son coberturas que, mediante prácticas humanas (e.g. corta, quemas) o naturales (e.g. incendios), presentan escasa o nula cobertura vegetal, dejando el suelo expuesto a los agentes atmosféricos.

Otros usos: Corresponden a áreas con cobertura urbana, residencial, con matorral heterogéneo y sectores de humedales.

RESULTADOS

Definición de la cuenca de Laguna Chica

Se aprecia que la cuenca de Laguna Chica es una quebrada estrecha con fuertes pendientes (Fig. 2), con una orientación nortesur, limitada septentrionalmente por el plano sedimentario del río Biobío y el propio cuerpo lacustre. En el extremo sur se observan las mayores pendientes, mientras que en el sector central predominan las mesetas

con baja pendiente, comparables con las del extremo norte.

Evolución espacial y temporal del proceso de reemplazo vegetal

Las herramientas del Sistema de Información Geográfico, generaron seis cartas históricas con los usos del suelo. Estas permiten reconocer la localización y distribución geográfica de las cuatro diferentes coberturas (Fig. 3).

Se observa que hacia comienzos de la década del cuarenta, la cuenca estaba cubierta mayoritariamente por el bosque y matorral nativo, distribuido principalmente en el sector sur, sobre la cabecera y quebradas centrales. En general, la vegetación nativa cubría los sectores de mayores pendientes al interior de la cuenca. La actividad forestal presenta un desarrollo incipiente en el extremo norte, sobre los sectores más bien planos. No se observan áreas sin cobertura vegetal.

En 1955 el bosque y matorral nativo continúa dominando, aunque en menor medida. En un periodo de doce años, la vegetación nativa fue desplazada completamente desde el sector central de la cuenca. Paralelamente, se observa un ligero aumento de las plantaciones forestales a modo de par-

ches. De modo similar al periodo anterior, no se aprecian sectores deforestados.

En 1961, se observa, por una parte, la proliferación de parches con plantaciones forestales, y por otra, la aparición de una gran área deforestada, que anteriormente tenía vegetación nativa. De este modo, el bosque y matorral nativo queda aun más restringido hacia el extremo sur de la cuenca. Probablemente, desde un punto de vista ambiental, este periodo significó un fuerte estrés, ya que la deforestación se produjo principalmente en los sectores de mayores pendientes.

Finalizando la década de los años setenta, las plantaciones forestales comenzaron a ocupar parte del sector que anteriormente había sido deforestado, aumentado, de este modo, la superficie total forestal. A pesar de lo anterior la proporción de vegetación nativa se mantiene relativamente constante.

A inicios de los años ochenta, por primera vez, el bosque y matorral nativo es desplazado, del sector sudeste de la cuenca, por la deforestación, que alcanza su máxima presencia durante este período. Las plantaciones forestales, probablemente por cosecha o incendios, sufren una fuerte disminución.

Hacia 1994, se aprecia un control mayoritario de las plantaciones forestales que han desplazado casi completamente al bosque y matorral nativo desde el sector sudeste, superficie que tradicionalmente había estado cubierta por remanentes nativos, relegándolos sólo a las quebradas más profundas. Esta situación, probablemente más que responder a un plan de manejo está determinada por la dificultad de la explotación sobre esas pendientes. Respecto a la vegetación, 1994 es un período extremo, con la máxima extensión superficial de plantaciones y la menor presencia de bosque nativo durante las últimas cinco décadas, por lo que corresponde a la situación exactamente inversa, de lo acontecido en 1943.

En resumen, durante los últimos cincuenta años, se observa una paulatina penetración, en sentido norte-sur, de las plantaciones forestales sobre sectores tradicionalmente ocupados por remanentes nativos.

La cabecera de la cuenca con las mayores pendientes, ha evolucionado desde coberturas de bosque y matorral nativo, que posteriormente han sido degradadas por la deforestación, a sectores dominados por las plantaciones forestales. Estos cambios tienen una gran importancia en la evaluación degradativa del suelo, pues han sido modificaciones realizadas en los sectores más frágiles del sistema; la cabecera de la cuenca con las mayores pendientes, evolucionando desde un área relativamente protegida por vegetación nativa, posteriormente degradada por deforestación, para finalmente ser plantada con especies exóticas maderables.

Evolución porcentual del cambio vegetacional

Gracias a las aplicaciones del SIG, fue posible cuantificar, superficialmente, cada uno de los usos del suelo estudiados. La Fig. 4 muestra, porcentualmente, la evolución del recemplazo de la vegetación nativa por las plantaciones forestales durante los últimos cincuenta años en la cuenca de Laguna Chica.

El porcentaje de bosque y matorral nativo fue mayor durante 1943 con un 70%, decreciendo continua y sostenidamente hasta un 13% en 1994. En contraste, el porcentaje de plantaciones forestales se incrementó desde un 4% en 1943 a un 46% en 1994. La cobertura de áreas deforestadas fue irregular durante los cincuenta años, sin presencia en 1943 y 1955, aumentando a 16% en 1961, 14% en 1978 y 22% en 1981. Finalmente, el porcentaje decreció, en función de la expansión de las áreas forestales, a 8% durante 1994. Las oscilaciones de la deforestación parecieran estar controladas por la necesidad expansiva de la actividad forestal, pues una vez deforestado un sector, rápidamente es ocupado por la cobertura forestal.

DISCUSION

La utilización de fotografías aéreas de diferentes años, con el fin de obtener la evo-

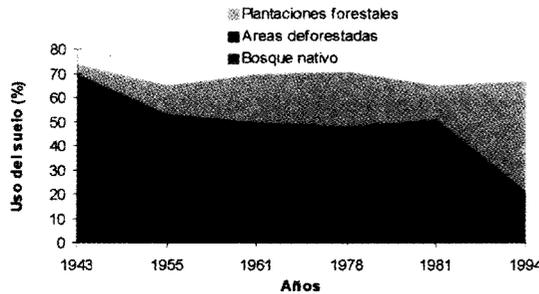


Fig. 4. Evolución porcentual de las coberturas en la cuenca de Laguna Chica.

Percental evolution of the covers in the Laguna Chica watershed.

lución temporal de un sistema natural, implica necesariamente una simplificación de la realidad. Sin embargo, a diferencia de la interpretación fotográfica tradicional, ofrece una dinámica temporal imposible de ser igualada con el estaticismo de la fotografía aislada.

La aplicación de este método permitió reconocer que, en Laguna Chica de San Pedro, el reemplazo de los remanentes de vegetación nativa por especies forestales comenzó, entre los años cuarenta y cincuenta, en los sectores central y norte de la cuenca, sufriendo posteriormente un desplazamiento hacia el sur, modificándose las condiciones de la cabecera de altas pendientes. Este desplazamiento probablemente respondió a la necesidad de ampliar la superficie de suelos forestales, debido a la política de incentivo a las plantaciones surgida desde el Estado.

En Chile, el proceso de incentivo forestal comienza en 1931, cuando se promulga la ley de bosques, manifestando el Estado su voluntad de acelerar el proceso de introducción de especies exóticas, motivando a los propietarios privados a forestar por sus propios medios. Estas primeras reforestaciones se comenzaron en las grandes propiedades y respondían principalmente a un objetivo de control erosivo (Morales 1989, Unda & Ravera 1994). En 1943 fue lanzado el "Plan Chillán" que fomentó el cultivo del Pino insignie y del Eucaliptus, especialmente en la zona minifundaria de la costa de Concepción. Posteriormente, en la década de los cincuenta, el Estado a través de

las cajas de previsión, le da un impulso a la forestación con el objetivo de recuperar y estabilizar suelos severamente erosionados de la Cordillera de la Costa. Entre los más importantes planes de forestación estatal, se puede citar el Plan Nacional de Forestación del año 1965, que proyecta la extensión del pino insignie en el secano costero. En la década del setenta, el sector privado prosigue el proceso de reforestación masiva, apoyado por el Decreto 701, que establece el subsidio estatal a las plantaciones (Morales 1989, Oyarzún 1993, Unda & Ravera 1994).

Paralelamente a todo este impulso estatal, en la cuenca de Laguna Chica se puede observar el incremento progresivo de la superficie cubierta por plantaciones forestales, hasta alcanzar, en 1994, a cubrir casi la mitad de la cuenca, en desmedro de la vegetación nativa, que en 1943 ocupaba casi la totalidad de la cuenca (70%) y en 1994 cubría sólo un 13%.

Probablemente, este proceso de reemplazo de la vegetación nativa en la cabecera de la cuenca, haya producido el paulatino incremento de la exportación de sedimentos (Cisternas et al. 1997) y nutrientes. En este sentido es difícil reconocer realmente el papel desempeñado por las plantaciones forestales, pues reemplazaron a una vegetación nativa, relativamente degradada, por otra cobertura vegetal. Sin embargo, por las características propias de las actividades forestales, los períodos de cosecha serían altamente negativos, especialmente si las plantaciones se localizan sobre altas pendientes. De este modo, más que haber sido negativa la plantación forestal por sí misma, aparentemente es negativa la localización adoptada, sobre sectores de pendientes pronunciadas, y más aun la aplicación de la tala rasa como método de cosecha.

Sobre la base de los resultados, es posible proponer un modelo conceptual del proceso de reemplazo de los remanentes de vegetación nativa por las plantaciones forestales (Fig. 5).

El primer momento (Período I), representado en los años cuarenta, muestra una cobertura de bosque y matorral nativo degradado que se localiza minoritariamente

en los sectores planos y mayoritariamente en las áreas de altas pendientes (cabecera de las cuencas y quebradas profundas). Con el avance de las plantaciones (Período II), principalmente ubicadas en lugares llanos, la presencia de los remanentes nativos es limitada sólo a los sectores más altos y con mayores pendientes, eventualmente debido a su dificultad de siembra y explotación. A diferencia de la transición vegetacional entre los dos primeros periodos, que fue sumamente rápida, el tercer momento (Período III) presenta una nueva tipología de cobertura; la deforestación. Generada probablemente por el interés de expandir los terrenos forestales, la deforestación se mantiene por un largo tiempo (Períodos III y IV) exclusivamente restringida a los sectores más frágiles de la cuenca; las mayores pendientes. Finalmente, es el propio proceso de reforestación el que promoverá la desaparición de las áreas deforestadas (Período V), quedando la cuenca cubierta en gran parte por plantaciones exóticas. En

este periodo, la vegetación nativa desaparece casi completamente, quedando restringida tan sólo a las quebradas profundas.

Sobre la base de este modelo conceptual, se pueden delinear las tendencias y características del proceso de reemplazo vegetacional en la cuenca de Laguna Chica de San Pedro. Dichas características parecieran ser una buena aproximación de lo que ha ocurrido durante los últimos cincuenta años en todo el sector norte de la Cordillera de Nahuelbuta, sirviendo de modelo a escala local, para que pueda ser utilizado de base para futuros estudios que se pretendan realizar sobre evaluaciones de los cambios de uso del suelo (especialmente de carácter forestal) a escala regional.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos FONDECYT N° 1980529 y DIUC N° 96310021-1.1. Los autores desean agradecer la colaboración de Rodrigo Sanhueza, Alberto Araneda, Ingrid Contreras y Marco Cisternas Jr. Del mismo modo, destacar el trabajo realizado por el Dr. Julio Gutiérrez, como editor asociado y el de dos revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- AZTORQUIZA O (1929) Lota, antecedentes históricos con una monografía de la Compañía Minera e Industrial de Chile. Sociedad Imprenta y Litografía Concepción. 44 pp.
- BARRIENTOS JC (1990) Estructura y dinámica de la vegetación en la hoya hidrográfica de la Laguna Chica de San Pedro. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, Universidad de Concepción, Concepción. 23 pp.
- CAMPOS-HARRIET F (1982) Historia de Concepción. Editorial Jurídica de Chile, Santiago de Chile. 332 pp.
- CISTERNAS M, A ARANEDA, O RETAMAL & R URRUTIA (1997) Variaciones históricas en las tasas de erosión-sedimentación de un cuerpo lacustre antropizado: Utilización de geocronología radioisotópica. *Revista de Geografía Norte Grande (Chile)* 24:151-156.
- CONTESSÉ D (1987) Apuntes y consideraciones para la historia del Pino radiata en Chile. *Boletín de la Academia Chilena de la Historia.* 97:351-373.

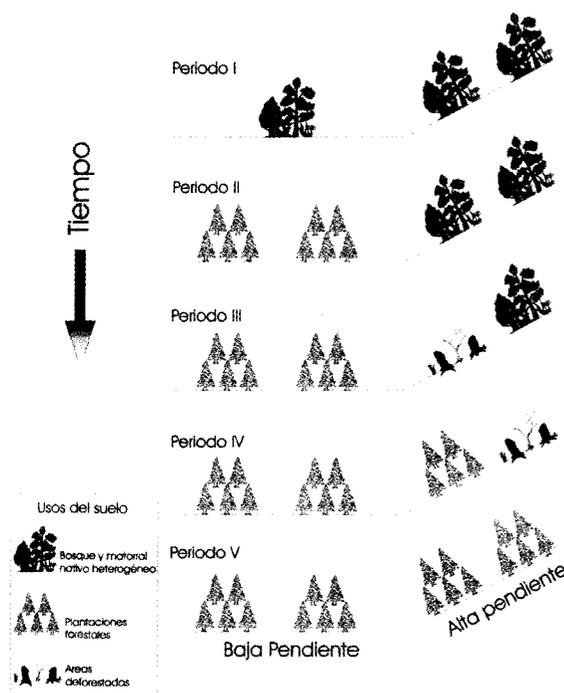


Fig. 5: Modelo conceptual del proceso de reemplazo vegetacional en la cuenca de Laguna Chica. Conceptual model of the replacement processes of vegetation in Laguna Chica.

- DI CASTRI F (1968) Esbozo ecológico de Chile. En: Deboutteville C & E. Rapoport (eds) *Biologie de L'Amérique australe*, Centre National de la Recherche Scientifique. 34 pp.
- DONOSO C & A LARA (1996) Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En: Armesto J, C Villagrán & M Kalin-Arroyo (eds) *Ecología de los bosques nativos de Chile*, Editorial Universitaria. 470 pp.
- ENDLICHER W (1988) El problema de la erosión del suelo en la cordillera de la Costa de la Octava Región. *Revista de Geografía Norte Grande (Chile)* 15:11-27.
- LEONE NG, L URBANI & H FOX (1993) Cuadro Estratégico territorial de la recuperación y desarrollo de la cuenca del Biobío. Serie EULA Propuestas de Ordenamiento. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 351 pp.
- MILLAN J & P CARRASCO (1993) La forestación en la VIII Región. Serie EULA Elementos cognoscitivos sobre el recurso suelo y consideraciones generales sobre el ordenamiento agroforestal. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 105 pp.
- MORALES J (1989) El desarrollo forestal en Concepción. Universidad Academia de *Humanismo Cristiano* (GEA). Serie: "Abriendo Caminos". Editores Grupo de Estudios Agro-Regionales, Chile. 341 pp.
- OLIVER C & F ZAPATTA (1950) Libro de oro de la historia de Concepción. Litografía Concepción. Vol I y II, 639 pp.
- OYARZUN CE (1993) Estimación de los procesos de erosión hídrica en un ambiente montañoso de la cuenca del río Biobío, IX Región, Chile. Tesis de Doctorado, Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción. 150 pp.
- UNDA A & FRAVERA (1994) Análisis histórico de sitios de establecimiento de las plantaciones forestales en Chile. Instituto Forestal. Unidad de Medio Ambiente (Chile). 130 pp.