

Efectos de la Reforestación con *Pinus radiata* sobre la Diversidad y Abundancia de los Micromamíferos en un Agroecosistema de Chile Central¹

A. Muñoz*
R. Murua**

ABSTRACT

It has been postulated that extensive pine plantations (*Pinus radiata*) interfere with diversity and abundance of species, simplifying the ecological relationships between them. In order to validate the hypothesis for small mammals, two grids were set up, one in a pine stand and another in a native shrubland. Samples were taken during 18 months. Capture, marking and recapture methods to estimate diversity and abundance of small mammals were applied. The Shannon-Wiener Index was calculated to estimate the diversity of vegetation and small mammals. Foliage diversity was determined according to MacArthur and MacArthur. Diversity was higher in the shrubland than in the pine stand. The latter is explained by the higher spatial heterogeneity and productivity in shrubland than in the pine plantation.

COMPENDIO

Se estima que el monocultivo silvícola ha generado múltiples alteraciones ambientales, simplificando el número de relaciones ecológicas, con la consecuente variación en la diversidad y abundancia de las especies, modificando los mecanismos de regulación de las poblaciones. Con el objeto de validar esta hipótesis, se instalaron dos retículos para micromamíferos, uno, en un rodal de pino (*Pinus radiata*) y otro, en un matorral de renovales del bosque nativo. Se realizaron censos mensuales durante 18 meses, con el objeto de determinar la diversidad y abundancia de micromamíferos. Mediante los índices de Shannon Wiener, se calculó la diversidad de micromamíferos, la diversidad de la vegetación y la diversidad de la altura de follaje, según MacArthur y MacArthur. La diversidad y abundancia de micromamíferos fue significativamente mayor en el matorral, lo que se explica por la heterogeneidad espacial y la productividad que se expresa por la cantidad de recursos alimentarios y refugios disponibles en el matorral.

INTRODUCCION

El monocultivo silvícola produce múltiples alteraciones ambientales, al disminuir el número de posibles relaciones ecológicas en las comunidades, con el consecuente cambio en los patrones de diversidad y abundancia de las especies. En Nueva Zelanda, cuando se han reemplazado los bosques nativos del género *Nothofagus* sp. por *Pinus radiata*, ha disminuido la diversidad de aves y mamíferos (2). Esta baja diversidad, post perturbación, se incrementa con la edad del rodal (sin llegar a ser superior al bosque nativo), pero, la lenta recolonización faunística en bosques jóvenes de *P. radiata* no permite el desarrollo de una lata diversidad por ser cultivos de rotación corta. Además, se ha observado la aparición de plagas de roedores que han ocasionado serios problemas a la población rural (4).

Desde la época colonial, en la zona central de Chile, se ha venido produciendo una profunda transformación del paisaje rural (1, 7).

El proceso se intensificó en el siglo pasado, con la deforestación de las zonas sur y centro-sur, a fin de expandir la frontera agrícola. En la zona costera de la comuna de Tomé (VIII Región), el denso bosque esclerófilo que existía comenzó a ser talado originando un matorral esclerófilo siempreverde. Desde 1922, se ha venido ejerciendo en la zona una sostenida reforestación o sustitución de matorrales y restos de bosques nativos por plantaciones de *P. radiata*, las cuales se han expandido hasta cubrir más de un millón de hectáreas entre la V a la VIII Región (3).

Esta investigación pretende establecer la forma y magnitud en que el monocultivo de *P. radiata* provoca cambios en las características de la asociación de micromamíferos de estos habitats, especialmente, con respecto a sus características comunitarias, diversidad y abundancia.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la localidad de Burca (predio "Lomas de la Madera", 36° 32' S; 72° 55' O), a

¹ Recibido para publicación el 20 de junio 1988.

Los autores agradecen a los Drs. Milton Gallardo y Carlos Moreno la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias. También, al guardabosque, señor Eduardo Saavedra y al Ing. Aristides Lavandero, por el inestimable apoyo logístico en los trabajos de campo.

* Dpto. C.C. N.N.P. Universidad Católica de Chile, Sede Temuco. Casilla 15-D Temuco, Chile.

** Inst. de Ecología y Evolución. Universidad Austral de Chile. Casilla 567 Valdivia, Chile.

15 km al norte de Dichato (comuna de Tomé, VIII región, Chile) (Fig. 1). El área de estudio está a 200 m de altitud y a unos 3 500 m del mar; la topografía es de lomajes y cerros, surcados por quebradas muy abruptas. El clima corresponde al tipo templado-cálido, con estación seca semejante a la lluviosa, según Koeppen (12). Las precipitaciones alcanzan los 1292.8 mm (9); el mes más cálido es enero (18°C. promedio) y el más frío es julio (9.6°C. promedio).

El predio referido es de tipo forestal, dedicado al monocultivo de *P. radiata* ("Pino insigne"), con un denso sotobosque dominado por *Teline monspessulana* ("retamilla"), especialmente, en rodales menores de 10 años. También, existen pequeños sectores de renovales de especies nativas, ubicados preferentemente en claros del rodal o orillas de senderos, caminos, quebradas y aguadas. La edad del rodal de *P. radiata* fluctuó entre los cinco y seis años. Las especies de renovales que predominaron en el área fueron *Ugni molinae* ("murtilla"), *Escallonia pulverulenta* ("mardoño"), *Lithraea caustica* ("litre"), *Aristotelia chilensis* ("maqui"), *Gevuina avellana* ("avellano"), *Luma apiculata* ("arrayán") y *Peumus boldus* ("boldo").

Para conocer el efecto del monocultivo silvícola se tomaron datos, en forma simultánea, en un rodal de *P. radiata* y en un matorral de renovales del bosque nativo original. La información se obtuvo mediante la instalación de sendos retículos en una zona de matorral esclerófilo y otro en una zona de bosque mono-específico de *P. radiata* y por análisis de la vegetación.

a) Instalación de retículos. En las zonas de matorral y de bosque, se instalaron retículos de 80 x 80 m (0.64 ha), con estaciones fijas (estacas rotuladas) y dispuestas equidistantemente a 10 m entre ellas. (Fig. 2). En cada coordenada, se instalaron sucesivamente trampas Sherman medianas (23 x 7.5 x 9.0 cm) y grandes (40 x 15 x 18 cm), cebadas con

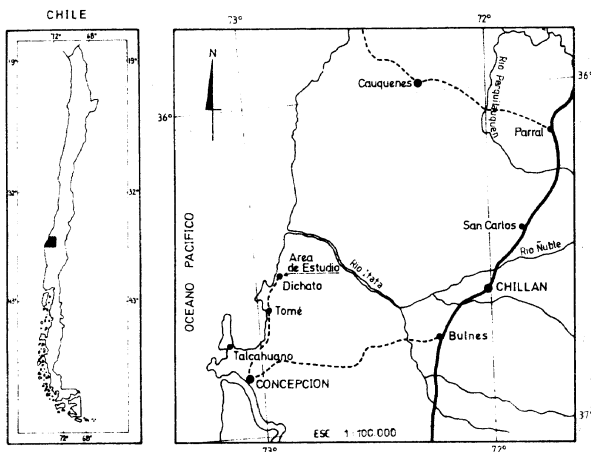


Fig. 1. Mapa del área de estudio.

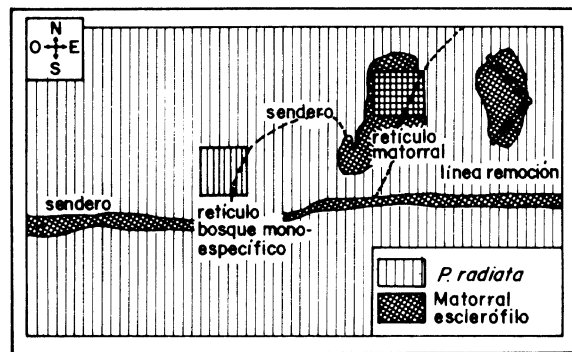


Fig. 2. Diagrama del sector de estudio. Burca. VIII Región Chile.

avena machacada y protegidas de las condiciones climáticas por techos de madera de dos aguas. En este retículo, se efectuaron censos mensuales de cuatro noches, con dos revisiones diarias, por espacio de 18 meses (diciembre de 1983 a mayo de 1985). Las especies registradas fueron identificadas por medio de la clave de Mann (16). Para los casos de especímenes de identificación incierta, como *Octodon bridgesi* y *Phyllotis darwini*, se capturaron, fuera de los retículos (líneas de remoción), animales para analizar sus cráneos por medio de las claves de Reise (23) y Pearson (21). Los animales capturados fueron marcados por corte de falanges, según método modificado de De Blase (8) y sometidos *in situ* a un registro morfológico y de condición reproductiva. Se estableció la "riqueza específica" *sensu* (13) y se calculó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, en que la fórmula para la función es:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \log_2 P_i)$$

Donde H' es el índice de diversidad, S es el número de especies y P_i es la proporción del número total de individuos de la muestra que corresponde a la especie. La proporción (P_i) se entiende como las proporciones verdaderas de las poblaciones de estudio. El índice de diversidad se calculó, tanto en el matorral como en el bosque mono-específico. Este índice integra dos componentes de la diversidad: el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución en las diversas especies (14). Además, se calculó la equiparabilidad *sensu* (13), según la siguiente ecuación:

$$E = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

Donde E es la equiparabilidad (que fluctúa en un ámbito de 0 a 1), H' es el índice de diversidad de especies observada y $H'_{\text{máx}}$ la diversidad máxima de

especies = $\log_2 S$. Se provee de intervalos de confianza empleando el método de acuchillamiento de datos ("jackknife") descrito en Jaksic y Medel (11). Este método paramétrico permite obtener estimadores de varianza y sesgo del índice de diversidad empleado, suponiendo una distribución multinomial del universo de muestreo. Por medio de eliminaciones secuenciales y posteriores reincorporaciones de datos, se generan "seudovalores" que son producto de la recomputación de la información. Los promedios aritméticos de estos "seudovalores" permiten el cómputo de la varianza, con las que se docima la hipótesis mediante una prueba de t de Student, descrita en Sokal y Rohlf (25).

La Abundancia Relativa (AR) se calculó a partir de la frecuencia absoluta de cada especie (n), expresada como porcentaje del total de animales capturados en un tiempo dado (N) y que se resume en la ecuación: $AR = n/N \times 100$.

b) Análisis de la vegetación. Se analizó la vegetación existente, en otoño (mayo) y primavera de 1984 (octubre), tanto en el matorral como en el bosque. El análisis de composición proporcionó información referente a la densidad, dominancia y frecuencia relativa, así como el valor de importancia de las especies vegetales presentes. Se aplicó la técnica de análisis composicional ("Point-Quarter Technique") descrita por Cottam *et al.* (6). Además, se calculó la diversidad empleando el índice de Shannon-Wiener.

Se estableció la estructura vegetacional, analizando las variables de los estratos herbáceos y arbustivos en torno a cada estación de muestreo, en un radio de 5 y 10 m. Mediante la metodología descrita por MacArthur y MacArthur (15), se estableció la densidad y diversidad de altura de follaje de los estratos herbáceos y arbustivos, además de perfiles de densidad de follaje. La diversidad de altura del follaje se calculó según la fórmula $(-\sum_i P_i \log_e P_i)$, en que P_i es la proporción del follaje total que está en la iésima de las capas horizontales escogidas. Los perfiles se construyeron usando tablillas cuadriculadas con marcas a los 15, 30, 50 y 100 cm la que se movió hasta que desapareció, a la vista del observador, la mitad de la superficie tapada por el follaje. Luego, se midió la distancia entre el observador y la tablilla. La densidad del follaje a las diferentes alturas fue estimada según la fórmula:

$$K = \frac{0.69312}{D}$$

Donde K es la densidad del follaje, 0.69312 es el $\log_e 2$ y D es la distancia observador-tabilla cuadriculada.

RESULTADOS

Composición, diversidad y estructura de la vegetación

La composición fue estudiada en ambas zonas en otoño. En el matorral se identificaron 44 especies vegetales (Cuadro 1) que son, en orden decreciente de importancia, las siguientes especies: *T. monspessulana*, *U. molinae*; *E. pulverulenta*, *L. caustica*, *A. chi-*

Cuadro 1. Especies vegetales presentes en el área de estudio. Burca (VIII Región, Chile). V-1984.

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Teline monspessulana</i>	"retamilla"
<i>Ugni molinae</i>	"murtilla"
<i>Escallonia pulverulenta</i>	"mardoño"
<i>Lithraea caustica</i>	"litre"
<i>Aristotelia chilensis</i>	"maqui"
<i>Gevuina avellana</i>	"avellano"
<i>Luma apiculata</i>	"arayón"
<i>Peumus boldus</i>	"boldo"
<i>Pinus radiata</i>	"pino insigne"
<i>Quillaja saponaria</i>	"quillay"
<i>Azara integrifolia</i>	"azarolén"
<i>Sphacele chamaedyoides</i>	"salvia"
<i>Lardizabala biternata</i>	"hierba del pasmo"
<i>Lomatia hirsuta</i>	"radal"
<i>Prunella vulgaris</i>	"hierba mora"
<i>Colletia spinosissima</i>	"crucero"
<i>Baccharis racemosa</i>	"chilca"
<i>Maytenus boaria</i>	"maitén"
<i>Uncinia sp.</i>	"chú-chú"
<i>Greisia sphacelata</i>	"chupón"
<i>Aextoxicon punctatum</i>	"olivillo"
<i>Kageneckia oblonga</i>	"bollén"
<i>Solanum nigrum</i>	"hierba negra"
<i>Rosa moscheta</i>	"mosqueto"
<i>Ribes punctatum</i>	"zarza-parrilla"
<i>Rubus ulmifolius</i>	"zarza-mora"
<i>Fuchsia magellanica</i>	"chilco"
<i>Lobelia tupa</i>	"tupa"
<i>Carceolaria integrifolia</i>	"capachito"
<i>Cliococca selaginoides</i>	"merulahuén"
<i>Quinchamalium chilense</i>	"quinchamali"
<i>Plantago lanceolata</i>	"siete venas"
<i>Cuscuta chilensis</i>	"cabellos de angel"
<i>Conanthera bifolia</i>	"pajarito del campo"
<i>Acoena argenta</i>	
<i>Nassella exserta</i>	
<i>Alstroemeria ligtu</i>	
<i>Viola capillaris</i>	
<i>Cynosurus echinatus</i>	
<i>Myrceugenia obtusa</i>	
<i>Baccharis sphaerocephala</i>	
<i>Usnea megellanica</i>	"barba del viejo"
<i>Muhelenbeckia hastulata</i>	"coguil"
<i>Boquila trifoliata</i>	"pili voqui"

