



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

OFICINA DE PARTES - FIA	
REGIONAL ONADO	
Fecha	09 OCT. 2007
Hora	15:34
Nº	4705

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

EJECUTOR: Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Chile

NOMBRE DEL PROYECTO: Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de Pino

CODIGO : FIA-PI-C-2003-1-F-51

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PROYECTO: Cristián F. Estades

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCION	





GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

I. ANTECEDENTES GENERALES

Nombre del Proyecto:	Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de pino
Código del Proyecto:	FIA-PI-C-2003-1-F-051
Regiones de ejecución:	Maule y Biobío
Fecha de aprobación:	Octubre 2003
Forma de ingreso al FIA:	Concurso nacional de proyectos de innovación agraria 2003
Agente Ejecutor:	Universidad de Chile
Agente Asociado:	MASISA S.A.
Coordinador del Proyecto:	Dr. Cristián Estades M.
Costo Total:	\$ 86.045.060.-
Aporte del FIA:	\$ 49.086.650.- (57,5%)
Período de Ejecución:	Diciembre 2003 a Julio 2007

II. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se desarrolló en dos predios forestales propiedad de MASISA S.A. ubicados en la zona central de Chile (Guanaco, comuna de Quirihue y Trehualemu, comuna de Pelluhue), donde se realizaron una serie de experimentos con el fin de determinar el efecto de distintos tipos de elementos del paisaje (fajas de pino, zonas de protección, bosque nativo, plantaciones continuas de pino, zonas explotadas, etc.) en el movimiento de organismos de distinto tipo. Con esta información se alimentó un modelo de simulación espacialmente explícito para evaluar el efecto que tienen distintas alternativas de manejo sobre la conectividad biológica. Esto permitió realizar un análisis de costo-beneficio que servirá como información base para el manejo de la conectividad biológica en el sector forestal, dentro de la planificación de medidas como las requeridas por distintos sistemas de certificación forestal.



III. TEXTO PRINCIPAL

1. RESUMEN

En el presente informe se describen todos los aspectos relacionados a la ejecución del Proyecto FIA-PI-C-2003-1-F-51 titulado “Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de pino”. Este proyecto tuvo por objetivo principal “Desarrollar un procedimiento para manejar el nivel de conectividad biológica dentro de predios destinados a la producción de madera de pino radiata”. Para cumplir con este propósito se realizaron varios experimentos observacionales y manipulativos en distintos tipos de organismos (aves, micromamíferos y coleopteros epígeos), para determinar el efecto de distintos tipos de elementos del paisaje (fajas de pino, zonas de protección, bosque nativo, plantaciones continuas de pino, zonas explotadas, etc.) en el movimiento de organismos de distintas escalas de movilidad, encontrando que las fajas de pino pueden conducir el movimiento de distintos organismos y que las quebradas de vegetación nativa cumplen un rol fundamental como reservorio de diversidad animal después de la cosecha. Con los resultados de los diferentes experimentos de terreno se construyó y alimentó un modelo de simulación espacialmente explícito para evaluar diferentes escenarios de manejo forestal a nivel predial, con el objeto de evaluar económicamente el uso de algunas medidas de manejo de la conectividad. Estas simulaciones mostraron que a pequeños costos de manejo de la conectividad biológica se obtienen grandes beneficios en el aumento de esta.

2. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los resultados de este proyecto demuestran fehacientemente que fajas de plantaciones de pino sí pueden usarse para conducir el movimiento de animales a través del paisaje forestal. Además, el proyecto aportó evidencias sobre la importancia de las quebradas con vegetación nativa como reservorios de diversidad animal, sugiriendo que estas zonas son fundamentales en la recolonización de las plantaciones por la fauna, una vez que éstas vuelven a crecer después de la cosecha. En este sentido se cumplieron satisfactoriamente los objetivos específicos 1 y 2. De igual manera, se determinó el grado relativo de



resistencia al movimiento de organismos en los distintos tipos de cobertura, cumpliéndose el objetivo específico 3. Con esta información y en conjunto con los resultados de los experimentos de radiotelemetría incorporados en el transcurso del desarrollo del proyecto, se pudo construir un modelo mecanístico para simular los cambios en la conectividad de un predio sometido a diferentes esquemas de manejo, con el cual se estimaron curvas de costo – beneficio para cumplir el objetivo específico 4.

Todos los resultados obtenidos en el marco de la ejecución del proyecto son un aporte significativo en la toma de decisiones dentro del manejo forestal, que tengan como objetivo manejar el nivel de conectividad biológica dentro de predios destinados a la producción de madera de pino radiata y, de esta manera, responder a estándares medioambientales nacionales e internacionales (CERFOR, FSC, ISO) que harán más competitivos a los productores forestales nacionales.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL PROYECTO

3.1 Descripción de la metodología efectivamente utilizada

3.1.1 Experimentos de campo

3.1.1.1 Experimento 1

Para evaluar la eficacia como corredores biológicos de fajas de pino de dos anchos diferentes (10 y 40 m) y para organismos de distinto grado de movilidad (insectos caminadores, micromamíferos no voladores y aves) (objetivo específico 1), se diseñó un experimento que de tres tratamientos (A, B, C) más un testigo (D) (figura 1). En cada tratamiento se dejó una parcela cuadrada de 40x40 m en una plantación de pino adulto (el resto se cosechó) a una distancia de 100 m de un área con bosque nativo. En el caso A, la parcela quedó completamente aislada del bosque y en los casos B y C, la parcela quedó unida por fajas de 10 y 40 m respectivamente. El testigo (D) tuvo la misma disposición espacial con la diferencia de que

la plantación no se cosechó formando una superficie continua de pino. Tanto los tratamientos como el testigo se replicaron tres veces.

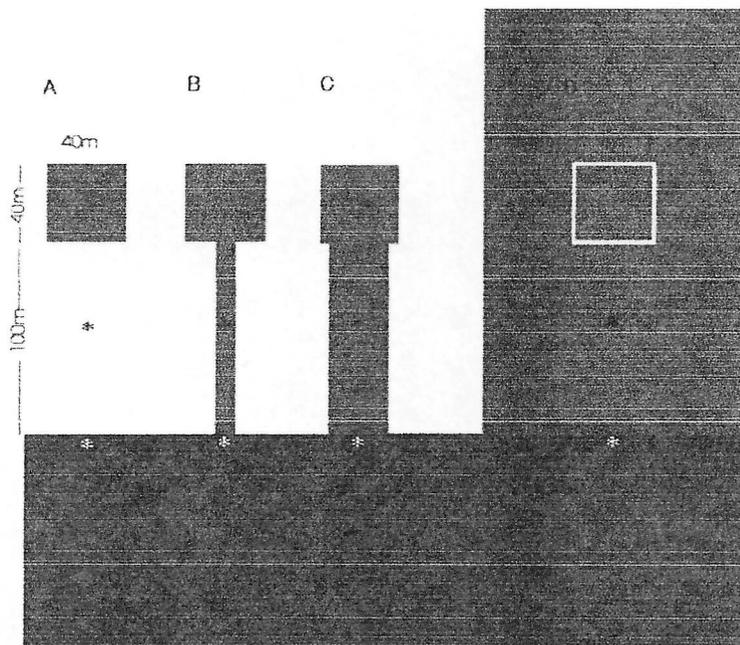


Figura 1. Diseño experimento.

Aves: Para el monitoreo de las especies de aves en las parcelas de 40x40 m se realizaron conteos puntuales de radio 20 m localizados en el centro de la parcela. La duración de estos conteos fue de 5 minutos, período durante el cual se registraron todos los individuos presentes en la parcela detectados visual y auditivamente. Los conteos se realizaron entre las 7:00 y 11:30 hrs. y en cada punto se realizó un conteo/día por dos días en las estaciones reproductiva 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007.

Roedores: El monitoreo de micromamíferos en las parcelas de los diferentes tratamientos se realizó con una grilla de 36 trampas de golpe para captura viva tipo Sherman, dispuestas en cuatro líneas de 9 trampas distanciadas cada 8 m aproximadamente. Esta disposición cubría toda la superficie de la parcela.



Para atraer a los individuos se utilizó como cebo avena y las trampas permanecieron abiertas durante 3 noches, totalizando un esfuerzo de captura de 108 trampas/noche por parcela. Cada uno de los individuos capturados fue identificado a nivel de especie y sexado. Además, los individuos de *Abrothrix longipilis* se marcaron con un crotal de acero numerado, para su posterior seguimiento. Este monitoreo se realizó durante la época reproductiva 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007, y no reproductiva 2005 y 2006.

Artrópodos: La evaluación de los coleopteros epigeos en los diferentes tratamientos se realizó con una grilla de 36 trampas pitfall (da caída), dispuestas en cuatro líneas de 9 trampas distanciadas cada 8 m aproximadamente. Esta disposición cubría toda la superficie de la parcela y las trampas permanecieron activas durante 3 noches, totalizando un esfuerzo de captura de 108 trampas/noche por parcela. Este experimento se realizó durante la temporada reproductiva de 2006-2007.

3.1.1.2 Experimento 2

En cada parcela de 40x40 m se liberó un número alto de individuos de dos tipos de animales (un insecto caminador de la familia Carabidae y un roedor), para incrementar la densidad poblacional a un nivel extremo con el fin de forzar a los animales a dispersarse y evaluar el uso de los corredores de pino (objetivo específico 1).

Roedores: En este experimento se liberaron 15 individuos marcados con un crotal de acero de *Abrothrix longipilis* en cada parcela de muestreo de 40x40 m, entre las 20:00 y 21:00 hrs. Con el objetivo de no interferir en la decisión de movimiento de los roedores, se usó un receptáculo para posicionarlos en el centro de la parcela que se activaba a distancia para liberarlos. Para detectar el movimiento de los individuos hacia la vegetación nativa, a 120 m de distancia del punto de liberación se instalaron cuatro líneas de nueve trampas de golpe para captura viva (total 36) en el borde de la vegetación nativa. Estas trampas se revisaron por dos noches y al tercer día se instalaron por una noche en las parcelas, para detectar permanencia de los roedores liberados. Este experimento se realizó durante las épocas reproductivas 2004-2005, 2005-2006 y 2006-2007.



Coleopteros epígeos: En este caso se liberaron 30 individuos de la especie *Ceroglossus* sp. en las parcelas de 40x40 m de los tramientos de unidos por corredores (10 y 40 m). No se evaluó en la situación sin corredor debido a que experimentos adicionales mostraron una alta tasa de mortalidad en las áreas cosechadas, y tampoco se evaluó en la situación testigo por un uso más eficiente de los individuos capturados. Para detectar el movimiento de los individuos hacia la vegetación nativa, a 120 m de distancia del punto de liberación se instalaron 50 trampas pitfall (de caída) en el borde de la vegetación nativa, dispuesta en forma continua. Estas trampas se revisaron a los 3, 5, 7, 10, 15, 20 y 30 días luego de la liberación. Este experimento se realizó durante la época reproductiva 2006-2007.

Adicionalmente, se considera dentro de este experimento la medición de las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa dentro de las fajas de pino en comparación con la plantación continua y el área cosechada. Para esto se dispusieron dos sensores ambientales en dos puntos de la faja. Las condiciones ambientales se midieron de forma permanente durante 48 hrs. durante las estaciones reproductivas 2005-2006 y 2006-2007, y no reproductivas 2005 y 2006.

3.1.1.3 Experimento 3

Con el fin de evaluar el rol de las zonas de protección (ej. quebradas con vegetación nativa) como canalizadores del movimiento de distintos organismos (objetivo específico 2), se buscaron quebradas que bifurcaban en dos en un ángulo de aproximadamente 60°. En los vértices de un triángulo aproximadamente equilátero (de lado $d=100$ m) se establecieron tres estaciones de muestreo donde se capturaron y marcaron todos los individuos capturados (figura 2). Para capturar las aves se instalaron en cada estación 2 redes de niebla de 10 x 3 m y 3 de 2,5 x 3 m, totalizando 6 redes de 10 x 3 m y 9 de 2,5 x 3m. Estas redes se abrieron durante tres días, desde las 7:30 hasta las 16:00 hrs. Cada uno de estos sistemas de muestreo se replicará dos veces en tres tipos de ambientes distintos: A. vegetación nativa continua, B. plantación de pino adulta y C. zona recientemente cosechada (figura 2). Con esto se comparará el rol de las quebradas como corredores en función de la estructura del contexto. Este



experimento se realizó durante las épocas reproductivas 2004-2005 y 2005-2006. Los individuos capturados se marcaron con anillos de aluminio seriados para poder identificarlos en el futuro, además se tomaron medidas morfométricas a cada ejemplar (peso, largo total, largo ala, entre otras).

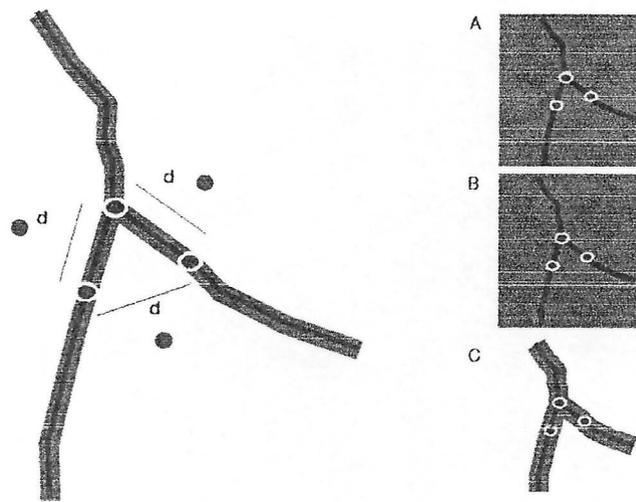


Figura 2. Diseño del experimento 3.

Además, se incorporaron a la metodología puntos de conteos de radio de 50m en los vértices y en áreas intermedias de las diferentes coberturas (cosechado, plantación de pino y bosque nativo) (puntos rojos en la figura 2). En cada punto se realizó un conteo/día por dos días durante las épocas reproductivas 2004-2005 y 2005-2006.

3.1.1.4 Experimento 4

Roedores: Con el fin de determinar el grado de resistencia relativa al movimiento de organismos de los distintos tipos de cobertura (objetivo específico 3), se seleccionaron dos sitios en cada una de las coberturas evaluadas (cosechado, plantación de pino y bosque nativo). En estos sitios se liberaron 7 individuos marcados (polvo fluorescente) de *A. longipilis* en el centro del sitio. Al igual que en el



experimento dos, con el objetivo de no interferir en la decisión de movimiento de los reodores, se uso un receptáculo para posicionarlos en el centro de la parcela que se activaba a distancia para liberarlos. Los individuos se liberaron en el crepúsculo, momento de mayor actividad natural de esta especie (20:00 a 21:00 hrs.). Se ubicó un punto de observación fuera del rango de visión de los ejemplares liberados y cuando se observó que todos habían abandonado el sitio de liberación, se procedió a evaluar el movimiento y determinar el largo de las trayectorias de los individuos con lamparas UV cada 5 minutos hasta que ninguna trayectoria siguiera avanzando. Este experimento se realizó durante las épocas reproductivas 2004-2005 y 2005-2006.

Coleópteros epigeos: En el caso de estos organismos, para determinar el comportamiento de movimiento de *Ceroglossus chilensis* en los distintos elementos que conforman el paisaje, entre las 13:00 y 19:00 hrs. se liberaron y siguieron individuos en bosque nativo (21), plantación de pino adulta (19) y área cosechada (7). Cada insecto fue seguido en forma individual por cinco minutos marcando cada 30 segundos la ubicación con una banderilla numerada. Se registraron las actividades realizadas por cada individuo, la distancia recorrida cada 30 segundos (largo de paso), y la distancia efectiva total recorrida (distancia entre punto inicial y final). Además, se analizaron la distancia total recorrida (suma de todos los largos de paso), la tasa de desplazamiento (cm. /seg.) y la duración de los periodos de movilidad e inmovilidad. Este experimento se realizó durante la época reproductiva 2004-2005.

Para determinar si existe preferencia y/o discriminación entre plantación de pino y área cosechada, se realizaron experimentos de reacción al borde plantación/cosechado a corto plazo y largo plazo. En el primer caso, el experimento se realizó entre 14:30 y 16:30 en el borde entre plantación de pino y área cosechada, y se liberaron 7 individuos en el borde registrándose la preferencia por uno u otro hábitat. En el segundo caso, el experimento se realizó en el borde entre plantación de pino y el área cosechada. A las 20:30 hrs., a 40 cm. del pino más cercano, se liberaron 13 *C. chilensis* marcados con polvos fluorescentes, los que habían sido mantenidos a baja temperatura para minimizar el efecto de la liberación sobre el movimiento. Cada sitio de liberación se marco con una banderilla con el color del insecto marcado. En la noche siguiente se siguieron los senderos fluorescente dejados por cada coleóptero por



medio de una lámpara de luz UV para determinar hacia que lugar se movieron y cuanto avanzaron, marcando el sitio más lejano hasta donde pudo seguirse el rastro. Cuando fue posible encontrar el insecto escondido se marcó, para evaluarlo por una noche más. Durante el día, se midió la distancia recorrida por día y en total. Este experimento se realizó durante la época reproductiva 2004-2005

3.1.1.5 Experimento 5

Este experimento tuvo por objetivo determinar las trayectorias de movimiento de distintos organismos y estimar tasa de mortalidad por relocalización. Este experimento no estaba considerado en la propuesta inicial del proyecto, sin embargo se consideró de importancia para generar modelos espacialmente explícitos que respondieran a características más reales de los organismos evaluados.

Aves: Para cumplir los objetivos de este experimento con este grupo de organismos se usaron las especies *Pterotochos castaneus* y *Scelorchilus rubecula*, debido a que pertenecen al grupo de aves terrestres identificado como más sensible a las modificaciones del paisaje asociadas al manejo forestal. En primer lugar se capturó un individuo de *S. rubecula* en una quebrada inmersa en un área cosecha y se le colocó un transmisor de radiotelemetría. Se liberó a las 8:00 hrs en otra quebrada con vegetación nativa a 300 m en línea recta del punto de captura inicial, estando las dos quebradas unidas dentro del sistema de vegetación remanente, pero por una distancia superior (700 m). Se monitoreó el individuo en la mañana (7:00-12:00 hrs.) y tarde (15:00-19:00 hrs.) diariamente por una semana, luego se hizo cada dos días. En segundo lugar se capturó un individuo de *P. castaneus* dentro de una plantación de *Pinus radiata* y se le colocó un transmisor de radiotelemetría. Se liberó a las 8:00 hrs en una zana con vegetación distante a 700 m del punto de captura inicial pero separado por una zona cosechada. Se monitoreó el individuo en la mañana (7:00-12:00 hrs.) y tarde (15:00-19:00 hrs.) diariamente por una semana, luego se hizo cada dos días.

Roedores: Para cumplir los objetivos de este experimento con este grupo de organismos se usó la especie *Abrothrix longipilis*, especie de roedor de bosque y el más abundante en plantaciones adultas de



pino. En primer lugar se buscaron quebradas con vegetación nativa dentro de zonas cosechadas y que bifurcaran en un ángulo aproximado de 60° . En una de las quebradas se capturó un individuo de *A. longipilis* y se le colocó un transmisor de radiotelemetría. Se liberó a las 20:00 hrs en la otra quebrada con vegetación nativa c. 250 m en línea recta del punto de captura inicial, estando las dos quebradas unidas dentro del sistema de vegetación remanente, pero por una distancia superior (400 m). Se monitoreó el individuo entre el crepúsculo y el amanecer (20:00-05:00 hrs.). Este experimento se hizo en dos sistemas de quebradas y con 13 individuos de *A. longipilis*.

3.1.2 Modelo de simulación

Para la construcción de los paisajes requeridos por el modelo de simulación (objetivo específico 4) se utilizaron fotos aéreas del predio Guanaco de División Forestal MASISA S.A obtenidas el 24 de Abril del 2006 además de información cartográfica análoga y digital del área de estudio. La cartografía digital se encontró en formato vectorial a escala 1:15.000, y contiene información sobre usos de suelo, hidrografía, altitud, red vial y quebradas.

El proceso de la información se llevó a cabo con el Software Turbo Basic 1.1, ArcGIS 9.2, Erdas IMAGINE 9.1, e Idrisi ANDES.

Se alimentó un modelo de simulación espacialmente explícito basado en individuos con parámetros estimados de forma empírica donde a partir de experimentos en terreno se recopiló información de movimiento de micromamíferos y aves. Las simulaciones se desarrollaron en cada caso para una rotación completa de la plantación para analizar los cambios de la conectividad en el tiempo.

Para la parametrización del modelo de simulación se utilizó el siguiente procedimiento. 1. Se establecieron las unidades espaciales básicas de simulación (celdas de 5 m de lado). 2. Se elaboró un modelo de simulación conteniendo los mismos escenarios que el experimento de corredores realizado en terreno. 3. Se establecieron diferentes parámetros que regulaban el movimiento de los animales (discriminación de



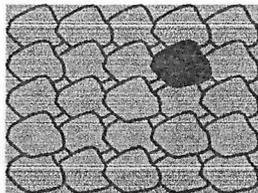
bordes, disposición a salir a las zonas cosechadas, grado de "fricción" de cada tipo de ambiente, y una tasa de mortalidad). 4. Se simularon distintas combinaciones de valores para estos parámetros y se compararon los resultados de la simulación con los obtenidos en el experimento real. 5. Se seleccionó el conjunto de parámetros que entregara un resultado lo más parecido posible a los resultados de la realidad.

Se simularon 8 escenarios de manejo distintos. En los distintos escenarios no se intervino la vegetación nativa sino que las diferencias entre ellos dependieron solamente de las distintas estrategias de manejo de la plantación. Las variables que se combinaron para generar los diferentes escenarios de simulación fueron la proporción de plantaciones destinada a corredores (0, 1, 5, 10%), las dimensiones de los corredores (10m y 40m de ancho) y el tamaño medio de áreas de tala rasa (130 há, 13 há.).

Se evaluaron 8 escenarios de paisaje propuestos:

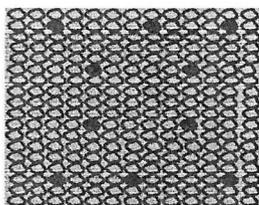
Escenario 0: Corresponde al paisaje actual. Debido a que la cosecha de este predio está integrada con otros de propiedad de la empresa, las cosechas no son realizadas todos los años sino que se concentra en pocos periodos de tiempo, dejando largos años las plantaciones sin actividades mayores (ver Apéndice, fig. A1).

Escenario 1: El sistema de cosecha de este escenario fue más ordenado, donde todos los años se cosechó 1/25 del total de la plantación en un sólo parche por año. En este caso, de 3.235 ha de plantación de pino que contiene el predio, se cosechó un parche de 130 ha al año. Este escenario tiene una dinámica en el tiempo, creando así distintas configuraciones de cosechas en los 25 años de rotación (ver Apéndice, fig. A2).



Área cosechada = 1 parche de 130 ha en el año x

Escenario 2: El sistema de cosecha de este escenario fue parecido al anterior con la diferencia de que todos los años se cosecharon 1/25 del total de la plantación en diez parches de menores dimensiones. Así, de 3.235 ha de plantación de pino, se cosechó anualmente diez parches de 13 ha en diferentes lugares del área al año. Este escenario tiene una dinámica en el tiempo, creando así distintas configuraciones de cosechas en los 25 años de rotación (ver Apéndice, fig. A3).



● Áreas cosechadas = 10 parches de 13 ha en el año x

Escenario 3: Basado en la situación actual del predio, este escenario incluyó el establecimiento de 20 corredores constituidos por fajas de 10m de ancho de pinos que no fueron cortadas. En general los corredores se establecieron de manera de entorpecer de la menor forma las operaciones de cosecha forestal (ver Apéndice, fig. A4).

Escenario 4: Igual al escenario 3, pero con corredores de 40 m de ancho (ver Apéndice, Fig. A5).

Escenario 5: Basado en la situación actual del predio, este escenario incluyó el establecimiento de 40 corredores constituidos por fajas de 10 m de ancho de pinos que no fueron cortadas. En general los corredores se establecieron de manera de entorpecer de la menor forma las operaciones de cosecha forestal (ver Apéndice, fig. A6).

Escenario 6: Igual al escenario 3, pero con corredores de 40 m de ancho (ver Apéndice, fig. A7).

Escenario 7: Corresponde al predio sin cosechar, todas las plantaciones de pino son adultas (ver Apéndice, fig. A8).



Los distintos escenarios se simularon para 3 tipos de especies. Para cada combinación especie – escenario se realizaron 20.000 repeticiones y cada individuo dio 1.000.000 de pasos. Las variables que afectaron el patrón de movimiento y que se obtuvo de los datos de campo, fueron: la probabilidad de paso de un tipo de vegetación a otro, los cambios de comportamiento en la presencia de bordes e, información indirecta sobre mortalidad relativa.

Se logró finalmente una relación entre el tipo de escenario y el grado de conectividad que éste generó para cada tipo de especie. Obteniendo índices de conectividad para individuos exitosos con movimientos de más de 1 kilómetro.

Adicionalmente cada escenario se evaluó en términos del costo que su aplicación implicaría, permitiendo la generación de diagramas como los esbozados en la figura 3. Los costos promedios para cada escenario se obtuvieron a partir de la ganancia que generaría cada escenario al año restándole el ingreso por cosecha, el costo de la cosecha y el costo de la construcción y mantención de los caminos al año. Así se calculó el promedio de los costos con una rotación de 25 años. Las principales diferencias entre los costos de los diferentes escenarios estuvieron basadas en el costo de oportunidad de la madera en pie dejada en los corredores (no se explotó con posterioridad) y en la construcción y mantención de caminos. No se tomaron en cuenta el costo transporte fuera del predio, por ser igual para todos los escenarios.

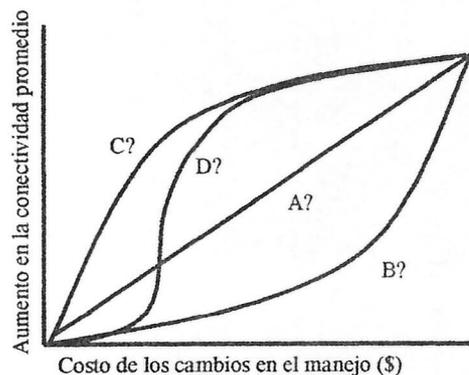


Figura 3. Diagrama de Costo-Conectividad entre las modificaciones de manejo.



3.2 Principales problemas metodológicos enfrentados

3.2.1 Experimentos de Campo

En relación a la selección de las parcelas y corredores a evaluar durante el proyecto, esta actividad tomó más tiempo del presupuestado, ya que la metodología inicial consideraba una selección en terreno y posterior confirmación de MASISA S. A. (asociado), en virtud de la planificación temporal de las faenas de cosecha. Sin embargo, debido a la estructura departamental de esta empresa, existe cierta independencia entre las unidades que la conforman, hecho que implica en ocasiones un desconocimiento de las actividades particulares de cada una de ellas. En este sentido, a pesar que la coordinación del proyecto por parte del asociado sólo depende de la unidad de Planificación y Desarrollo, se necesitó de la participación de otras unidades en el diseño de los corredores.

En el caso de los experimentos manipulativos, en el experimento 1 las condiciones de la vegetación remanente dificultó demasiado la toma de muestras para el grupo de los artrópodos del follaje. En el caso de los micromamíferos, los muestreos preliminares determinaron una tasa de captura relativamente baja. Por lo tanto, tomo bastante más tiempo del presupuestado coleccionar un número suficiente de individuos para realizar los experimentos 2 y 4.

Algo similar sucedió con los coleópteros epigeos, ya que su abundancia y tasa de captura relativamente bajas, sólo permitieron llevar a cabo el experimento 2 a una escala menor del presupuestado en el diseño original.

En el experimento 3, la baja tasa de detección de movimiento por parte de las aves impidió que los análisis se hicieran usando esa variable para comparar los diferentes tratamientos (cosechado, plantación de pino y bosque nativo).



En el experimento 4, la detección del polvo fluorescente con las lámparas UV fue más difícil de lo presupuestado, ya que la presencia de abundante material vegetal en los diferentes puntos de muestreo (sotobosque y desechos) dificultó la detección de las diferentes trayectorias seguidas por los individuos liberados.

3.2.2 Modelo de simulación

Los principales problemas metodológicos enfrentados fueron los efectos de los corredores, ya que estos son habitualmente específicos para cada especie, con lo que en teoría, no sería posible encontrar un único diseño óptimo para todas las especies de un área. Por otro lado, los corredores además de permitir el movimiento pueden constituir hábitat para muchas especies. Otro problema fue el “efecto borde”, el cual podría generar cambios de comportamiento en las distintas especies de bosque, por lo que fue necesario incluir este efecto en los paisajes para así darles mayor realidad a los modelos.

3.3 Adaptaciones o modificaciones introducidas

3.3.1 Experimentos de campo

En el proceso de selección de las áreas donde establecer los corredores, fue necesario incluir, además de la unidad de Planificación y Desarrollo, a la unidad de Cosecha, e incluso a las empresas contratistas encargadas de ejecutar las faenas, ya que sólo su análisis desde el punto de vista operativo permitió determinar la factibilidad de las áreas seleccionadas para los corredores.

En el caso de los experimentos con artrópodos, la baja tasa de captura implicó un aumento en la duración del muestreo de colecta de individuos, para las diferentes experiencias manipulativas. En este caso sólo hubo una especie de coleóptero que presentó la abundancia necesaria y condiciones para llevar a cabo los experimentos 2 y 4, esta fue *Ceroglossus chilensis*. Por esta razón se efectuaron todos los experimentos con esta especie.



3.3.1.1 Experimento 1

En este experimento no se consideró el monitoreo de la artropofauna del follaje, debido a que las condiciones de la vegetación en las parcelas de 40x40 m de los diferentes tratamientos no permitía un adecuado muestreo de este tipo de organismos, comprometiendo así los posibles resultados del análisis.

3.3.1.2 Experimento 2

La principal modificación incorporada en este experimento correspondió al inicio de las capturas de roedores en el borde de vegetación nativa y en las parcelas. El cambio se debió a la alta movilidad de los roedores observada en los experimentos preliminares de validación de metodologías. De modo que comenzamos la captura la misma noche de la liberación para tener mayores probabilidades de captura y registro de movimiento. Además, retardamos la captura dentro de la parcela, con el objetivo de permitir que los individuos se muevan libremente, de modo que también aumente la probabilidad de captura.

3.3.1.3 Experimento 3

La única modificación incorporada en este experimento correspondió al establecimiento de estacione de escucha para determinar la abundancia de aves en el contexto de las quebradas con las redes de niebla. Esta información permitió complementar los datos de las capturas y adicionar especies no detectadas con el método de las redes.

3.3.1.4 Experimento 4

Inicialmente en este experimento se colocarían trampas concéntricas a distintas distancias del punto de liberación de organismos, con el objetivo de detectar diferencias en las distancias de movimiento en las distintas coberturas evaluadas. Sin embargo, el bajo número de organismos liberados implicaba que al



caer en las trampas no se obtendría la distancia máxima de desplazamiento en un intervalo de tiempo, de manera que se cambió el uso de las trampas por polvos fluorescentes, que permitían seguir el rastro de los individuos con linternas UV.

5. RESULTADOS

5.1 Experimentos de campo

5.1.1 Experimento 1

Aves: Mediante los conteos se detectaron un total de 22 especies de aves correspondiendo a 12 familias. De estas especies 9 corresponden a especies de aves de bosque, considerándose como ave de bosque a todas las que se encuentran mayoritariamente restringidas a este tipo de cobertura para el desarrollo de sus actividades.

El análisis de los datos presenta resultados interesantes, ya que para aves de bosque se observó una mayor abundancia en las parcelas con corredor que en la parcela aislada (figura 4). Esto indicaría que efectivamente existe movilidad de individuos a través de los corredores establecidos. Además, el valor de abundancia es mayor en los tratamientos con corredor que en la situación testigo (figura 4), hecho que indicaría una concentración de individuos en las parcelas producto de la reducción de superficie boscosa, fenómeno que se conoce como empaquetamiento y que es característico de sistema fragmentados. Finalmente, que el valor sea mayor en las parcelas unidas con corredores de 40m de ancho (figura 4) indicaría que un corredor más ancho permite el flujo de un mayor número de individuos.

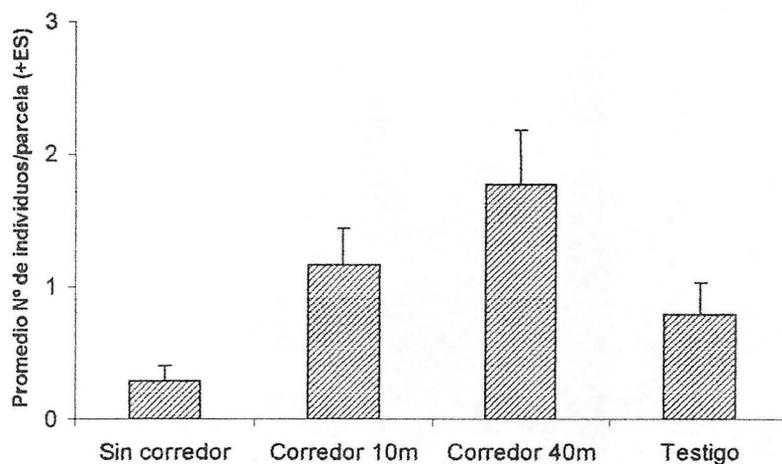


Figura 4. Abundancia promedio de aves de bosque en los diferentes tratamientos (+ES).

En el caso de la riqueza de especies, el patrón es similar que en el caso de la abundancia, indicando que un corredor mas ancho permitiría el flujo de un mayor número de especies (figura 5).

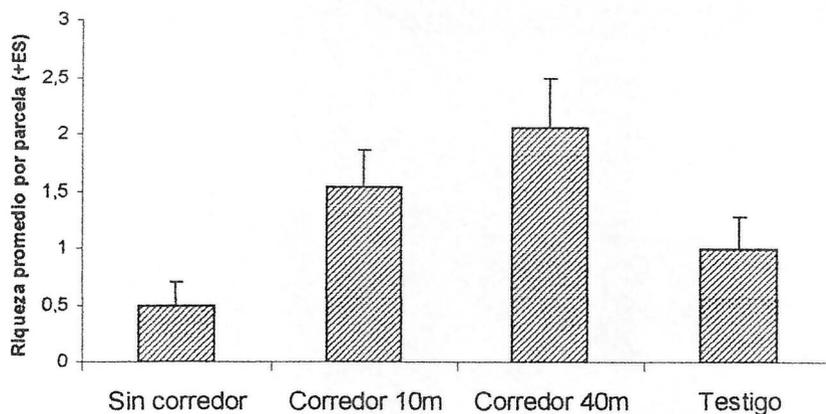


Figura 5. Riqueza promedio de especies de aves de bosque en los diferentes tratamientos (+ES).

Sin embargo, desde el punto de vista de la estrategia de movimiento de las distintas especies de aves de bosque, éstas presentan resultados diferentes. En el caso de las aves que mayoritariamente se desplazan



volando, aunque el patrón de su abundancia es similar al patrón general, las diferencias entre los tratamientos con corredor y el testigo son menores, siendo todas muy superior a la situación sin corredor (figura 6).

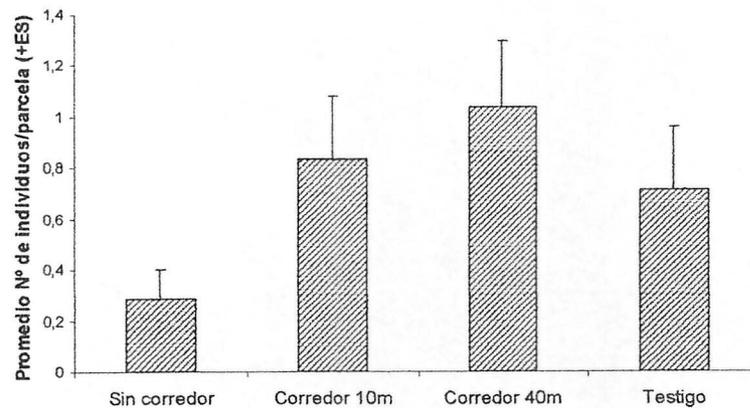


Figura 6. Abundancia de aves de bosque voladoras en los diferentes tratamientos (+ES).

En cambio, en el caso de las especies mayoritariamente terrestres, grupo que corresponde a la familia Rhinocryptidaeae, los resultados indican una canalización muy superior de movimiento en el corredor de 40 m de ancho (figura 7). Además, se observa que el fenómeno de empaquetamiento (alta concentración de individuos en las parcelas) es mayor en este grupo que en las especies voladoras, probablemente debido a las mayores restricciones de las especies terrestres para desplazarse. Finalmente, el resultado más importante es la ausencia de individuos de este grupo de aves en la situación sin corredor (figura 7), hecho que indicaría el impacto que ocasiona para estas aves un bajo grado de conectividad.

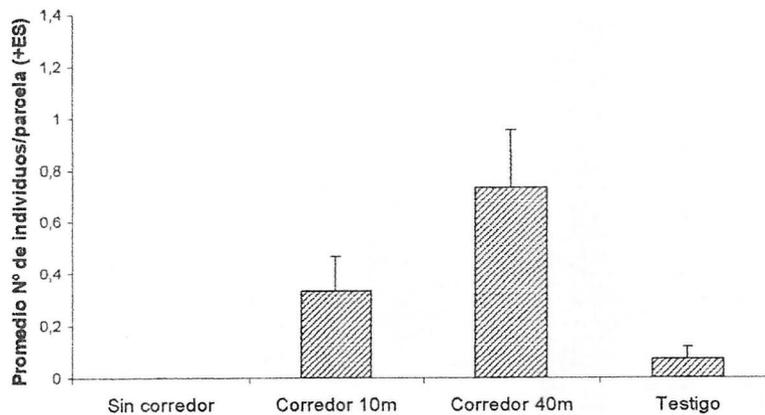


Figura 7. Abundancia de aves de bosque terrestres en los diferentes tratamientos.

Roedores: Se realizaron un total de 216 capturas durante el monitoreo a las parcelas de 40x40 m, detectándose 7 especies de roedores que corresponden a 2 familias (murinae y octodontidae). La especie más abundante fue *Abrothrix longipilis* (tabla 1).

Orden	Especie	Tasa de captura en plantación (%)	n (número de capturas)	Esfuerzo de captura (trampas noche)
Rodentia	<i>Abrothrix longipilis</i>	11,6	123	1059
	<i>Abrothrix olivaceus</i>	4,8	47	983
	<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>	3,5	34	970
	<i>Phyllotis darwini</i>	0,4	4	940
	<i>Chelemys megalonyx</i>	0,3	3	939
	<i>Octodon bridgesi</i>	0,1	1	937
	<i>Rattus rattus</i>	0,4	4	940
Total capturas			216	

Tabla 1. Número de capturas y esfuerzo de muestreo de las especies de roedores detectadas en plantaciones de *Pinus radiata*.



En cuanto a la riqueza de roedores en las parcelas de los distintos tratamientos evaluados, se detectó un mayor número de especies en el tratamiento de corredor de 40 m, seguido por el tratamiento de corredor de 10 m (figura 8).

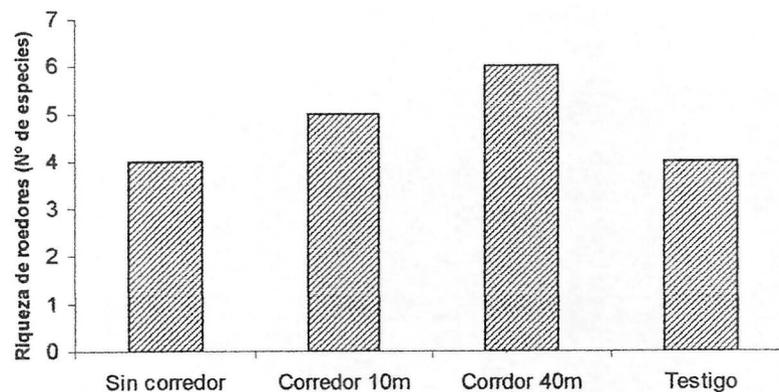


Figura 8. Riqueza de roedores en los diferentes tratamientos.

Al analizar la abundancia de *A. longipilis*, la especie de roedor característico de bosque y que presentó el mayor número de capturas, se ve que ésta es en general mayor en todos los tratamientos que en la situación testigo (figura 9), probablemente debido al fenómeno de empaquetamiento que hace que exista una mayor abundancia de individuos en las parcelas de los tratamientos que en la parcela de la situación continua.

Sin embargo, se ven diferencias estacionales en la abundancia, ya que en primavera la abundancia es similar en los tratamientos y es casi el doble que en la situación testigo (empaquetamiento), en cambio durante el invierno la abundancia disminuye en la situación sin corredor y corredor de 10 m, quizá debido a que las condiciones de temperatura no son tan extremas en el área cosechada permitiendo que algunos individuos se internen en esta zona. En el caso de la situación del corredor de 40 m las abundancias no presentan variaciones estacionales importantes, probablemente debido a que la superficie de cobertura permite a los individuos establecer un territorio en el área con pinos.

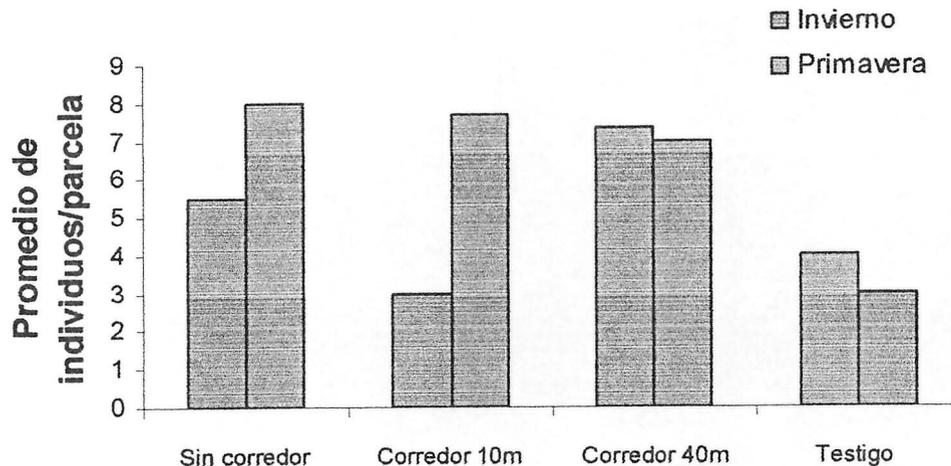


Figura 9. Abundancia estacional de *A. longipilis* en los diferentes tratamientos.

Coleopteros epigeos: El monitoreo de la especie *Ceroglossus chilensis* en las parcelas de las diferentes tratamientos mostró un efecto de empaquetamiento muy notorio, siendo la abundancia mayor en la situación sin corredor, seguida del corredor de 10 m y el de 40 m, y finalmente el testigo (figura 10). Este patrón podría deberse a la menor movilidad de este tipo de organismos en comparación con las aves y roedores, que les impide desplazarse rápidamente iniciadas las faenas de cosecha, motivo por el cual quedan restringidas a la zona con cobertura. Sin embargo, esta abundancia disminuye al existir cierto grado de conectividad de la parcela.

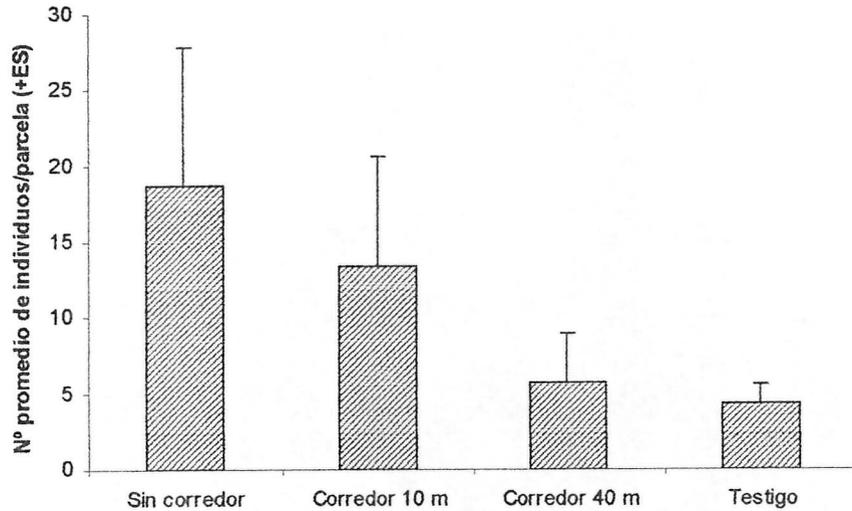


Figura 10. Abundancia de *C. chilensis* en los diferentes tratamientos.

5.1.2 Experimento 2

Roedores: En el análisis agregado de las sucesivas repeticiones de este experimento, se aprecia que la tasa de captura en el borde de vegetación nativa de los individuos de *A. longipilis* liberados en la parcela de 40x40 m, es mucho mayor en el corredor de 10 m seguido del corredor de 40 m, luego la situación sin corredor y con un valor muy bajo el testigo (figura 11). Este patrón indica una canalización del movimiento principalmente por el corredor más angosto.

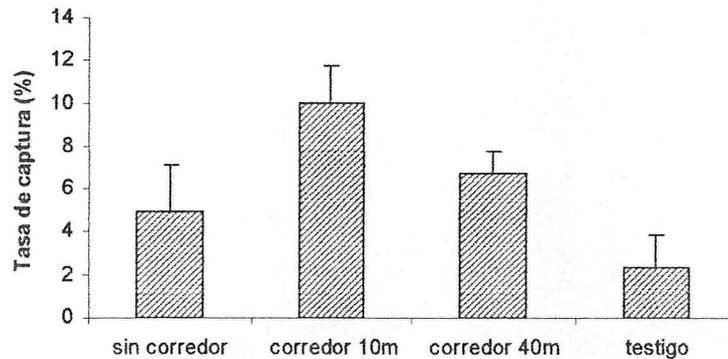


Figura 11. Tasa de captura en el borde de vegetación nativa de los individuos de *A. longipilis* liberados en las parcelas.

La menor tasa de captura en el tratamiento del corredor más ancho (40 m), podría deberse a que los individuos pueden considerar el corredor más ancho como un sitio con las condiciones suficientes para establecer un territorio, ya que proporcionar un área adecuada de cobertura, cosa que reduciría el movimiento y que al parecer no pasaría con el corredor de 10m. En este sentido, las capturas en la parcela de 40x40 m luego de dos noches de la liberación muestran una mayor tasa de captura de los individuos liberados en el tratamiento del corredor de 40 m (figura 12), indicando que los individuos tienden a quedarse en esta situación.

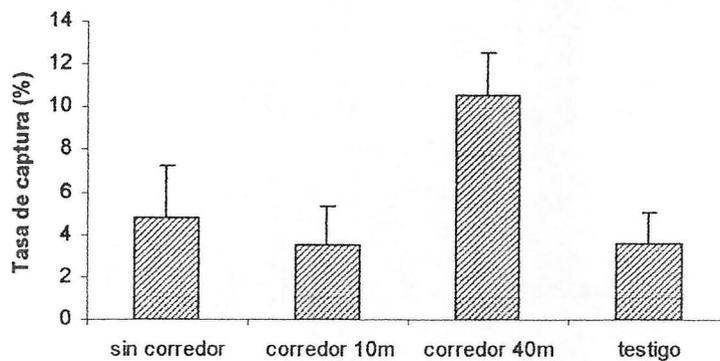


Figura 12. Tasa de captura en las parcelas de los individuos de *A. longipilis* liberados.



Coleopteros epígeos: En el caso de las liberaciones de coleopteros epígeos en las parcelas de los tratamientos evaluados, no se obtuvieron recapturas en las trampas dispuestas en el borde de la vegetación nativa a 120 m del punto de liberación. De manera que no se pudo evaluar uso de los corredores por este tipo de organismos.

Variables ambientales: Las mediciones de las variables ambientales temperatura (°C) y humedad relativa (%) dentro de los corredores en los tratamientos B y C, y en la posición similar en los tratamientos A y D, muestra que las temperaturas son más extremas en la situación sin cobertura (A), es decir en la zona cosechada, y menos variable en los corredores, teniendo la menor oscilación en el testigo (figura 13).

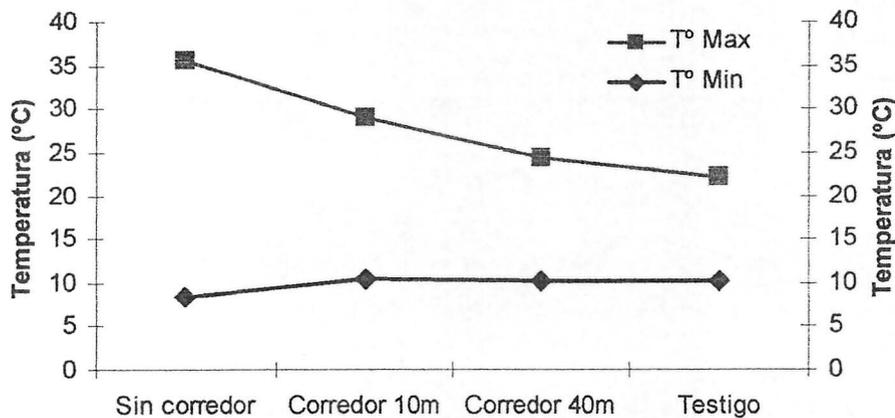


Figura 13. Variaciones de temperatura (°C) en los diferentes tratamientos evaluados.

En cuanto a la humedad relativa, esta variable mostró un comportamiento similar a la temperatura en cuanto a sus oscilaciones (figura 14).

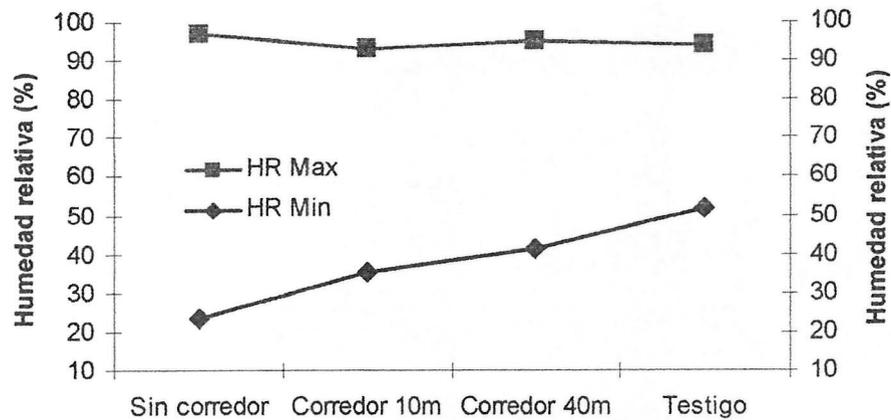


Figura 14. Variaciones de humedad relativa (%) en los diferentes tratamientos evaluados.

5.1.3 Experimento 3

Este experimento apuntaba a cuantificar de forma directa el uso de las quebradas de vegetación como corredores biológicos por las aves. Sin embargo, debido a la baja tasa de recapturas que evidenciaran movimientos entre los nodos, la evaluación no se pudo hacer directamente. Sin embargo, se presentan dos tipos de evidencias indirectas de la utilidad de las quebradas como canalizadores de las poblaciones de aves en predios dominados por plantaciones de pino.

En primer lugar se capturaron 295 individuos correspondiendo a 27 especies de aves. De éstas 10 corresponden a especies de aves de bosque, considerándose como ave de bosque a todas las que se encuentran mayoritariamente restringidas a este tipo de cobertura para el desarrollo de sus actividades.



En cuanto a la abundancia de aves de bosque, fue significativamente superior en las quebradas dentro del área cosechada que en las dos situaciones con cobertura continua (plantación pino y bosque nativo) (figura 15).

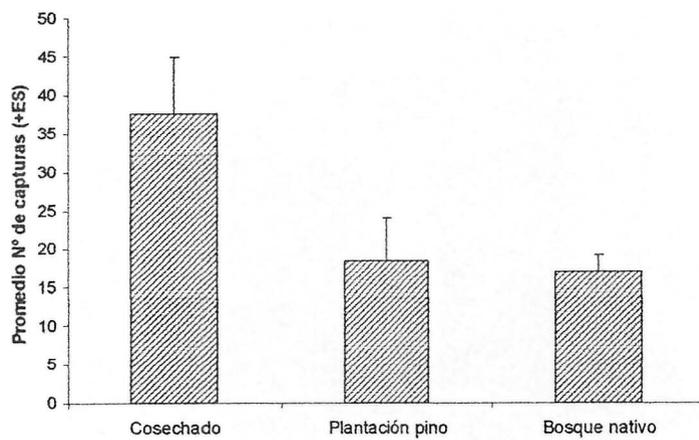


Figura 15. Abundancia de aves de bosque en las quebradas.

La riqueza de especies de aves de bosque mostró un patrón similar a la abundancia, siendo superior en las quebradas dentro del área cosechada, aunque las diferencia no fueron tan grandes como en la abundancia de individuos (figura 16).

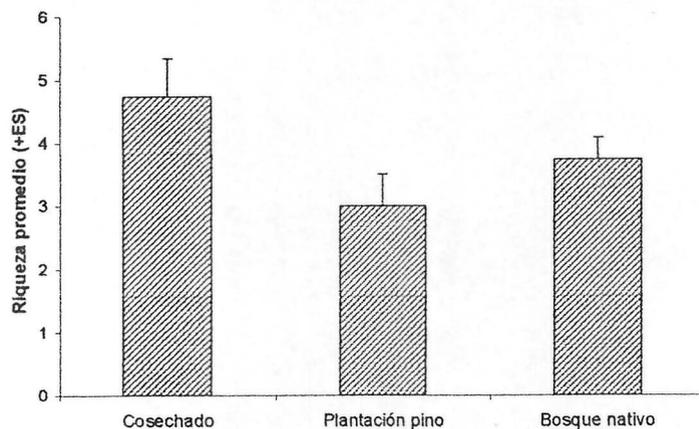


Figura 16. Riqueza de aves de bosque en las quebradas.



Esta situación indica que las quebradas reciben a un número importante de aves de bosque, y sugiere que, después de la cosecha muchas de ellas se desplazan hasta las quebradas con vegetación nativa.

La segunda fuente de evidencia surge de datos de estimaciones puntuales de abundancia en los mismos sistemas de quebradas y en la matriz que las rodeaba. Para estos fines se realizaron 12 estaciones puntuales de muestro de aves en cada sistema de quebradas y 12 en la matriz, y cada muestreo se replicó entre 4 y 6 veces durante la duración del estudio. En este sentido, la tabla 2 muestra las densidades promedio para cada situación para las aves agrupadas en aves especialistas de zonas abiertas, de bosque, y de ambientes mixtos. Se observa que las aves ambientes abiertos tienen su mayor densidad en zonas explotadas, y que las de ambientes mixtos y de bosque son más abundantes en plantaciones de pino.



	Cosechado		Pino		Nativo	
	Quebrada	Matriz	Quebrada	Matriz	Quebrada	Matriz
Spp. Areas abiertas						
Bailarin chico	0	0.02	0	0	0	0
Chincol	0.5	1.07	0	0	0	0
Chinhue	0.1	0.3	0	0	0	0
Codomiz	0.2	0.17	0	0.04	0	0
Diuca	0.06	0.18	0.02	0.08	0	0
Loica	0	0	0	0.01	0	0
Perdiz	0	0.03	0	0	0	0
Platero	0.04	0.25	0	0	0	0
Tortola	0	0.07	0	0	0	0
Total	0.9	2.09	0.02	0.14	0	0
Spp. Bosque						
Cachudito	0.38	0.12	0.09	0.52	0.19	0.27
Carpintero	0	0	0	0	0.05	0.08
Chucao	0.07	0	0.27	0	0	0
Chuncho	0.01	0	0	0	0	0.01
Churrin	0.31	0.28	0.08	0.22	0.02	0.01
Churrin de la Mocha	0.34	0.01	0.4	0.29	0.15	0.02
Colilarga	0.37	0.02	0.44	0.25	0.11	0.04
Comesebo	0.08	0	0.05	0.1	0.31	0.13
Cometocino	0.17	0.04	0.12	0.47	0	0
Hued hued castaño	0.01	0	0.07	0.15	0.13	0.03
Picaflor	0.31	0.03	0.17	0.2	0.41	0.27
Pitio	0	0.02	0	0	0	0.01
Rayadito	0.09	0	0.2	0.54	1.04	0.39
Torcaza	0.09	0.01	0.01	0.28	0	0.01
Total	2.24	0.55	1.9	3.03	2.41	1.28
Spp. Ambientes mixtos						
Canastero	0.05	0.09	0	0.03	0	0
Chercan	0.67	1.01	0.04	0.15	0.04	0.05
Diucon	0.04	0.11	0.02	0.03	0	0
Fio fio	2.46	0.96	2.14	5.31	1.95	1.95
Golondrina	0.02	0.01	0	0.05	0.2	0.1
Jilguero	0.23	0.42	0.11	0.41	0.02	0.15
Rara	0.02	0.01	0	0	0	0
Tenca	0	0.03	0	0	0	0
Tijeral	0.01	0.06	0	0	0	0
Tordo	0.22	0	0.09	0.48	0	0
Zorzal	0.47	0.15	0.28	0.07	0.3	0.17
Total	4.19	2.85	2.67	6.54	2.52	2.42
Total	7.34	5.49	4.6	9.71	4.92	3.7

Tabla 2. Densidad poblacional (ind/ha) de aves en quebradas de vegetación nativa y su entorno, para tres tipos de paisajes: Plantaciones de pino cosechadas, Plantaciones de pino y Bosque nativo.



En este caso la densidad de aves de bosque en quebradas rodeadas por bosque nativo aumentó proporcionalmente en relación al resultado del experimento de redes ya que las redes sólo capturan a las aves que se mueven bajo los 3 mts de altura.

Nuevamente se observa que las quebradas tienen un rol muy importante al albergar una alta cantidad de aves de bosque, particularmente cuando el contraste con la matriz es alto (cuadro XX). Las diferencias relativas entre las abundancias en la matriz y en las quebradas sugieren que una proporción importante de las aves de bosque que están en las plantaciones se mueven hacia las quebradas cuando las plantaciones son cosechadas.

En resumen, si bien es cierto no se obtuvieron evidencias directas de la importancia de las quebradas para favorecer el movimiento de las aves, sí fue posible establecer que estas estructuras son fundamentales para la mantención de poblaciones de aves de bosque durante los años en que las plantaciones son cosechadas. Estas poblaciones, muy probablemente permiten la recolonización de las plantaciones cuando éstas crecen y por lo tanto, sí ejercen un efecto en la conectividad espacial.

5.1.4 Experimento 4

Roedores: La tasa de movimiento de los roedores mostró diferencias importantes dependiendo de la cobertura vegetal, siendo mayor en las zonas cosechadas (figura 17). Este patrón indicaría que los individuos tienden a irse del sitio de liberación, ya que no corresponde a su territorio habitual. Sin embargo, tienden a salir más rápidamente de la zona cosechada, probablemente debido a una falta de refugios y a una mayor exposición que se puede traducir en una mayor presión de depredación.

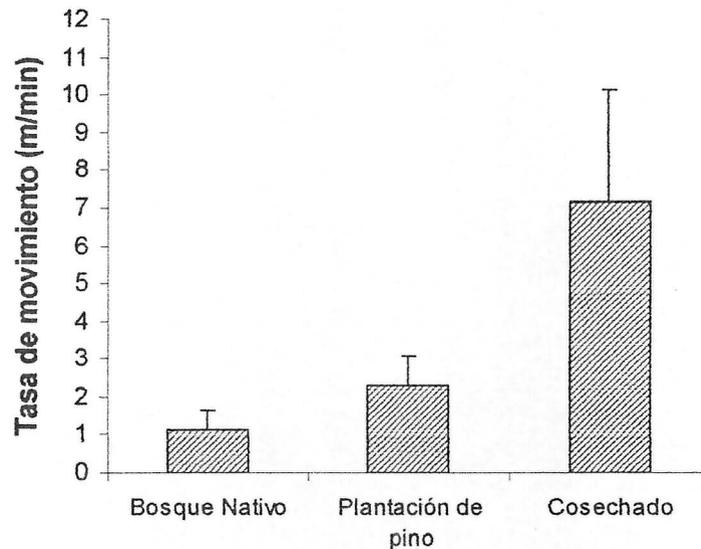


Figura 17. Tasa de movimiento de *A. longipilis*.

Coleopteros: Fue posible completar las observaciones por cinco minutos sólo para 19 individuos en bosque nativo, 14 en plantación de pino y 4 en cosechado (90%, 73% y 57% respectivamente). Esto es producto de que en algunos casos el insecto se perdió o el experimento se detuvo para evitar la pérdida. En todos los sitios en general, los insectos sólo realizaron dos actividades, invirtiendo la mayoría del tiempo en estar detenido y muy poco en desplazamiento. En el bosque nativo esto es más marcado que en plantación y área cosechada (tabla 3).

Sitio	Detenido	Caminando
Bosque nativo	190 (92,2)	16 (7,8)
Plantación de pino	141 (82,9)	29 (17,1)
Área cosechada	40 (60,6)	26 (39,4)
Todos	702 (85,8)	116 (14,2)

Tabla 3. Resumen de las actividades observadas, número (porcentaje) de pasos de 30 segundos ocupados en cada actividad.

El largo de paso o distancia recorrida en 30 segundos difiere entre sitios siendo mayor en el área cosechada que en el bosque nativo, en la plantación de pino los largos de paso se asemejan tanto al nativo como al cosechado (largo paso promedio: 22.8, 44.67 y 41.43 respectivamente (figura 18)).

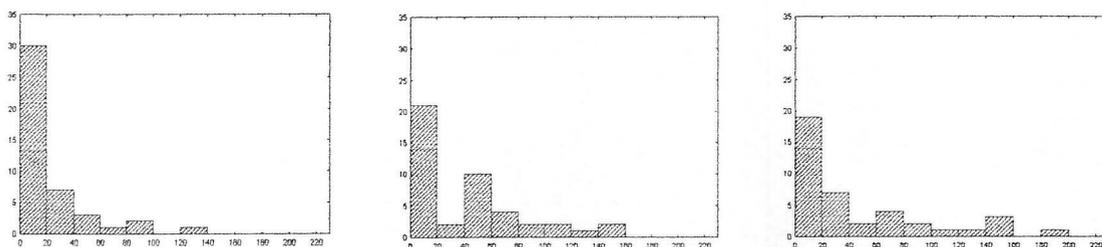


Figura 18. Distribución de los largos de paso (cm.) observados para *C. chilensis* en bosque nativo, plantación de pino y cosechado

Tanto en tasa de desplazamiento efectiva como en la total, los insectos se mueven más rápido en el área cosechada que en el bosque nativo, en la plantación de pino se mueven a una tasa intermedia y similar a los otros sitios. (64.25, 9.3 y 29 cm. /min. efectiva y 72.13 10.83 y 38.47 total respectivamente) (figura 19).

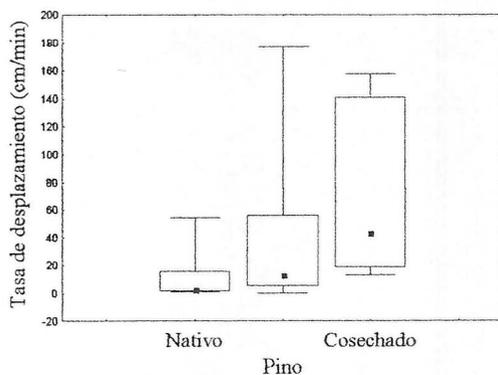


Figura 19. Efecto del sitio sobre Tasa de desplazamiento total de *C. chilensis*. Las líneas indican los rangos (mínimo y máximo), los recuadros indican los rangos intercuartiles (25%-75%) y los puntos la mediana.



La duración de periodos de movilidad no varía entre sitios (figura 20).

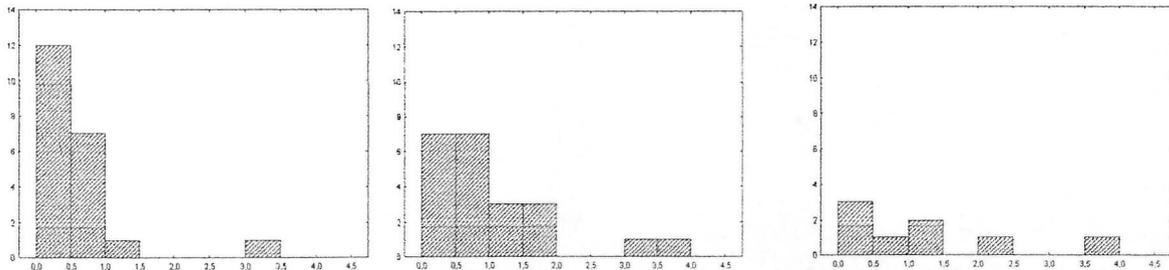


Figura 20. Distribución de la duración de los periodos de movilidad (minutos) de *C. chilensis* en bosque nativo, plantación de pino y área cosechada.

Por el contrario, los periodos de inmovilidad varían entre sitios, teniendo mayor duración en el bosque nativo que en el pino, siendo la duración de estos periodos en el hábitat cosechado similar a ambos (promedio 3.35, 2.35 y 2.16 respectivamente) (figura 21).

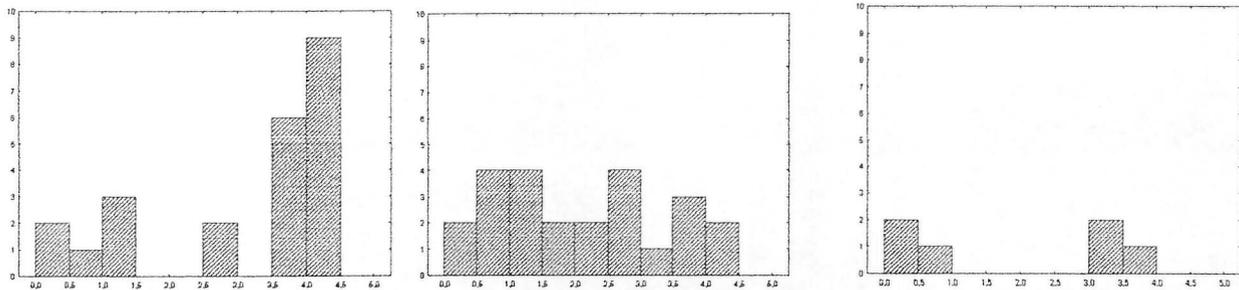


Figura 21. Distribución de la duración de los periodos de inmovilidad (min.) de *C. chilensis* en bosque nativo, plantación de pino y área cosechada.

En resumen, los individuos de *C. chilensis* se desplazan menos y a menor velocidad en el bosque nativo, con una ligera tendencia a realizar movimientos más circulares (ángulos de giro mayores) y manteniéndose inmóvil allí por más tiempo. En la plantación de pino, tienden a moverse en forma más lineal y se desplazan a una distancia y velocidad intermedia, sin embargo, la mayor velocidad y largo de paso se observa en el área cosechada. Estos resultados sugieren que estos insectos tenderían a permanecer en el bosque nativo y a abandonar rápidamente las áreas cosechadas.



En el caso del experimento de reacción al borde plantación/cosechado de corto plazo, todos los insectos se dirigieron rápidamente hacia la plantación de pino, uno liberado a mayor distancia desde el borde murió deshidratado. Esto sugiere que la baja humedad y/o alta temperatura del área cosechada podrían estar jugando un rol importante en la preferencia de hábitat de estos insectos. Además, el área cosechada sería altamente inhóspita para estos organismos, siendo muy probable que no se encuentren en áreas cosechadas bajo estas condiciones de hora del día y época del año. En el caso del período de largo plazo, de los 13 individuos liberados, 10 se dirigieron hacia el pino y habrían permanecido allí, avanzando entre 22 cm. y 6,40 m la primera noche (promedio = 1,53 m) y entre 17 cm. y 2,35 m la segunda noche (promedio = 1 m). Los tres individuos que permanecieron en el área cosechada fueron depredados, ya que solo se encontraron restos de sus élitros y uno habría sido atacado por algún organismo encontrándose vivo pero mutilado. Por lo tanto, existe una marcada preferencia de estos insectos por el área con plantación versus el área cosechada. El movimiento en área cosechada sería de mayor riesgo de muerte por deshidratación o depredación. Por lo tanto, es posible que *C. chilensis* utilice los corredores de plantación de pino ubicados dentro de un área cosechada.

5.1.4 Experimento 5

Aves: En el caso del experimento con los puntos de captura y liberación unidos por un sistema de quebradas, el individuo volvió al punto de captura inicial el mismo día de la liberación moviéndose sólo por las quebradas con vegetación, aunque la distancia recorrida fuera casi el doble de una línea recta entre los puntos (figura 22). En el caso del experimento con los puntos de captura y liberación separados por una zona de cosecha, el individuo no volvió al punto de captura inicial moviéndose sólo por las zonas de vegetación cercanas al punto de liberación, aunque la distancia que separaba los puntos es fácilmente recorrida por este tipo de organismos. Estos resultados aportan información importante al modelo de simulación, ya que proporcionaron datos para estimar probabilidades de estos organismos a salir de la vegetación y de selección de cobertura.



Figura 22. Trayectoria de movimiento de *S. rubecula* entre punto de captura (C) y punto de liberación (L).

Roedores: Trasladamos un total de 10 individuos de *A. longipilis*, a sitios en donde los animales pudieran satisfacer sus requerimientos inmediatos de comida y refugio. El 50% (N=10) de los individuos monitoreados muere en el sitio de liberación, ya sea depredado (29.2%) o bien por causa desconocida (20.8%). De los individuos sobrevivientes (50%), todos abandonan el sitio de liberación, retornando al sitio del que fueron removidos moviéndose por el área coschada muy rápidamente (figura 23). En ocasiones el retorno es en algún punto de la quebrada de origen y luego dentro de la quebrada se desplazan hasta el punto de captura inicial. Este experimento contrasta con el de las aves, ya que muestra que pequeños mamíferos tienen una mayor plasticidad de movimiento, lo que permitirá resultados más reales en el modelo de simulación.

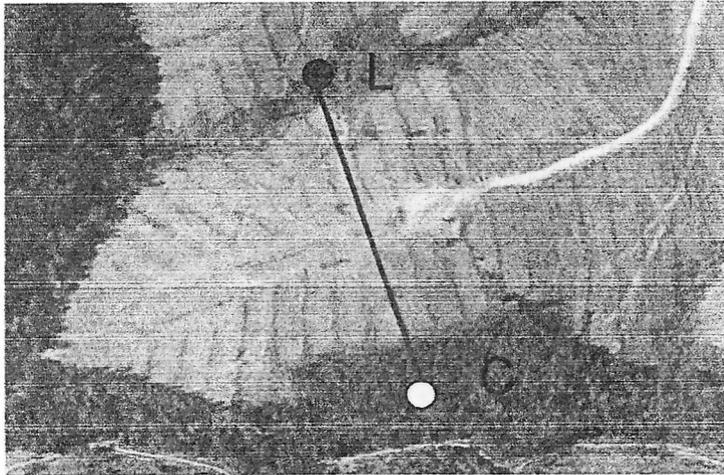


Figura 23. Trayectoria de movimiento de *A. longipilis* entre punto de captura (C) y punto de liberación (L).

5.2 Modelo de simulación

Evidentemente el mayor costo estuvo representado por el escenario en que el predio no se explotó. Este escenario es el que además produjo el mayor beneficio en términos de aumento de la conectividad ya que prácticamente todo el predio (con la excepción de los caminos principales) estuvo cubierto por bosques.

Proporcionalmente el establecimiento de 20 y 40 corredores de 10 y 40 fue mucho menos costoso que los otros escenarios (i.e. Áreas de cosecha de 13 y 130 ha), y su efecto sobre la conectividad también fue menor. Sin embargo, la forma de la curva general indica que las modificaciones realizadas tiene un efecto que se asemeja al mejor de los escenarios posibles (el escenario C planteado en la propuesta inicial), donde inicialmente los cambios en conectividad biológica son proporcionalmente mayores que los incrementos en costos (una alta pendiente), situación que empieza a cambiar cuando la inversión es mayor.

Los gráficos que se muestran a continuación (figuras 24, 25 y 26) difieren en los parámetros utilizados en el modelo de simulación donde estos nos muestran la disposición que tiene un individuo a salir a las zonas cosechadas (100% menos la disposición a salir).

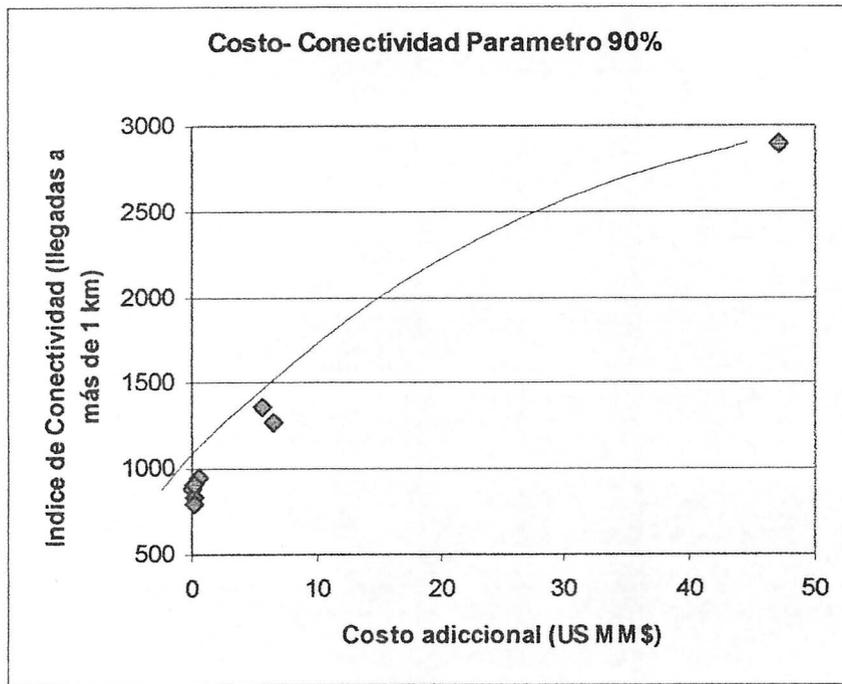


Figura 24. Curva Costo-Conectividad con 90% de disposición de un individuo a no salir a la zona explotada.

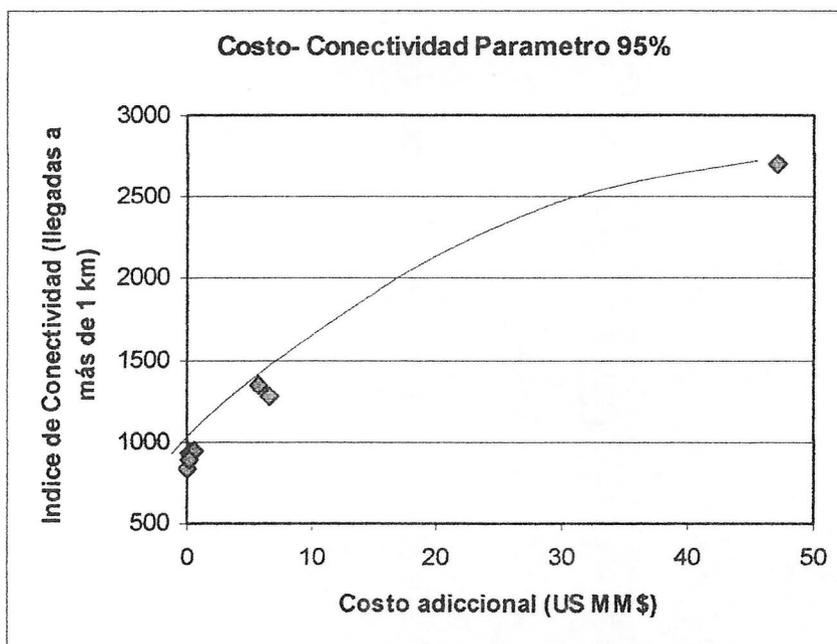


Figura 25. Curva Costo-Conectividad con 95% de disposición de un individuo a no salir a la zona explotada.

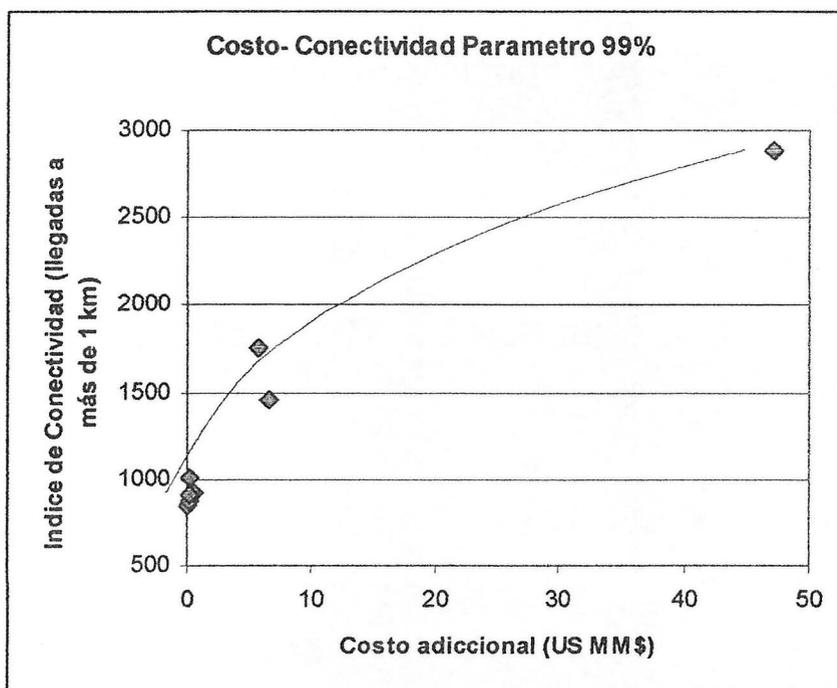


Figura 26. Curva Costo-Conectividad con 99% de disposición de un individuo a no salir a la zona explotada.



6. PROBLEMAS ENFRENTADOS

6.1 Técnicos

Los principales problemas técnicos se relacionan con la baja captura y recaptura de los organismos utilizados por este proyecto para ejecutar los diferentes experimentos propuestos. Como principal medidas correctivas se concentraron temporalmente las labores de terreno, para así asegurar un número de capturas que permitan desarrollar las actividades manipulativas. Además, se incorporaron técnicas que permitan cumplir algunos objetivos sin tener que recapturar los individuos (polvos fluorescentes que permiten trazar las trayectorias de los individuos con el uso de una lámpara ultravioleta).

Otro problema técnico enfrentado fue las abundantes precipitaciones durante el mes de octubre en el área de trabajo, hecho que dificultó la ejecución de los experimentos y todas las labores complementarias en terreno, de manera que todos los experimentos manipulativos se ejecutaron durante los meses de Enero y Febrero.

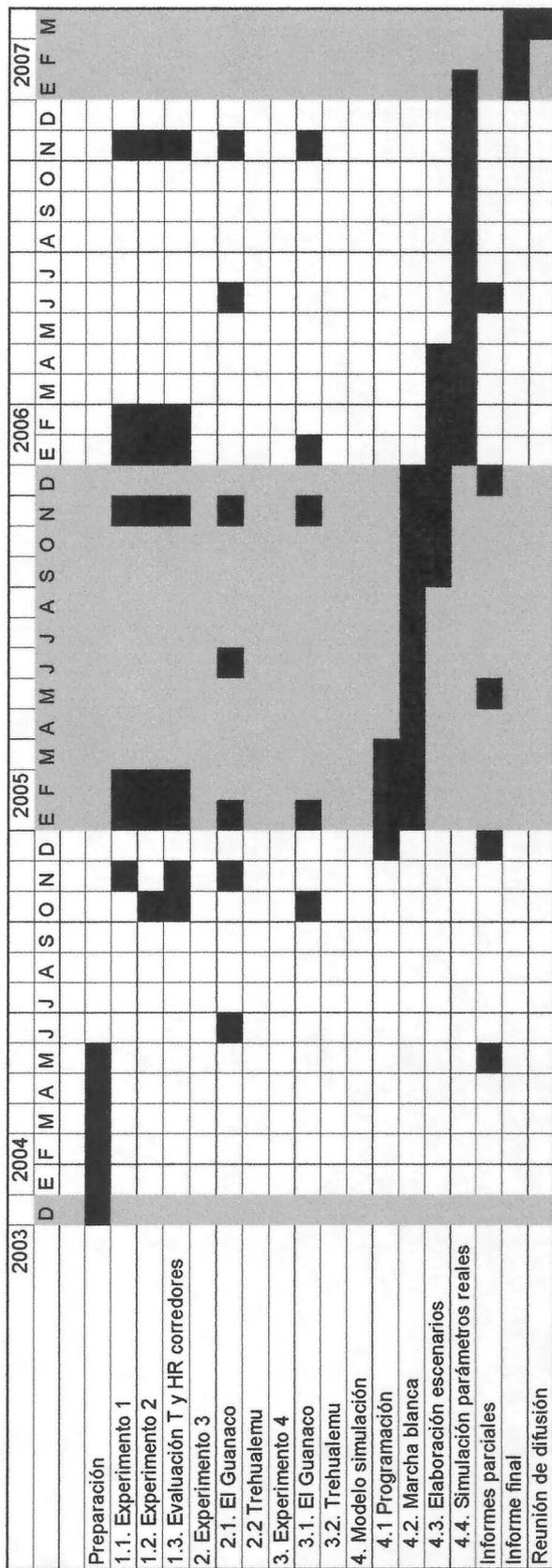
6.2 Gestión

El principal problema de gestión enfrentado correspondió a la gestión del asociado (MASISA S.A.) en cuanto a la planificación y ejecución de las actividades comprometidas en el presente proyecto. Para evitar este tipo de problemas, se estableció una red adecuada de coordinación entre el ejecutor y su asociado. Esta red incluye a todas las unidades que tengan relación con las actividades del proyecto.

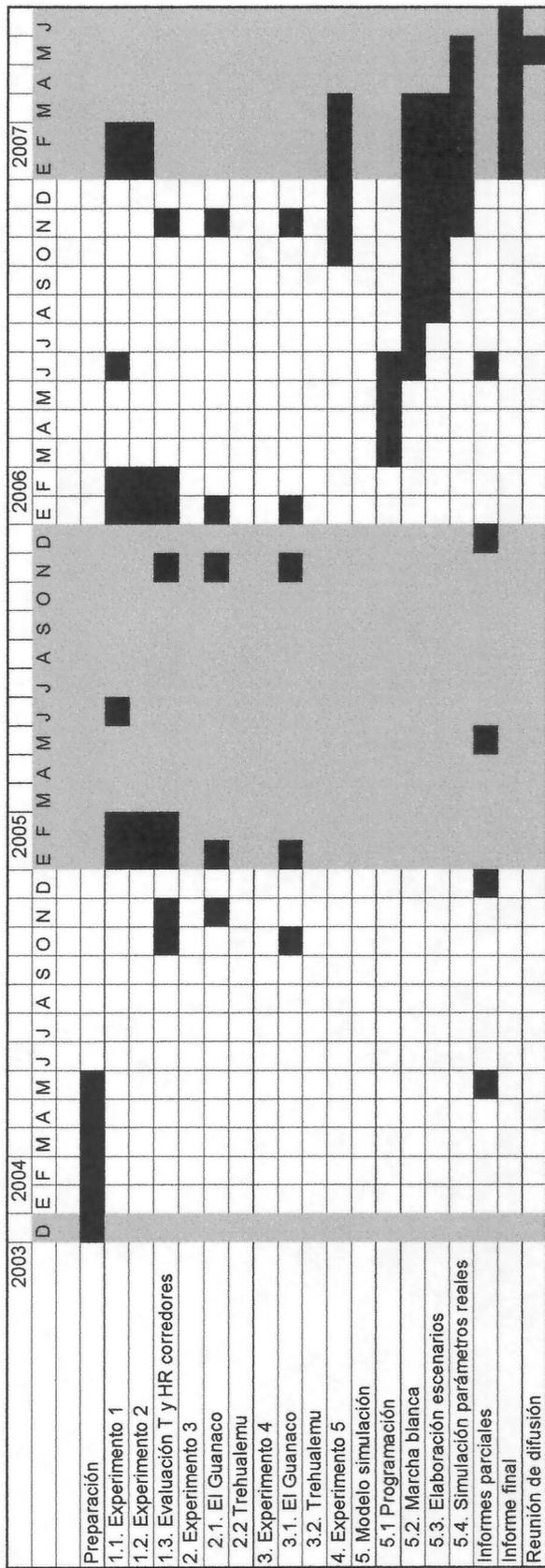


GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

7. CALENDARIO DE EJECUCIÓN Y CUADRO RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO



Carta Gantt Propuesta



Carta Gantt Real

GASTOS PROGRAMADOS/REAL SOBRE APORTES FIA

ITEM	1		2		3		4		5		6		7		8		TOTAL PERIODO		SALDO PROYECTO	
	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL	PFTO	REAL		
1- RECURSOS HUMANOS																				
1.1 Profesionales																				
1.2 Técnicos (contrato)																				
1.3 Técnicos (FIA)	542,920	910,111	198,728	198,728	175,478	300,000	175,478	175,478	0	300,000	300,000	300,000	300,000	3,403,111	3,403,111	0	0	0	-3,081,835	
2- EQUIPAMIENTO																				
2.2.1 Información																				
2.2.2. Uso equipos																				
3- INFRAESTRUCTURA																				
3.1 Uso de infraestructura																				
3.2 Costo financiero ensayo																				
4- MOVILIZACIÓN VEHÍCULOS Y COMBUSTIBLE																				
4.1 Vehículos nacionales	4,768,524						63,730	128,692	8,854	33,536	8,854	33,536	33,536	128,692	128,692	0	0	0	4,789,291	
4.2 Arriendo Vehículos	-228,942						163,778	862,432		202,300	202,300	202,300	202,300	1,418,100	1,418,100	0	0	0	-1,318,854	
4.3 Pasajes	812,238						74,800	16,388	15,770	41,930	41,930	41,930	41,930	18,398	132,500	0	0	0	898,124	
4.4 Combustibles	-484,694																			-484,694
4.5. Uso vehículos (kilometraje)																				
5- MATERIALES E INSUMOS																				
5.1 Herramientas	324,683																			324,683
5.2 Insumos de laboratorio	40,748																			40,748
5.3 Insumos de campo	-248,774																			-248,774
6- SERVICIOS DE TERCEROS																				
7- DIFUSIÓN																				
7.1 Sembreros																				
7.2 Día de campo																				
8- GASTOS GENERALES																				
8.1 General/ Administración	-148,394	148,932	18,747	18,747	37,886	300,000	37,886	37,886	47,724	47,724	47,724	47,724	47,724	201,737	201,737	0	0	0	1,833,270	
8.2. Utensilios																				694,924
TOTALES	3,923,890	1,583,022	187,476	187,476	687,800	300,000	375,846	158,802	4,188,204	4,188,204	4,188,204	4,188,204	4,188,204	3,228,856	3,228,856	0	0	0	1,854,283	

Total Cuadro Inversiones y Gastos

Diferencia (siempre debe ser = 0)



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

8. ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN Y PUBLICACIONES

La actividad más importante de difusión del proyecto correspondió al Seminario "Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de pino: presentación de resultados", realizado el 31 de Mayo en la ciudad de Chillán. Durante esta actividad se presentaron los principales resultados del proyecto y se discutieron los nuevos desafíos que se surgen en el ámbito del sector forestal.

Además, dentro del periodo de ejecución del proyecto se realizaron una serie de actividades de difusión de las distintas etapas del proyecto. Algunas de éstas se centraron en el desarrollo del proyecto y en otras que abarcaban el tema de la conectividad biológica en términos generales se mencionó el proyecto, siempre resaltando el rol de la Fundación como principal fuente de financiamiento del proyecto.

Presentaciones en Seminarios:

Título: "Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de pino".
Seminario: Oportunidades para la conservación de la biodiversidad en el Centro-sur de Chile; fortaleciendo apacidades-alianzas para la conservación de de espacios naturales. Concepción, Chile. CODEFF-CORMA.

Presentaciones en Congresos:

Título: "Manejo de la conectividad biológica en predios forestales dominados por plantaciones de *Pinus radiata* en Chile central". Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales. Cochabamba, Bolivia.

Título: "Evaluación experimental del efecto de corredores biológicos en la conectividad de aves de bosque en plantaciones de pino insigne (*Pinus radiata*) en Chile central". VIII Congreso de Ornitología Neotropical, Maturín, Venezuela.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Título: "Rol de las zonas de protección con vegetación nativa como refugio para aves de bosque en un paisaje forestal industrial". VIII Congreso de Ornitología Neotropical, Maturín, Venezuela.

Título: "Uso del hábitat por aves rapaces en un paisaje forestal industrial de plantaciones exóticas de pino insigne (*Pinus radiata*) en Chile central". VIII Congreso de Ornitología Neotropical, Maturín, Venezuela.

Título: "Hábitos alimenticios de la lechuza blanca (*Tyto alba*) en plantaciones exóticas de pino insigne (*Pinus radiata*) en Chile central". VIII Congreso de Ornitología Neotropical, Maturín, Venezuela.

Título: "Diversidad de vertebrados en plantaciones de *Pinus radiata* y el rol potencial de este ecosistema en la conservación de la biodiversidad en Chile central". III Congreso Chileno de Ciencias Forestales, Concepción, Chile.

Título: "Uso de las plantaciones forestales de *Pinus radiata* por especies de herpetozoos nativos en el centro-sur de Chile". VII Congreso Argentino de Herpetología, Corrientes, Argentina.

Título: "The role of exotic pine plantations in the conservation of forest vertebrate diversity in central Chile". XIX Annual Meeting of the Society for Conservation Biology, Brasilia, Brasil.

Charlas de difusión:

Título: "Simulating the movement of animals in fragmented landscapes". Workshop "Mathematics of the preservation of renewable and natural resources", Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile.



9. IMPACTOS DEL PROYECTO

Puesto que el manejo de la conectividad espacial es considerado de forma creciente como un elemento fundamental de la gestión ambiental moderna en las plantaciones de pino, las empresas necesitan contar con opciones económicamente factibles para abordar el problema. Los resultados de este proyecto demuestran fehacientemente que fajas de plantaciones de pino sí pueden usarse para conducir el movimiento de animales a través del paisaje forestal. Esto implica que durante la cosecha de las plantaciones se puede recurrir a porciones de éstas para mitigar los impactos negativos que la cosecha de grandes áreas podría tener sobre la conectividad biológica del paisaje.

Aunque existen especies de bosque que sí pueden moverse a través de las zonas cosechadas mediante tala rasa, la frecuencia con que lo hacen es mucho menor a la frecuencia de uso de las plantaciones de pino. Además, el proyecto registró evidencias indirectas de que la mortalidad de algunas especies podría aumentar en estos ambientes, producto de mayor depredación y de factores físicos (e.g. mayor radiación solar).

Una de las ventajas de utilizar corredores constituidos por fajas de plantaciones de pino es que éstos pueden ser usados de forma temporal mientras las restricciones al movimiento de animales de bosque son mayores (e.g. primeros 5 años después de la cosecha y reforestación). Posteriormente, la madera puede ser cosechada si las condiciones de accesibilidad lo permiten.

Las simulaciones mostraron que la relación beneficio/costo (aumento de la conectividad biológica / costo de implementar las medidas adicionales) aumentaba en forma más que proporcional a la inversión en los primeros niveles de intervención, lo que indica que efectivamente puede ser rentable aplicar estas medidas en el futuro. Sin embargo, puesto que el conocimiento que existe actualmente a nivel internacional sobre la relación que hay entre la conectividad biológica y la sobrevivencia de las poblaciones animales es aún incipiente, no existe información suficiente como para establecer el grado de intervención necesaria (e.g. cuántos corredores) para un caso determinado.



Lo que sí es posible establecer es que, en condiciones en que los problemas de falta de conectividad sean evidentes, el uso de corredores compuestos por fajas de plantaciones de pino puede ser una alternativa eficaz para mitigar impactos negativos durante la cosecha. Un ejemplo de lo anterior puede ser la utilización de estos corredores para conectar quebradas naturales que queden separadas por distancias medianas (e.g. 100 – 200 m).

La evaluación de dos anchos de corredores permitió evidenciar que, como habitualmente ocurre con este tipo de problemas, las distintas especies responden de forma diferente a las medidas de manejo. Por un lado, los corredores angostos canalizaron más eficazmente el movimiento de roedores (i.e. se movieron más rápido), los más anchos canalizaron de forma importante el movimiento de aves caminadoras de bosque. Esto destaca el hecho de que el diseño de corredores debe hacerse en función de beneficiar a especies o grupos de especies identificados previamente.

A pesar de lo anterior, es posible que los corredores de 10 m de ancho sean demasiado delgados, ya que ese ancho los hace muy susceptible a caídas de árboles por viento. Por el contrario, los corredores más anchos fueron más estables y presentaron mejores condiciones microclimáticas. De esta forma, en el caso de tener que definir un ancho de corredor para un grupo de animales diferentes, un corredor de 40 m podría ser más adecuado, puesto que sí bien no es el que canaliza de forma más rápida el movimiento de animales pequeños de bosque, estos sí se mueven finalmente a través de ellos.

El proyecto también aportó evidencias sobre la importancia de las quebradas con vegetación nativa como reservorios de diversidad animal y, aunque no se logró cuantificar el movimiento de forma adecuada, las observaciones sugieren que estas zonas son fundamentales en la recolonización de las plantaciones por la fauna, una vez que éstas vuelven a crecer después de la cosecha.

Lo anterior destaca la necesidad de integrar las quebradas de forma activa a la planificación forestal, realizando las acciones de protección, manejo y restauración que sean necesarias para asegurar que éstas sigan cumpliendo su rol en el futuro.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los datos obtenidos durante este proyecto permite concluir algunos aspectos fundamentales del manejo de la conectividad. El uso de los corredores se confirma para aves y micromamíferos. Sin embargo, parece que las características del corredor influyen en forma diferente para cada grupo. Esta información se consideró en la valoración económica de las medidas de manejo de la conectividad durante el diseño de las faenas de cosecha (evaluación de diferentes escenarios para estimar la relación Conectividad-Costo).

En cuanto a la importancia de las quebradas en la mantención de individuos de especies de aves de bosque, se comprobó que es fundamental la mantención de estas áreas, ya que permiten la presencia y movimiento de individuos dentro de un ambiente hostil como es una superficie cosechada. De manera que la mantención y manejo adecuado de estas áreas debiera ser valorado e incluido en la planificación de cosecha (evaluación de diferentes escenarios para estimar la relación Conectividad-Costo).

De los resultados de este proyecto se derivan nuevas interrogantes que deberían ser investigadas como materia de futuros proyectos.

Un tema que podría estudiarse en el futuro es si hay un ancho de los corredores que sea económicamente óptimo. Corredores delgados son más baratos por el menor costo de oportunidad de dejar menos madera en pie por algunos años, pero el costo de explotarlos posteriormente puede ser muy alto (\$/M³) debido a que los costos fijos (e.g. preparación de caminos, canchas, etc.) tendrán un efecto muy significativo si la cantidad de madera cosechada es poca. Por el contrario, corredores más anchos pueden ser más caros



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

inicialmente pero menos costosos de explotar ($\$/M^3$) en el futuro, por las mismas razones anteriores. Además, un fenómeno similar se espera que ocurra con la plantación después de la cosecha del corredor.

Durante la cosecha, muchas veces los árboles son volteados en dirección de la pendiente como medida de seguridad. Esta situación hace que, en el borde de las quebradas muchos pinos caen sobre la vegetación nativa dañándola y acelerando la invasión por pinos al distribuir las semillas. Para permitir que las quebradas con vegetación nativa cumplan su importante rol en las plantaciones de pino es necesario desarrollar técnicas de cosecha que minimicen este efecto.

Tal cual como se exploró inicialmente en algunos de los escenarios simulados, no sólo el establecimiento de "corredores biológicos" puede incidir en el aumento de la conectividad biológica de un predio sino que la configuración espacial de las áreas de cosecha (e.g. El tamaño de los parches) puede tener un impacto muy importante. Este es un ámbito muy amplio de investigación en el que se debe poner atención.



12. ANEXOS

ANEXO 1. FICHAS DATOS PERSONALES

FICHA REPRESENTANTE(S) LEGAL(ES)

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Representante Legal del Agente postulante o Ejecutor como por el Representante Legal del Agente Asociado)

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Representante legal del Agente Ejecutor		
Nombres	Guillermo		
Apellido Paterno	Julio		
Apellido Materno	Alvear		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	<input checked="" type="checkbox"/>	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Decano de la Facultad de Cs. Forestales		
Dirección (laboral)	Sta. Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	La Pintana		
Fono	678-5880		
Fax	541-4952		
Celular			
Email	gjulio@uchile.cl		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino
Etnia (B)			
Tipo (C)			

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Representante legal del Agente Asociado		
Nombres	Jorge		
Apellido Paterno	López		
Apellido Materno	Sepúlveda		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	MASISA S.A.		
RUT de la Organización	96.802.690-1		
Tipo de Organización	Pública	Privada	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Gerente General Operaciones Forestales		
Dirección (laboral)	Tucapel s/n°		
País	Chile		
Región	Del Bio-bio		
Ciudad o Comuna	Cabrero		
Fono	43-408576		
Fax	43-408599		
Celular			
Email	Jorge.lopez@masisa.com		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino
Etnia (B)			
Tipo (C)			



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

FICHA COORDINADORES Y EQUIPO TÉCNICO

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Coordinador Principal, Coordinador Alterno y cada uno de los integrantes del Equipo Técnico)

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Coordinador Principal		
Nombres	Cristián		
Apellido Paterno	Estades		
Apellido Materno	Marfan		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	<input checked="" type="checkbox"/> Privada	
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Profesor Asistente		
Profesión	Ingeniero Forestal		
Especialidad	Ecólogo, PhD		
Dirección (laboral)	Sta. Rosa 11315		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	La Pintana		
Fono	678-5871		
Fax	541-4952		
Celular			
Email	cestades@uchile.cl		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/> Femenino	
Etnia (B)			
Tipo (C)			

(A), (B), (C): Ver notas al final de este anexo



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Coordinador Alterno		
Nombres	Mauricio		
Apellido Paterno	Peña		
Apellido Materno	Valdés		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	MASISA S.A.		
RUT de la Organización	96.802.690-1		
Tipo de Organización	Pública	<input type="checkbox"/>	Privada <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Jefe de Grupo Forestal		
Profesión	Ingeniero Forestal		
Especialidad	Manejo Forestal		
Dirección (laboral)	Tucapel s/n°		
País	Chile		
Región	Del Bio-bio		
Ciudad o Comuna	Cabrero		
Fono	43-408576		
Fax	43-408599		
Celular			
Email	P.pena@masisa.com		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>
Etnia (B)			
Tipo (C)			



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Equipo técnico		
Nombres	Audrey		
Apellido Paterno	Grez		
Apellido Materno	Villarroel		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	<input checked="" type="checkbox"/> Privada	
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Profesor Asociado		
Profesión	Bióloga		
Especialidad	Ecóloga, MSc		
Dirección (laboral)	Sta. Rosa 11735		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	La Pintana		
Fono	678-5549		
Fax	678-5526		
Celular			
Email	agrez@uchile.cl		
Web			
Género	Masculino	<input type="checkbox"/> Femenino	<input checked="" type="checkbox"/>
Etnia (B)			
Tipo (C)			



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Equipo Técnico		
Nombres	Javier		
Apellido Paterno	Simonetti		
Apellido Materno	Zambelli		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	<input checked="" type="checkbox"/>	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Profesor Titular		
Profesión	Biólogo		
Especialidad	Ecólogo, PhD		
Dirección (laboral)	Las Palmeras 3425		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Ñuñoa		
Fono	678-7264		
Fax	272-7363		
Celular			
Email	jsimonet@uchile.cl		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino
Etnia (B)			
Tipo (C)			



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

Tipo de actor en el Proyecto (A)	Equipo Técnico		
Nombres	Ramiro		
Apellido Paterno	Bustamante		
Apellido Materno	Araya		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	Universidad de Chile		
RUT de la Organización	60.910.000-1		
Tipo de Organización	Pública	<input checked="" type="checkbox"/>	Privada
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Profesor Asociado		
Profesión	Biólogo		
Especialidad	Ecólogo, Dr		
Dirección (laboral)	Las Palmeras 3425		
País	Chile		
Región	Metropolitana		
Ciudad o Comuna	Ñuñoa		
Fono	678-7242		
Fax	272-7363		
Celular			
Email	rbustama@uchile.cl		
Web			
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino
Etnia (B)			
Tipo (C)			



ANEXO 2.

Escenarios	Costo Adicional (US MM\$)	Índice de Conectividad
Escenario 0	1,48755E-05	891
Escenario 1	5,612053193	1358
Escenario 2	6,521420066	1278
Escenario 3	0,104508664	792
Escenario 4	0,137318876	915
Escenario 5	0,189609013	831
Escenario 6	0,605127857	955
Escenario 7	47,1819	2897

Tabla Nº 1: Datos curva Costo-Conectividad obtenida con un 90%

Escenarios	Costo Adicional (US MM\$)	Índice de Conectividad
Escenario 0	1,48755E-05	842
Escenario 1	5,612053193	1341
Escenario 2	6,521420066	1286
Escenario 3	0,104508664	885
Escenario 4	0,137318876	896
Escenario 5	0,189609013	924
Escenario 6	0,605127857	949
Escenario 7	47,1819	2698

Tabla Nº 2: Datos curva Costo-Conectividad obtenida con un 95%

Escenarios	Costo Adicional (US MM\$)	Índice de Conectividad
Escenario 0	1,48755E-05	849
Escenario 1	5,612053193	1755
Escenario 2	6,521420066	1460
Escenario 3	0,104508664	908
Escenario 4	0,137318876	1005
Escenario 5	0,189609013	879
Escenario 6	0,605127857	925
Escenario 7	47,1819	2890

Tabla Nº 2: Datos curva Costo-Conectividad obtenida con un 99%



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

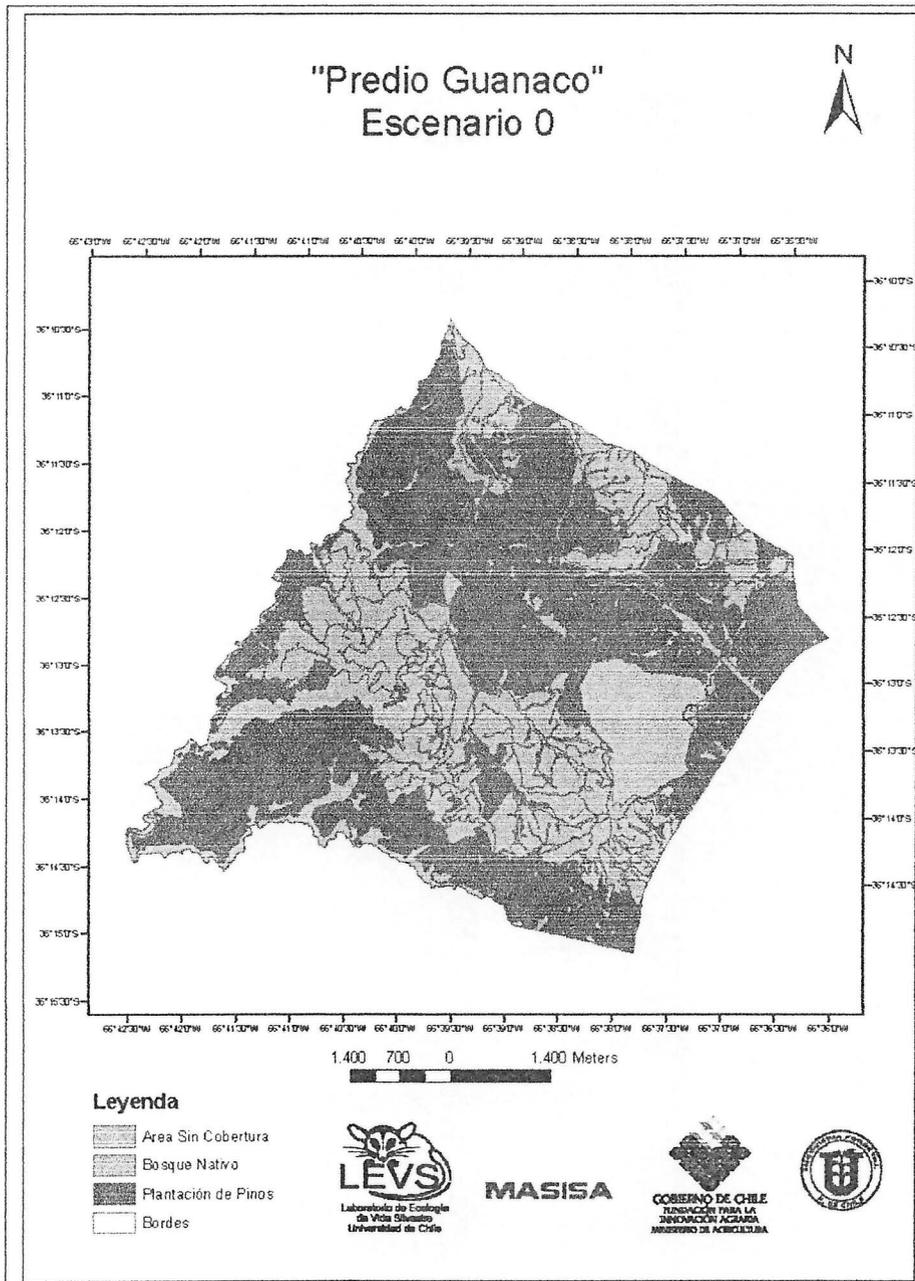


Fig. A1: Escenario 0, paisaje actual.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

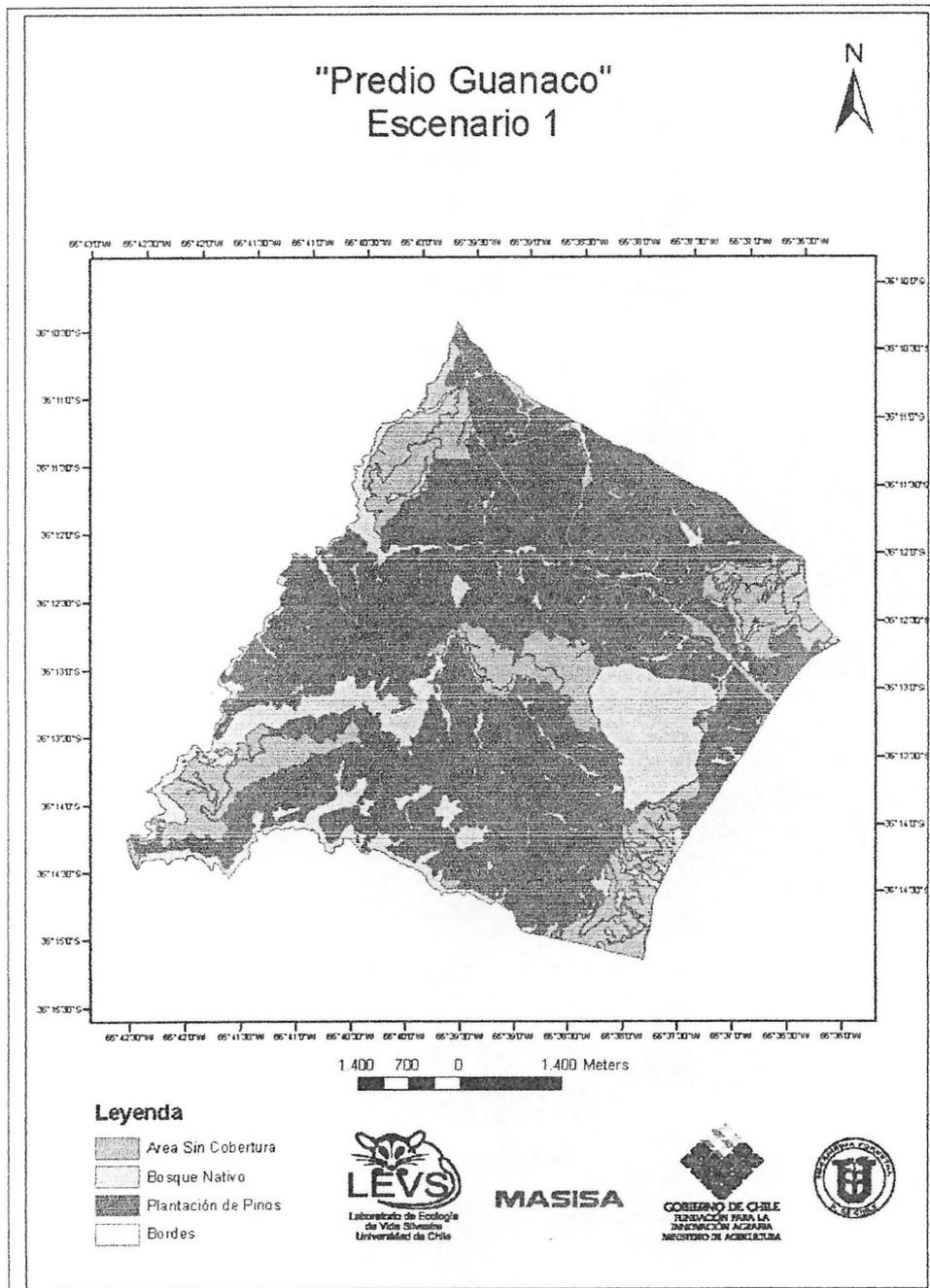


Fig. A2: Escenario 1. Paisaje modificado, con 1 parches de 130 ha en el año x.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

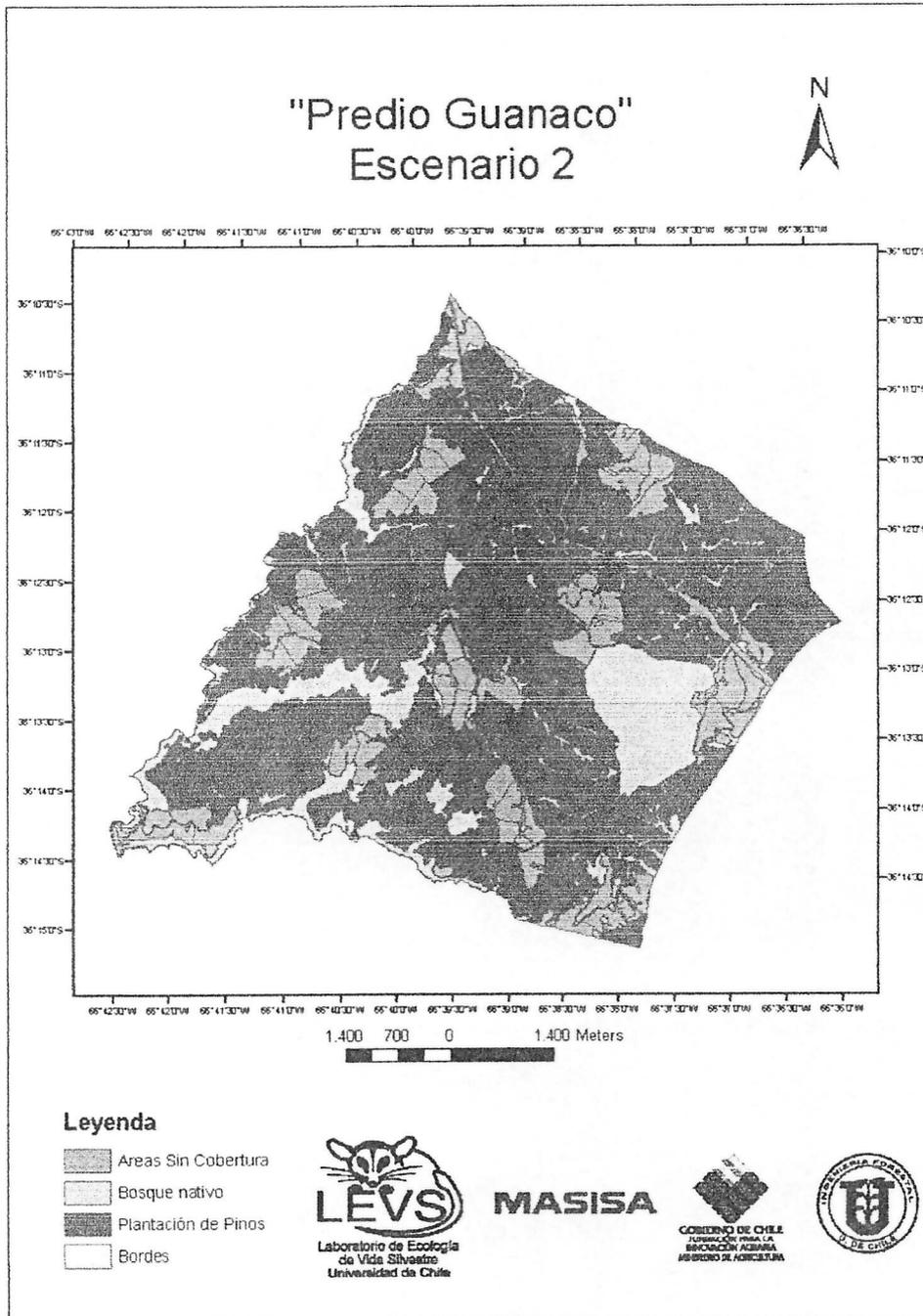


Fig. A3: Escenario 2. Paisaje modificado, con 10 parches de 13 ha en el año x.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

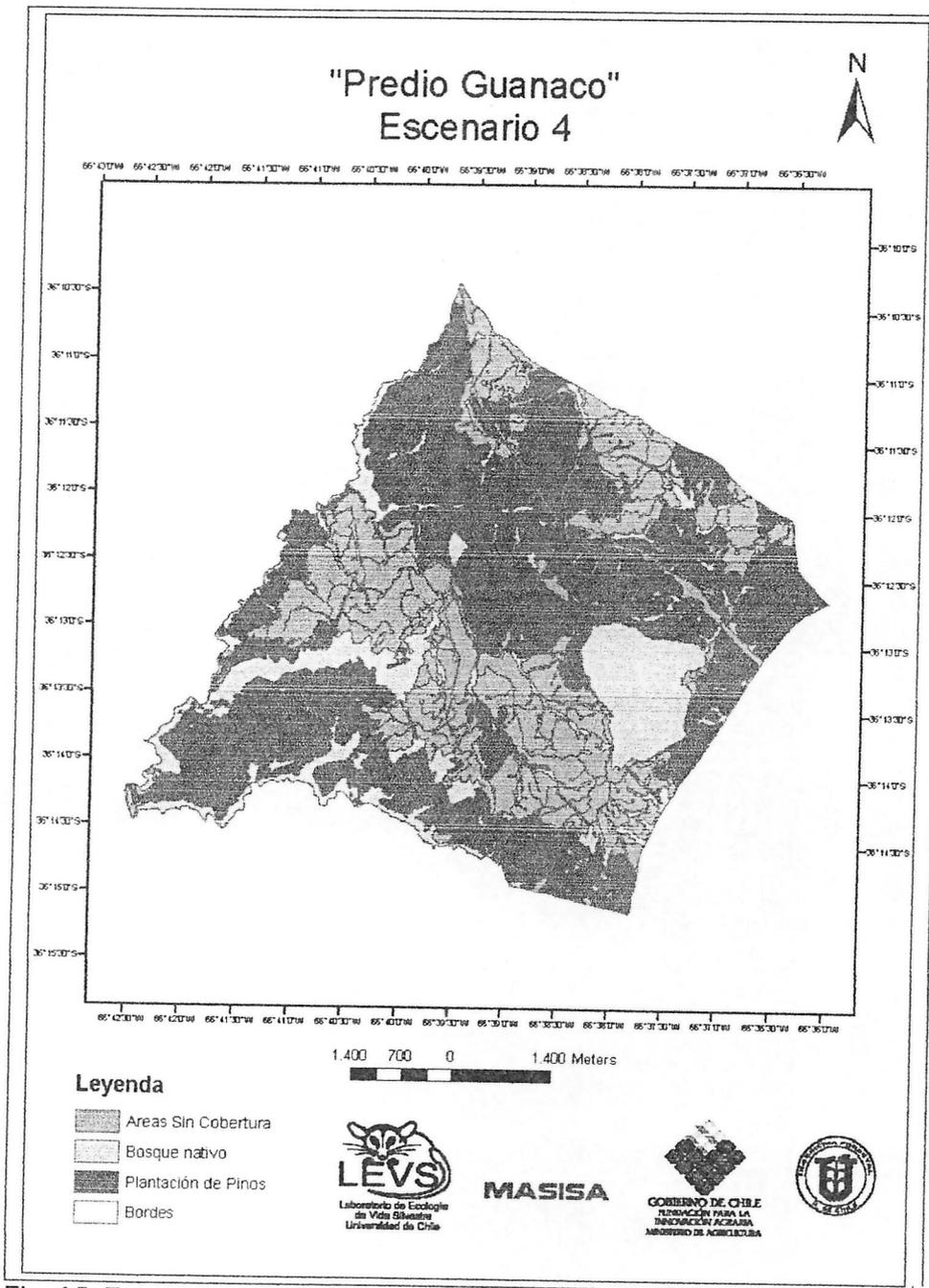


Fig. A5: Escenario 4. Paisaje actual, con 20 corredores de 40 m.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

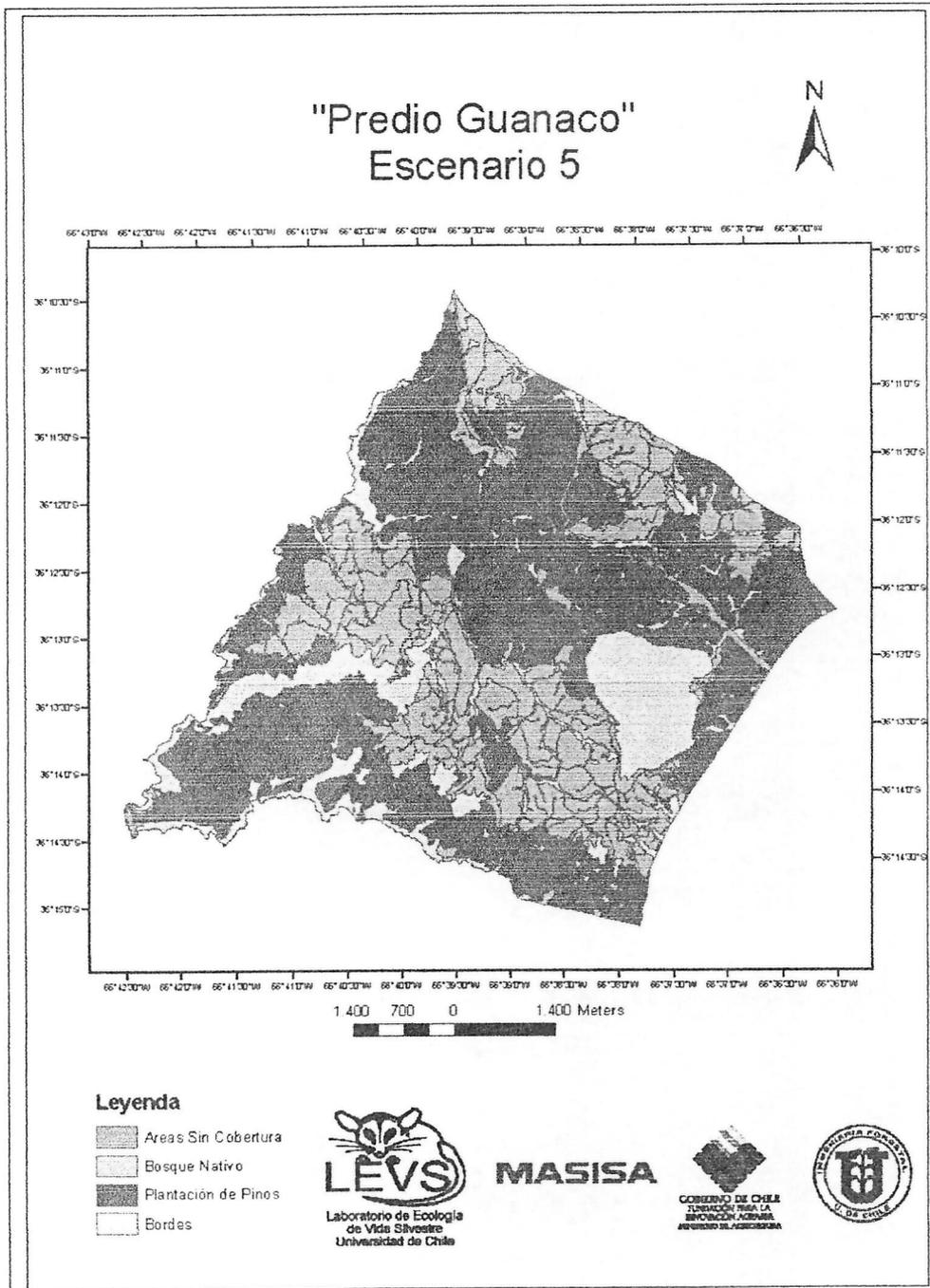


Fig. A6: Escenario 5. Paisaje actual, con 40 corredores de 10 m.

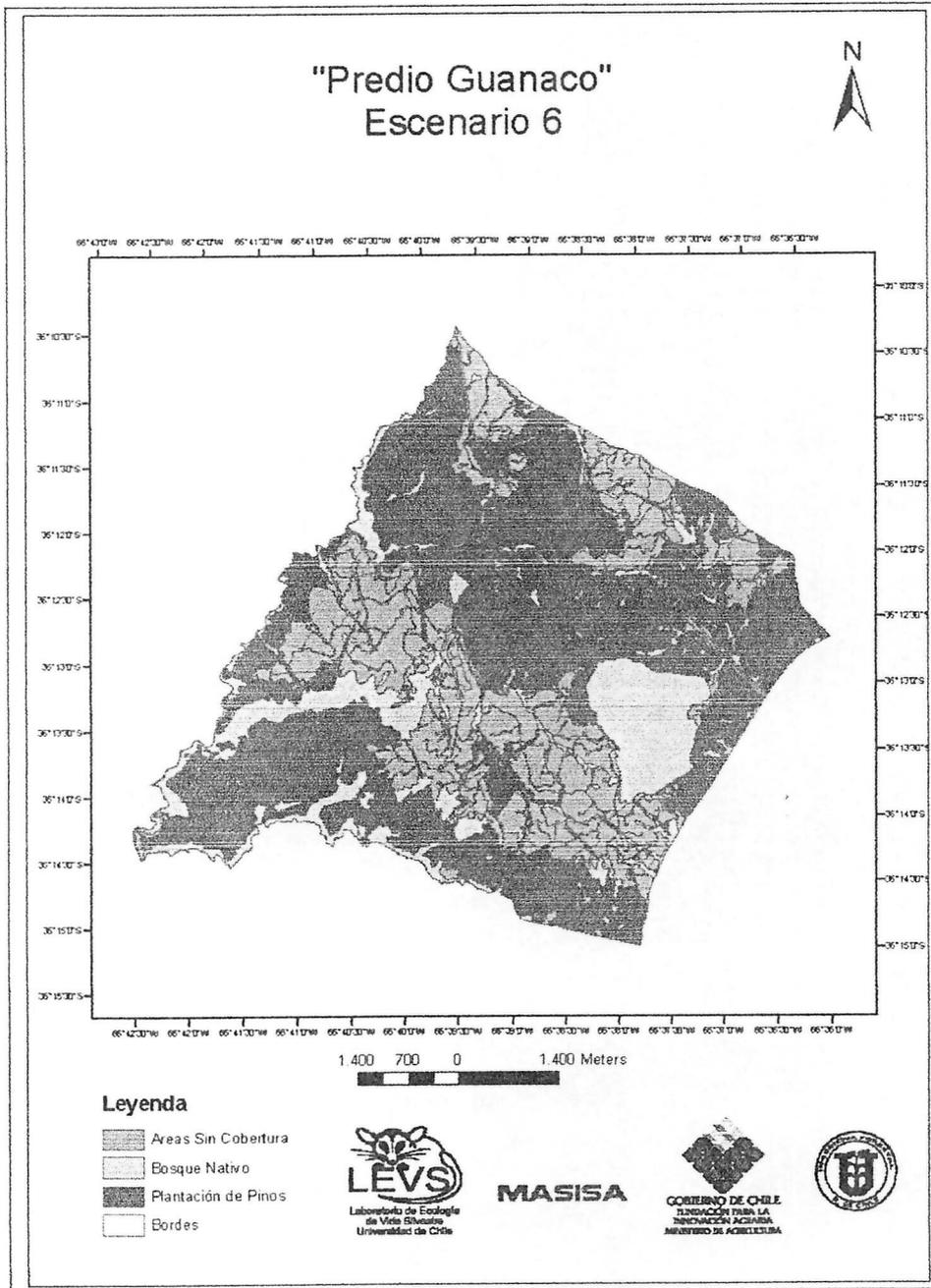


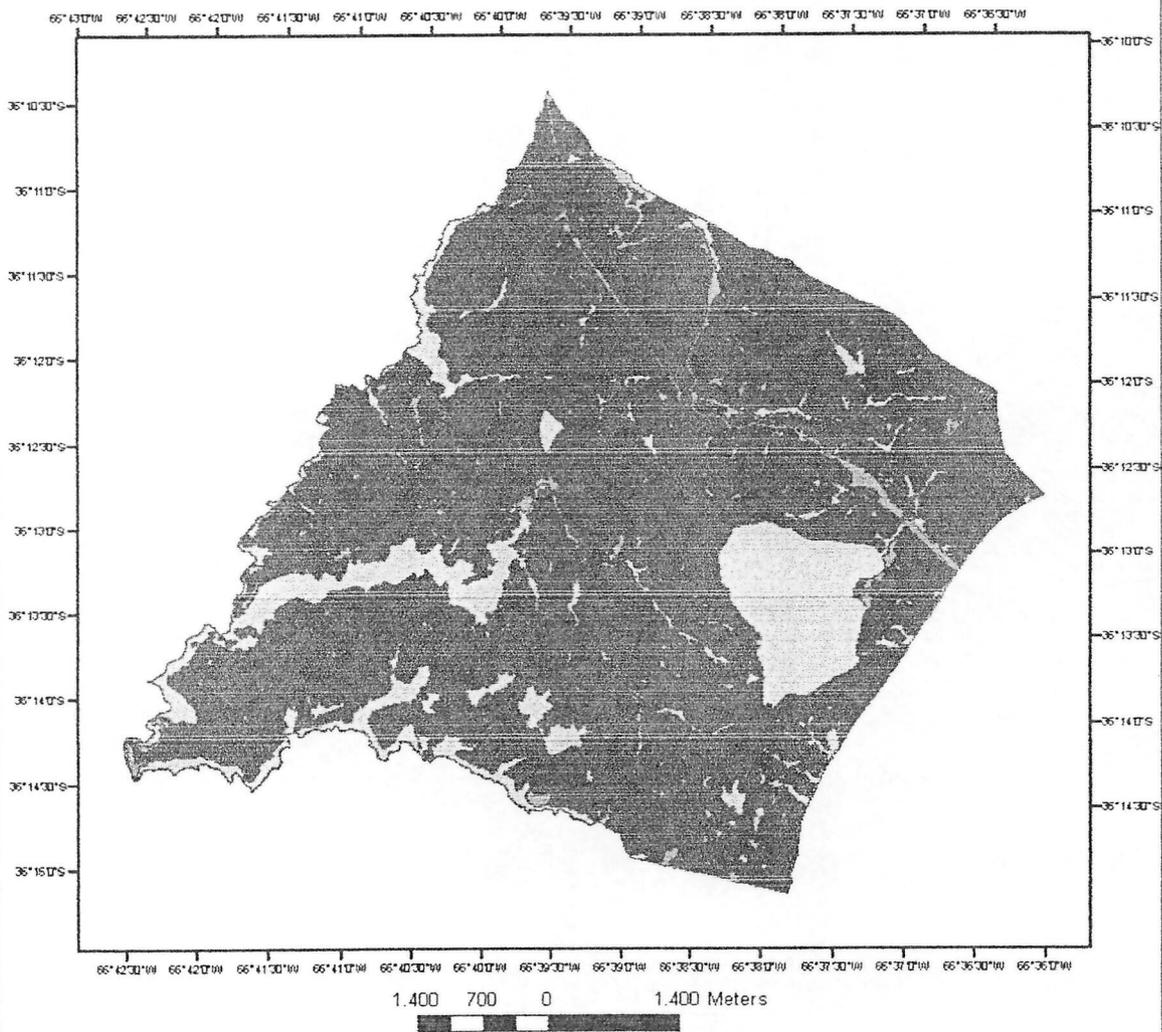
Fig. A7: Escenario 6. Paisaje actual, con 40 corredores de 40 m.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

Fig. A8: Escenario 7. Paisaje futuro

"Predio Guanaco" Escenario 7



Leyenda

-  Areas Sin Cobertura
-  Bosque Nativo
-  Plantación de Pinos
-  Bordes



Laboratorio de Ecología
de Vida Silvestre
Universidad de Chile

MASISA



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA
MINISTERIO DE AGRICULTURA





13. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Acosta. 2001. Tesis de Magister en Cs. Biológicas mención Ecología. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Aizen, M. A. & P. Feinsinger. 1994. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75: 330-351.

Bustamante, R. O. & A. A. Grez. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo* 11(2): 58-63.

Clapp, R. A. 2001. Tree Farming and Forest Conservation in Chile: Do Replacement Forest Leave Any Originals Behind?. *Society and Natural Resources* 14: 341-356.

Debinski, D. M. & R. D. Holt. 2000. A survey and Overview of fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14(2): 342-355.

Didham, R. K., J. Ghazoul, N. E. Stork & A. J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *TREE* 11(6): 255-260.

Eberhardt, L.L. y J.M. Thomas. 1991. Designing environmental field studies. *Ecological Monographs* 61:53-73.

Estades, C. F. 2001. The effect of breeding-habitat patch size on bird population density. *Landscape Ecology* 16: 161-173.

Estades, C. F. & S. A. Temple. 1999. Temperate-forest bird communities in a fragmented landscape dominated by exotic pine plantations. *Ecol. Appl.* 9: 573-585.

Estades, C. F. & M. A. H. Escobar. Enviado a: Smith-Ramírez, C., J. J. Armesto & C. Valdovinos "Biodiversidad y Ecología de los bosques de la Cordillera de la Costa de Chile". Editorial Universitaria. (En prensa).

Gilbert, F., A Gonzalez & I. Evans-Freke. 1998. Corridors maintain species richness in the fragmented landscapes of a microecosystem. *Proc. R. Soc. Lond.* 256: 577-582.

Grez, A. A., P. Moreno & M. Elgueta. 2000. Coleópteros (Insecta: Coleoptera) epigeos asociados al bosque Maulino y plantaciones de pino aledañas. *Revista Chilena de Entomología* 29: 8-18.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

- Haddad, N. M. 1999. Corridor and distance effects on interpatch movements: a landscape experiment with butterflies. *Ecological Applications* 9: 612-622.
- Hansson, L. 1991. Dispersal and connectivity in metapopulations. *Biol. J. Linn. Soc.* 42: 89-103.
- Harrison, S. Y L. Fahrig. 1995. Landscape pattern and population conservation. En: *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. L. Hansson, L. Fahring and G. Merriam (eds.). Chapman & Hall, London.
- Hill C. J. 1995. Linear strips of rain forest vegetation as potencial dispersal corridors for rain forest insects. *Conservation Biology* 9: 1559-1566.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nicholls, C.I., M. Parrella y M.A. Altieri. 2001. The effects of a vegetational corridor on the abundance and dispersal of insect biodiversity within a northern California organic vineyard. *Landscape Ecology* 133-146.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo & F. Masardo. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Saavedra, B. & J. A. Simonetti. 2000. A northern and threatened population of *Irenomys tarsalis* (Mammalia: Rodentia) from Central Chile. *Zeitschrift für Saugetierkunde* 65: 243-245.
- Saavedra, B. & J. A. Simonetti. 2001. New records of *Dromiciops gliroides* (Microbiotheria: Microbiotheriidae) and *Geoxus valdivianus* (Rodentia: Muridae) in central Chile: Their implications for biogeography and conservation. *Mammalia* 65: 96-100.
- San Martín, J. & C. Donoso. 1995. Estructura florística e impacto antrópico en el bosque maulino de Chile. Pp. 153-168 in Armesto, J. J., C. Villagrán & M. T. K. Arroyo (eds.) *Ecología de los Bosques Nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Santos, T. & J. Tellería. 1994. Influence of forest fragmentation on seed consumption and dispersal of spanish juniper. *Biological Conservation* 70: 129-134.
- Sieving, K. E., M. F. Wilson & T. L. De Santo. 1999. Defining Corridor Functions for Endemic Birds in Fragmented South-Temperate Rainforest. *Conservation Biology* 14(4): 1120-1132.
- Simberloff, D. S., J. A. Farr, J. Cox & D. W. Mehlman. 1992. Movement corridos: Conservation bargains or poor investments?. *Conservation Biology* 6: 493-505.