

Las geotecnologías como herramienta para el ordenamiento territorial: Estudio de caso en un bosque de Araucaria en el sur de Brasil

Geotechnologies as a tool for forest management:
A case study in Araucaria forests in southern Brazil

María Augusta Doetzer Rosot*, Juliana da Luz**, Pablo Cruz***, Nelson Carlos Rosot** y Yeda Maria Malheiros de Oliveira*

Recibido: 15-05-08 / Aceptado: 15-01-09

Resumen

Este trabajo describe la aplicación de técnicas de geoprocetamiento como soporte a la ordenación forestal de un Bosque de Araucaria en el sur de Brasil. El área de estudio es una Reserva Forestal, perteneciente a la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) y tiene aproximadamente 1.000 ha de cobertura boscosa, en variadas condiciones de conservación y estados sucesionales. Un Sistema de Información Geográfica (SIG) sirvió como base para el ordenamiento territorial de la Reserva, concluido en 2007. Actualmente se planifica la ordenación forestal en las zonas de producción maderera y no-maderera, de recreación y de preservación. En una primera etapa se hizo la rodalización del área por medio de interpretación, en pantalla, de una imagen Ikonos, utilizando también la información de las capas temáticas de vegetación y de zonificación, disponibles en el SIG. La información dasométrica por rodal fue obtenida a través de una conexión dinámica con el banco de datos del inventario forestal, haciéndose una selección espacial en el SIG para verificar cuales parcelas estaban contenidas en cada rodal y luego calcular los promedios correspondientes. Así, cada rodal dispone de datos medios de stock y de incremento que permitirán orientar las metas silvícolas y planificar las intervenciones para el período de ordenación.

Palabras clave: *Araucaria angustifolia*, manejo forestal, ordenamiento territorial, sistemas de información geográfica.

* Embrapa Florestas - Estrada da Ribeira, km 111, CEP 83411-000 Colombo-PR, Brasil.
augusta@cnpf.embrapa.br

** Universidade Federal do Paraná – Curitiba – PR, Brasil.

*** Universidad Mayor, Santiago, Chile.

Abstract

This paper describes the application of geoprocessing techniques as an aid to the management of Araucaria Forests in Southern Brazil. The study area comprises a 1000-hectare Forest Reserve which belongs to the Brazilian Corporation of Agricultural Research (Embrapa) and is covered by forest stands in different conditions of conservation and stages of development. A Geographic Information System (GIS) served as a basis to the territorial planning of the Reserve, concluded in 2007. Now, a forest management plan is being elaborated for the zones of wood and non-wood forest production, as well as preservation and recreation zones. As a first step, the area was divided into homogeneous stands by means of on-screen photointerpretation of Ikonos imagery, using also the information provided by the vegetation layer and the zoning layer available in the GIS. Stand data were obtained through a dynamic connection with the forest inventory database. Then, a spatial selection was performed in the GIS to verify which plots were contained in each stand, followed by the calculation of the corresponding averages. As a result, each stand now has average stock and increment data that will support the definition of silvicultural goals and the planning of interventions for the management cycle.

Key word: *Araucaria angustifolia*, forest management, territorial planning, Geographic Information Systems.

Introducción

El manejo forestal, en su sentido más amplio, puede ser definido como el conjunto de medidas tomadas con relación al bosque, principalmente las de carácter silvicultural, buscando optimizar la producción de determinados bienes y/o servicios, de forma sostenible a lo largo del tiempo (Rosot, 2007). Por otro lado, esta optimización depende, en gran parte, de una adecuada definición de zonas o clases de aptitudes de uso, dentro de una propiedad forestal o para una región. En el planteamiento de objetivos para el bosque, se debe considerar que los múltiples usos y funciones demandados no se pueden dar simultáneamente en el mismo lugar y al mismo tiempo a su máximo nivel, o sea, en la planificación es necesario jerarquizar funciones, determinar usos preferentes, analizar compatibilidades y zonificar (González *et al.*, 2006). Así, el ordenamiento territorial, donde se prevé la asignación de funciones al territorio, puede ser considerado una etapa previa a la ordenación forestal.

El ordenamiento territorial es un diseño que tiene como objetivo realizar la planificación integral, es decir, considerando todos los recursos y limitaciones que cada predio pudiera tener. De este ordenamiento resultará la superficie destinada al manejo forestal, por ejemplo, una vez que hayan sido analizadas todas las funciones que pudiese desempeñar la cobertura boscosa. El carácter integral del proceso, obliga a levantar una línea base lo más diversa posible, y su esencia es la toma de decisiones sobre el territorio, con toda la gama de informaciones que posee cada área (Rosot *et al.*, 2006). Las geotecnologías -como son reconocidos los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la teledetección por imágenes satelitales y el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)- se adecuan particularmente a este tipo de planificación, pues constituyen una herramienta poderosa de diagnóstico, análisis y simulación como subsidio a la toma de decisiones y al monitoreo de las actividades en el manejo forestal.

La ordenación forestal puede ser definida como un sistema de organización de la superficie forestal, que tiene como objetivo principal asegurar la perpetuidad del bosque (González *et al.*, 2006). De preferencia debe involucrar la propiedad forestal integralmente, considerando todas las áreas que participan en el patrimonio productivo, sin tomar en cuenta la edad o las condiciones en que se encuentre el bosque.

Rothermel (2002) relaciona las principales características de la ordenación forestal:

- Se realiza un análisis exhaustivo de los parámetros que sirven para orientar las actividades silviculturales que conduzcan a un rendimiento sostenible.
- Los ciclos de ordenación son relativamente largos (20 años en Europa), con levantamientos de información cada 10 años para reajustes.
- La ordenación es bastante general y presupone el compromiso y la responsabilidad del propietario en obtener el máximo beneficio de su patrimonio forestal sin destruirlo o descapitalizarlo, lo que incluye la aplicación de silvicultura adecuada, optimización de la comercialización de productos y el mantenimiento del bosque en un alto nivel productivo.

Un método de ordenación que se está aplicando con éxito en toda Centroeuropa por su flexibilidad silvícola, espacial y temporal es el método de ordenación por rodales, que tiene su origen histórico en los trabajos de Friedrich Judeich, en el año 1887 en Alemania. Es uno de los sistemas de planificación de los espacios forestales más avanzados actualmente disponibles para responder eficazmente al reto de la gestión multifuncional y la conservación de los ecosistemas forestales (González *et al.*, 2006). La base del sistema es el mantenimiento de un equilibrio de clases de edad y de la capacidad de generar bienes y servicios del bosque, más que transformarlo en un modelo predeterminado. La diferencia más importante respecto de los tradicionales métodos de ordenación radica en que la planificación sólo alcanza el período del plan, normalmente de 10 años. Así, un bosque se ordena con sucesivos planes de ordenación por rodales, haciéndolo más flexible a los cambios en las condiciones que determinan una planificación, como son, los incendios forestales, de mercado, variación de la superficie, entre otras.

González *et al.* (2006) resaltan las principales ventajas de la utilización de este método, los cuales se describen a continuación:

- Facilita una mayor tecnificación de las decisiones selvícolas, mayor variedad de especies y estructuras en el bosque.
- Permite una mejor adaptación a diferentes usos y objetivos del manejo.
- Promueve un aumento de la oferta y calidad de los productos de cada bosque.
- Posibilita una mayor capacidad de adaptación a las nuevas directrices de gestión.

Según González (2003, citado por González *et al.*, 2006), las principales características de la ordenación por rodales son:

- Se limita la planificación a un período mucho más corto que el correspondiente al turno (normalmente entre 10 y 20 años).
- La unidad dasocrática permanente mínima la constituye el cantón, el cual puede estar subdividido en más de un rodal.
- El rodal es una unidad temporal y constituye la unidad última de inventario, así como la unidad selvícola de cortas. Es definido en cada ordenación

en función del estado real de la masa boscosa, de los objetivos a nivel de bosque y las necesidades de gestión.

- La planificación a largo plazo viene constituida por la suma de las sucesivas ordenaciones, reduciéndose su relevancia a la definición de un marco genético de actuación que dotará de una coherencia y direccionalidad a la gestión a largo plazo.
- La permanencia del rendimiento sostenido se garantiza en función de la posibilidad, el balance de clases de edad y el rendimiento efectivo del periodo anterior;
- Un objetivo prioritario del plan a largo plazo es normalizar la evolución de las masas que conforman el bosque (sean regulares o irregulares) y la distribución de edades en conjunto;
- La planificación a corto plazo constituye el núcleo de la ordenación y su flexibilidad radica en la posibilidad de planificar, de forma independiente, para cada rodal en función de sus necesidades y/o potencialidad específica.

Los mismos autores mencionan las fases de trabajo para elaborar una ordenación por rodales, que consisten en:

- Reuniones iniciales y recopilación de información.
- División dasocrática.
- Rodalización.
- Inventario forestal.
- Procesamiento de datos.
- Estudio de usos y determinación de objetivos.
- Planificación.
- Redacción del proyecto de ordenación.

En la Tabla 1 se presentan las unidades de una superficie forestal empleadas cuando se utiliza el método de ordenación por rodales.

En América Latina hay poca o ninguna información sobre el empleo del método de ordenación por rodales, con excepción de algunos estudios en los bosques templados de Chile (Rivera *et al.*, 2002; Cruz *et al.*, 2005), con adaptaciones respecto a sus características originales. Considerando la simi-

Tabla 1. Unidades de la división territorial en una ordenación por rodales.

Tipo de división	Unidad	Descripción
Permanente	Cuartel [*]	Grandes unidades de propiedad (500, 1000 ha). Están subdivididos en cantones.
	Cantón ^{**}	Unidades territoriales aproximadamente homogéneas en características ecológicas o calidad de sitio, con límites fácilmente identificables en el terreno. Entre 5 y 50 ha de tamaño. Puede estar subdividido en rodales.
Temporal	Rodal ^{***}	Unidades territoriales temporales definidas en cada ordenación según las características de la masa u otras variables. Su forma y extensión puede variar de ordenación en ordenación, según evolucione la masa. Un rodal será como mucho tan grande como el cantón (cantón con rodal único).

Fuente: Adaptado de Gonzáles et al. (2006). * gleba, fazenda (port.). ** talhão (port.). *** sub-talhão, povoamento (port.).

litud existente entre el bosque Siempreverde del sur de Chile y los bosques de Araucaria en el sur de Brasil (Cruz, 2005), se supone que el mismo método de ordenación podría ser aplicado a este último. El pino-paraná o Araucaria es la especie dominante en este bosque y fue durante muchas décadas la principal especie maderera explotada en el sur. La región de bosques con Araucaria en Brasil ocupaba originalmente un área de 20 millones de hectáreas de los cuales se estima que existen hoy apenas 400.000 ha (Guerra *et al.*, 2000), y su mayoría en malas condiciones, empobrecidos debido a aclareos ejecutados en los últimos 60 años, por lo que finalmente se ha prohibido su manejo. Aun es poco lo que se conoce de ella en términos silviculturales a pesar de su buen crecimiento (puede llegar hasta 15 m³/ha/año).

Con la finalidad de suplir la carencia de estudios silviculturales y de manejo para estos bosques, la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), a través de su Unidad Embrapa Florestas, ha establecido, desde 2002, un proyecto en que se propone el desarrollo de un plan de manejo forestal para un bosque con Araucaria de 1.000 ha, empezando por su recuperación y luego determinando la mejor estrategia para su conservación y uso, de forma que garantice su sustentabilidad. Así,

el presente trabajo describe la aplicación de técnicas de geoprocésamiento como soporte a la ordenación forestal de dicho bosque, más específicamente, en lo que se refiere a las fases iniciales del método de ordenación por rodales, descrito anteriormente, con algunas modificaciones y adaptaciones, y en la espacialización de datos del inventario forestal.

Materiales y métodos

Área de estudio y antecedentes

El área de estudio es una reserva forestal perteneciente a Embrapa y posee 1.157 ha de cobertura boscosa, en variadas condiciones de conservación y estados sucesionales (Figura 1). La reserva se encuentra localizada en el municipio de Caçador, Estado de Santa Catarina, Brasil, y representa uno de los fragmentos forestales en mejor estado de conservación en la región, aunque haya sufrido cortas selectivas hasta el inicio de los años '80. La mayor parte de la Reserva está cubierta por la tipología "Foresta Ombrófila Mixta Montana", donde están presentes algunas especies consideradas en riesgo de extinción como ***Araucaria angustifolia*** (pino-paraná), ***Ocotea porosa*** (imbuia), ***Ocotea pretiosa*** (canela-sasafráz) y ***Ocotea catharinensis*** (canela-preta). La altitud varía de 1.000 a 1.100 m y el clima es del tipo Cfb, según la clasificación de Koeppen, presentando veranos calientes e inviernos fríos, con ocurrencia de heladas. Las clases de suelo Cambisolos + Neosolos son predominantes y el relieve varía de suave ondulado a ondulado. Dos riachuelos y nacientes asociadas caracterizan la hidrografía. Dos planes de manejo fueron desarrollados en los años de 1994 y 1997, pero ninguno de ellos fue implementado, porque se dudaba de su eficacia en proteger el área. A partir de 1998, el predio pasó a denominarse Reserva Forestal EMBRAPA/Epagri y desde entonces sólo se realizan actividades de manutención de caminos y cortafuegos, además de investigaciones, tanto en el bosque nativo como en los ensayos de frutales presentes en una pequeña superficie de la reserva.

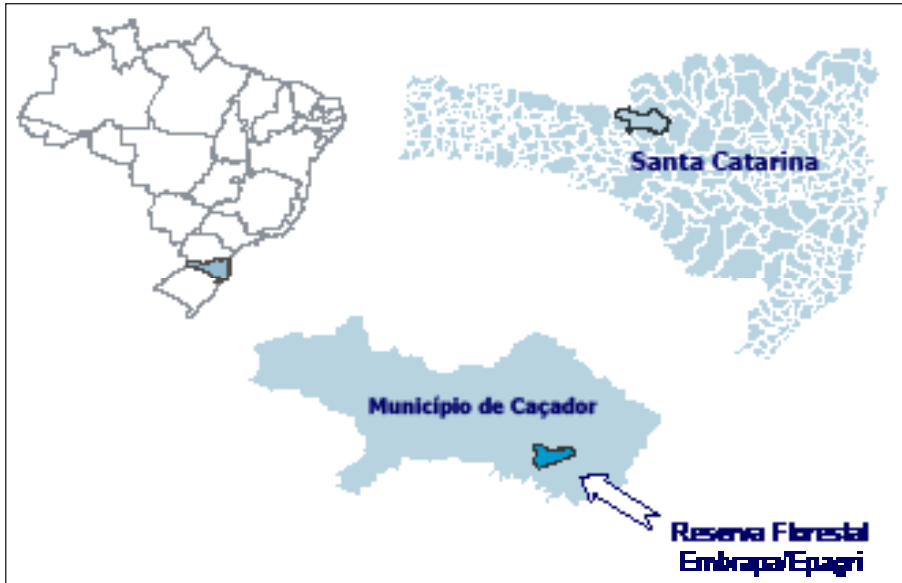


Figura 1. Localización del área de estudio

Metodología

El modelo de plan de manejo que se pretende desarrollar para la Reserva se apoya en tres vertientes distintas, descritas en detalles por Rosot *et al.* (2006):

- Ordenación territorial o zonificación –ya concluida.
- Ordenación forestal –en desarrollo actualmente.
- Actividades de monitoreo –planificadas para después de la fase de ordenación forestal.

La ordenación territorial fue elaborada empleándose el método de Evaluación Multicriterio (EMC) apoyado por una matriz de compatibilidad de objetivos (Rivera, 2007), y utilizando como base un Sistema de Información Geográfica (SIG). El SIG contiene capas de uso del suelo, hidrografía, vegetación, altitud, pendientes, infraestructura y caminos, entre otras. Se convirtió la información a formato *raster* para posibilitar la aplicación de álgebra de mapas.

En la EMC fueron considerados criterios limitantes (características con valores 0 ó 1) y factores (características con valores graduados) conforme sigue: áreas de preservación permanente, áreas de uso restringido, áreas de experimentación y producción agrícola, áreas de alta singularidad, áreas de investigación en parcelas permanentes, pendientes, efectos de borde, IPA, calidad de la madera, grupo florístico y proximidad a caminos. Algunos de los factores fueron espacializados utilizando técnicas de interpolación.

La integración de todos los criterios considerados se dio en tres etapas: i) cruce de factores económicos y ambientales; ii) cruce de estos resultados con los criterios limitantes; iii) aplicación de una regla de decisión según la metodología que utiliza la matriz de compatibilidad de objetivos.

La matriz de compatibilidad de objetivos permitió la definición de cuáles objetivos debían ser asignados a una superficie específica. La ordenación territorial resultó en la definición de cinco zonas para la reserva (Figura 2), a saber:

- Limitantes, con superficie de 325 ha.
- Preservación (además de las limitantes legales de preservación) con 136 ha.
- Producción maderera con 507 ha.
- Producción no maderera con 181 ha.
- Recreación con 42 ha.

Considerándose el carácter de planificación integral planteado para la reserva y el hecho de que la cobertura boscosa alcanza un 94% de la superficie de la propiedad, se optó por realizar la ordenación forestal para todas las zonas de la reserva y no solamente para la de producción maderera. Se entiende que la silvicultura es una herramienta para otros objetivos, por una parte, y que los ingresos por el aprovechamiento maderero deben financiar no sólo la silvicultura, sino que todas las operaciones dentro de la reserva (la planificación integral debe considerar el balance económico). Así, el proyecto incluyó toda la superficie de la reserva en las operaciones de rodalización.

Las actividades comprendidas en la fase inicial de la ordenación por rodales (recopilación y análisis de la información disponible, recopilación cartográfica y reuniones para la definición de objetivos) ya habían sido realizadas

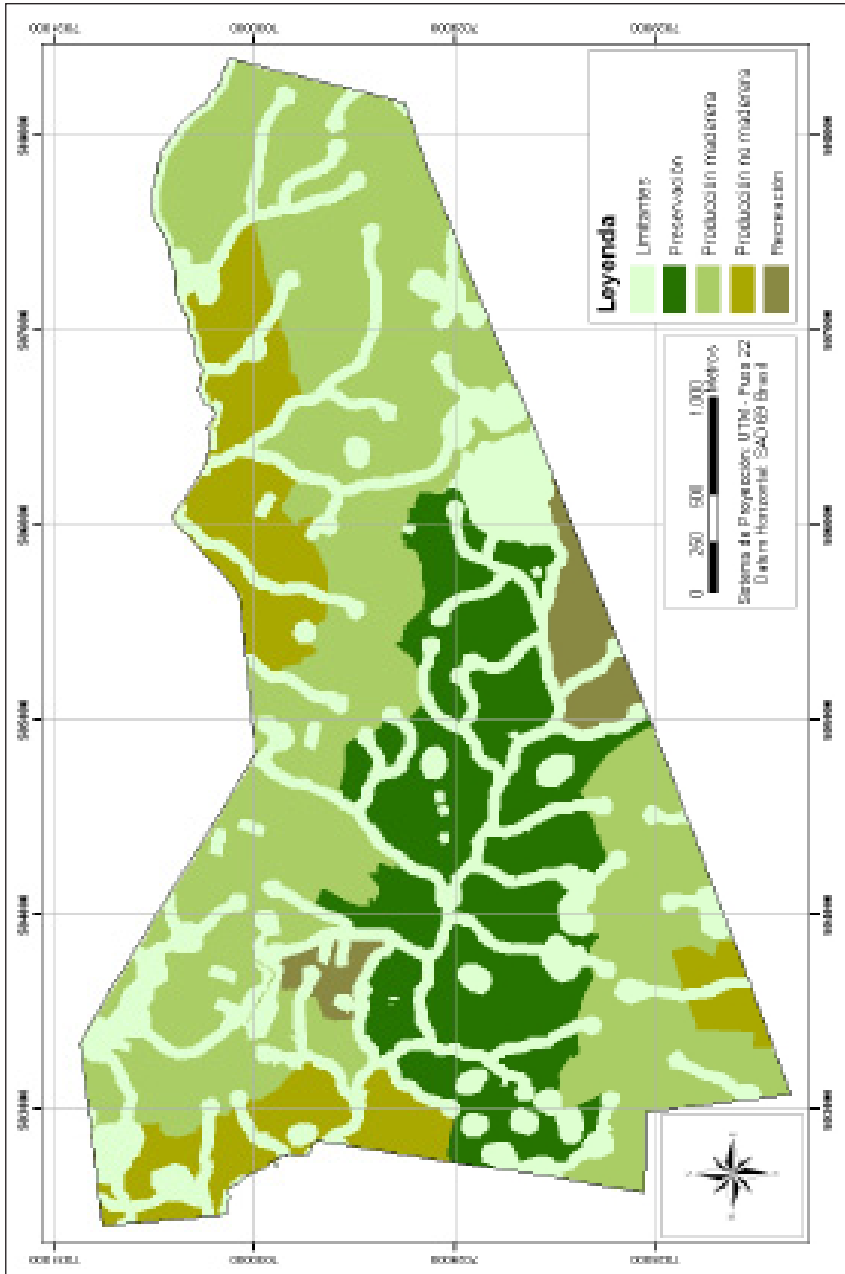


Figura 2. Mapa de zonas de la reserva.

por ocasión del ordenamiento territorial. Así, se pasó directamente a la fase de rodalización, con la diferenciación de rodales y su posterior agrupamiento en cantones. El cuartel, según las divisiones territoriales adoptadas en la ordenación por rodales, sería constituido por toda la superficie de la Reserva.

Tomando por base una composición en color 421(RGB) de una imagen IKONOS, con 4 m de resolución y las capas de vegetación y uso del suelo, así como la de zonificación, disponibles en el SIG, se hizo una interpretación en pantalla, dividiéndose el área en regiones homogéneas, en cuanto a la fitofisiognomía, es decir, en rodales. Como la vectorización de los polígonos se dio en el SIG, se mantuvieron todas las relaciones topológicas anteriormente presentes entre las capas, ajustándose arcos y límites compartidos. Luego, se agruparon rodales contiguos formando cantones, teniendo como criterio la existencia de límites bien definidos en el terreno, en su mayoría cursos de agua, tomando en cuenta también el tamaño de los polígonos formados.

Un inventario forestal fue realizado antes de la rodalización, como parte de la metodología establecida para la zonificación. Se entiende que un análisis de los resultados, considerando la espacialización de las parcelas sobre los rodales, permitirá decidir respecto a la necesidad de un nuevo inventario o de su complementación. Se utilizó un muestreo estratificado, sobre 13 clases físicas, que representaban una combinación de pendiente y exposición del terreno. En 72 parcelas de 500 m² todos los árboles, con DAP mayor a 10 cm, fueron medidos, así como fue colectado material para la identificación botánica e informaciones respecto a la sanidad, calidad y posición sociológica de cada árbol. Se hizo un análisis fitosociológico para la definición del estado actual del bosque y para la comprensión de la dinámica. La productividad (incremento periódico anual medio en diámetro de los últimos 10 años – IPA) fue estimada con base a la medición de tarugos de incremento obtenidos de 5 árboles por parcela. A parte de la información del inventario, otros datos de productividad fueron obtenidos de 9 parcelas permanentes, de 2.500 m² cada una, instaladas en 2004 en la Reserva y medidas anualmente desde entonces (Figura 3). Estos resultados contienen los IPA de los últimos 3 años. Todo el conjunto de datos disponibles fue procesado y se entregaron las estimaciones dasométricas por parcela por hectárea, tales como área basal y volumen comercial, con sus respectivos incrementos periódicos, utilizando para ello ecuaciones ajustadas en otros estudios desarrollados en la región.

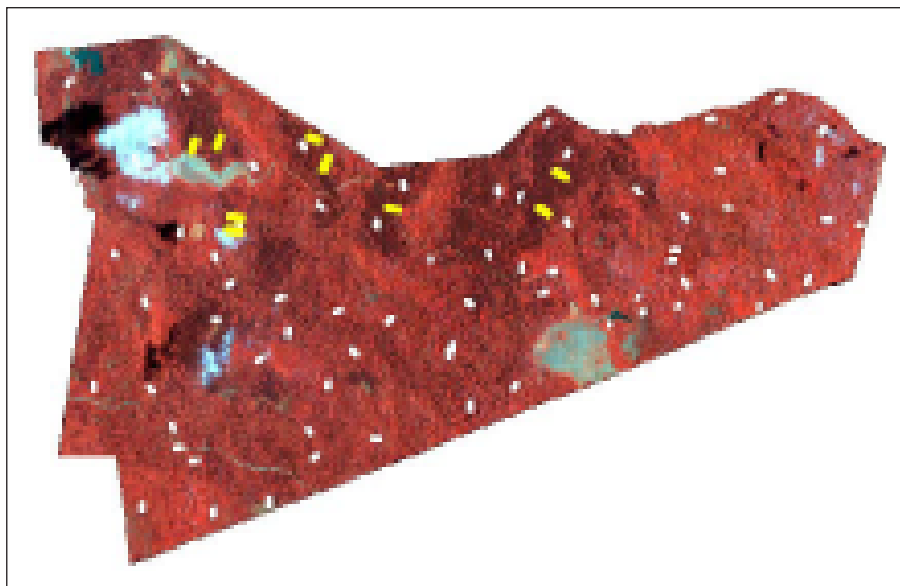


Figura 3. Distribución de parcelas permanentes (en amarillo) y temporales (en blanco) en la reserva con imagen IKONOS al fondo.

La base de datos que contienen el resultado del inventario (en formato tabular) y las capas del SIG correspondientes a los rodales y las parcelas del inventario constituyeron los elementos necesarios para la secuencia de operaciones que permitieron calcular los promedios por rodal. En el SIG, se hizo una operación de intersección entre las dos capas, con el fin de verificar cuáles parcelas estaban contenidas en cada rodal. La tabla de atributos que se obtuvo como resultado de la intersección fue exportada a una planilla electrónica para completar la tabla de resultados del inventario, añadiendo y llenando un nuevo campo denominado “rodales”. En el caso de parcelas ubicadas parcialmente en rodales diferentes, se optó por repetir sus datos para ambos rodales.

A continuación, fue establecida una conexión dinámica entre el SIG y la base de datos externa, la cual contenía los resultados del inventario. Se hizo una asociación en la tabla de resultados y la tabla de atributos correspondiente a la capa de los rodales, utilizando como campo común el

número de identificación de los rodales, presente en ambas tablas. Además, se asociaron las capas de parcelas (permanentes y temporales) a la capa de los rodales, visando la espacialización integral de los datos.

Para obtener los promedios de los parámetros dasométricos por rodal se hizo, primeramente, una selección espacial para señalar cuales rodales contenían, aunque parcialmente, alguna otra. En seguida, se utilizó la herramienta de suma de datos tabulares, considerando como campo base aquél que representaba el número identificador de cada rodal, repitiéndose la operación para cada parámetro de interés. Los datos obtenidos con la suma fueron utilizados para llenar la tabla de atributos de los rodales.

También fueron calculados promedios por tipología predominante para ser utilizados provisionalmente en aquellos rodales que no contienen parcelas.

Resultados y discusión

La capa de tipologías forestales presente en el SIG fue fundamental para la fase de rodalización apoyada por teledetección. En realidad, los 182 rodales generados son producto de una generalización de los polígonos de vegetación, que, por ser muy numerosos, tornarían el análisis y las operaciones demasiado complejas. Por otro lado, hubo que mantener la coherencia entre los rodales y las zonas definidas en el ordenamiento territorial, evitando así que diversas áreas en un mismo rodal (con tipología, estructura y estado de desarrollo similar) fueran tratadas de forma distinta, por tener objetivos diferentes. Así, se optó por tomar en cuenta las zonas en el momento de la rodalización, dividiéndose un rodal si el mismo pertenecía a más de una zona. En la Figura 4, se puede observar la imagen IKONOS y un detalle ampliado de un rodal dividido por pertenecer a dos zonas distintas.

Los rodales fueron agrupados en 14 unidades dasocráticas permanentes que constituyen los cantones y tienen finalidad más administrativa que técnica. Según se observa en la Figura 5, el mayor cantón es el de número 10, con 139,2 hectáreas.

La tabla generada por la operación de intersección entre las parcelas y los rodales fue utilizada en la preparación de la tabla de los resultados del

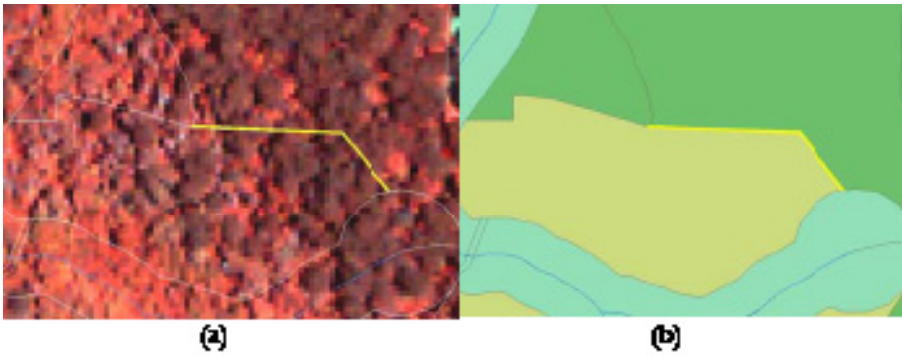


Figura 4. Rodal subdividido con (a) imagen IKONOS al fondo; (b) zonas al fondo.

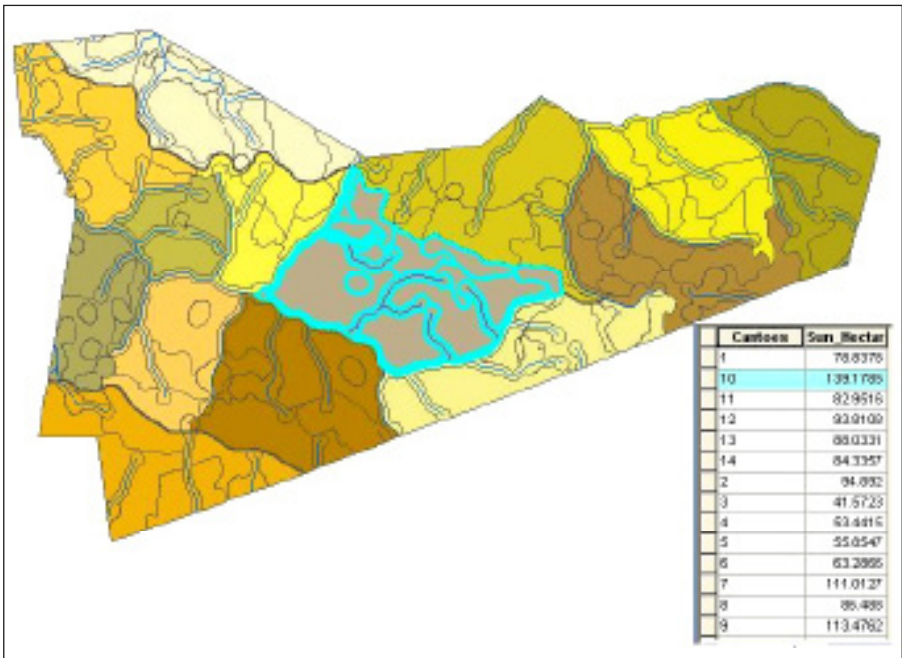


Figura 5. Cantones y tabla con superficies.

inventario, para su inserción en el SIG. La conexión con el banco de datos externo y las asociaciones entre tablas dentro del SIG (Figura 6), a su vez, posibilitaron un gran número de consultas y la generación de mapas por atributos. Se puede decir que en ello reside la mayor utilidad del SIG en esta fase de la ordenación, pues análisis espaciales y cuantitativos apoyaron la toma de decisiones respecto a los datos que aún eran necesarios antes de la elaboración del plan propiamente dicho.

En la Figura 7, por ejemplo, se señalan en amarillo los rodales que no contienen ninguna parcela, igualmente destacados en la tabla de atributos, que permite inferir que son en número de 109, de un total de 182, incluyendo las limitantes legales. Por otro lado, hay rodales que contienen más de una parcela, lo que representa la situación ideal.

También fueron esenciales las herramientas de suma, que permitieron la obtención de los promedios de las variables dasométricas, por rodal, de forma rápida y segura. En el caso específico de los rodales que no contenían parcela, se podría utilizar la información del SIG para definir espacialmente la complementación del inventario forestal. Se hizo, también, una simulación: apropiándose de los datos promedios por tipología para toda la superficie de la reserva, se atribuyó cada promedio de forma correspondiente a rodales que presentaran la respectiva tipología como predominante en su área. Así, se obtuvo una primera aproximación del mapa de los parámetros dasométricos de los rodales, que, asociado a las respectivas superficies de cada rodal, constituye la base para la ordenación forestal (Figura 8 a, b, c). Otra posibilidad es el mapeo por clases de productividad, por ejemplo, conforme se muestra en la Figura 8 (d). Los incrementos volumétricos estimados para cada rodal fueron divididos en 6 clases y se atribuyó un color distinto a cada clase.

Si se decide trabajar con los valores individuales, las consultas estructuradas por atributos pueden ser simples (del tipo: “¿Cuáles son los rodales con productividad mayor a $5\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$?”) o compuestas como “¿Cuáles son los rodales con área basal superior a $25\text{ m}^2/\text{ha}$, incrementos volumétricos mayores a $2\text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ y que tienen como tipología predominante la alta densidad de araucaria?” (Figura 9).

En la fase actual del proyecto, cada rodal dispone de datos medios de stock y de incremento que permitirán orientar las metas silvícolas y planificar las intervenciones para el período de ordenación. Dado el carácter dinámico

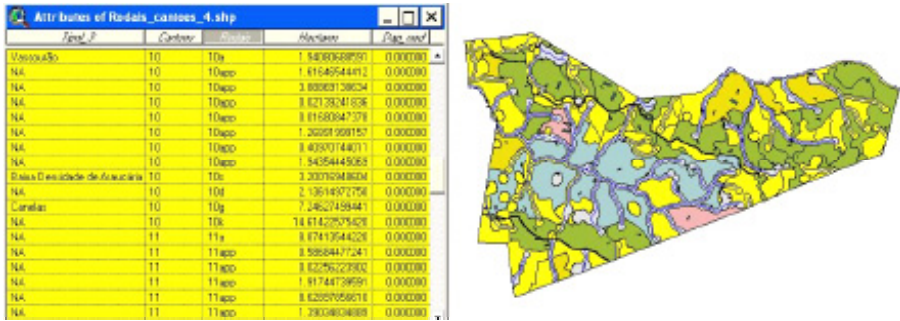


Figura 7. Resultado de consulta espacial mostrando rodales sin parcelas realizados en el mapa y en la tabla.

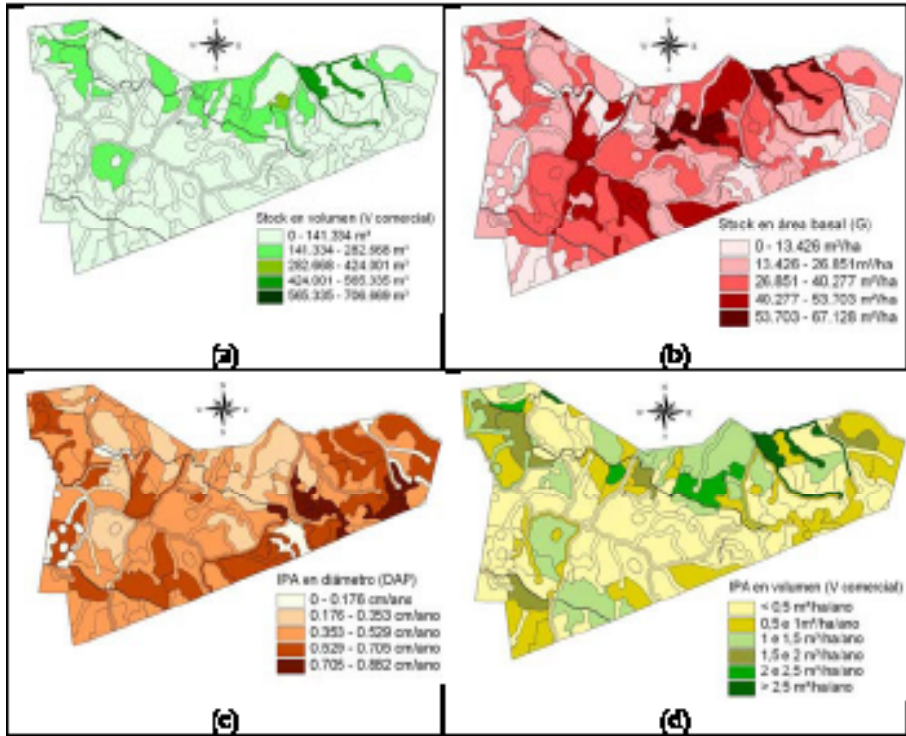


Figura 8. Composición del mapa de los rodales cuanto a (a) stock en volumen; (b) stock en área basal; (c) incremento en diámetro y (d) incremento en volumen.

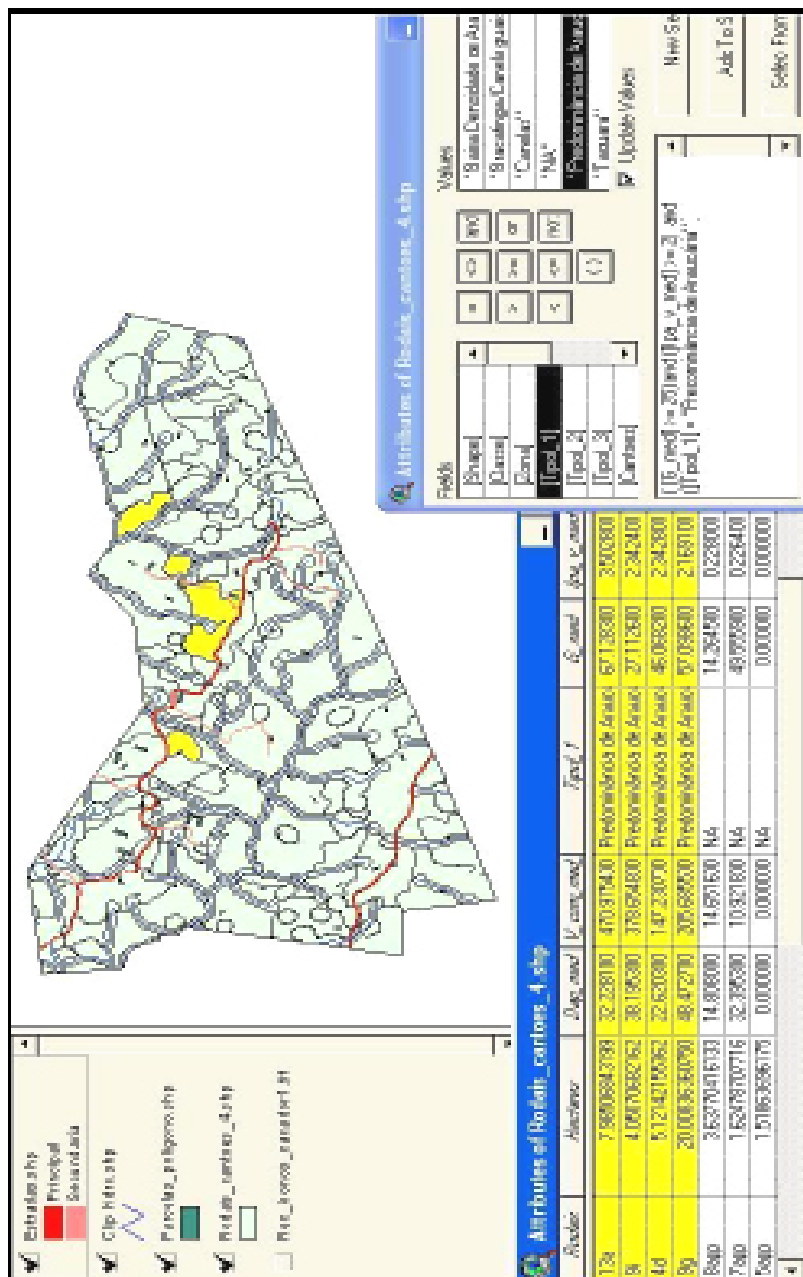


Figura 9. Resultado de consulta compuesta.

del SIG, se le van agregando información en la medida en que ésta se va generando por las actividades realizadas. En la elaboración del plan operativo para el período de ordenación, que involucra la planificación temporal y espacial de las actividades, sujetas a las restricciones dadas por los parámetros de ordenación forestal y los objetivos propuestos, el SIG contendrá datos sobre los rodales a intervenir, así como las superficies y el volumen estimado de extracción (por año, periodo, predio y por rodal). Para apoyar estas actividades se elaborará cartografía operativa con base en el SIG.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten concluir que:

- Las técnicas de geoprocésamiento, aplicadas en las fases iniciales de la ordenación por rodales, se mostraron factibles y de fácil implementación.
- La estructuración de la base de datos espaciales permitió el análisis y la toma de decisiones, en cuanto a la necesidad de obtención de datos adicionales.
- La rodalización, aunque basada en técnicas de geoprocésamiento, no prescinde de validación en terreno.
- La utilidad del SIG en la ordenación forestal es proporcional a la calidad de la información colectada y a la eficacia en el uso de todo su potencial.

Referencias bibliográficas

CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, 2. La Serena, Chile, 23-27 de octubre, 2006.

Proceedings. Santiago: INFOR/FAO, p. 110-110.

CRUZ, P. 2005. Propuestas silvícolas para la Floresta Atlántica, sobre la base de las experiencias silvícolas de recuperación en el tipo forestal siempreverde chileno. In: *Workshop "Aspectos teóricos e práticos do manejo florestal: um enfoque para a Araucaria angustifolia"*. 2005, Curitiba-Paraná. M.A.D.ROSOT et al. (Edts.). *Documentos*, 115, Colombo: Embrapa Florestas. 1 CDROM.

- CRUZ, P.; HONEYMAN, P.; CABALLERO, C. 2005. Propuesta metodológica de ordenación forestal, aplicación a bosques de lenga en la XI Región. *Bosque* 26(2): 57-70.
- GONZÁLES, J.M.; PIQUÉ, M. y VERICAT, P. 2006. *Manual de ordenación por rodales. Gestión multifuncional de los espacios forestales*. Norprint, Barcelona. 205 p.
- GUERRA, M.P. *et al.* 2000. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L.L.; LINO, C.F. (Eds) *Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais*. SENAC, São Paulo: pp. 85-101.
- RIVERA, H. 2007. *Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada*. Curitiba. 225f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- RIVERA, H.; RUDLOFF, A. y CRUZ, P. 2002. *Plan de Ordenación de la Reserva Nacional Valdivia*. CONAF, Santiago. 236 p.
- ROSOT, M.A.D. 2007. Manejo florestal de uso múltiplo: una alternativa contra a extinção da Floresta com Araucária? *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 54. (en imprenta).
- ROSOT, M.A.D.; OLIVEIRA, Y.M.M. de; RIVERA, H.; CRUZ, P. y MATTOS, P. P. 2006. Desarrollo de un modelo de plan de manejo para áreas protegidas en bosques con araucaria en el sur de Brasil. In:
- ROTHERMEL, H. 2002. *Economía del manejo sustentable: una alternativa para el bosque nativo*. Ediciones Universidad Mayor, Santiago. 178 p.

Ensayo

Essay

