



Proyecto JIRCAS – Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global basado en la Forestación y Reforestación - MDL

MANUAL PARA MANEJO DE ESPECIES FORESTALES DE RÁPIDO CRECIMIENTO EUCALIPTO Y GREVILLEA



Por Justo López Portillo



Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del
Japón

**“Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado en
la Forestación y Reforestación en el Paraguay**

Proyecto JIRCAS

MANUAL PARA EL MANEJO DE ESPECIES
FORESTALES DE RÁPIDO CRECIMIENTO

EUCALIPTO Y GREVILLEA

Año 2010



Proyecto JIRCAS
Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del
Japón

**“Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado en
la Forestación y Reforestación - MDL**

Serie “Guías y Manuales”

Manual para Manejo de Especies Forestales de Rápido Crecimiento

Elaboración:	Justo López Portillo	
Contribuciones:	Equipo JIRCAS Eiji Matsubara (Director) Tomio Hanano (Asesor)	Equipo Local Justo López Portillo (Coord.) Elvio Morínigo A. (Coord.) Jorge Ogasawara (Técnico)
Edición:	500 ejemplares Derechos reservados	
Fecha:	Noviembre, 2010	- San Lorenzo, Paraguay

Para más Información:

Oficina Proyecto JIRCAS
Ruta Mcal. Estigarribia Km. 10,5. San Lorenzo
Dirección de Educación Agraria / MAG
Tel: (+595 21) 585.691 / 2 Int. 124
Web: www.jircasparaguay.org
e-mail: proyecto@jircasparaguay.org

**Ministerio de Agricultura y
Ganadería**
Pdte. Franco 475, Asunción
Tel: (+595 21) 441.340 / 442.141
Web: www.mag.gov.py

Gobernación de Paraguari
Gral. Morínigo y Asunción
Ciudad de Paraguari
Tel: (+595 531) 32.979 y (+595 531) 32.211

Facultad de Ciencias Agrarias / UNA
Campus Universitario – San Lorenzo
Tel: (+595 21) 585.606 / 09 / 11
Web: www.agr.una.py

Proyecto JIRCAS 2007 / 2010
“Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global”
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Paraguay
basado en la Forestación y Reforestación

Toda reproducción total o parcial del presente material se hará citando la fuente

PRESENTACIÓN

La forestación y reforestación constituyen eslabones sumamente importantes en la esfera económica, social y ambiental del Paraguay. Actualmente las actividades de la producción forestal se sustentan realizando plantaciones de especies de rápido crecimiento, como sucede con el eucalipto y la grevillea, que se han introducidos en el país y han demostrado excelentes comportamientos, logrando buen desarrollo, debido a las condiciones agroclimáticas favorables.

Los bosques cultivados son económicamente más rentables y eficientes, además tecnológicamente son más simples desarrollar sus procesos productivos. Porque brinda la oportunidad de realizar las labores en forma planificada y con tecnología apropiada, utilizando mejor los recursos productivos disponibles a nivel de los productores, para realizar las tareas de implantación, manejo y aprovechamiento de las plantaciones.

Por otra parte, los Gases de Efecto Invernadero como el CO₂ y otros, están ocasionando el aumento gradual de la temperatura en el mundo, lo que está causando graves impactos al medio ambiente global. Para subsanar esta situación, se plantea como una medida urgente, lograr las metas de reducción por parte de los países firmantes del Anexo I del Protocolo de Kyoto, incorporando el Mecanismo de Desarrollo limpio (MDL) con forestación y reforestación, como una medida efectiva.

El Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del Japón (JIRCAS), está implementando en Paraguay el Proyecto denominado “Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global basado en Forestación y Reforestación”, en el contexto del Mecanismo de Desarrollo Limpio (2006 a 2010). La implementación de este estudio es a través de un Convenio Interinstitucional entre JIRCAS con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la Secretaría del Ambiente (SEAM), la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la UNA y la Gobernación del IX Dpto. de Paraguari.

El propósito del estudio es la formulación y ejecución de Proyecto MDL con Reforestación en el Paraguay, para desarrollar metodología que impulse el Desarrollo Rural Sostenible, así como la verificación de la misma en los Distritos de Acahay y de San Roque González de Santa Cruz. Como resultados concretos de este estudio quedarán: (1) Guías Metodológicas; y (2) Manuales Técnicos.

El presente **Manual para Manejo de Especies Forestales de Rápido Crecimiento: Eucalipto y Grevillea**, responde al segundo resultado que describe las experiencias adquiridas con la puesta en marcha del Proyecto JIRCAS, y las consultas bibliográficas realizadas. Con este material se brindan las orientaciones técnicas, para lograr una gestión forestal sostenible, integrando y conservando los recursos disponibles en la finca.

Ing. Agr. EIJI MATSUBARA
Director Proyecto JIRCAS
Noviembre de 2010

MANUAL PARA MANEJO DE ESPECIES FORESTALES DE RÁPIDO CRECIMIENTO: Eucalipto y Grevillea

INDICE

Capítulo 1 – Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Importancia de la reforestación con especies de rápido crecimiento	2
1.3. Objetivos de la forestación y reforestación en el marco del MDL	4
1.4. Planificación de la plantación y manejo de especies forestales	5
1.5. Principales factores que inciden en la forestación y reforestación	7
Capítulo 2: Principales labores para plantación y manejo forestal	11
2.1. Selección del terreno para la forestación o reforestación	11
2.2. Preparación del suelo para la plantación forestal	12
2.3. Marcación y preparación de hoyo	14
2.4. Plantación: Época, densidad y forma de plantación	16
2.5. Cuidados culturales: Limpieza, poda, control de hormigas	18
2.6. Raleo y procedimientos para realizar	23
2.7. Corte final y forma de realizar el apeo de los árbol	25
Capítulo 3: Manejo de bosque de Eucalipto	29
3.1. Importancia de las plantaciones forestales de eucalipto en nuestro país	30
3.2. Características de la especie de <i>Eucalyptus grandis</i>	31
3.3. Características de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	33
3.4. Contribución de las plantaciones de eucalipto	35
Capítulo 4: Manejo de bosque de <i>Grevillea robusta</i>	36
4.1. Objetivos de la producción de un bosque de <i>Grevillea robusta</i>	37
4.2. Características de la <i>Grevillea robusta</i>	37
4.3. Cuidados culturales para el cultivo de <i>Grevillea robusta</i>	38
4.4. Importancia de la <i>G. robusta</i> plantada en sistema agroforestal	40
4.5. Utilización de la <i>Grevillea robusta</i> como cortina rompe vientos	42
Capítulo 5: Aprovechamiento de especies forestales de rápido crecimiento	43
5.1. Aprovechamiento de un bosque de <i>Eucalyptus grandis</i>	44
5.2. Aprovechamiento de un bosque de <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	46
5.3. Utilización de la madera de <i>Grevillea robusta</i>	48
5.4. Especies de rápido crecimiento, cambio climático y fuente de energía	49
Bibliografía consultada	52

MANUAL PARA MANEJO DE ESPECIES FORESTALES DE RÁPIDO CRECIMIENTO: Eucalipto y Grevillea

Capítulo 1

Introducción

1.1. Antecedentes

La implementación del Proyecto JIRCAS (Centro Internacional de Investigación de las Ciencias Agropecuarias del Japón), es con el fin de realizar el “Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con Forestación y Reforestación en el Paraguay, que se viene implementando en las comunidades campesinas de bajo ingreso de los Distritos de San Roque González de Santa Cruz y Acahay en el Dpto. de Paraguari.

El Proyecto JIRCAS con MDL, tiene el propósito de lograr los siguientes objetivos:

- 1) Desarrollar una metodología que permita ejecutar en forma integrada proyectos MDL a través de acciones de desarrollo agrícola y rural.
- 2) Desarrollar metodologías para ejecutar proyectos MDL forestales y validar las mismas en otras comunidades del país.

La superficie total reforestada durante los años 2007 y 2008 en el marco de MDL fueron de 215 hectáreas, distribuidas en 240 parcelas que corresponden a 167 pequeños productores, localizados en los Distritos de San Roque González y Acahay. Las especies forestales utilizadas para este Estudio de Validación corresponden a *Eucalyptus grandis* y *E. Camaldulensis* con 142 hectáreas (66 %) y la *Grevillea robusta* con 73 hectáreas (34 %), plantadas principalmente en Sistema de Agroforestería, en la finca de los pequeños productores.

Este emprendimiento de cooperación interinstitucional, es el **Primer Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que ha sido aprobado en Paraguay**”, y uno de los primeros en el mundo con Reforestación en Pequeña Escala, otorgado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, quedando registrado como Proyecto N° 2694, con una reducción anual estimada de 1523 Toneladas de CO₂. (<http://cdm.unfccc.int/Projects/registered.html>)

Con las experiencias adquiridas mediante la puesta en marcha del Proyecto JIRCAS, y a través de las numerosas consultas bibliográficas realizadas con relación a las plantaciones de especies forestales, especialmente de eucalipto y grevillea, surge la iniciativa de elaborar el presente manual. Con este material se espera brindar las orientaciones relacionadas a la implementación y manejo de las plantaciones forestales, con el propósito de contribuir con una gestión forestal más adecuada, que permita lograr una producción forestal de buena calidad y que contribuya con el desarrollo rural sostenible a través de la realización de actividades de forestación y reforestación, a nivel de los pequeños productores.

El contenido del manual incorpora las orientaciones técnicas, con relación a la plantación y manejo de especies forestales de rápido crecimiento, estableciendo una guía general con las informaciones básicas, para iniciar el proceso de implantación y manejo de las plantaciones forestales. Abarca todo el proceso productivo, desde la planificación, selección del lugar, preparación del suelo, plantación y los cuidados culturales que se deben realizar, para la obtención de productos forestales de buena calidad.

Las tecnologías asumidas para la producción forestal, corresponden a manejos sencillos y prácticas culturales de costo razonable, porque están orientadas para los pequeños productores. Las prácticas que se describen en este manual, responden precisamente al Estudio de Validación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Proyecto JIRCAS, basado en la Forestación y Reforestación de pequeña escala. Pero los conocimientos pertinentes, pueden ser difundidos y adaptados a otras zonas agroecológicas del Paraguay.

1.2. Importancia de la reforestación con especies de rápido crecimiento

La reforestación constituye un aspecto sumamente importante en el ámbito económico del sector forestal. En las principales zonas dedicadas a la producción forestal, las plantaciones se realizan principalmente con especies de rápido crecimiento. Además, las actividades forestales se realizan preferentemente en los terrenos que tienen poco beneficio para la actividad agropecuaria, lo que permite acceder a una producción forestal más barata, aprovechando las tierras de menor valor económico.

Los bosques cultivados son económicamente más rentables y eficientes, además tecnológicamente es más sencillo llevar a cabo el proceso productivo. Esta situación brinda la oportunidad de realizar las labores en forma planificada y con tecnología apropiada, aprovechando mejor los recursos productivos, para las tareas de establecimiento y manejo de las plantaciones.

Los productores tienen mucho interés de producir la mayor cantidad de madera en el menor tiempo posible, para ello tenemos la obligación de plantearnos una producción forestal idónea y eficiente, que se basa en los principios de la Gestión Forestal Sostenible, suficientemente definida en el ámbito regional como a nivel mundial.

Las plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento, se debe plantear como una actividad productiva y sostenible desde el punto de vista económico, social, cultural y ambiental, basada en una buena planificación y adecuado manejo de los recursos productivos. Constituye una gestión forestal intensiva, las plantaciones crecen más rápidamente que los bosques naturales, por ello cumplen con mayor rapidez muchas de las funciones que la sociedad demanda, como los productos forestales, la captura de CO₂, la conservación y recuperación del suelo degradado, protección de los cauces hídricos, etc. Pero fundamentalmente para los pequeños productores, la producción forestal debe constituirse en una opción válida

para lograr el desarrollo sostenible, con una perspectiva de mejoramiento de su nivel de vida, en un periodo de tiempo razonable.



Figura 1: Plantaciones de *Eucalyptus grandis* de un año, con la 1ra. poda. Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González, Dpto. de Paraguari.

Corresponde señalar, que cada vez existe mayor déficit de productos forestales en la mayoría de los países, lo que favorece la plantación de las especies de rápido crecimiento, con el fin de cubrir la demanda del sector forestal. Al mismo tiempo, se disminuye la presión sobre los bosques nativos, que están amenazados a desaparecer, si no se plantea alternativas efectivas a través de la reforestación.

El éxito de las plantaciones forestales depende de la eficacia de la investigación, la innovación y el desarrollo de tecnología, disponible y adoptada por los productores, respetando los criterios de sostenibilidad. Para la producción forestal se deben emplear las tecnologías más pertinentes para obtener los mayores beneficios, conforme a las circunstancias sociales, ambientales y económicas.

Para los pequeños productores de nuestro país, la difusión de las plantaciones forestales de especie de rápido crecimiento, adquiere mucha importancia, por el beneficio que en poco tiempo puedan brindarles, con la producción de madera, poste, leña, carbón, etc., este aspecto es fundamental por las necesidades socioeconómicas. Además del efecto tampón, al salvaguardar los bosques naturales, que de otro modo serían cortados bajo la presión de cubrir la demanda.

Es importante señalar que en un país como el Paraguay, donde se calcula que aproximadamente el 50% de la energía que se consume procede de la combustión de la madera, lo que supone millones de toneladas métricas de leña al año. Hasta ahora, esa cantidad de productos forestales se obtienen principalmente de los

bosques naturales, que cada vez se encuentran más deteriorados y reducidos. Por lo tanto, las plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento, pueden reemplazar paulatinamente la producción proveniente de los bosques naturales.

En las plantaciones forestales de rápido crecimiento, es fundamental realizar los cuidados culturales en el momento oportuno, especialmente durante la primera etapa de desarrollo de los árboles, a fin de evitar la competencia de las malezas o del ataque de las hormigas cortadoras, que son factores que pueden incidir negativamente, inclusive puede arruinar la producción. Durante el desarrollo de la plantación, también se debe realizar las prácticas recomendadas como la poda, totalmente necesaria cuando la producción está destinada a obtener madera de buena calidad, como así también el raleo, para lograr una cosecha final más eficiente.

La absorción de nutrientes por las plantaciones forestales de rápido crecimiento, es mayor por año que las especies forestales nativas. Porque es un cultivo y debe ser tratado como tal, inclusive con el aporte de fertilizantes si es necesario. Pero los problemas que pueden producir las plantaciones, se deben principalmente a factores como la quema de desechos, la compactación del suelo por utilización inadecuada de maquinaria. La solución a estos problemas se resuelve realizando una plantación forestal, con técnicas adecuadas durante el proceso productivo, enmarcado dentro de una Gestión Forestal Sostenible.

1.3. Objetivos de la forestación y reforestación en el marco del MDL

Los objetivos de la forestación y reforestación del Proyecto JIRCAS, responde a lo establecido en la implementación del “Estudio de Validación de Medidas contra el Calentamiento Global” basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Este proyecto además de la captura de CO₂, busca satisfacer las necesidades de los pequeños productores con productos forestales, como leña, carbón, poste, madera para la construcción, muebles, etc., que cada vez son más limitados, especialmente en la zona de implementación del proyecto.

Con este proyecto, se ofrece la oportunidad a los agricultores a dedicarse a la producción forestal, brindándoles una adecuada orientación técnica, para que puedan realizar las plantaciones forestales, como un componente importante de las actividades de su finca, de manera a complementar con las demás actividades que desarrollan, bajo el enfoque del desarrollo rural sostenible.

Con relación al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) definido en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto, permite a los países industrializados (Partes Anexo I) adquirir Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) provenientes de las actividades de Proyectos MDL implementados en países en desarrollo. Los CERs generados por este tipo de actividades pueden ser utilizados para cumplir con sus metas de reducción de emisiones. De esta manera, el Proyecto MDL proporciona a los países menos desarrollos, lograr un desarrollo más sostenible.

Las actividades de MDL, constituyen la forestación y reforestación (F/R), realizadas principalmente con especies de rápido crecimiento. Estas se pueden desarrollar en

terrenos degradados, convertir las tierras agrícolas a sistemas agroforestales y silvopastoriles. Los Proyectos MDL Forestales están sujetas a modalidades y procedimientos específicos, por lo tanto es de suma importancia contar con la metodología apropiada, para implementar proyecto de esta naturaleza, a través del Proyecto JIRCAS se logra este importante objetivo.

Las actividades de Forestación y Reforestación implementada en el marco de MDL, permite mejorar las condiciones de vida de los productores del área de influencia del proyecto. También contribuye con el sector forestal, que de otra manera no se hubiera desarrollado en esta zona, donde existe una gran demanda por los productos forestales, especialmente leña y madera, que puede generar importantes beneficios económicos y lograr el desarrollo rural sostenible del área de implementación del proyecto.

1.4. Planificación de la plantación y manejo de especies forestales.

La gestión y el manejo de una producción forestal, en especial las especies de rápido crecimiento, implican la realización de labores con mayor intensidad, a fin de lograr la mayor productividad y tener la satisfacción de cumplir con las funciones ecológicas, económicas y sociales, que son relevantes para al ecosistema a nivel local, nacional y regional.

Una buena gestión forestal implica el cultivo adecuado desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, a través de acciones que maximicen la productividad. La diversidad de suelo y clima, requiere de una buena planificación de las unidades forestales y el adecuado manejo, realizando con habilidad, la elección de los lugares de plantación, el material genético y los cuidados culturales, indicadas para cada situación y para cada producto que se propone obtener.

Cuando se determina plantar en la finca las especies forestales de rápido crecimiento, como el Eucalipto y la Grevillea, es necesario planificar cuidadosamente todos los aspectos que ello conlleva, definiendo claramente los pasos a seguir para cada una de las actividades que se deben desarrollar.

La planificación integral de la finca, es el primer paso esencial para establecer un sistema de producción forestal eficiente. Esta planificación implica combinar en una finca o unidad predial, todos los componentes, de acuerdo a la aptitud de uso de la tierra, es decir de acuerdo a su capacidad productiva.

Se debe planificar la utilización de la finca de acuerdo a su potencialidad productiva, estableciendo sistemas forestales, agrícolas o ganaderos en forma individual o combinados integrando modelos agroforestales, buscando siempre obtener el mejor resultado y rendimiento de una manera sostenida.

La planificación integral, permite utilizar los diferentes recursos productivos, para establecer el sistema productivo (forestal, agrícola, ganadero, o agroforestal), de la manera más adecuada dentro de la finca. Esto implica ubicarlos considerando la topografía del terreno (pendiente y relieve), seleccionar las especies arbóreas o arbustivas, cultivos y tipo de ganado de acuerdo a las condiciones de clima y suelo

de cada localidad y, tomar en cuenta la disponibilidad de agua, la capacidad de uso del suelo, las necesidades del agricultor y sus intereses económicos.

En la planificación integral de la finca, se debe considerar los siguientes aspectos:

- ↪ **Estudio físico de la parcela:** Se debe definir con precisión el área a ser destinada para la plantación, estableciendo la superficie útil, teniendo en cuenta los linderos, la presencia de líneas para corrientes eléctricas y telefónicas, cañerías para agua corriente, caminos principales y secundarios para el acceso etc. Es importante elaborar un plano indicando el lugar preciso que le corresponde a cada componente, tanto de infraestructuras como las áreas productivas que se desarrollan dentro de la finca. Una vez elaborado el plano acorde a la planificación integral, con todos los componentes productivos y de infraestructuras, se debe ubicar en un lugar visible de la vivienda del productor.



Figura 2: Plan Integral de la Finca de un productor, localidad de Acahay, elaborado en el marco del Proyecto JIRCAS, Año 2006.

- ↪ **Elección de las especies y variedades:** Las especies y variedades de rápido crecimiento, son foráneas o exóticas, deben estar adaptadas a las condiciones ambientales locales, por lo tanto su comportamiento en nuestro medio, deben ser validado o comprobado. El *Eucalyptus grandis*, el *E. camaldulensis* y la *Grevillea robusta*, son especies que fueron seleccionadas para la forestación y reforestación por el Proyecto JIRCAS, precisamente porque se han adaptado

perfectamente a las condiciones agroclimáticas de nuestro país y ofrecen excelente desarrollo.

- ↳ **Planificación y ejecución de los trabajos previos a la plantación:** Cuando se toma la decisión de realizar la plantación, se debe planificar la época más oportuna para realizar las primeras actividades, como la limpieza del terreno y la preparación del suelo. Para posibilitar la realización de todas las operaciones en el momento oportuno, se elabora el cronograma de actividades.
- ↳ **Obtención de las mudas de especies forestales:** Se debe prever la adquisición de los plantines de un proveedor que tenga garantía de la calidad genética y sanitaria. Si en la zona no existe un vivero para obtener estas mudas, la alternativa sería producir la propia muda, lo que implica planificar a tiempo la instalación y el manejo de un vivero.

Además de la planificación de la producción forestal, se debe considerar otros aspectos tales como: las restricciones legales, la disponibilidad de recursos económicos, la recuperación de terrenos degradados, mejor aprovechamiento de la mano de obra familiar, la conservación del suelo, agua y la fauna.

1.5. Principales factores que inciden en la forestación y reforestación.

Cuando se inicia una plantación con especies forestales, es fundamental tener en cuenta las condiciones climáticas y las características del suelo. Las exigencias ecológicas de las especies a plantar, deben ser similar a las condiciones ambientales del lugar donde se desarrollaron éstas especies.

Los principales factores ambientales que afectan la adaptabilidad de la especie en una nueva zona de plantación, constituyen el clima, el suelo y la aparición de plagas y enfermedades. Por lo general, las especies forestales se adaptan mejor en suelos profundos mayores a un metro. La fertilidad, acidez y compactación son factores del suelo que pueden ser corregidos con prácticas de manejo y sistema de recuperación adecuada.

- **Factores climáticos**

Nuestro país cuenta con un clima sub-tropical, bastante favorable para las plantaciones forestales, caracterizado por temperaturas medias anuales del aire entre 20 a 25⁰C, con una precipitación pluvial alta a moderada, principalmente durante los meses de verano. Sin embargo, se observa gran variabilidad climática: el Noroeste del Chaco, que es del tipo semiárido, tornándose sub-húmedo y mega-termal, con una vegetación de sabana en la cuenca chaqueña del río Paraguay y Noroeste de la Región Oriental, y húmedo meso-termal en el resto de la Región Oriental, con índices máximos de humedad en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa y Canindeyú.

Los factores climáticos que más incide en el crecimiento de los árboles son: la lluvia, la temperatura, la evaporación y el viento. Además el clima de una localidad, puede afectar el estilo de vida y las condiciones de trabajo.

Las especies forestales de rápido crecimiento como el eucalipto y la Grevillea, prefieren climas húmedos, sin heladas, con una precipitación anual media superior a los 1.200 mm, y con una distribución uniforme del régimen de lluvias. Esta pluviosidad, junto con temperaturas medias de 22°C y la ausencia de fuertes heladas, beneficia para que la mayor parte de nuestro territorio resulte adecuado para la plantación de diversas especies forestales.

El efecto de las heladas es más perjudicial cuando éstas son repentinas, las precedidas de días fríos menos severo. Lo mismo ocurre con la duración de la helada, si la temperatura permanece varias horas por debajo de 0°C, aunque no sea muy extrema, va a ser más perjudicial que valores más bajo. Otros factores climáticos que ocurren con menor frecuencia, son los granizos y los vientos fuertes, que pueden ocasionar serios daños durante la primera etapa de desarrollo de los árboles.

Las plantaciones forestales pueden ser afectadas por las sequías prolongadas. Los efectos de la sequía son más rigurosos, cuando ésta ocurre después del trasplante y durante la primera etapa del desarrollo de los arbolitos, especialmente en las parcelas con mucha incidencia de malezas. En estas condiciones la limpieza se debe realizar con mucho cuidado, porque con una pequeña remoción de los arbolitos, se pueden marchitar. También la sequía es la principal causa para que ocurran los incendios forestales, especialmente en las plantaciones con muchas malezas, que sirven como material de combustión.

- **Características del suelo**

Para establecer una plantación forestal se debe evaluar los factores edáficos, pues éstos ayudan a determinar el uso potencial y seleccionar las especies forestales más adecuadas a las condiciones cambiantes del suelo. Cabe señalar que la textura, la profundidad y la topografía, son atributos físicos del suelo que no pueden modificarse, sin embargo, la estructura, la porosidad, el drenaje y el contenido de materia orgánica del suelo pueden ser modificados a través de prácticas agronómicas.

En la producción forestal, el suelo debe ser analizado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

↳ **Textura y estructura:** La proporción de las partículas minerales de diferentes tamaños que se encuentran en un suelo definen la textura. Pueden ser arenosos, arcillosos, francos o una mezcla de ellos, por ejemplo franco-arcilloso. La estructura del suelo se refiere al tipo y agregación de las partículas, aquellos suelos que presentan textura gruesa por lo general tienen una estructura menos definida que los de textura fina. Los suelos arenosos carecen de propiedades cohesivas, mientras que los suelos de textura fina, integrados en su mayor parte por arcillas y limos, tienden a formar agregados.

Estas características del suelo influyen en la adaptación de las raíces de las plantas al suelo, y cada especie forestal en particular se adapta bien o mal a

cada textura y estructura, por lo que es necesario conocer sus exigencias con relación al suelo.

- ↪ **Drenaje:** El drenaje de un suelo es la consecuencia de múltiples factores, como la pluviosidad, la pendiente, la situación topográfica, la profundidad y la textura del mismo. En el campo se puede determinar directamente el tipo de drenaje natural del suelo a reforestar. Los principales criterios para identificar el drenaje son la profundidad de la capa freática, la textura y la posición topográfica del suelo así como la presencia de índices de condiciones anaeróbicas.

Muchas especies no toleran suelos encharcados o mal drenados, por ejemplo la *Grevillea robusta* y el *Eucalyptus grandis*, mientras que otras especies se adaptan bastante bien a tales condiciones como el *E. camaldulensis*.

- ↪ **Profundidad del suelo:** La profundidad del suelo es un factor decisivo en la evaluación de la calidad del terreno, a mayor profundidad va siempre asociado a la capacidad de mejor anclaje y desarrollo profundo de las raíces de los árboles, brindándoles mayor capacidad de adsorción de nutrientes, retención de agua y menos dispuesto a ser derribado por el viento fuerte.

Con una profundidad del suelo mayor a un metro, se tiene la seguridad de lograr un buen desarrollo de la plantación. La profundidad puede ser limitada si hay un nivel freático muy alto, capas del suelo internas endurecidas, exceso de rocas, etc. Son las principales características que se consideran al momento de evaluar los terrenos para la reforestación.

El eucalipto y la grevillea son menos exigentes, con respecto al tipo de suelo que otras especies forestales, porque tienen la capacidad de crecer en suelo pobre y ácido. Sin embargo presentan problemas cuando se presentan bajos niveles de fósforo y de potasio. Ambos elementos son muy necesarios para un buen desarrollo inicial de estas especies, por lo que se recomienda una fertilización en el momento de la plantación.

Para analizar la profundidad y composición de los suelos pueden realizarse zanjas o calicata, esto permite identificar el perfil del suelo. El horizonte A o superficial, sobre el que se halla la materia orgánica en descomposición, es el más rico en nutrientes. El horizonte B está formado por una mezcla de tierra y rocas, con menor cantidad de materia orgánica y nutriente que el horizonte A. Finalmente, el horizonte C está formado por la roca madre alterada. Frecuentemente, los perfiles de suelos forestales muestran un horizonte A escaso, seguido del horizonte C o incluso de la roca madre.

Los árboles mejor desarrollados se observan en los suelos profundos, con una acidez moderada o neutra (pH entre 5 y 7). La profundidad del suelo es el factor más importante, observándose mayores crecimientos cuanto mayor es la profundidad. No obstante, el eucalipto y la grevillea, debido a su vigor y tolerancias, tienen la capacidad de crecer en suelos poco profundos, siempre que se realicen las labores culturales de manera adecuada.

↳ **Agua disponible:** La cantidad de agua disponible es uno de los factores para el crecimiento y la productividad de los árboles, dentro de un cierto rango particular de temperatura. Puesto que el agua entra a las plantas principalmente a través de sus raíces, el papel que desempeña el suelo en cuanto al aporte de ese líquido es fundamental.

- **Aspectos legales relacionadas a las plantaciones forestales**

Los países de América Latina se caracterizan por su inclinación a resolver sus problemas a través de artilugios formalistas, reformas legales e institucionales, pero no tienen la capacidad para discernir las limitaciones. De manera general, las evidencias existentes coinciden en que cada uno de los países cuenta con una abundante legislación ambiental y forestal, que se han incrementado considerablemente en los últimos años. Pero también señalan que hay un bajo cumplimiento de dicha legislación, así como insuficientes mecanismos para el control y seguimiento de su aplicación. Lo anterior muestra que la existencia de extensas legislaciones no constituye garantía de eficiencia y efectividad. Por el contrario, muchas veces ello se traduce en una grave dispersión de tales disposiciones.

Respecto a la forestación y reforestación, en el Paraguay se ha registrado cierto avance, impulsada por la entrada en vigencia de la Ley 536/95, Fomento a la Forestación y Reforestación. La reforestación en el país no ha sido dirigida convenientemente a través de una estrategia en donde se definiera la zonificación de acuerdo a las condiciones edafo-climáticas, las especies forestales, el destino de las plantaciones y la demanda de productos forestales.

Como resultado de la aplicación de la Ley 536/95 en más del 80% de las áreas reforestadas se utilizó *Eucalyptus spp*, mientras que otras latifoliadas implantadas como *Toona ciliata* y *Melia azedarach*, sólo representan alrededor del 5% de la superficie reforestada. La reforestación se realiza principalmente en la Región Oriental y en lugares bien puntuales del Chaco Central en la Región Occidental.

Capítulo 2

Principales labores para plantación y manejo forestal

Las labores para la plantación y el manejo forestal, implican la realización de acciones de manera idónea, desde el punto de vista técnico, a través de actividades que maximicen la productividad y aseguren la sostenibilidad de la producción forestal. Las diversas condiciones edáficas y climáticas, hacen que la planificación para el desarrollo de una unidad forestal sostenible, se deba realizar con previsiones en cuanto a la elección y preparación del terreno, la utilización de buen material genético, prácticas de manejo adecuadas y la obtención de productos forestales que responde a la demanda del mercado y beneficien a los productores.

La forestación o reforestación, debe estar basado en algo más que los objetivos inmediatos de rendimientos directos, como la madera, leña, postes y otros productos que configuran las necesidades imperiosas de la población campesina. Además existen otros beneficios, como la protección de la vida silvestre, la prevención de la erosión de los suelos, la sedimentación de los arroyos y el mejoramiento de la calidad de las aguas, pueden ser considerados menos importantes, excepto en los lugares definidos como áreas degradadas o protegidas, donde existen condiciones de mucha fragilidad. La relación entre la cubierta forestal y los beneficios ambientales con frecuencia no se percibe, sin embargo, todos estos valores son críticos a largo plazo, tanto para el bienestar humano, como para el uso sostenido del medio ambiente, por lo tanto es de suma importancia tener en cuenta durante el proceso productivo.

2.1. Selección del terreno para la forestación o reforestación

Es fundamental la adecuada selección y preparación del terreno para la plantación forestal, porque constituye el factor determinante para el buen desarrollo de los árboles, especialmente durante los primeros años, que finalmente se traducen en importante incremento de volumen de productos forestales, que se obtienen por hectárea.

La parcela seleccionada para realizar la reforestación, debe presentar las características edáficas y buena aptitud para la actividad forestal. Es muy común que la reforestación se intente efectuar en terrenos completamente degradados, por el continuo uso agrícola o por haber soportado sobrepastoreo, consecuencia del manejo inadecuado. Algunos terrenos no presentan las características adecuadas para la reforestación, por la escasa profundidad del suelo y una textura inadecuada, además de sufrir elevados procesos erosivos. Para rehabilitar estas parcelas, se tendrá que establecer algunas estrategias de restauración, que permita en pasos sucesivos, para recuperar las características mínimas necesarias antes de establecer las plantaciones forestales.

La selección de la parcela para la reforestación a nivel de los pequeños productores, no es tarea fácil, por la limitada superficie que disponen para la producción agropecuaria, por eso generalmente se eligen parcelas que presentan una

degradación bastante acentuada, donde no existe ningún fin productivo inmediato. Las parcelas degradadas destinadas para desarrollar la producción forestal, necesariamente se deben establecer acciones de recuperación y conservación de suelo, como la reducción de la erosión y el aumento de la fertilidad.

Es importante realizar la planificación integral de la finca, para establecer adecuadamente el sistema de producción forestal o agroforestal, tratando de combinar todos los componentes, de acuerdo a la aptitud de uso o capacidad productiva de la tierra, relacionado al contenido de nutrientes, acidez, textura, tipo de estructura, entre otras características y a partir de estos datos, se selecciona la parcela más adecuada para la plantación forestal.

2.2. Preparación de suelo para la plantación forestal

La preparación de suelo consiste en una serie de actividades destinadas a habilitar y preparar el terreno para plantar, se debe realizar cada una de las operaciones en el momento oportuno, conforme a las recomendaciones técnicas y acorde a la planificación establecida, para realizar la plantación en la época apropiada y en suelo bien preparado.

Las labores de preparación de suelo se pueden realizar de diferentes maneras, de acuerdo a las condiciones del terreno, la tecnología a ser adoptada y la capacidad operativa del productor. A continuación se presentan las labores que normalmente se realizan para la preparación del suelo:

- **Limpieza de la parcela**

Esta labor consiste en la eliminación de las malezas presentes en la parcela, porque los arbustos y malas hierbas dificultan la realización de labores de preparación de suelo y la plantación. Para la limpieza, se debe evitar el uso del fuego, si las malezas o restos de cultivos no molestan para realizar el laboreo, es recomendable que toda la masa vegetal sea incorporada al suelo, con el fin de mejorar el contenido de materia orgánica.

- **Labranza del suelo**

Esta labor consiste en modificar la capa superficial del suelo para mejorar las condiciones físicas, lo que permite facilitar el establecimiento y desarrollo de la raíz de la planta. El laboreo se debe realizar en condiciones óptima de humedad del suelo (ni muy húmedo ni muy seco). Esta operación se debe realizar en sentido contrario a la pendiente, siguiendo las curvas de nivel para prevenir la erosión.

La preparación del suelo se debe realizar conforme a las recomendaciones técnicas y la disponibilidad de implementos.

Existen diversas formas de labranza del suelo, entre las más frecuentes se presentan a continuación:

- ↪ **Sistema convencional:** Arada superficial, con implementos a tracción animal, que llega a una profundidad de 12 a 15 cm, para realizar esta labor el terreno debe estar limpio. Esta forma de preparación de suelo es muy deficiente, porque no se rompe el pié de arado (compactación del suelo que se encuentra entre los 12 a 18 centímetros de profundidad), por lo tanto con la arada superficial no se logra el adecuado desarrollo de las raíces de los árboles.
- ↪ **Labranza mínima o vertical:** Esta preparación de suelo se realiza con arado cincel, que generalmente es a tracción animal. Con este sistema de labranza se busca romper el pié de arado, además el suelo queda con mayor cobertura, mejorando las condiciones para la plantación. La dificultad para realizar este tipo de laboreo, es la falta del implemento, el mayor costo y se requiere de mayor tiempo por unidad de superficie.
- ↪ **Preparación en camellones:** Es una alternativa de preparación del terreno, apropiada para los suelos bajos, fácilmente inundables, se construyen en el sentido contrario a la pendiente con el objetivo de generar un ambiente aireado y libre de agua fluctuante, para que las mudas trasplantadas queden en la parte elevada. Este sistema también facilita el desarrollo de las raíces de los árboles.
- ↪ **Subsolado:** Consiste en una labranza profunda, pasando una especie de reja tirada generalmente por un tractor, que ablanda el suelo hasta los 50 cm de profundidad. Esta labor se tiene que efectuar con bajo contenido de humedad, de lo contrario no se produce el efecto deseado.

El uso de subsolador tiene como objetivo trabajar la línea de plantación, a fin de reducir la compactación y facilitar el desarrollo radicular, asimismo permite acumular agua ampliando el tiempo de plantación en período de sequía.

- ↪ **Preparación Localizada:** Con este sistema se busca preparar solamente el lugar donde se tiene previsto plantar los arbolitos. La preparación del suelo en forma localizada puede ser en fajas, surcos y hoyos.
 - ✓ **En fajas:** Cuando la plantación se va a realizar con poca densidad, se prepara solamente una faja de 1 a 2 m de ancho, a lo largo de las líneas de plantación de los árboles. Este sistema de preparación reduce costo y tiempo, se puede realizar con arado, subsolador o rastra pesada.
 - ✓ **Por surcos:** Las fajas de plantación se reducen a un simple surco de arado o bien a una pasada de subsolador a lo largo de la alineación de los árboles. Para facilitar la plantación, en algunos casos se cruzan los surcos en forma perpendicular, formando una cuadrícula en el terreno, en la intercepción se tiene definida el lugar donde se debe realizar la plantación de los árboles.
 - ✓ **Por hoyos:** Se construyen hoyos suficientemente grandes, con 30 x 40 cm de diámetro y profundidad, para que las raíces de las plantas queden bien colocadas. Al momento de cavar, se debe colocar la mitad más superficial del suelo a un costado, y la siguiente mitad más profunda al otro lado, con el fin de invertirlas de posición al realizar la plantación.

2.3. Marcación y preparación de hoyo

Una vez decidido el sistema de plantación a ser implementado, se procede a la preparación del suelo, luego se realiza la marcación para avanzar con las labores de plantación. La marcación se realiza para lograr una adecuada alineación de las hileras de plantación, a fin de obtener un mejor aprovechamiento del terreno y conseguir una distribución de las plantas de una manera uniforme en la parcela.

Antes de iniciar la plantación, es necesario delimitar el área a ser reforestada y "escuadrarla", para que las hileras sean perpendiculares. Para el efecto, se clavan jalones en las cabeceras de la parcela formando dos líneas perpendiculares, denominadas líneas base que servirán de guía para realizar toda la plantación.

- **Marcación del terreno**

Consiste en el trazado de las hileras con el espacio recomendado entre las plantas, para que los árboles se distribuyan uniformemente en el terreno, conforme a la cantidad de plantas por hectárea establecida. Entre los principales métodos para realizar la marcación se encuentran: encuadrado; rectangular; curvas de nivel y tresbolillo. La marcación requiere de mucha precisión, para facilitar la plantación, lograr una mejor densidad y facilitar el manejo de la plantación.

La determinación de la densidad y el sistema de plantación dependen, de la especie forestal, el objetivo de la plantación y de la topografía del terreno. Para la marcación de un terreno relativamente plano, que presenta menos del 5% de pendiente, la línea de plantación se trazará de manera que la diferencia de nivel entre un extremo y otro sea mínima.

En los terrenos con pendientes mayores al 5%, la marcación se debe realizar en curvas de nivel, construyendo líneas perpendiculares a la pendiente, siguiendo la forma del relieve del suelo y que une puntos de igual altitud dentro de una ladera. Una forma sencilla para trazar curva de nivel, es utilizando una manguera de agua, sujeta en cada extremo por una regla de un metro de altura, en la que se calibra el porcentaje de desnivel que se desea implementar. La curva de nivel es muy conveniente para reducir la erosión, a la vez proporciona un mejor aprovechamiento del agua de la lluvia.

Para realizar la marcación se requiere de los siguientes materiales: una cinta métrica, varios jalones o estacas y una cuerda. Primeramente se colocan los jalones en los extremos, luego se extiende la cuerda y se van colocando en el medio los jalones, conforme a la distancia establecida. Al mirar los jalones deben quedar en línea recta, es decir debemos ver uno solo jalón.

La distancia entre las líneas definida con la cinta métrica, es la distancia establecida entre las hileras y la distancia que se deja entre cada jalón determina la distancia entre las plantas. Para cultivo puro se utiliza una densidad alta, (por ejemplo, Eucalipto con 3 x 2,5 m se tiene 1.330 plantas por ha). Para sistema agroforestal se utiliza una densidad baja (por ejemplo, grevillea con 5 x 4 m se tiene 500 plantas por ha).



Figura 3: Marcación de parcela para plantación forestal, práctica de capacitación a los productores, Parcela Demostrativa de Proyecto JIRCAS. San Roque González.

- **Preparación de hoyo**

La preparación de los hoyos se realizan para que las raíces tiernas de las mudas no tengan problemas, estos hoyos deben tener un tamaño mucho más grande que la bolsita de tierra o maceta. Por eso el hoyo debe tener por lo menos 30 cm de ancho y 40 cm de profundidad. Es bueno que los hoyos sean más grandes que el volumen de las raíces, para que los arbolitos estén en un suelo suelto, aireado y libres de piedras. Así se retiene mejor la humedad, las raíces crecen más fácilmente y por lo tanto también crecen mejor los árboles.

Para la preparación de los hoyos se pueden utilizar diferentes herramientas, dependiendo de las condiciones del terreno. La herramienta más utilizada es la pala media luna y la pala de punta. Existe una gran variedad de herramientas que no están difundidas como la pala plantadora, la azada para excavación y la barra plantadora.

En una parcela bien preparada se puede utilizar la barra plantadora, sin embargo en suelo muy compactado se debe preparar el hoyo de mayor tamaño con pala de punta. La preparación del hoyo de manera deficiente, afecta el normal desarrollo de las raíces, quedando enrollados, en vez de emitir una raíz principal y varias raíces laterales. En suelos pesados o lugares expuestos al viento fuerte, se debe realizar una buena plantación para facilitar el desarrollo de las raíces.

2.4. Plantación: Época, densidad y forma de plantación

La tarea de realizar la plantación es la más importante en la producción forestal. Los errores que se cometen durante la plantación no pueden ser corregidos más adelante y no solo se pierde la inversión realizada, sino también se desalienta al productor. Las personas que realizan la plantación, deben estar capacitadas y conscientes de la importancia de realizar en forma adecuada esta labor.

La manera de realizar la plantación de los árboles, dependen del objetivo de la producción forestal, de las características del terreno (topografía) y las exigencias de la especie forestal. Las tareas relacionadas a la plantación, necesitan de los cuidados necesarios, desde el momento de la salida de las plantitas del vivero hasta su trasplante en el terreno o lugar definitivo. Se deben tomar las precauciones correspondientes, con un manipuleo cuidadoso de las plantitas, no se debe exponer al aire libre para evitar pérdida por insolación.

• Época de plantación

En nuestro país, el trasplante de las mudas al lugar definitivo, se realizan principalmente durante los meses menos calurosos, desde mayo hasta septiembre. Es importante la buena humedad del suelo en el momento de realizar el trasplante, por lo tanto se recomienda efectuar después de una lluvia. Se debe suspender el trasplante durante el período de sequía, lo que reduce el tiempo para la plantación. Por este motivo se debe realizar con anticipación, la mayor cantidad posible de las labores previas al trasplante, como la preparación de suelo, la marcación y la preparación de los hoyos.

Es importante realizar la plantación durante los periodos con mayor probabilidad de lluvias, para que las plantitas tengan tiempo de desarrollar su sistema radicular, antes de que comience la época más calurosa o de sequía. Se ha encontrado, que muchas especies de eucaliptos crecen rápidamente bajo diversas condiciones ecológicas, sobresaliendo en la producción forestal, además de la elevada producción de biomasa. Alguna especie, como *Eucalyptus camaldulensis*, es más resistente a la sequía.

En los lugares donde se registran frecuentes heladas durante el invierno, como ocurre en la zona sur del país, el trasplante de algunas especies como el eucalipto y la grevillea se debe realizar cuando pasa el peligro de las heladas. Por esta razón en esta zona, el trasplante de estas especies conviene realizar a partir del mes de setiembre hasta fines de octubre, coincidiendo con el período de buenas lluvias.

• Densidad de Plantación

La variable que fácilmente puede manejar el productor, es la elección de una distancia adecuada para la plantación. La densidad tiene una importante repercusión económica, por su relación directa con los costos de plantación, los cuidados, la calidad de los productos y el destino industrial. Con una densidad elevada se puede obtener mayor volumen total, pero a costa de la reducción del diámetro medio y el

aumento de la edad de rotación, cuando el objetivo de la plantación es el aserrado. Cada vez existe mayor demanda de madera en el mercado interno, por lo tanto se requiere de ciertos volúmenes, sin importar mucho los diámetros individuales.

Con alta densidad de plantación, se consigue intensificar la capacidad productiva de la parcela y se logra un mayor volumen total, aunque distribuido en individuos de poco diámetro. También mejora el desrame (poda en forma natural), se incrementa la mortalidad y el número de plantas dominadas. Con mayor espaciamiento o superficie por árbol se obtiene mayor desarrollo en diámetro y mayor volumen individual, el rendimiento en aserradero es sensiblemente superior, debido a que el mismo se concentra en menos árboles, las tareas de poda son mayores.

Para las especies de rápido crecimiento como eucalipto y grevillea, la densidad más conveniente depende del objetivo de la producción y el sistema de plantación que se implementa. Para la producción de eucalipto con fines energéticos, se puede implementar una densidad de 1.600 plantas/ha, que se logra con un sistema regular de 3 m x 2 m. Con una distancia entre líneas de 3 m y con 2,5 m entre plantas, se tiene una población de 1.300 plantas/ha. Sin embargo en sistemas de producción en agroforestería o silvopastoril con grevillea, se recomienda una densidad de 500 plantas/ha.

- **Modo de plantación**

Básicamente existen dos formas de realizar las plantaciones de las especies forestales, como cultivo puro y en sistemas agroforestales.

↳ **Cultivo puro:** Se refiere a la plantación forestal establecida en la parcela de manera exclusiva y homogénea de una sola especie. El sistema de plantación de cultivo puro es bastante común para el eucalipto, especialmente el *E. grandis*, que se planta en suelo alto y profundo, sin embargo el cultivo puro de *E. camaldulensis*, se puede realizar en praderas naturales y lugares bajos, pero también esta especie se adapta bastante bien para realizar sistema de producción silvopastoril. En suelo agrícola, el primer año se deben plantar los arboles asociados con cultivos anuales, para favorecer el cuidado de los arbolitos con la limpieza del cultivo, los siguientes años se maneja como plantaciones puras.

↳ **Sistemas agroforestales:** Consiste en implementar la producción agropecuaria asociada con la producción forestal, a fin de generar impactos favorables en el aspecto social, económico y ambiental, mejorando los sistemas productivos con el incremento de ingresos económicos de la población rural. Son modelos productivos sostenibles y eficientes, que tiene la finalidad fundamental de diversificar y optimizar la producción, al mismo tiempo de respetar los principios básicos de la sostenibilidad.

El sistema de producción en Agroforestería es una importante alternativa de producción para los productores, porque se sienten estimulados a desarrollar este sistema mixto de producción, por brindarles numerosos beneficios a corto plazo con los cultivos anuales y tener la perspectiva de obtener buenos resultados a largo plazo con la producción forestal.

El sistema de producción silvopastoril, permite que todos los componentes de la unidad productiva (árboles, pasturas y animales), se encuentren bajo un esquema de manejo racional e integral, mejorando a mediano o largo plazo, la productividad, la sustentabilidad y la rentabilidad de la unidad productiva.

El sistema agrosilvopastoril, agrupa a un conjunto de técnicas de uso de la tierra, donde se combina el componente leñoso (forestal), con la ganadería y/o cultivos en el mismo terreno. Este sistema se caracteriza principalmente por la capacidad de optimizar la producción de la finca con varios rubros, mejorando la economía de los productores. Además, los árboles contribuyen con la conservación de suelo, aumenta la fertilidad, mejora el microclima, permite la demarcación de límites, se logra la captura de CO₂, estabiliza las cuencas hídricas y aumenta la biodiversidad.

Para establecer los sistemas agroforestales, es muy importante realizar una adecuada planificación de la producción. En primer lugar se debe tener en cuenta la densidad o cantidad de árboles por hectárea, la adecuada selección de las especies forestales, los cultivos agrícolas, las especies forrajeras que mejor se desarrollan en estas condiciones y el manejo adecuado de todo el sistema.

2.5. Cuidados culturales: Limpieza, poda, control de hormigas

Las tecnologías desarrolladas para la producción forestal, permiten realizar los cuidados culturales en forma adecuada y de manera oportuna, lo que garantiza un buen desarrollo de los árboles, para obtener el mayor rendimiento y la mejor calidad de productos forestales. Los árboles bien cuidados se caracterizan por un sistema radicular bien desarrollado, con suficiente biomasa, fustes rectos, con una buena altura y diámetro de la planta.

Las plantaciones deben tener las condiciones para un buen desarrollo, con el crecimiento uniforme en toda la parcela. Se debe tener como objetivo lograr que los árboles tengan la altura y el diámetro uniforme, durante toda la fase de crecimiento. Habrá siempre plantas anormales, pero si se puede mantener al mínimo la variación, el producto final será de buena calidad, para tener la facilidad de comercializar bien los productos forestales, otorgando excelentes beneficios para el productor.

- **Limpieza de la plantación**

El control de las malezas es una actividad fundamental, especialmente después del trasplante, durante la primera etapa de crecimiento de los árboles, porque durante este período aparecen de manera agresiva las malezas, que si no se controlan en el momento oportuno, debilitan e inclusive pueden secar a las plantitas, por la competencia que existe por la luz, el agua y los nutrientes.

En las plantaciones de eucalipto y grevillea, el control de las malezas es fundamental para lograr alta sobrevivencia, buen crecimiento y homogeneidad. Las nuevas plantaciones, hasta los 6 meses son muy sensibles a la competencia de malezas, que puede ocasionar muchas pérdidas, obligando a realizar el replante. El

eucalipto tiene un sistema radicular lateral de gran desarrollo, por lo que responde muy bien al control de las malezas.

Existen diferentes formas de realizar el control de las malezas, de acuerdo a la disponibilidad de recursos, equipos y mano de obra. La limpieza de la parcela reforestada se puede realizar en forma manual, mecanizada o con aplicación de herbicidas. La utilización de maquinarias y herbicidas, se realizan en plantaciones forestales de mediano y grandes productores, que cuentan con los medios necesarios para realizar las labores de limpieza en forma mecanizada.

Los productores con plantaciones en área reducida, la limpieza realizan en forma manual o con implementos a tracción animal, de las siguientes maneras:

- ↳ **Limpieza total de la parcela:** Cuando se realiza la eliminación de las malezas de toda la parcela reforestada (entre las hileras y las plantas). Esta forma de limpieza brinda el mejor resultado, pero se requiere de una mayor cantidad de mano de obra y por lo tanto más costoso.
- ↳ **Limpieza lineal:** Cuando se eliminan las malezas a lo largo de las hileras de los arbolitos, 50 cm a cada lado de la planta, dejando las melgas sin limpiar. Este sistema de limpieza se realiza cuando las malezas no son muy altas, también cuando se tiene establecida pastura en parcela recién reforestada.
- ↳ **Limpieza circular o coronado:** La limpieza se realiza en forma circular, carpiendo 50 cm alrededor de cada arbolito. Es práctico realizar la limpieza circular después del trasplante, cuando se requiere de mayor cuidado, luego se pueden realizar las otras formas de limpieza.

- **Poda de los árboles**

Las ramas de los árboles forman un tejido en diferente sentido que el tronco, lo que da origen a los nudos. Cuando la rama se corta estando verde, genera "nudos vivos" (del mismo color que la madera), mientras que las ramas secas originan "nudos muertos", más oscuros, y que pueden llegar a desprenderse originando perforaciones. Algunas variedades de eucaliptos como el *E. camaldulensis*, poseen un desrame natural, donde en la medida que el árbol crece en altura las ramas inferiores se desprenden solas. Este mecanismo no siempre funciona y pueden quedar tocones, algunas ramas quedan prendidas, mientras que otras ramas se conservan verdes. Por este motivo se debe recurrir a la poda, para asegurarse la eliminación total de las ramas.

La poda es una labor muy importante, para eliminar las ramas laterales del tronco principal, hasta una altura de por lo menos 5 metros, de esa forma se puede tener un tronco de mayor volumen y calidad. La poda se debe realizar con tijera de podar o serrucho, cortando en el punto más cercano al tronco. La primera poda no debe superar el 40 % de la altura de la planta, para no perjudicar el desarrollo del árbol. En general, se debe podar durante los meses de otoño e invierno, para favorecer la rápida cicatrización de las heridas.

La primera poda se debe realizar entre los 12 y 24 meses, posteriormente otras podas en dos oportunidades. Como regla práctica, el *E. grandis* se aconseja podar los 2,5 m basales cuando el árbol tiene 6 m de altura, y elevar la poda hasta 5 m, cuando el árbol alcanza los 11 m, de esta manera se obtiene un rollizo largo para el aserrado libre de nudos.

La poda se realiza conforme al objetivo de la producción y el esquema de manejo. Para que esta labor salga bien, se debe proceder de la siguiente manera:

- ↪ Las heridas producidas durante la poda deben ser pequeñas, porque éstas debilitan a la planta y pueden ser foco para el ataque de plagas y enfermedades. Por lo tanto, el corte se debe realizar a ras del fuste, para facilitar la cicatrización.
- ↪ Se deben utilizar herramientas y equipos adecuados, con buen funcionamiento.
- ↪ Para la poda que se realiza a una altura superior al alcance del hombre, se debe utilizar escaleras diseñadas para el efecto.
- ↪ Se deben mantener podados los árboles en las parcelas que presentan alto riesgo de incendios, como los bordes de caminos, las áreas de camping, etc.
- ↪ Los desechos vegetales generados por las primeras podas, se pueden aprovechar como leña, estaca para cerca, etc.



Figura 4: Plantación de *Eucalyptus grandis*, con dos podas hasta 5 m de la parte basal, Parcela Demostrativa, Proyecto JIRCAS, San Roque González.

En las plantaciones de *G. robusta*, la poda se recomienda realizar recién al 2do. año, porque ésta especie se desarrolla de manera más lenta que el eucalipto. La poda practicada durante el 1er. año de la plantación afecta el normal desarrollo de la planta, por lo tanto hay que esperar que tenga una altura de por lo menos 3 metros para iniciar la poda.



Figura 5: *G. robusta* en sistema de agroforestería de 3 años, con poda basal hasta los 2 m, Parcela Demostrativa de Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Control de hormigas cortadoras**

Las hormigas cortadoras, constituyen las plagas que mayor daño ocasionan a los arbolitos, el ataque de Ysaú y Akêkê, es bastante frecuente en las plantaciones forestales, por lo tanto es indispensable el control de estas plagas. Una vez seleccionado el lugar para la reforestación y si en los alrededores existen nidos de hormigas cortadoras, se debe tomar las medidas preventivas de controlar. Por lo tanto, el control de las hormigas cortadoras, se debe iniciar antes de realizar el trasplante de los arbolitos, extender durante los primeros años de desarrollo de la planta, verificando permanentemente la parcela reforestada y sus alrededores, eliminando los nidos de Ysaú y Akêkê.

Las hormigas cortadoras atacan prácticamente a todas las especies forestales de rápido crecimiento, pero tienen una especial preferencia por la grevillea, por lo tanto cuando se realiza la reforestación con *G. robusta*, se debe tener especial cuidado, porque después de un ataque, apenas rebrota el árbol vuelven a cortar el brote nuevo, si se reitera dos o tres veces el ataque a la misma planta, generalmente se seca el árbol.

- ↪ **Características de las hormigas cortadoras:** El Ysaú, se caracteriza por tener nidos grandes y profundos con galerías, presenta mucha tierra acumulada formando montículos y las hormigas son grandes. Sin embargo el Akêkê se localiza en la superficie del terreno cubriendo su nido con restos de vegetales triturados y las hormigas son más pequeñas.
- ↪ **Método de control de las hormigas:** Existen diferentes métodos de control, biológico, mecánico y químico. La forma más rápida y efectiva es a través del control químico, utilizando productos en forma de polvo seco, líquido, gaseoso y granulado en forma de cebos.
- ↪ **Control con polvo seco:** El polvo seco se aplica directamente dentro del hormiguero, por medio de bomba insufladora de polvo, se logra mejor resultado cuando se realiza en terreno seco, si existe humedad se dificulta la penetración del polvo.
- ↪ **Control con cebos:** La forma más práctica de controlar las hormigas es utilizando cebo, que viene preparado en forma granulado (pequeños trocitos), que se debe distribuir cerca del nido o al costado de los caminos de las hormigas. Los cebos son preparados con 0,01 al 0,3% del principio activo, más material inerte: pulpa blanca, albedo de naranja, harina de soja y aceite vegetal.



Figura 6: Práctica de control de hormigas cortadoras con los productores. Proyecto JIRCAS, Distrito de San Roque González.

- ↪ **Control biológico de hormigas cortadoras:** Método de control en forma natural con el uso de hongos entomopatógenos, que se aplican con insufladores directamente en los orificios de salida del hormiguero. Estos hongos se pueden producir usando como base arroz, harina de soja y agar dentro de una botella de vidrio.
- ↪ **Control mecánico:** El control mecánico se realiza, por medio de aradas profundas, para eliminar los nidos de Akekê, especialmente en potreros con pastura, donde se tiene previsto realizar una plantación forestal. También se puede eliminar el nido cavando con pala el lugar, hasta encontrar la cámara de hongo junto con la reina. Esta forma de control es efectivo cuando el área infestada es pequeña y el hormiguero aún es joven.

Es importante señalar, que para lograr un control efectivo de las hormigas cortadoras, se deben diseñar estrategias y planes de acción que permitan realizar los controles de manera efectiva, con bajo impacto ambiental y económico. Con las acciones individuales no se logran controlar a las hormigas cortadoras, el éxito para combatir esta plaga se consigue cuando todos los productores de la comunidad toman conciencia y se interesan en realizar el control. Esta plaga constituye un grave problema fitosanitario en todas las comunidades rurales de nuestro país, su manejo y control necesariamente se debe realizar en forma comunitaria.

2.6. Procedimientos para realizar el Raleo

El raleo forestal, consiste en reducir gradualmente la cantidad de árboles de la parcela reforestada, para concentrar el crecimiento en los mejores individuos. Al comienzo se plantan muchos individuos para inducir la competencia y así lograr que los árboles crezcan rectos, con una copa reducida y un buen fuste comercial.

El raleo de la plantación forestal debe ser oportuno y moderado, la competencia por agua, luz y nutrientes no debe ser tan excesiva, porque puede perjudicar el buen desarrollo de los árboles. Por esta razón al pasar el tiempo, se hace necesario reducir la cantidad de árboles en la parcela mediante el raleo.

- **Con el raleo, se deben eliminar árboles que presentan las siguientes características:**
 - ↪ Con mala formación del tronco y las ramas.
 - ↪ Árboles con el tallo principal bifurcados.
 - ↪ Los árboles con un crecimiento inclinado.
 - ↪ Los raquíuticos y árboles pocos desarrollados.
 - ↪ Los que presentan síntomas de enfermedad.
 - ↪ Los árboles que presentan menor diámetro y altura.

- **Ventajas de la realización del raleo forestal:**
 - ↳ Favorece el desarrollo de los mejores árboles.
 - ↳ Se obtiene mejor calidad y mayor producción de madera para aserrado.
 - ↳ Se logran mayores ganancias económicas.
 - ↳ Facilita el acceso, manejo y aprovechamiento de la plantación forestal.
- **Objetivos que se tienen en cuenta para realizar el raleo forestal:**
 - ↳ Obtener un producto de mayor diámetro medio.
 - ↳ Lograr un retorno más rápido del capital.
 - ↳ Aprovechar mejor la plantación, si no se ralea, quedará seco o dominado.
 - ↳ Reducir el turno de rotación, si se persigue un diámetro determinado.
 - ↳ Uniformar tamaño y forma de la forestación.
 - ↳ Eliminar individuos indeseables por forma, tamaño y sanidad.
 - ↳ Regular el ritmo de crecimiento, para mejorar la calidad de la madera.
- **Momento en que se debe realizar el raleo:**
 - ↳ Cuando los árboles tengan una altura superior a 7 metros.
 - ↳ Se puede ralear varias veces, el primer raleo tiene más costo que beneficio, pero es necesario para mejorar la calidad de la plantación. Al principio solo nos dará leña, varillas para cerca, postes y pequeños rollizos.
 - ↳ Se puede combinar raleo y poda, se podan los mejores árboles y el resto de la plantación no podada se procede a cortar.
 - ↳ En el sistema silvopastoril, con la poda y el raleo realizado en el momento oportuno, entra más luz y se produce más pasto para los animales.
- **Cantidad de árboles que se debe sacar durante el raleo:**
 - ↳ Si sacamos muchos árboles en el primer raleo (raleo fuerte), obtendremos solo leña, pero al final de la plantación tendremos árboles más gruesos.
 - ↳ Si sacamos pocos árboles en el primer raleo (raleo suave), podemos hacer otro raleo intermedio que dará postes y rollizos finos, pero al final del turno tendremos árboles más finos.

- **Procedimiento para la realización del raleo**

El esquema técnico en que se basa el raleo de eucalipto es similar al adoptado en las plantaciones de pino. En base a datos de área basal y el crecimiento, se determina la oportunidad del raleo. El momento óptimo para ralear debe ser cuando la competencia entre las plantas comienza a afectar el crecimiento individual de los árboles. La elección de los individuos a ralear estará basada fundamentalmente en su forma y diámetro, agregándose en algunos casos otros factores de selección como la sanidad de los árboles. Se deben ralear, todos los individuos mal formados, los que tienen problemas sanitarios y las plantas de menor tamaño.

Cuando se realiza el raleo, se debe mantener una distribución homogénea de la masa residual. En cada situación, se debe planificar la edad y cantidad de raleo a efectuar. En plantaciones bien desarrolladas, se puede iniciar el raleo a los 2 años. La madera fina se puede comercializar como leña, varas, tijeras, etc. Es muy importante la adecuada la planificación de los caminos, para prever la distancia entre las hileras de plantación, para el acceso de equipos dentro de la parcela.

Con una densidad inicial de 1300 plantas/ha, el primer raleo debe ser temprano y suficientemente intenso, eliminando alrededor de 40% de los árboles dominados, dejando 780 árboles/ha. El siguiente raleo será menos intenso para limitar la aparición de brotes y la formación de corazón quebradizo en la madera. Los productos del raleo, producen madera cada vez con mayor proporción para aserrado y rollo para laminado.

- **Método y costo de ejecución del raleo**

El corte de los árboles se debe realizar bien al ras con motosierra, en el caso de un raleo que no se va aprovechar, se amontona este material en escolleras, en hileras de por medio. Para el eucalipto se utiliza el raleo selectivo, que permite seleccionar las mejores plantas, eliminando todos los individuos defectuosos y finos.

El costo de realizar el raleo es generalmente más elevado que una tala rasa, aunque la generación de ingresos por la venta de los productos del raleo puede cubrir estos gastos. Con el segundo raleo ya se puede generar retornos económicos bastante buenos, por la venta de madera de mayor valor.

2.7. Corte final y forma de realizar el apeo de los árboles

Con el objetivo de aumentar la productividad en madera y reducir los costos operativos, se han impulsado el mejoramiento de las técnicas de producción forestal y la obtención de madera de mayor calidad, a través de trabajos de investigación y desarrollo.

Durante los primeros años después de la plantación, el crecimiento es moderado, posteriormente se produce una época de fuerte crecimiento, de modo que la cantidad de madera por hectárea, aumenta fuertemente cada año, respecto al anterior. Finalmente, a partir de una cierta edad, el crecimiento decae, los árboles siguen creciendo, pero a una menor velocidad. La edad de corte final de la

plantación, depende definitivamente del beneficio que espera obtener el propietario. Se trata de una decisión que puede plantearse desde diversos puntos de vista, en general para decidir la edad de corte de las plantaciones forestales, depende finalmente del crecimiento del árbol.

A continuación se describen las operaciones que se realizan durante la fase de corte final del árbol, tales como el apeo, el desrame, el tronzado, el descortezado, su apilado en monte y desembosque. Los procedimientos para transformar el árbol en pie, en un producto listo para utilizarlo como producto forestal.

- **Apeo o volteado del árbol**

El apeo o corte, es el proceso de derribar el árbol, que se realiza mediante 3 cortes con la motosierra. Los 2 cortes biselados permiten marcar la dirección de la caída, el tercer corte será el que produzca el apeado del árbol. El corte de caída se da en la contracara del tronco y ligeramente por encima del nivel de los cortes biselados. Debe avanzarse horizontalmente dejando una bisagra de madera, que permitirá su derribo controlado. Es importante no hacer demasiado bajo el corte de caída, porque la planta se puede tumbar hacia atrás.

El corte debe ser limpio, sin dañar la corteza del tocón a una altura no muy elevada, para aprovechar el máximo de madera y favorecer el desarrollo del rebrote. El apeo de los árboles debe ser planificado de tal forma que unos caigan sobre otros, facilitando la operación de desramado. El sentido de avance del trabajo, también se debe determinar antes de empezar con esta labor.

- **Desrame y tronzado**

Los árboles apeados, se deben desramar (sacar las ramas), manteniendo la motosierra alejada del cuerpo por seguridad. Los pies deben estar separados y firmes cuando se realice el corte. Cuando la operación se realiza con la madera levantada del suelo, se gana en rendimiento y seguridad, de ahí la importancia de haber hecho un apeo planificado. Debe evitarse cortar con la punta de la espada de la motosierra.

Los árboles apeados suelen convertirse en trozos de 2 o 2,5 m de largo en el mismo lugar de la caída. Si se planifica, es fácil desplazar los trozos resultantes hasta apilar en los lugares adecuados para su posterior recolección. Cuando se realiza manualmente, se pierde más tiempo y es mayor el esfuerzo. En cualquier caso, los cortes deben comenzar desde la base del árbol. Posteriormente se realiza el tronzado, según la posición de la planta en el suelo. La entrada correcta de la motosierra evitará que se quede atorada o que el árbol pueda rajarse.

- **Descortezado**

Los troncos se pelan empleando hachas o cuchillos descortezadores. Haciendo palanca con el hacha se despega la corteza de la madera. Así se consigue desprender la corteza en dos mitades. Esta operación es mejor realizarla inmediatamente después de haber apeado el árbol, porque la corteza se adhiere a la madera a medida que el árbol se va secando, lo que dificulta la operación.

- **Apilado y desembosque o carga**

Los troncos extraídos, se van juntando para facilitar su recolección, normalmente se ponen en cordones alternando, los grupos de madera con los residuos. De acuerdo a la pendiente del terreno, se puede cargar la madera directamente de los cordones o recogerla mediante equipo autocargador o tractor. El tractor con grúa va realizando la carga de la madera ya apilada en el monte, para llevarla posteriormente a un lugar accesible para el camión. El último procedimiento en la producción forestal, es la carga a un camión en el lugar donde se apiló la madera, transportando posteriormente para su procesamiento.



Figura 7: Camión transportando rollo de eucalipto (agosto del 2010), en la localidad de María Auxiliadora, Departamento de Itapúa.

- **Gestión de los restos del corte**

Una vez talado el monte, los restos del corte que quedan en el suelo suponen una gran cantidad de ramas, hojas y corteza. El abandono de los restos sobre las cepas impediría el desarrollo de los brotes o una nueva plantación. Sin embargo, estos restos, tratados convenientemente pueden mejorar el rendimiento de la parcela, mejorando la productividad. A lo largo de diversos proyectos de investigación se han ensayado alternativas que incluyen; aprovecharlo, su quema, la retirada, alinearlos según línea de plantación o la incorporación al terreno.

Con el aprovechamiento de los restos del corte, se puede obtener mejores crecimientos de las nuevas plantaciones. Los restos, colocados en línea o triturados, favorecen el crecimiento de diversas maneras, por una parte, fertilizan el monte y

reducen el estrés hídrico en las épocas secas (menor evaporación del suelo). Por otra, al estar cubierto el suelo de restos vegetales, impide la aparición de malas hierbas, que causan competencia sobre las plantas.

- **Otros aspectos importantes durante el corte o apeo de los árboles**

Se debe planificar las actividades de corte final del árbol, considerando los siguientes aspectos:

- ↳ Respetar en todo momento las medidas de seguridad, para prevenir accidente de los personales.
- ↳ Identificar y tomar las medidas para proteger sitios o áreas con valor de conservación.
- ↳ Respetar y dejar de cortar en las áreas de protección de los cursos y/o reservorios de aguas permanentes o transitorias.
- ↳ Coordinar el corte con el aprovechamiento de productos no forestales, como miel de abejas, hongos, frutos, etc.
- ↳ Ubicar y diseñar los espacios de acopio durante el procedimiento del corte final.
- ↳ Limitar el acceso al área de personas extrañas, permitiendo sólo a aquellos operarios cuya presencia es necesaria para las tareas.

Capítulo 3

Manejo de bosque de Eucalipto

El manejo forestal se refiere al estudio, desarrollo y aplicación de las tecnologías, para tomar decisiones acertadas con respecto a la localización, manejo de la estructura y la composición de una producción forestal, de modo a posibilitar la obtención de productos, bienes y servicios, directos y/o indirectos, en cantidades y calidades requeridas por la sociedad.

El manejo de las plantaciones de eucalipto, supone la realización de las labores de manera adecuada, desde el punto de vista técnico, económico, ambiental y social, a través de acciones que maximicen la productividad y sostenibilidad de la producción. La planificación para el manejo forestal se fundamenta en los criterios técnicos, que posibiliten una adecuada elección de la parcela a ser reforestada dentro de la finca, la utilización del mejor material genético, la realización de manera oportuna las labores culturales, para lograr una adecuada cosecha, teniendo en cuenta cada situación y los diferentes productos que se desean obtener.

Por lo tanto es necesario implementar un Plan de Manejo Forestal, con las tecnologías y las herramientas precisas, para la obtención de productos forestales, adecuadas a las necesidades de los productores y satisfacer las exigencias del sector industrial. La gestión forestal debe promover técnicas de manejo, ambientalmente amigables, con viabilidad económica y que sean socialmente beneficiosas.

Las variables que definen las características de un árbol surgen de su información genética. A partir de ahí el crecimiento y desarrollo de ese árbol, será el resultado de la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo, y del mantenimiento de rangos adecuados en factores ambientales. Las condiciones ideales de estas variables son particulares para cada especie y se manifiestan durante el crecimiento del árbol.

La actividad de forestación y reforestación en nuestro país es bastante nueva, pero fue adquiriendo mayor importancia durante los últimos 15 años. El incentivo más reciente y con más éxito es la Ley 536 de "Fomento a la Forestación y Reforestación", implementada a partir de 1995 con vigencia hasta la actualidad, aunque las superficies de reforestación bajo esta Ley, no alcanzan las metas inicialmente proyectadas.

Con relación al tema ambiental, se cree que el eucalipto reduce la biodiversidad y cambia el paisaje de las áreas en donde se introduce, siendo éstos terrenos de bosque natural degradados a causa de usos como la agricultura o la ganadería. En este sentido, esta especie aporta y diversifica la cobertura arbórea de éstas áreas, embelleciendo el paisaje y actuando como sombra para el ganado y otras especies vegetales.

Debido a la rápida expansión de las plantaciones con eucalipto, se le ha atribuido efectos perjudiciales para el medio ambiente, disminuyendo su prestigio como árbol de alto valor productivo y ecológico, porque en Australia y otras regiones de donde es originario, es apreciado por los servicios que presta a los diferentes ecosistemas donde se desarrolla. El concepto negativo de esta especie, se debe a los efectos nocivos que ocurrieron en diferentes latitudes, a partir de plantaciones extensas de monocultivos de eucalipto, desconociendo su correcto manejo y gestión forestal.

3.1. Importancia de las plantaciones forestales de eucalipto en nuestro país

De acuerdo a los documentos publicados por la FAO en el año 2004, las especies forestales que se plantaron en nuestro país fueron en su mayoría exóticas, que abarcaron alrededor del 90 % de la superficie reforestada. Las principales especies plantadas son *Eucaliptus grandis*, *E. camaldulensis*, *Pinus taeda*, *P. ellioti* y *Melia azedarach* (Paraíso gigante). Tan solo alrededor de un 10% corresponden a especies nativas, entre las que destacan *Tabebuia sp.* (lapacho), *Cedrela sp.* (Cedro), *Cordia trichotoma* (Peterevy) y *Pterogine nitens* (Yvyra-ro), entre otras.

Casi la totalidad de la superficie reforestada en el Paraguay, se encuentra en la región Oriental. El trabajo “Estudio para la Identificación de Áreas Prioritarias para el Manejo de Bosques Nativos y la Reforestación” (2003) ha definido unas 6.037.579 hectáreas disponibles en la región Oriental, basados principalmente en criterios de capacidad de uso de suelos, densidad poblacional rural y pobreza.

La mayor parte de las reforestaciones realizadas hasta ahora, corresponden a especies de eucaliptos, pero no se sabe con certeza el estado de las mismas y por consiguiente, no se conoce el potencial de aprovechamiento. El principal rubro por volumen producido y valor económico, sigue siendo la producción de madera, leña y poste.

En los últimos dos años, las exportaciones de productos derivados de plantaciones forestales, especialmente de Eucalipto ganaron protagonismo ante las especies nativas, ubicándose en el 2009 en el segundo lugar entre las cinco especies más exportadas del Paraguay, según los registros de Certificados de Origen para la Exportación emitidos por la Federación Paraguaya de Madereros (FEPAMA). Mediante la producción de eucalipto, se está sacando la presión sobre los bosques nativos, con la mayor utilización de productos forestales provenientes de las plantaciones de eucalipto, generando beneficios para los productores y al sector maderero, por la buena rentabilidad.

El eucalipto, durante el año 2009 alcanzó un total de 12.086 toneladas de volumen de productos forestales exportados. Los países que importan nuestros productos forestales, provenientes de la reforestación son: Bolivia en forma de postes, Brasil como maderas aserradas, Chile y Reino Unido como maderas terciadas. El aumento de la exportación de eucalipto también se debe, al menor costo que tiene actualmente con esta especie, que las nativas. Esta situación no implica dejar de lado a las especies nativas, sino que hoy resulta simplemente más rentable para los madereros, comercializar especies introducidas como eucalipto.

Contar con árboles en la propiedad representa un capital de alto valor económico, incluso cada planta se puede comercializar a muy buen precio, por esta razón se deben plantar árboles para los hijos, nietos y principalmente para uno mismo. Hay especies como los eucaliptos que pueden madurar en 12 años, incluso para las construcciones rurales (tirantes) con plantas de 2 a 5 años. Por otro lado, las especies nativas como el kurupa'y kuru, yvyra pytã, urunde'ymi, entre otras especies, se podrán cosechar después de 30 años y las especies de crecimiento más lento como el lapacho, cedro y Peterevy, necesitan alrededor de 50 años para alcanzar diámetros entre 50 a 60 cm, con una madurez biológica y económica.

La madera de eucalipto, posee cualidades técnicas que la hacen muy requerida en la industria de la celulosa y como madera aserrada. Su madera, es utilizada en la producción de muebles para hogares y oficinas, su hermosa chapa se destina al forrado o enchapado de tableros.

3.2. Características de la especie de *Eucalyptus grandis*

A nivel mundial el *E. grandis*, se destina principalmente para las industrias de las celulosas y con fines energéticos (leña, carbón), además para tableros y postes, en menor proporción para la transformación mecánica (aserrado, laminado). En general se puede decir, que es una madera poco conocida en el mercado internacional en cuanto a madera aserrada se refiere. La correcta caracterización del material genético, el ecosistema de su desarrollo y los conocimientos de sus propiedades tecnológicas, permite caracterizar los productos forestales, ampliando la oferta de productos maderables, con mayor valor agregado para el mercado externo.



Figura 8: Plantación de *E. grandis*, Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS.

- **Descripción de la madera de *E. grandis***

La madera presenta anillos no demarcados, porosidad difusa, con poros solitarios y disposición diagonal en algunos sectores. La completa descripción de *E. grandis* se presentan la siguiente ficha técnica:

- ♣ **Características del rollizo:**

- ↪ Longitud útil: 8 a 10 m.
- ↪ Diámetro promedio: 0,40 m

- ♣ **Características organolépticas:**

- ↪ Color albura: Blanco crema
- ↪ Color duramen: Castaño, rosado
- ↪ Olor: Ausente
- ↪ Veteado: Suave
- ↪ Brillo: Mediano
- ↪ Textura: Mediana
- ↪ Grano: Derecho a entrelazado

- ♣ **Propiedades físicas:** con 15% de humedad

- ↪ Peso Específico: 560 kg/m³
- ↪ Contracción total Radial : 5,8%
- ↪ Contracción total Tangencial : 10,4%
- ↪ Contracción total Volumétrica: 18,9%
- ↪ Relación contracción T/R: 1,79
- ↪ Estabilidad Dimensional: Mediana
- ↪ Porosidad: 62,7%
- ↪ Compacidad: 37,3%
- ↪ Penetrabilidad a impregnación líquida: Muy poca

- ♣ **Características técnicas generales:**

- ↪ Blanda,
- ↪ Liviana,
- ↪ Contracciones altas, poco penetrable,
- ↪ Facilidad para la combustión.

- ♣ **Propiedades mecánicas:**

- ↪ Flexión Modulo de rotura: 789 kg/cm²
- ↪ Flexión Módulo de elasticidad: 121.100 kg/cm²
- ↪ Compresión Modulo de rotura: 502 kg/cm²
- ↪ Compresión Módulo de elasticidad: 135.500 kg/cm²

- ♣ **Comportamiento al secado:** Para el secado artificial se debe aplicar normas muy suaves, para evitar colapsos.

- ♣ **Condiciones de trabajabilidad:** No presenta inconvenientes para el aserrado y procesos posteriores. Fácil de clavar y atornillar, con adecuada fijación. Admite sin dificultad las pinturas y barnices.

3.3. Características de *Eucalyptus camaldulensis*

El *E. camaldulensis*, denominado eucalipto rojo, es una especie plantada en muchas partes del mundo, fue bautizado así por el monasterio Camaldoli cerca de Nápoles, donde se describió la especie por primera vez. Los materiales genéticos presentan características productivas y propiedades tecnológicas adecuados para el cultivo de bosques con fines industriales. Su madera sirve para carbón y leña de buena calidad, se emplea para la fabricación de tableros de partículas y de fibra, ocasionalmente se utiliza como producto aserrado de regular calidad.

Es la especie que ocupa el área de dispersión más extensa en Australia, se ha difundido en muchos países, con resultados extraordinarios como árbol de forestación y reforestación, razón por la cual es considerado como la especie exótica más importante. Su éxito se debe a su crecimiento muy rápido, dentro de una vasta gama de condiciones climáticas y de suelo. El desconocimiento de la ecología y variación de la especie, unido a la dificultad de obtener semillas en algunas regiones, ha tenido como consecuencia, que materiales de alto valor genéticos de esta especie, no se hayan podido utilizar.

El *E. camaldulensis* puede alcanzar hasta 60 metros de altura, se caracteriza por su tronco recto, copa amplia, corteza lisa de color blanco con tonos marrones o rojizos. Es un árbol de rápido crecimiento que soporta las sequías y el frío. Es la especie más apropiada para nuestra región por su gran plasticidad, resiste a condiciones de extrema sequía, tolera suelos de baja fertilidad y se adapta a suelos arenosos y arcillosos (campo bajo). Es apto para la realización de productos sólidos y también como fuente de energía. La madera posee peso específico alto, se ubica en el grupo de las “pesadas”.

Es un árbol muy útil para la plantación que se realiza a lo largo de las carreteras, para los sistemas de cultivo puro de tierras pantanosas y en parcelas degradadas de las fincas agrícolas. Resiste bien los vientos, por eso se emplea en la formación de cortinas rompe vientos, también se planta asociadas con otras especies de porte bajo, para control de erosión. Debido a su rápido desarrollo y plasticidad se utiliza en plantaciones comerciales de corta rotación y además con fines ornamentales.

- **Cualidades de la madera de *E. camaldulensis***

Esta especie se destaca, porque posee propiedades tecnológicas adecuadas para cultivo de bosques con fines industriales. La característica más importante que presenta, es su capacidad para crecer satisfactoriamente en una gran variedad de ambientes, aún bajo condiciones adversas, como bajas precipitaciones, suelos degradados, salinos o inundables. Además, las forestaciones con *E. camaldulensis*, contribuyen a disminuir la presión extractiva sobre los bosques nativos, al brindar alternativa en la demanda por la madera.

La variabilidad genética entre las procedencias y progenies de *E. camaldulensis* introducidas de Australia es significativa y puede ser aprovechada para la mejora del volumen, densidad básica y adaptación por selección entre y dentro de las

procedencias, que interactúan significativamente con el ambiente de los sitios en su desempeño en diámetro y supervivencia.

Es renombrado por su brillante madera rojiza, oscilando entre rosa suave a rojo negruzco, dependiendo de la edad y condiciones del ambiente. Es muy quebradizo y generalmente de grano cruzado, haciendo difícil el trabajo manual. Tradicionalmente es utilizado como material de resistencia como vigas y postes. Más recientemente para mueblería fina por su espectacular color rojizo profundo y típicas figuras en la albura. Necesita cuidadosa selección para hacerla más fuerte a los cambios de humedad. Es muy reconocido por su calidad para leña y produce excelente carbón, que se utiliza con mucho éxito en la siderurgia de hierro y de acero, además es bastante reconocido como especie melífera.

La densidad de la madera de *E. camaldulensis*, se encuentra entre 0.7 a 0.9 g/cm³, resistente, dura y pesada, considerada una de las maderas de gran durabilidad. Duramen rojizo, similar a la caoba, grano entrecruzado, se reporta una contracción radial de 4%, y tangencial de 8.9%. La madera es propensa a las rajaduras y al colapso, es resistente a las termitas. Debido a su resistencia y buena durabilidad, es adecuada para diversas aplicaciones estructurales, aun en situaciones de alto riesgo.



Figura 9: Sistema de producción silvopastoril con *E. camaldulensis*, finca de un productor de San Roque González, Dpto. de Paraguari. Proyecto JIRCAS.

3.4. Contribución de las plantaciones de eucaliptos

Con el aumento de la población mundial y de la demanda de recursos naturales, los bosques plantados, se convierten en una parte del paisaje cada vez más importante junto con las ciudades, los pueblos, las tierras agrícolas y los bosques naturales. Estos bosques plantados proporcionan la oportunidad de producir más bienes y servicios en menor superficie, a la vez que contribuyen eficazmente a la mitigación del cambio climático, a la restauración de las tierras degradadas y a otros beneficios ambientales. Es necesario que el desarrollo y manejo de estos bosques, sea realizado dentro de un marco de sostenibilidad, teniendo en cuenta los riesgos potenciales, como la presión sobre otros usos de la tierra, los efectos sobre el agua y la biodiversidad, junto con los beneficios esperados. Encontrar el equilibrio adecuado en la utilización de la tierra, exige una consideración más integrada de los servicios y valores, que cada actividad productiva proporciona, desde el punto de vista ambiental, social y económico.

• Acciones estratégicas planteada en el último Congreso Forestal Mundial

A continuación se presentan los planteamientos realizados en el Congreso Forestal Mundial, celebrado en Buenos Aires en setiembre del 2009.

- ↳ Desarrollar bosques energéticos, dentro del contexto de un marco de sostenibilidad, para minimizar los riesgos de consecuencias no intencionales entre los sectores forestales, agrícolas y energéticos.
- ↳ Implementar políticas de buena gobernabilidad para el desarrollo sostenible de la bioenergía.
- ↳ Desarrollar y mejorar tecnologías para una producción más eficiente y el uso más diverso de la biomasa para energía, que incluya tecnologías de segunda generación.

En este evento tan importante se ha destacado, que la destrucción de áreas boscosas, están mostrando evidencias en el cambio climático, porque los patrones de las perturbaciones han cambiado, hay más y mayores incendios naturales y brotes de enfermedades y plagas, los daños causados por el viento y las tormentas se han expandido, las sequías son más frecuentes e intensas y hay cambios en el rango de distribución de algunas especies arbóreas.

Además se ha formulado una declaración conjunta en el marco del Congreso Forestal Mundial en los siguientes términos: “Los bosques poseen un valor incalculable para la humanidad, puesto que ofrecen los medios de subsistencia a miles de millones de personas y contribuyen a lograr la sostenibilidad”.

Capítulo 4

Manejo de bosque de *Grevillea robusta*

La *G. robusta*, es una especie originaria de Australia, perteneciente a la Familia Proteaceae, habitualmente no es un árbol muy conocido, presenta interesantes posibilidades para la obtención de productos forestales de buena calidad. Es relativamente adaptable en cuanto a condiciones de ambiente, es de rápido crecimiento y apto para múltiples objetivos. Su madera posee un veteado sedoso y puede ser utilizada para muebles, paneles y varios otros usos.

La *G. robusta* ha sido ampliamente introducida y naturalizada en varias regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo. Esta especie se ha introducido en nuestro país hace alrededor de 30 años. Fue establecido como árbol de protección en la cortina rompe vientos, además se utiliza perfectamente como especie ornamental y en las arborizaciones de zonas urbanas.

Esta especie presenta una madera de excelente estructura moteada, altamente vistosa, similar al roble, de textura mediana y grano derecho. Su albura es blanco grisáceo y el duramen castaño rosado claro. Fácil de trabajar en todos los procesos, tanto manuales como mecánicos. Se rebobina fácilmente y toma bien las colas, tintes, lustres, barnices y pinturas. Se clava y atornilla sin desperfectos. Se presta para fabricación de compensados, chapas, muebles, puertas, ventanas, envases, piezas curvadas, marcos, zócalos, molduras y cielorrasos.

La *G. robusta* ha despertado gran interés, porque es un árbol de fácil adaptación, de rápido crecimiento y plantado con múltiples objetivos. La potencialidad exhibida y su aceptación en el mercado, orientaron la realización de importantes estudios para perfeccionar la silvicultura y el manejo de esta especie, con el fin de lograr productos de mayor calidad y rentabilidad.

Conforme a la información disponible, esta especie posee un alto potencial de crecimiento, destacándose como la más promisoría para la obtención de madera sólida dentro de las denominadas “no tradicionales”. Conforme a los estudios que se han realizado, la velocidad de crecimiento cuando se le proporciona un manejo adecuado, es superior a los incrementos logrados por *Pinus taeda* y *P. elliotti* en sitios ecológicos similares.

Los trabajos de investigación que se están realizando en las Provincias de Misiones y Corrientes de la Argentina, resaltan las posibilidades de mejoramiento de la especie, con la existencia de interesantes variaciones genéticas entre lotes de semillas introducidas de Australia, con variaciones individuales dentro de los materiales evaluados.

En nuestro país, existe poca información relacionada a la grevillea, por eso se recurre a la experiencia que se tiene en la Argentina. En la Provincia de Misiones, se están realizando importantes estudios sobre esta especie forestal, implementando

un esquema de manejo en sistema de producción silvopastoril, con carga animal permanente, donde se logra un alto potencial de crecimiento y elevado rendimiento de madera de buena calidad, además de la posibilidad de obtener ganancias intermedias, a través de la producción ganadera.

4.1. Objetivos de la producción de *Grevillea robusta*

En el marco del Proyecto JIRCAS, sobre Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) con forestación y reforestación con especie de rápido crecimiento, se ha seleccionado a la *G. robusta*, con miras a lograr los siguientes objetivos:

- ↳ Aprovechar el buen desarrollo y potencial productivo que presenta la *G. robusta*, por la excelente adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de nuestro país.
- ↳ Utilizar esta especie para facilitar la reforestación a nivel de los pequeños productores, estableciendo sistemas de producción en agroforestería o silvopastoril, logrando mayor beneficio en las reducidas fincas de los agricultores.
- ↳ Desarrollar y validar tecnologías apropiadas para la implantación, los cuidados culturales y manejo forestal, de esta especie en nuestro país.
- ↳ Promover la producción de especies forestales no tradicionales, para la obtención de excelente madera, que pueda ser utilizada para la fabricación de muebles, aberturas, paneles, etc.
- ↳ Contribuir con el mejoramiento de nivel de vida de los productores, mediante los beneficios de los sistemas productivos agroforestales, permitiendo recuperar parcelas degradadas, con una producción más diversificada y sostenible.

4.2. Características de la *Grevillea robusta*

La *G. robusta* es un árbol erecto de gran porte, de 20 a 30 m de altura, la copa es alargada, cónica y simétrica con las ramas principales espaciadas en intervalos de más ó menos 1 m y que se proyectan hacia arriba en un ángulo de 45°. La corteza del tronco es gris oscura con ranura. El follaje que se asemeja al helecho, que es muy característico de esta especie.

Es de fácil propagación y relativamente libre de plagas y enfermedades. Puede crecer en suelos de baja fertilidad, no compite demasiado con los cultivos adyacentes pudiendo plantarse en sistema de agroforestería. Las mudas se obtienen de semillas, que son sembradas previamente en almácigo, luego trasplantadas en macetas para tener la postura adecuada para llevar al campo.

Conforme al estudio realizado por INTA Bella Vista de Corrientes, desde el punto de vista productivo se puede inferir, que los rendimientos esperados para esta especie, pueden verse seriamente modificados en directa relación a la fuente de semilla utilizada, no sólo en el aspecto volumétrico sino también desde el punto de vista de

la calidad, además la velocidad de crecimiento, la rectitud del fuste y particularmente la cantidad de árboles de buena forma.

En función de la magnitud de la interacción genotipo-ambiente expresada por los orígenes estudiados, resulta necesario realizar cuidadosamente la elección de las fuentes de semilla, que serán destinadas a las nuevas plantaciones comerciales. En este sentido, con la información actualmente disponible y dada la estabilidad y productividad exhibida, sería aconsejable, que el material genético sea de origen conocido y adaptado a la zona de producción.

El alto potencial de crecimiento exhibido por *G. robusta* en el Noreste de Argentino, la ubica entre una de las especies más promisorias para la obtención de madera sólida. No obstante los rendimientos esperados para esta especie pueden verse fuertemente modificados en directa relación con el sitio de plantación y la fuente de semilla utilizada. Dada la magnitud de la variación intra-específica manifestada por la especie, una cuidadosa elección de las fuentes de semilla permitirá maximizar el rendimiento de las nuevas plantaciones comerciales.

4.3. Cuidados culturales para el cultivo de *Grevillea robusta*

Para obtener madera de excelentes características tecnológicas, capaz de alcanzar mercados exigentes, es necesario efectuar los cuidados culturales en forma adecuada y de manera oportuna. La plantación realizada, condicionará por varios años el terreno, por lo tanto para obtener buenos resultados, se debe asegurar una continua y buena gestión forestal. Los cuidados culturales se deben ejecutar en forma anual durante 10 a 15 años, pero con modalidades e intensidades diferentes según el tipo de plantación que se realiza.

- **Limpieza de la plantación**

Si se presentan problemas de malezas, se recomienda realizar deshierbes en forma manual o mecánica, dependiendo de las condiciones del terreno. Es fundamental la limpieza durante los primeros años, esta labor se puede realizar limpiando la parcela completa, solamente en las franjas de las hileras o alrededor de las plantas.

Las plantaciones de *Grevillea* implementada en sistema agroforestal, presenta una ventaja importante para el control de las malezas, porque generalmente los productores mantienen limpio su cultivo, lo que favorece el desarrollo de los árboles que se encuentran en la misma parcela.

- **Poda de las plantaciones de *G. robusta*.**

Con la poda se puede obtener madera de calidad, sin nudos, o cortes al interior del cilindro central. En forma general se recomienda comenzar la poda de formación al segundo año después del trasplante. Durante el primer año la poda se debe limitar en la eliminación de las bifurcaciones, sustitución de ápices dañados. Cuando se realiza la poda, no se debe eliminar más del 30-40% de la altura del árbol, ya que podas muy severas, pueden determinar la formación de fustes muy delgados que se pueden doblar o quebrar.

Al realizar la poda a la *Grevillea* se recomienda tener en cuenta los siguientes:

- ↪ La poda debe efectuarse recién en el segundo año, continuar después de manera progresiva conforme al plan de manejo.
- ↪ La tijera o el serrucho, debe estar bien afilada para obtener un corte neto, para evitar las heridas o desgarros.
- ↪ La altura de poda no debe superar un tercio de la altura total de la planta y se debe eliminar solamente el 25 a 30% de la superficie foliar.
- ↪ Al realizar la poda se debe tratar de mantener una copa homogénea y equilibrada a lo largo del eje vertical.



Figura 10: Práctica de poda en *G. robusta* en finca de productor, parcela reforestada en el marco del Proyecto JIRCAS, San Roque González, Dpto. de Paraguari.

- **Raleo de las plantaciones de *G. robusta*.**

La función del raleo es reducir la competencia entre los árboles, estimular el crecimiento en diámetro y el volumen de los individuos a obtener, lo que determina un mejoramiento de la producción al final. Con el raleo se obtiene una madera homogénea con las características tecnológicas que la hacen más aceptada por la industria. Por ello es necesario intervenir con raleo en forma oportuna, antes que los individuos inicien un proceso de competencia, la que lleva a una reducción del crecimiento anual.

4.4. Importancia de la *G. robusta* en sistema de producción agroforestal

La *G. robusta*, es una especie que se adapta perfectamente para establecer sistema de producción agroforestal, combinando la producción forestal con la producción agrícola y ganadera. Este modelo productivo, contribuye para la producción sustentable, con la utilización eficiente de los recursos naturales y el mejoramiento del nivel de vida de la población rural. La complejidad y dinamismo del sistema agroforestal, genera un alto flujo de productos y recursos para beneficio del hombre y el medio ambiente, ayudando a superar los principales problemas identificados con el sistema convencional, tales como: monocultivo, baja fertilidad, erosión, malezas, plagas y enfermedades.

- **Sistema de producción en agroforestería**

La *G. robusta*, se prefiere para realizar la reforestación en la finca de los pequeños productores, porque es una especie que ofrece la capacidad de combinarse con los cultivos, brindando la posibilidad de optimizar el uso de todos los espacios en el predio, a través de una explotación ordenada, permitiendo el flujo de productos y recursos de manera sostenible. En un sistema agroforestal de producción combinada, se utilizan varios estratos, aprovechando mejor todos los espacios y aumentando la eficiencia biológica del sistema.



Figura 11: Sistema de producción en agroforestería con *G. robusta*, Parcela Demostrativa, Proyecto JIRCAS, San Roque González, Paraguari.

- **Sistema de producción Silvopastoril con *Grevillea robusta***

La *Grevillea* se puede establecer de manera satisfactoria en sistema de producción silvopastoril, combinando la pastura con la producción forestal. En la Provincia de Misiones, Argentina, una vez comprendidas las interacciones favorables dentro de los sistemas silvopastoriles, el modelo productivo se impuso rápidamente entre los productores. Para establecer un sistema de producción silvopastoril, se debe contar con los conocimientos básicos para la producción pecuaria, como así también para la producción forestal, el sistema de producción foresto-ganadero, está insertado dentro del proceso de desarrollo sustentable.

El sistema silvopastoril con *G. robusta*, se puede iniciar con una elevada plantación de 1.100 a 1.600 árboles por ha, luego se realiza el raleo en varias oportunidades hasta disponer de la cantidad ideal de árboles por superficie, que permite un buen desarrollo de la pastura. También se puede comenzar el sistema con una baja densidad, plantando alrededor de 400 a 500 árboles por ha y establecer la pastura sin inconveniente, después de varios años se puede realizar el raleo dejando entre 200 a 250 árboles / ha para el corte final. La forma práctica de establecer la producción silvopastoril con *G. robusta*, consiste en implantar la pastura durante los dos primeros años, de esta manera los animales puedan ingresar al potrero al 3er.año, con una buena pastura y los árboles suficientemente altos para no ser dañados por el ganado.

Entre la especies forrajeras utilizadas para el sistema silvopastoril, se destaca el pasto Jesuita Gigante (*Axonopus catarinensis*), porque ofrece ventaja con relación a otros pastos. Esta especie presenta excelente desarrollo en nuestro país, se está difundiendo entre los productores de la zona del Proyecto JIRCAS.



Figura 12: Pasto Jesuita Gigante, en Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS.

4.5. Utilización de la *Grevillea robusta* como cortina rompe vientos

En el Chaco Central, como en muchas otras partes del mundo, el uso de las cortinas rompe vientos es imprescindible, para evitar la erosión eólica del suelo en las parcelas cultivadas con prácticas tradicionales. Cuando ocurren fuertes vientos, característicos de cierta época del año, particularmente en los meses más secos, es cuando los suelos son más susceptibles a la erosión. Como es de esperar, las partículas más livianas vuelan con la velocidad del viento, como ocurre en el Chaco Central. En esta zona del país después de varios años de cultivo intensivo, el suelo está muy degradado, llegando al extremo en algunos lugares de ser totalmente improductivos.

La función principal de las cortinas rompe vientos, consiste en la reducción de la velocidad del viento y por consiguiente, lograr una reducción significativa de la erosión eólica, sin considerar otras medidas para la conservación del suelo. Una cortina rompe vientos bien diseñada, además de garantizar el cumplimiento de su función principal, provee otros beneficios como, por ejemplo un mejor microclima para el crecimiento de cualquier cultivo, la producción de leña, postes, frutos, protección para ganado, y mayor diversidad ambiental con sus consiguientes beneficios.

Las cortinas rompe vientos más comunes en nuestro medio fueron implementadas con especies exóticas de rápido crecimiento. Una de las especies que se ha adaptado y que cumple una excelente función como rompe vientos en nuestro medio es la *G. robusta*, que generalmente son plantadas de una sola hilera. Para que sea efectiva, la cortina de una sola hilera, necesariamente se deben mantener sus ramas de abajo, sin embargo para mejorar la protección, se debe plantar al lado otra especie de menor porte, como ejemplo la *Leucaena*.

Capítulo 5

Utilización de las especies forestales de rápido crecimiento

Las plantaciones de especies forestales tienen que tener como base un trabajo técnico, en cuanto a la mejora genética, con las especies y variedades adaptadas a las condiciones naturales de cada zona y una preparación apropiada del terreno, que de ninguna forma contribuya con la degradación del suelo o del medio ambiente. El cuidado y manejo de las especies forestales es de suma importancia, porque una plantación y los cuidados culturales realizadas de manera adecuada, son las que marcan las pautas para el futuro de la plantación y para lograr una producción más rentable y sostenida.

La producción de especies forestales de rápido crecimiento, presentan una alta rentabilidad en la actualidad, independientemente de la posibilidad de pagos asociados a la captura de carbono. Esta rentabilidad se fundamenta, en parte, en el continuo incremento de los precios de la madera especialmente de eucalipto, que se viene registrando en la región durante los últimos años.

La escasez de leña, es más frecuente precisamente en las zonas que presentan la más alta presión agrícola, en las regiones áridas y semiáridas del trópico, el subtropico y algunas zonas más húmedas de gran densidad de población. Las características más importantes de dichas zonas son la vulnerabilidad de sus recursos forestales y el riesgo de su explotación debido a la fragilidad de los suelos y a las fluctuaciones climáticas. Por razones económicas y sociales, la única fuente de energía a disposición de la población rural y en parte de la urbana es de origen forestal, específicamente la leña y el carbón.

Es importante establecer los procedimientos para el destino final de la producción, ya que una plantación enfocada exclusivamente a la producción de leña, carbón o poste no tiene la misma exigencia en la gestión forestal, que las plantaciones destinadas a la producción de madera para carpintería. Por ello es muy importante conocer el objetivo de la producción, porque comienza condicionando el sistema de plantación y las labores culturales que se deben realizar durante el proceso productivo.

Es aspecto técnico, es de fundamental importancia y requiere de una atención primordial, porque las plantaciones forestales se deben enfocar, con la misma perspectiva que todas las demás inversiones agropecuarias que se realiza en la finca. Una plantación, no es más que un cultivo de árboles que exige una selección de especies de reconocida procedencias, una elección del lugar y una serie de acciones para el manejo, que garanticen el mejor resultado posible, a fin de lograr la mayor rentabilidad. Por lo tanto, es importante establecer correctamente el Plan de Manejo Forestal, para obtener los mejores resultados, tanto desde el punto de vista económico, como social y ambiental.

5.1. Aprovechamiento de un bosque de *Eucalyptus grandis*.

Actualmente, la madera de eucalipto ha generado gran interés en los países que se dedican a la producción forestal, especialmente como productos maderables, pudiendo reemplazar a las maderas obtenidas de los bosques nativos. Prueba de ello son los estudios desarrollados para el aprovechamiento de la madera de eucalipto para: vigas, laminados, muebles en general, pisos, cabos y molduras.

Contar con una oferta variada de productos con valor agregado, abre la posibilidad de consolidar una cuenca sudamericana de eucaliptos, en especial *E. grandis*, convenido por Brasil, Uruguay, Argentina, Chile y Paraguay, donde se podría conformar un frente común, con el fin de hacer conocer este tipo de madera en los mercados internacionales.

Actualmente, se desarrollan estrategias que contemplan el mejoramiento la calidad genética de las especies de eucaliptos, perfeccionando los procedimientos para la plantación y los cuidados culturales, optimizar el aprovechamiento mejorando las condiciones de la industrialización, buscando alternativas para obtener mayor valor agregado.



Figura 13: Plantaciones de *E. grandis* de 3 años. Del raleo se puede utilizar para poste y leña. Parcela Demostrativa del Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Principales usos de la madera de *Eucalyptus grandis***

El *E. grandis*, es una especie que tiene numerosos usos y aplicaciones, debido a sus propiedades físicas y mecánicas. Se puede utilizar como madera aserrada, papel, molduras, muebles, fuente de energía, etc. Además de su aptitud para diferentes finalidades, tiene ventaja biológica debido a su rápido crecimiento, que permite turnos de corta duración de 10 a 14 años, esto posibilita un continuo abastecimiento a la industria. Su uso como madera redonda de casi cualquier diámetro hace que tenga ventajas comparativas frente a otras especies que no pueden usarse de esta manera. Habitualmente esta especie se utiliza como tirantes para estructura de techos, tabla y tablones, encofrados, ideal para embalajes y producción de pellets por su resistencia y elasticidad.

El *E. grandis* se destaca por su facilidad de aserrado, cepillado, teñido, torneado, clavado y adherido. Sobresale porque tiene menor contenido de solubles, que está relacionado con la buena blancura que presenta su madera. Además se diferencia de las otras especies de eucalipto por ser más liviana, una de la característica más favorable para la fabricación de muebles.

Es la especie exótica que más predomina en el país, porque posee mayor productividad debido al rápido crecimiento, con la posibilidad de generar una variada gama de productos de buena calidad y valor agregado. Estas características les favorecen, para que tenga mayor demanda en el mercado interno como también para la exportación.

Se puede comercializar una parte de la cosecha de las plantaciones de eucalipto, en forma de postes industriales, con lo que se podría obtener mayor precio unitario que vendiendo como madera para leña o rollizos para carbón. En nuestro país, las plantaciones de eucaliptos son muy recientes, por lo tanto, se debería adoptar los procedimientos y padrones internacionales, para lograr un mejor aprovechamiento, especialmente para obtener mayor volumen de productos maderables.

- **Edad de corte de *E. grandis* para el máximo beneficio económico**

Desde el punto de vista financiero, las edades óptimas de cortar los árboles de eucalipto se establecen alrededor de 12 años. El turno económico es menor que el indicado como turno de máxima producción. Por este motivo, algunas empresas forestales, cortan sus propias plantaciones a una edad aproximada de diez años. Por supuesto, la edad de corte no puede reducirse mucho más, dado que los costos de la explotación (talado y la obtención del producto), son bastante elevado y la cantidad de madera por hectárea desciende mucho en plantaciones muy jóvenes.

Un aspecto, que se tiene en cuenta para determinar la edad de corte de la plantación, es el precio de la madera, que sufre variaciones, pudiendo ser más interesante su venta en momentos en que el precio está más alto. Ello supondría adelantar o retrasar un poco la edad óptima de corte, es lo que corresponde si se tiene en cuenta los beneficios financieros. Además, cada propietario puede tener razones personales, como la necesidad de afrontar ciertos gastos, que le lleven a adelantar o retrasar el corte.

5.2. Aprovechamiento de un bosque de *Eucaliptus camaldulensis*

La madera del *E. camaldulensis* es moderadamente densa, por esta razón en Australia se utiliza para construcción en general, ya que el duramen rojizo es fuerte, duradero y resistente a termitas. Se emplea principalmente en la fabricación de postes, durmientes, tableros, interiores, para pisos, encofrados y algunas veces para la fabricación de pulpa y papel. Los fustes de plantaciones jóvenes o los rebrotes pueden utilizarse como soportes en plantaciones de banano. Las flores producen miel de excelente calidad, además las hojas son utilizadas en algunos lugares para producir productos que controlan insectos perjudiciales.

Esta especie, tiene gran capacidad para la producción de leña y carbón. Cuando la madera está completamente seca, constituye un excelente combustible. Tiene un poder calórico de aproximadamente 4.800 kcal/kg. Produce carbón de excelente calidad. Las limitaciones que presenta esta especie, radica en el quemado rápido y produce cierta cantidad de humo.



Figura 14: *E. camaldulensis* plantado en campo bajo, en sistema de producción silvopastoril. Proyecto JIRCAS, San Roque González.

- **Principales usos del *E. camaldulensis***

Esta especie se utiliza generalmente como postes, construcciones rústicas, cercas y para mango de herramientas agrícolas. Es muy apreciada para leña y carbón, por su excelente calidad como fuente de energía. Por su rusticidad, se plantan en parcelas degradadas para el control de erosión y como cortina rompe vientos, es una especie melífera bastante utilizada en producción apícola.

El *E. camaldulensis*, también se utiliza en obras de carpintería para la elaboración de pisos, parquet, topes para mesa etc., se caracteriza por su estética y belleza para la vista, presenta un veteado gradual entre la albura y duramen de color amarillo claro a castaño rojizo. Habitualmente su madera se destina a las industrias de trituración para la fabricación de tableros de partículas y de fibra. Ocasionalmente se fabrican productos aserrados de regular calidad.

En la Argentina los pisos de *E. camaldulensis* suelen confundirse con los de Yvyra-ro, siendo los más caros del mercado, porque presentan brillos muy particulares. También se señala en el empleo de carrocerías, balancines de alambrado, muebles rústicos, marcos, aberturas, puntales, estructuras de techos, postes impregnados, durmientes, pasta de papel y tableros aglomerados.

Basada en las experiencias de varias zonas donde se producen el *E. camaldulensis*, se puede sugerir las siguientes recomendaciones para el mejor aprovechamiento:

- ↪ Tratar de utilizar trozos cortos, no más de 3 m de longitud, especialmente para el aserrado.
- ↪ Apilar inmediatamente la madera aserrada, evitar los rayos del sol, colocar peso a la estiba y secar la madera en forma lenta.
- ↪ En secado al aire, usar separadores más juntos que lo tradicional (50 cm), sellar los cabezales, juntar más las tablas y apilar adecuadamente.
- ↪ Aserrar el tronco lo antes posible luego de apeado el árbol.
- ↪ Si la madera debe permanecer en el monte, sacar la corteza para evitar ataque de insectos taladradores.
- ↪ Clasificar los rollizos por diámetros y calidad.
- ↪ Para pisos utilizar cortes radiales para obtener piezas de mayor estabilidad y calidad.
- ↪ Para mueblería usar piezas pequeñas con una relación espesor/ancho.
- ↪ Para clavar, usar clavos de punta roma (achatada) o de sección ovalada, preferir los clavos galvanizados para que no se oxiden.
- ↪ Evitar el contacto de la madera con el agua (el tanino destiñe).

5.3. Utilización de la madera de *Grevillea robusta*

Esta especie es muy versátil, ha adquirido popularidad en regiones templadas y subtropicales del mundo. Crece frondosamente en climas con temperaturas que van de 15 a 30° C y precipitaciones de 700 a 2000 mm anuales. Tradicionalmente se ha utilizado como sombra en plantaciones de café, pero actualmente es utilizada como leña, madera de construcción, postes y sus hojas acumulada en el suelo, son aprovechadas como abono verde.

En nuestra región la mayor experiencia con esta especie forestal, se tiene en el Noreste de Argentino, especialmente en las Provincias de Misiones y Corrientes. Si bien hace varios años existen algunos antecedentes que destacan el buen comportamiento de *G. robusta*, pero hace poco tiempo, se ha comenzado a plantar comercialmente como especie de uso comercial, utilizada en la industria maderera.

La superficie plantada aún es bastante reducida, comparada con las otras especies exóticas, se lo considera un árbol con alto potencial productivo y capaz de ampliar la oferta de productos tradicionalmente obtenidos de los bosques cultivados con esta especie. De hecho, muchos productores y aserraderos en Misiones y Corrientes de la Argentina, la reconocen como una alternativa muy interesante para la obtención de productos forestales de calidad. Posee un alto potencial de crecimiento, la altura y el diámetro al 4º año de edad es comparable e inclusive superior a las coníferas exóticas de rápido crecimiento como *Pinus elliotti*.



Figura 15: Muebles fabricados con *G. robusta*, Estación Experimental INTA - Bella Vista, Provincia de Corrientes, Republica Argentina.

La *G. robusta* exhibe una excelente madera de estructura jaspeada, altamente vistosa, similar al roble, de textura mediana y grano derecho. Su albura es blanco grisáceo y el duramen castaño rosado claro. Fácil de trabajar en todos los procesos, tanto manuales como mecánicos. Se debobina fácilmente y toma bien las colas, tintes, lustres, barnices y pinturas. Se clava y atornilla sin desperfectos. Se presta para fabricación de compensados, chapas, muebles, puertas, ventanas, envases, piezas curvadas, marcos, zócalos, molduras y cielorrasos.

En algunos países la *G. robusta* es utilizada en la fabricación de instrumentos musicales como guitarra, arpa, etc. Antes de la aparición del aluminio, la madera de este árbol era empleada en ebanistería externa de ventanas, debido a su resistencia a la pudrición.

5.4. Especies de rápido crecimiento, cambio climático y fuente de energía.

El cambio climático, es uno de los temas de mayor prioridad que estamos afrontando. El sector forestal puede contribuir para incrementar los bosques, frente a las repercusiones adversas del cambio climático, ayudando así a que los mismos secuestren y almacenen el CO₂ liberado a la atmósfera. De esta manera se contribuirían positivamente, para el balance global de carbono, apoyando a sostener la economía mundial. Además, los productos forestales como fuente de energía, generado de manera sostenible, reducen la emisión de gases de efecto invernadero, al sustituir producto de alta emisión por otro neutro o de baja emisión y renovable.

• Estrategias planteadas con relación al cambio climático

Se requiere una propuesta integral, que se enfoque simultáneamente en el incremento de la mitigación de las emisiones de carbono y en realizar un manejo adecuado de los ecosistemas forestales y las comunidades, hacia condiciones futuras más sostenibles. Se plantean las siguientes estrategias:

- ↳ Desarrollar nuevas propuestas e implementarlas de manera extensiva, para mejorar la absorción del carbono utilizando los bosques, con nuevas opciones para el manejo forestal, de frente al cambio climático. Proporcionar información fundamentada y científicamente probada para la gestión del cambio climático.
- ↳ Interceder para que las necesidades locales, cubiertas por los bosques en el presente, sean respetadas y reflejadas en mecanismos y políticas internacionales orientadas al cambio climático.
- ↳ Ampliar la investigación sobre la adaptación al cambio climático y sus repercusiones en los ecosistemas, las economías y las sociedades, los ecosistemas frágiles, incluyendo las zonas áridas, su naturaleza frágil indica que son especialmente sensibles a los cambios globales, y en la mayoría de los casos ya están degradados debido a presiones humanas crecientes.
- ↳ Promover la protección y la restauración de ecosistemas frágiles, para mejorar y adaptar al cambio climático y a los impactos humanos, manteniendo sus servicios

ambientales vitales, incluyendo la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de sus habitantes.

- ↳ Aumentar los esfuerzos para combatir la desertificación a través de acciones relacionadas con la actividad forestal.

La creación de políticas favorables para promover la inversión en tecnologías limpias, la infraestructura necesaria para la cosecha y procesamiento maderero, eficiente y responsable ante el medioambiente, son esenciales para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Mientras que en algunos países la industria forestal, ha tenido progresos en el tratamiento de temas ambientales y sociales, muchos otros como el nuestro, no tienen políticas explícitas y mecanismos que promuevan el desarrollo de una floreciente industria forestal.

Por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar estrategias nacionales de innovación técnica y de financiamiento, en el marco de programas forestales nacionales, usando instrumentos innovadores y mejorando las condiciones para la inversión, a fin de lograr el desarrollo desde el punto de vista social, económico y ambiental, a través de la actividad forestal.

- **Uso de especies forestales de rápido crecimiento con fines energéticos**

En varios países se han puesto de relieve, que los eucaliptos y otras especies exóticas como la Grevillea, fueron originalmente introducidos para complementar el abastecimiento de leña y carbón. Todos los informes coinciden, que han cumplido muy bien esta función durante los primeros años de su introducción.

La importancia que tiene la leña en los sistemas energéticos rurales, se debe a la función que desempeña este combustible, para satisfacer las necesidades energéticas, tan esenciales como son la cocción de los alimentos o la calefacción y en las industrias rurales de los países en desarrollo. La escasez de la leña se traduce, para muchas personas en las principales dificultades para subsistir y en casos extremos en una desestabilización del ambiente, debido a la desaparición de los bosques.

El problema de la leña presenta tres dimensiones importantes: forestal, energética y ecológica. Precisamente por eso es necesario percibir claramente que la función de los sistemas energéticos rurales, no es sólo un problema de subsistencia sino también un problema de desarrollo.

Las rotaciones cortas por talar eucalipto, es un método simple y eficaz para producir leña. Hay una gran cantidad de materia prima producida por hectárea en rotaciones de 8 años, el volumen por hectárea puede variar, desde un mínimo de 50 m³ en 8 años en suelos pobres y degradados, hasta 150 m³ en suelos buenos en regiones con buenas precipitaciones. La cosecha puede hacerse con las herramientas más sencillas, hachas y machetes, y apilarla con un mínimo de inversión en equipo. Si la madera se destina a leña, puede ser transportada desde la plantación, a mano, al hombro, o sobre la cabeza por quienes quieren emplearla. Este método puede no ser eficaz en un sentido dinámico, pero en muchos lugares como nuestro país,

puede contribuir significativamente con el nivel de vida de la gente, que necesita de esta fuente de energía para subsistir.

La leña puede ser transportada verde o secada al aire. Cuando se ha secado, se tiene un combustible mucho mejor y pesa menos que cuando es verde. Las especies de eucaliptos cultivados para leña, se encuentra el *E. camaldulensis* y el *E. grandis* pesan entre 900 y 1 200 kg/m³ en estado verde, y pierden la mitad de su humedad secándolos al aire durante 8 semanas en una estación seca, lo que reduce su peso en una tercera parte y mejora su calidad como combustible.

Con los métodos corrientes de elaboración de carbón, hay notables pérdidas de calor energético, especialmente a través del escape de gases, que alcanzan las dos terceras partes del contenido de valor calorífico de la madera original, por lo tanto, se debe tener hornos con buen funcionamiento, para obtener productos de buena calidad.

El carbón vegetal, elaborado a partir de especies exóticas como el eucalipto, tiene su importancia por las siguientes razones:

- ↳ Posee casi dos veces el valor calorífico de la madera secada al aire, haciendo más fácil su transporte.
- ↳ Se conserva en forma indefinida sin deterioro, simplificando la comercialización y el almacenamiento en la cadena de distribución.
- ↳ Puede ser quemado sin humo, con un rendimiento calorífico de alrededor del 25% en hornos muy sencillos.
- ↳ Una fuente útil (carbón reactivo de elevada pureza), para la metalurgia y la industria química, sin embargo algunas especies nativas no serían aptas.

Por lo tanto, se debería preferir siempre quemar leña seca de eucalipto en hornos domésticos y pequeñas calderas industriales, porque en ciertas circunstancias existen suficientes ventajas a favor del carbón de esta especie. También se debe tomar las precauciones, que en una habitación mal ventilada, hay un peligro real de envenenamiento, inclusive puede ser letal por los humos de monóxido de carbono.

Los factores técnicos y socioeconómicos de las plantaciones forestales de especies de rápido crecimiento, son muchos y muy complejos. Pero es indispensable integrar el programa de forestación y reforestación, en el ordenamiento territorial y en los planes de desarrollo rural.

Bibliografía consultada

- ALBIZU, J. A. 2009. Manejo de Plantaciones Forestales con Especie de Alto Valor Económico. Ciencias y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras 35 p.
- APARICIO, J. L., LOPEZ, J., DOMEQ, C. y HENNIG, A. 2008. Técnicas de Establecimiento de *Grevillea robusta*. INTA EEA Bella Vista, Corrientes. 8 p.
- CARPINETI, L., DALLA TEA, F. y MARCO, M. 1995. Manual para Productores de Eucalipto de la Mesopotamia Argentina. INTA, Concordia, Argentina. 221 p.
- CRECHI, E., KELLER, A., FASSOLA, H., FERNANDEZ, R. y MOSCOVICH, F. 2008. Efectos de la Intensidad de Raleo sobre la Producción en Volumen de *Grevillea robusta* en el Sur de Misiones Argentina. INTA EEA, Montecarlo. 15 p.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. 2003. Poda de *Eucalyptus grandis*, Hoja de Divulgación N° 22. INTA, Bella Vista, Corrientes. 6 p
- FAO 2001. Informe de la Situación de los Bosques del Mundo. FAO, Roma 256 p.
- GONZÁLEZ-RIO, F., CASTELLANO, A., FERNÁNDEZ, O. y GÓMEZ, C. 2005. Manual Técnico de Selvicultura de Eucalipto. AGROBYTE, Madrid, España 240 p.
- KURTZ, V. D. y FERRUCHI, M. R. 2004. Poda Forestal. Cartilla Técnica N° 2. INTA EEA Montecarlo, Misiones, Argentina. 15 p
- LADRACH, W. 1995. Técnicas para el Establecimiento de Plantaciones Forestales en la América Tropical. Universidad Estadual de Carolina del Norte, EE UU. 9 p.
- LÓPEZ, C. 1998. Mejoramiento Genético en *Eucalyptus camaldulensis*, Mejores Árboles para más productores, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. 183 p.
- LÓPEZ PORTILLO, J. 2009. Manual de Viveros. Producción de mudas de especies forestales. Proyecto JIRCAS. San Lorenzo, Paraguay. 50 p
- LÓPEZ PORTILLO, J. 2010. Manual de Sistemas Agroforestales para Desarrollo Rural Sostenible. Agroforestería – Silvopastoril - Agrosilvopastoril. Proyecto JIRCAS. San Lorenzo, Paraguay. 56 p
- MARTIARENA, R. y VON WALLIS, A. 2001. Silvicultura de Establecimiento de *Grevillea robusta*. INTA EEA Montecarlo, Misiones, Argentina 7 P.
- RUIZ, B. I. 2002. Manual de Reforestación para América Tropical. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical. San Juan, Puerto Rico. 221 p.
- SUGASTI, A. 2007. Plantación de Eucalipto en Pequeñas Propiedades Rurales, Sección Forestal, Cooperativa Colonias Unidas, Obligado, Itapúa, Paraguay 2 p.