



**CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE
LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS DEL JAPÓN**

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

**Manual de Estudio Básico para la Formulación de un Proyecto
de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de Forestación-
Reforestación en Pequeña Escala**



San Lorenzo - Paraguay

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 de Estudio Básico del MDL de FR en Pequeña Escala

Elaboración: EIJI MATSUBARA

Contribuciones: **Equipo JIRCAS**

Eiji Matsubara (Director)
Kenichiro Kimura (Experto)
Tomio Hanano (Asesor)

Equipo Local

Justo López Portillo
Elvio Morínigo A.
Jorge Ogasawara

Edición: 500 ejemplares

Derechos reservados

Fecha: Noviembre de 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

**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

Actualmente, los Gases de Efecto Invernadero como CO₂ y otros, están aumentando a escala global a causa de las acciones del hombre, hecho que está provocando a su vez el aumento gradual de la temperatura en el mundo. Este hecho es considerado sumamente preocupante teniendo en cuenta que causará graves impactos al medio ambiente global, siendo necesario por tanto, tomar urgentes medidas para subsanar esta situación.

Como una acción concreta en el marco de medidas contra el Calentamiento Global, fue firmado el Protocolo de Kyoto en la conferencia de las partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en diciembre de 1997. Con el propósito de lograr las metas de reducción de la emisión establecida como obligación legal para los países firmantes del Anexo I, incluyendo el Japón, en este Protocolo fue incorporado el CDM (Mecanismo de desarrollo limpio) como un componente del Mecanismo de Kyoto.

El Centro Internacional de Investigación de 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 – Captura de Carbono”, el plazo de estudio se extiende hasta diciembre de 2010. La implementación de este estudio es posible, gracias a 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 de la Universidad Nacional de Asunción (FCA/UNA) y la Gobernación del IX Dpto. de Paraguari.

El propósito de JIRCAS es la formulación y ejecución de Proyecto MDL con Forestación y Reforestación en el Paraguay, con fin de desarrollar la metodología que servirán para impulsar el Desarrollo Rural Sostenible, así como la verificación de la misma en los Distritos de Acahay y de San Roque González de Santa Cruz. Los resultados concretos del presente estudio serán: (1) Guía práctica y Guía Metodológica para el Desarrollo rural aplicando el MDL con Forestación y Reforestación; y (2) Manuales Técnicos.

El presente **Manual de Estudio Básico del MDL de FR en Pequeña Escala** describe las experiencias adquiridas durante el proceso de realización del estudio básico para la obtención de datos e informaciones necesarios para la elaboración del Documento Diseño del Proyecto realizada por el Proyecto JIRCAS que se ejecutan en los distritos de San Roque González y Acahay, Departamento de Paraguari, Paraguay. Este manual brinda las orientaciones técnicas y prácticas para guiar a los interesados en el proceso de formulación de un proyecto MDL de FR..

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

Manual de Estudio Básico para la Formulación de un Proyecto
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de Forestación - Reforestación
en Pequeña Escala

Indice

PRESENTACIÓN	ii
Indice.....	iii
1 Items del estudio básico	1
2 Estudio de las parcelas de reforestación	5
2.1 Objetivo del estudio	5
2.2 Areas, Contenido y Metodología del Levantamiento	5
2.3 Resultados.....	8
2.4 Conclusión.....	15
3 Ensayo de densidad de las especies a plantar.....	16
3.1 Perfil	16
3.2 Metodología.....	16
3.3 Resultados.....	19
3.4 Conclusiones.....	22
4 Escenario de Crecimiento de Grevillea robusta A. Cunn	26
4.1 Introducción.....	26
4.2 Revisión bibliográfica	26
4.3 Metodología.....	31
4.4 Resultados y discusión	36
4.5 Conclusión y recomendaciones	44
5 Estudio de árboles de la línea de base	46
5.1 Introducción.....	46
5.2 Metodología.....	46
5.3 Resultados.....	49
5.4 Conclusión.....	58
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	60
ANEXO: Formulario de encuesta a productores sobre reforestación.....	64

1 Items del estudio básico

La metodología de desarrollo rural que aplica JIRCAS, tiene como premisa elevar la deseo de los productores para mejorar su explotación y la calidad de vida a través de la concienciación y de esta manera, asegurar su responsabilidad y empoderamiento respecto a las actividades que realiza. El proceso de concienciación se ejecuta a través de la introducción de tecnología de conservación y recuperación del suelo fácilmente adoptable y realizable por los productores mismos con sus propios esfuerzos.

Al alcanzar cierto grado de concienciación respecto a la problemática que está afectando, se ejecuta el Plan Integral de la Finca (PIF) que consiste, en planificar el futuro de su explotación con miras a aclarar su visión de futuro y estimular la autogestión para su concreción.

En la siguiente etapa, como base para el proceso de planificación de la imagen concebida a través de la elaboración del PIF, se realizan talleres en cada comunidad a fin de discutir la problemática que afecta a la comunidad, acciones que se ejecutarán para solucionar los problemas, época de ejecución de las actividades y las instituciones de apoyo tales como municipio, gobernación, etc. y será formulado el Plan de Desarrollo de la Comunidad (PDC).

Las instituciones de apoyo prestarán su apoyo en forma selectiva . recurriendo a los recursos con que cuentan las mismas y conforme a la prioridad establecida por la comunidad. Las instituciones prestan su apoyo en base al PDC formulado por los propios productores, razón por la que está asegurado el grado de responsabilidad y el empoderamiento por parte de los productores. De esta manera, las acciones de apoyo resultan más sostenibles y efectivas.

El proyecto MDL de JIRCAS fue originado siguiendo este proceso.

Con respecto a la demanda de la reforestación, la misma fue identificada en primer lugar en el marco del PIF, luego fue considerada como un problema a nivel comunitario y una vez incluido en el PDC, se inicia la implementación. Por lo menos la actividad debe estar contenida en el PIF, de lo contrario, resultará de baja prioridad para el productor y por ende, no se podrá esperar una acción responsable del mismo.

Sin embargo, aunque exista demanda de reforestación, no todas las reforestaciones podrán a ser reconocidas como actividad de MDL. El proyecto MDL de reforestación tiene el problema de la “no permanencia”, lo cual hace que el precio unitario del crédito de carbono sea bajo y en consecuencia, no será posible cubrir los costos de validación que se debe pagar a la Entidad Operacional Designada (EOD) o ni siquiera los costos de verificación, si se cuenta con una determinada superficie reforestada. Por eso, si no existe una demanda que permita cubrir aproximadamente 300ha de superficie a reforestar, es mejor no optar por un proyecto de MDL y ejecutar como un proyecto ordinario de reforestación mediante subsidios de instituciones de apoyo. Pero aunque se ejecute como un proyecto MDL, los créditos de carbono se otendrán luego de un plazo, después de la reforestación, después de realizarse el monitoreo del crecimiento de los árboles, situación ésta que obliga al ejecutor contar con fondos necesarios para cubrir la inversión inicial. Debido a esto, el ejecutor del proyecto deberá asegurar el apoyo financiero de las instituciones oficiales o privadas en carácter de donantes.

En la Figura 1.1 se presenta en forma graficada el proceso arriba indicado.

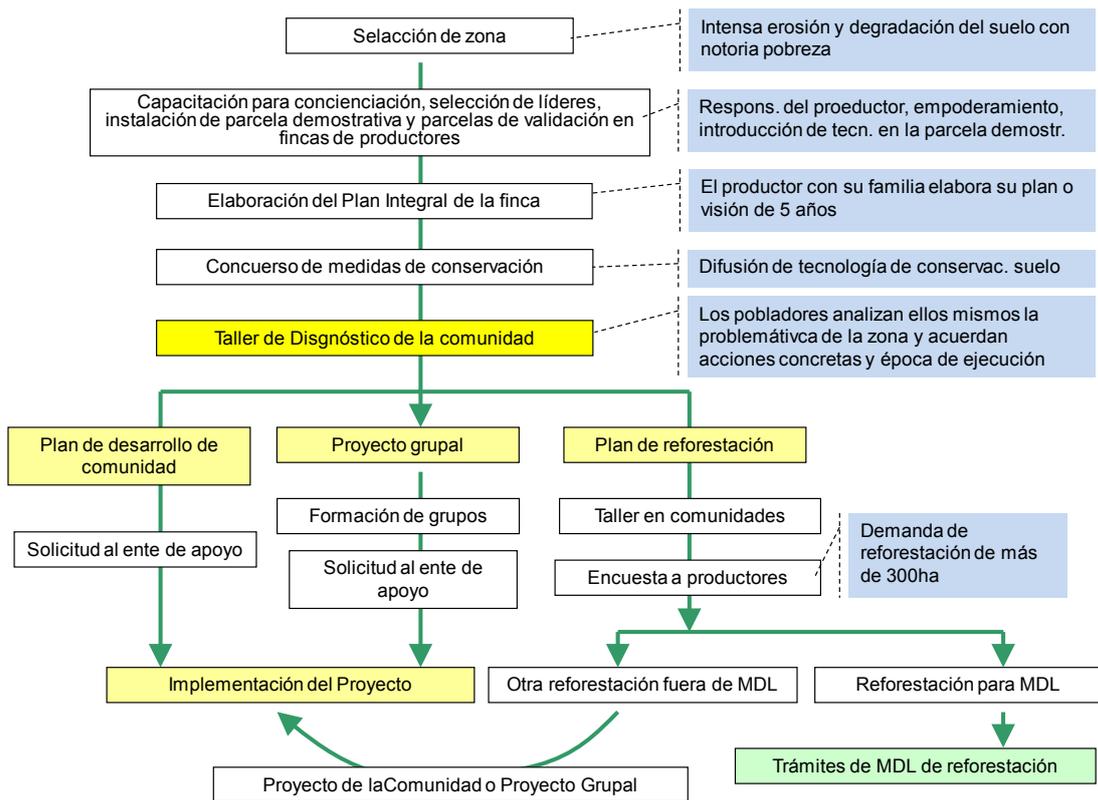


Figura 1.1 Flujo de acciones que se debe realizar hasta el inicio de un proyecto de MDL de reforestación

Cuando es detectada la demanda respecto a la reforestación, conforme al proceso indicado en la figura 1.1, se realizará un taller en la comunidad sobre el tema de la reforestación y se estudiará la posibilidad de ejecutar un proyecto MDL de reforestación.

El flujo de actividades que se seguirá posterior al taller en la comunidad, es como se ilustra en la Figura 1.2

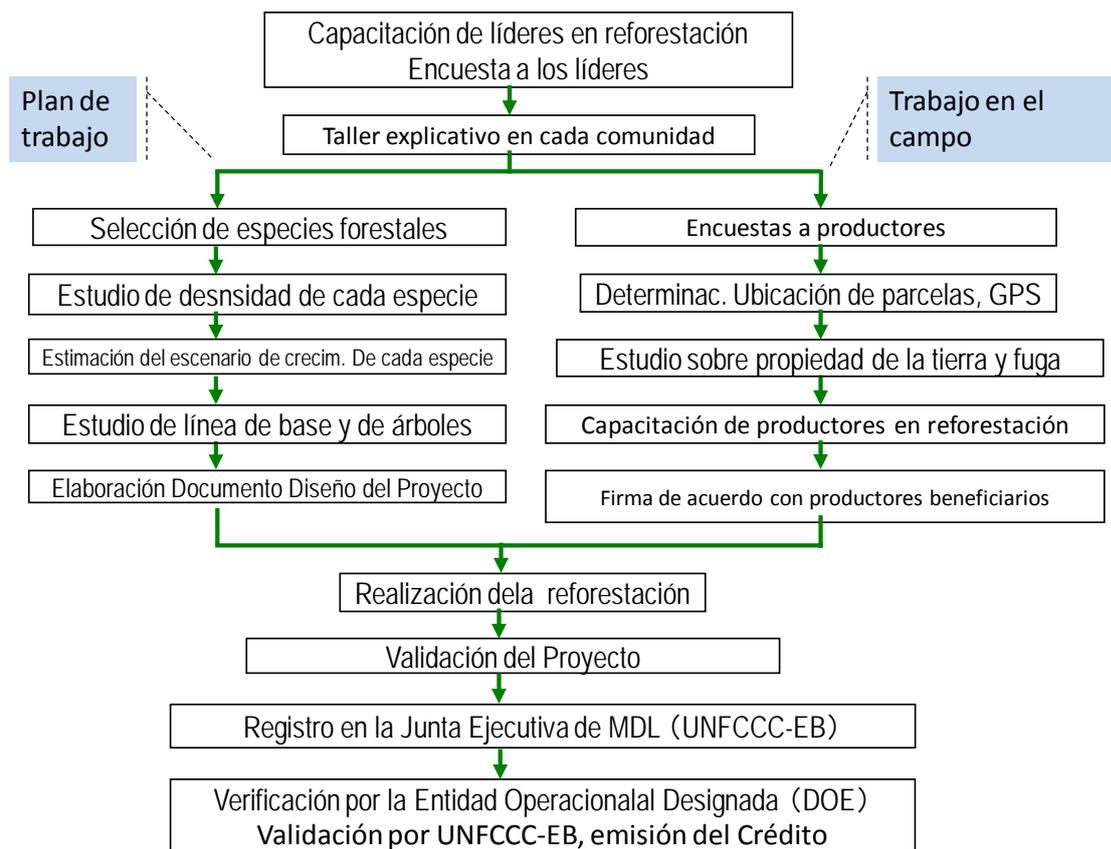


Figura 1.2 Flujo de las actividades a ejecutarse desde la confirmación de la demanda de los productores hasta la ejecución del proyecto de reforestación para MDL

Si en el taller se detecta el deseo de los productores de realizar la reforestación, el ejecutor del proyecto realizará una encuesta detallada a los productores. En el anexo se presenta el formulario de encuesta utilizado en el presente proyecto. Esta encuesta proporcionará las informaciones tales como el establecimiento concreto de las parcelas de reforestación, que servirá de base para las operaciones que deberán realizarse en la siguiente etapa.

Entre las labores indicadas en la Figura 1.2, las labores que se indican a continuación, requieren estudios técnicos, por lo que será necesario que el ejecutor del proyecto realice directamente o, consignar su realización a especialistas externos.

- (1) Determinación de la ubicación de las parcelas de reforestación. Levantamiento por GPS.
- (2) Estudio de la densidad básica de cada especie forestal
- (3) Estimación del escenario de crecimiento de cada especie forestal
- (4) Estudio de árboles de la línea de base

JIRCAS ha consignado la realización de los estudios arriba mencionados a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA).

Para la determinación de la ubicación de las parcelas de reforestación, sirvieron de base la encuesta realizada en la etapa anterior.

Con respecto a los escenarios de crecimiento de cada especie, se ha realizado estudio de materiales bibliográficos existentes, comprobándose la existencia de los escenarios de

crecimiento en el Paraguay del género *Eucalyptus* (*E. camaldulensis* y *E. grandis*), mientras para *Grevillea robusta* fue necesario realizar el estudio correspondiente.

En el presente manual se presentan los detalles de estos estudios en base al informe preparado por la FCA-UNA.

2 Estudio de las parcelas de reforestación

2.1 Objetivo del estudio

El objetivo de este trabajo fue la delimitación y el levantamiento de datos físicos y sociales con GPS, de alrededor de 360 parcelas de reforestación en las fincas de los beneficiarios de 9 compañías y 21 comunidades de los Distritos de Acahay y San Roque González de Santa Cruz del Departamento de Paraguari – Paraguay.

El estudio incluye:

- Áreas del levantamiento, contenido y metodología del levantamiento.
- Mapas base de nueve Compañías.
- Mapas y valores de áreas de cada finca del agricultor.
- Mapas y valores de áreas de cada parcela de reforestación.
- Uso de la tierra, cultivos y vegetaciones en cada parcela de reforestación.
- Árboles existentes en cada parcela de reforestación.
- Fotografías de la condición actual de cada parcela de reforestación.
- Intención del agricultor de hacer agroforestería en cada parcela de reforestación.
- Especies de árboles elegidas para cada parcela de reforestación.

2.2 Areas, Contenido y Metodología del Levantamiento

Áreas del levantamiento

Las áreas de levantamiento corresponden a las siguientes comunidades localizadas dentro de las compañías de los Distritos de Acahay y San Roque González de Santa Cruz del Departamento de Paraguari, se observan en la Cuadro 2.2.1.

Cuadro 2.2.1 Áreas del levantamiento del estudio

Distrito	Compañía	Comunidad
Acahay	Costa Báez Caaguy	20 de Julio
		San Juan
		Maria Auxiliadora
		Cabello
		Itakyty
	Costa Báez Yuquyty	Yuquyty
		3 de Febrero
	Laguna Pytá	Laguna Pytá
		Tape Guazú
Subtotal	3	9
San Roque González de Santa Cruz	Arasaty	San Blas
		Carrera
	Rincón	Rincón Sur
		Rincón Costa
	Moquete	Moquete
	Mbocayaty	Mbocayaty
Cerrito	Aguai' y mi	
Subtotal	5	7
Otras comunidades	Isleria	Isleria
	Tapytangua	Tapytangua
	Costa Peña	Costa Peña
	Ybyraity	Ybyraity
	Ñu ahí	Ñu ahi
Subtotal	5	5
Total	13	21

(1) Contenido del levantamiento

El contenido del levantamiento, así como los propósitos y la cantidad aproximada de datos se observan con mayor detalle en el Cuadro 2.2.2.

Cuadro 2.2.2 Contenido y propósitos del levantamiento

	Item a ser levantado	Propósitos	Cantidad aproximada
1	Mapas base de las compañías	Información básica general	9 Mapas
2	Levantamiento con GPS de los límites de cada finca, si no fue georeferenciado previamente	Información básica para datos posteriores	150 agricultores
3	Levantamiento con GPS de los límites de cada parcela de reforestación	Desarrollo de Mecanismo Limpio	360 parcelas
4	Uso Actual de la Tierra/ cultivos/ vegetación de cada parcela de reforestación	Línea base para el PDD	360 parcelas
5	Árboles existentes en cada parcela de reforestación	Línea base para el PDD	360 parcelas
6	Fotografías digitales de la situación actual de cada parcela de reforestación	Línea base para el PDD	360 parcelas
7	Intención del agricultor de hacer Agroforestería en cada parcela de reforestación	Planificación para la reforestación en el PDD	360 parcelas
8	Preferencia de Especies de árboles en cada parcela de reforestación	Planificación para la reforestación en el PDD	360 parcelas
9	Preparación de informes y archivos SIG	Evaluación DOE	Todos los datos

Metodología de levantamiento

1) Caracterización del mapa base de la compañía

Para la caracterización de los elementos de mapas base de las compañías, se procedió al análisis visual y digital de las cartas planialtimétricas, imágenes satelitales y ortofotocartas para localizar y delimitar el área de estudio. Los elementos indicadores de los mapas base fueron georeferenciados mediante el recorrido de campo y la utilización del sistema de posicionamiento global (GPS).

Los elementos georeferenciados con el GPS fueron:

- Límite de la compañía.
- Red vial (asfalto, terraplén, tierra).
- Recursos hídricos (arroyos, ríos, nacientes, lagunas).
- Ubicación de las fincas de los beneficiarios del proyecto
- Ubicación de las parcelas.
- Localización de las principales comunidades de la compañía.

Los mapas base de las compañías se elaboraron mediante el procesamiento y la integración de los datos georeferenciados en una planilla electrónica que luego fue exportada al programa Arc View 3.2 para su edición e impresión.

Levantamiento de los límites de las parcelas de reforestación y de la finca del agricultor con GPS

El levantamiento de los datos con GPS fue llevado a cabo para los siguientes objetivos: a) El límite de la parcela donde el agricultor desea plantar árboles. La parcela debe ser mayor a 0,5 ha basado en el resultado de la encuesta previa realizada por el proyecto; y b) El límite de la finca de cada agricultor, si no fue previamente georeferenciado y en donde existen parcelas a ser reforestadas.

Nota 1) En caso del agricultor que deseaba plantar árboles en varias parcelas, cada una de estas fueron georeferenciadas.

Nota 2) En caso que el levantamiento de campo revele resultados de parcelas menores a 0,5 ha, mientras en la encuesta previa los resultados hayan sido mayor a 0,5 ha, los límites fueron ajustados de manera que corresponda con los resultados de la encuesta.

Nota 3) Las estacas de madera fueron colocadas alrededor de cada parcela de reforestación. Las estacas deberán durar al menos dos años y fueron pintadas para ser reconocidas fácilmente.

2) Levantamiento de informaciones y datos sobre el uso actual de la tierra, árboles existentes, fotografías digitales, intención del agricultor de practicar la agroforestería y la preferencia respecto a las especies forestales en cada parcela de reforestación

Estas informaciones fueron colectadas por medio de entrevistas, observaciones in situ, o

por fotografías de cada una de las parcelas de reforestación donde se ha realizado el levantamiento con GPS.

Se confirmó el uso actual de la tierra preguntando al agricultor y por observación del encuestador estableciendo las siguientes categorías: tierra con cultivos, tierra con pastura, tierra en descanso o sin uso (barbecho).

Se confirmaron los diferentes tipos y alturas de los árboles existentes dentro de la parcela asignada para la reforestación, por medio de la observación ocular y luego se procedió al conteo de las diferentes especies.

Se tomaron un promedio de cinco a ocho fotografías digitales sobre estado actual de cada parcela de reforestación utilizando cámaras de alta precisión y resolución.

Se procedió a confirmar la intención del agricultor de hacer la Agroforestería en cada parcela de reforestación.

Se confirmó también las especies forestales seleccionadas por cada beneficiario del Proyecto con que deseen reforestar cada una de las parcelas.

2.3 Resultados

En el estudio, se ha obtenido los resultados que se consignan a continuación que corresponden a 9 comunidades.

- (1) Mapa básico
- (2) Tenencia de la tierra del productor
- (3) Parcela prevista para reforestar
 - Parcela a reforestar
 - Uso actual de la tierra
 - Especies forestales exsistentes
 - Intención de realizar la agroforestería, especie forestal a plantar

En este punto se consignarán a modo de ejemplos, los resultados obtenidos en el estudio realizado en la compañía Costa Báez Caaguy.

2.3.1 Mapa base

La Figura 2.3.1 resume las informaciones correspondientes al mapa base de la compañía Costa Báez Caaguy, al mapa de las fincas de cada beneficiario y al de las parcelas de reforestación.

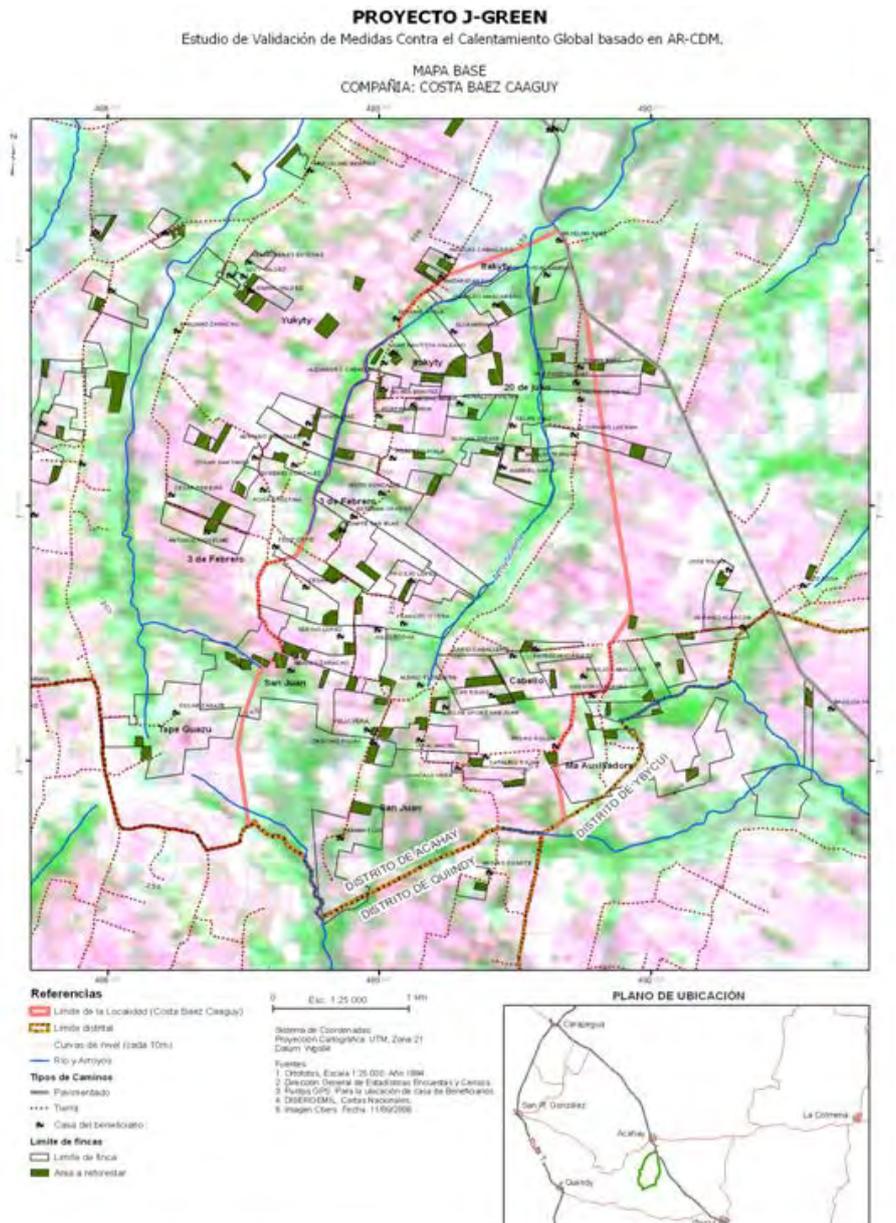


Figura 2.3.1 Mapa base, de fincas y de parcelas de las comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

El mapa base revela que esta compañía limita al norte con la compañía Costa Báez Yuquyty, Arroyo Verde y la ciudad de Acahay, al este con las compañías Zanjita y Caraguatay mi, al oeste con la compañía Costa Báez Yuquyty y al sur con las compañías Costa Irala y Quiindy punta.

La red vial asfaltada que comunica a la compañía con la ciudad de Acahay es por medio de la intersección a la comunidad de 20 de Julio. El camino vecinal terraplenado conecta las comunidades de 20 de Julio, San Juan e Itakty. Desde San Juan otra intersección conecta a las comunidades de Cabello y Maria Auxiliadora.

Existen dos principales redes hidrográficas, el arroyo verde cuya naciente se encuentra en San Juan y recorre la compañía de Sur a Norte. El otro arroyo cuya naciente se encuentra en las cercanías de San Juan es el limite natural con Costa Báez Yuquyty y también fluye de sur a norte.

Las líneas de pendiente indican la presencia de las microcuencas formadas por los arroyos siendo la más importante la del Arroyo Verde. Las viviendas de los beneficiarios del Proyecto también están localizadas geográficamente en el mapa base.

Los datos del mapa base se encuentran también en formato digital del programa Arc view para la verificación y separación de las diferentes capas de informaciones, que incluyen la imagen satelital, las ortofotocartas, los elementos mencionados además del mapa de la finca y de las parcelas de los beneficiarios.

2.3.2 Mapa de la finca del agricultor

En la Cuadro 2.3.1 se presenta el total de fincas georeferenciadas y no georeferenciadas y el promedio de valores de áreas de las fincas por comunidades.

De total de 53 fincas se delimitaron 44. Las 9 fincas no delimitadas fueron por razones justificadas por los beneficiarios y ajenas a la voluntad del Proyecto. El promedio del área total de las fincas en esta compañía se redondea en 10,96 ha, siendo el promedio de la comunidad de Itakyty el más pequeño (7,88 ha) y el de San Juan el más grande (15,55 ha). El Cuadro también revela la predominancia de fincas minifundiarias en todas las comunidades.

Cuadro 2.3.1 Número y valor de áreas de fincas en las cinco comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

Comunidad	No, total de fincas georeferenciadas	No. total de fincas no georeferenciadas	Total de fincas	Valor promedio de área, ha
20 de Julio	9	0	9	10,45
San Juan	10	2	12	15,55
Maria auxiliadora	8	3	11	12,83
Cabello	7	1	8	8,09
Itakyty	10	3	13	7,88
Total	44	9	53	10,96

2.3.3 Mapas e informaciones relevantes de las parcelas de reforestación

(1) Mapas y valores de áreas

El Cuadro 2.3.2 resume el número total de parcelas georeferenciadas así como el área promedio y el porcentaje del área total de las fincas ocupadas por las parcelas de reforestación en cada comunidad.

Cuadro 2.3.2 Número y valores de áreas de parcelas de reforestación georeferenciadas en las cinco comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

Comunidad	Total de parcelas georeferenciadas	Área promedio de las parcelas	% promedio ocupada por las parcelas en las fincas
20 de Julio	14	0,96	9,23
San Juan	20	0,71	4,60
Maria Auxiliadora	18	0,55	4,32
Cabello	15	0,81	10,07
Itakyty	19	0,65	8,19
Total	86	0,74	7,28

En esta compañía se georeferenciaron un total de 86 parcelas de reforestación con una ocurrencia mínima de 14 parcelas en la comunidad de 20 de Julio y una ocurrencia máxima de 20 parcelas en la comunidad de San Juan.

El área promedio general de las parcelas de reforestación en las cinco comunidades de esta compañía es de 0,74 ha, que sobrepasa las 0,5 ha de área mínima requerido para considerarse una parcela de bosque en la legislación paraguaya. El promedio de área más pequeña de las parcelas de reforestación ocurre en la comunidad de Maria Auxiliadora con 0,55 ha y el de mayor área ocurre en la comunidad de 20 de Julio con 0,96 ha.

El porcentaje promedio de espacio del área total de la finca ocupada por las parcelas de reforestación es de 7,28 % en esta compañía. Esto implica que los beneficiarios destinarían aproximadamente uno de cada diez partes de su finca para la implementación del Proyecto. El promedio de la comunidad de Cabello es el más elevado con 10,07 % del área de las fincas destinadas a la reforestación y el más bajo es el de Maria Auxiliadora con 4,32 %.

(2) Uso actual de la tierra

El uso actual de la tierra se define como el destino de utilidad que dan actualmente los productores a su futura parcela de reforestación. En este estudio se ha levantado datos sobre el área de tierras agrícolas cultivadas (cultivos de maíz, algodón, poroto, mandioca, abonos verdes y asociados), las áreas de tierras con pasturas (pasto nativo, pasto cultivado de pisoteo y pasto de corte) y las áreas de tierras en descanso (barbecho).

Un resumen del promedio de la distribución porcentual de las tres categorías del uso de la tierra para las cinco comunidades de esta compañía se observa en el Cuadro 2.3.3.

Cuadro 2.3.3 Distribución porcentual promedio de las categorías de uso de la tierra en las parcelas de reforestación de las cinco comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

Comunidad	Categorías de uso actual de la tierra		
	Tierras con cultivos, %	Tierras con pasturas, %	Barbecho, %
20 de Julio	47,7	25,6	26,7
San Juan	40,6	29,4	30,0
Maria Auxiliadora	41,0	27,2	31,8
Cabello	57,0	18,0	25,0
Itakyty	12,3	43,0	44,7
Promedio general	39,7	28,7	31,6

En esta compañía se aprecia que actualmente casi el 40 % de las áreas de las futuras parcelas de reforestación están cubiertas por cultivos, el 31,6 % por barbechos y el 28,7 % por pasturas.

Comparando las comunidades se observa que el uso actual en las parcelas de reforestación del beneficiario promedio tanto en 20 de Julio, San Juan y Maria Auxiliadora son bastante similares, siguiendo el modelo promedio para la compañía. Sin embargo, en Cabello el 57 % del área total de la parcela promedio esta cubierta por cultivos, el 18 % por pasturas y el 25 % por barbechos. En Itakyty, apenas el 12,3 % de las parcelas de reforestación de los beneficiarios son actualmente destinados a cultivos, mientras que el restante 88 % están destinados a pasturas y barbechos.

(3) Árboles existentes

Los árboles existentes se refieren a la cantidad total y tipologías de especies forestales y el rango de altura de cada especie relevada en cada una de las futuras parcelas de reforestación de los beneficiarios del Proyecto. A modo general en el Cuadro 2.3.4 se presenta el promedio del número de árboles por rango de altura en las diferentes comunidades de esta compañía.

Cuadro 2.3.4 Promedio de cantidad de árboles por rango de altura en las parcelas de reforestación de las cinco comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

Comunidad	Promedio de número de árboles existentes					Total
	< 2 m	2 – 3 m	3 – 4 m	4 – 5 m	> 5 m	
20 de Julio	6,3	4,8	4,1	12,7	7,1	35
San Juan	36,2	5,2	1,8	4,5	16,3	64
Maria Auxiliadora	3,9	9,5	2,1	1,2	30	46,7
Cabello	0,14	0,14	1,7	3,0	17,6	22,6
Itakyty	1,3	6,0	8,3	8,5	32	56,1
Total	47,84	25,64	18	29,9	103	224,4
Promedio	9,6	5,1	3,6	5,98	20,6	44,88

El cuadro revela que en promedio existen casi 45 árboles por cada parcela de reforestación en esta compañía. Si se comparan los datos entre las cinco comunidades, la mayor cantidad de árboles por parcela de reforestación se observa en San Juan (64 árboles) y la menor cantidad en Cabello (22,6 árboles).

Si se analiza el número de árboles por diferentes rangos de alturas se aprecia que los árboles

mayores a 5 metros de altura son los que predominan a nivel de comunidades y compañía (20,6 árboles), seguidos de aquellos menores a 2 metros (9,6 árboles). Los árboles con alturas entre 2 a 5 metros son menos frecuentes en abundancia.

En relación al número total de especies de árboles existentes, el Cuadro 2.3.5 sintetiza la predominancia de los más importantes en las parcelas de reforestación.

Cuadro 2.3.5 Total y promedio de árboles más importantes en las parcelas de reforestación de las cinco comunidades de la compañía Costa Báez Caaguy.

Comunidad	Eucalipto/ paraíso	Cocotero	Lapacho	Ybyra pyta	Otras especies	Total
20 de julio	0	188	25	33	104	350
San Juan	4	305	535	17	296	1157
Maria Auxiliadora	2	58	11	106	336	513
Cabello	0	50	19	25	64	158
Itakyty	40	216	12	41	250	559
Total	46	817	602	222	1050	2737
Promedio	1,70	29,8	22,0	8,11	38,30	100

El Cuadro revela la existencia de un total de 2.737 árboles en las cinco comunidades, siendo la comunidad de San Juan con el mayor número de árboles y Cabello el más bajo.

El Cuadro 2.3.5 muestra que las especies introducidas como el eucalipto y el paraíso apenas representan el 1,7 % del total de 2.737 árboles encontrados en las parcelas de reforestación de las comunidades de la compañía. El cocotero, sin embargo representa casi el 30 % del número total de árboles encontrados en la compañía.

Más del 68 % de los árboles restantes encontrados en las parcelas de reforestación corresponden a especies nativas, siendo el lapacho y el Ybyra pyta los más abundantes (22,0 y 8,11 %, respectivamente).

(4) Datos fotográficos de la condición actual

Las imágenes fotográficas de las parcelas de los beneficiarios tienen como objetivo proveer datos visuales como medio de verificación del uso actual, la vegetación, los árboles existentes y las condiciones topográficas de las mismas.

Los resultados relacionados al fotografiado de las parcelas de reforestación de las comunidades de esta compañía se presentan en el Cuadro 2.3.6.

Cuadro 2.3.6 Número total de fotografías de la condición actual de las parcelas de reforestación.

Comunidades	Parcelas de reforestación	Cantidad	Promedio en cada parcela
20 de Julio	14	64	4.6
San Juan	20	128	6.4
Maria Auxiliadora	18	66	3.7
Cabello	15	46	3.1
Itakyty	19	97	5.1
Total	86	401	4.7

El Cuadro refleja que en esta compañía se ha obtenido un total de 401 fotografías. El promedio de fotografías en cada parcela de reforestación oscila entre 3 a 6 imágenes. Las mismas representan la situación actual de la parcela, identifica al beneficiario y el prospector, como así también las marcaciones perimetrales hechas con las estacas correspondientes.

(5) Intención de Agroforestería y preferencia de especies de árboles

En el Cuadro 2.3.7 se realiza un resumen del número total de beneficiarios con intención de realizar la Agroforestería y la superficie total de las especies de árboles seleccionadas por los beneficiarios de las comunidades de Costa Báez Caaguy.

Cuadro 2.3.7 Número de beneficiarios con intención de hacer la Agroforestería y superficie total de especies seleccionadas en las parcelas de reforestación.

Comunidad	No. Benefic/ Intención de Agroforestería	PPE, ha	PCE, ha	Total E, ha	PPG, ha	PCG, ha	Total G, ha	Total E + G, ha
20 de Julio	5 de 9	3,13	2,58	5,71	0,0	2,97	2,97	8,68
San Juan	8 de 12	4,29	0,77	5,06	6,03	0,95	6,98	12,04
Maria Auxiliadora	6 de 11	1,50	2,53	4,03	0,62	1,39	2,01	6,04
Cabello	7 de 8	0,69	2,77	3,46	0,0	2,93	2,93	6,39
Itakyty	7 de 13	3,62	2,03	5,65	1,12	1,94	3,06	8,71
Total	33/53	13,23	10,68	23,91	7,77	10,18	17,95	41,86

Nota) PP: Parcela pura, PC: Parcela combinada, E: Eucalipto, y G: Grevilea

El Cuadro refleja que de los 53 beneficiarios que participan del Proyecto de reforestación, 33 han manifestado su intención de realizar la Agroforestería. Esto refleja que más del 60 % de los mismos se encuentran con deseos de combinar los cultivos agrícolas con la Grevilea.

El Cuadro también revela que una proporción superior a 50 % de beneficiarios en cada una de las comunidades de esta compañía manifestó su intención de realizar la Agroforestería en su parcela de reforestación.

En relación a las especies seleccionadas para la reforestación, el 100 % de los beneficiarios confirmaron sus preferencias por el Eucalipto y la Grevilea.

En esta compañía se necesitará reforestar una superficie total de 41,86 ha, de los cuales 23,91 ha (57,1 %) corresponde a Eucalipto y 17,95 ha (42,9 %) corresponde a la Grevilea. La comunidad de San Juan realizará la mayor superficie de reforestación, mientras que María

Auxiliadora será el de menor área.

2.4 Conclusión

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten enumerar las siguientes conclusiones:

- (1) Cada uno de los mapas base contiene informaciones digitales y georeferenciadas sobre los límites, red vial, recursos hídricos, comunidades, cobertura con ortofotocartas e imágenes satelitales de la compañía. Además incluye el mapa de delimitación de fincas y parcelas de reforestación y la ubicación de la vivienda de los beneficiarios.
- (2) Durante este trabajo se realizó el levantamiento de datos perimetrales con GPS para la delimitación de 223 fincas de beneficiarios (109 y 114 fincas en el Distrito de Acahay y San Roque González de Santa Cruz, respectivamente). Del total mencionado 184 fincas (82,5 %) fueron georeferenciadas y totalizan una superficie de aproximadamente 1.395 ha. En promedio casi el 50 % de los beneficiarios manifestaron la intención de hacer la Agroforestería
- (3) En este trabajo se georeferenciaron el perímetro de 328 parcelas de reforestación (168 en el Distrito de Acahay y 160 en el Distrito de San Roque González de Santa Cruz) y la superficie total de las mismas suman un total de 243,25 ha. El 100 % de los beneficiarios optaron por el Eucalipto y la Grevilea como futuras especies para la reforestación, siendo el eucalipto el de mayor preferencia (151,98 ha) seguido de la Grevilea (91,27 ha).
- (4) En promedio, una parcela de reforestación típica de las 328 medidas tiene las siguientes características:
 - Esta cubierta por 30 % de cultivos, 35 % de pasturas y 35 % de barbechos.
 - Tiene alrededor de 38 árboles con predominancia en el 63 % de los casos de aquellos que tienen altura mayor a 5 metros.
 - Predomina en ella el cocotero (59,2 %), seguido de las especies nativas (40,4 %) y una ocurrencia mínima de especies introducidas (0,4 %).

3 Ensayo de densidad de las especies a plantar

3.1 Perfil

La calidad de la madera puede ser explicada a través de numerosas propiedades tecnológicas sin embargo, la densidad de la madera es el descriptor primario de mayor importancia. En este sentido el objetivo del presente trabajo es determinar una de las propiedades físicas de la madera de las especies *Grevillea robusta*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus grandis* provenientes del Departamento de Paraguari, localidad de La Colmena y Mbatovi respectivamente.

Las muestras para el presente estudio fueron obtenidas de las plantaciones existentes en las zonas mencionadas, obteniendo de las mismas trozas correspondientes a las partes inferior, medio y superior del árbol. Los resultados obtenidos nos indican que:

- No existen diferencias significativas entre las partes dentro de las especies, obteniendo una Densidad Básica igual a 650,174 kg/m³ para el *Eucalyts camaldulensis*, 528,181 kg/m³ para el *E. grandis* y 538,346 kg/m³ para *Grevillea robusta*.
- Para las especies de *Eucalyptus spp.* se observaron fluctuaciones en los valores de Densidad Básica relacionadas a la altura, caso contrario demostró que la especie *Grevillea robusta* presenta un incremento en el valor de la densidad con el aumento de la altura.
- Los valores alcanzados son coherentes con valores obtenidos en investigaciones realizadas y publicadas en países vecinos.

3.2 Metodología

(1) Planificación

La localización de los rodales fueron realizados con informaciones obtenidas del Servicio Forestal Nacional (SFN), las oficinas regionales de la Dirección de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y pobladores de la zona. Se procedieron a identificar los rodales que cumplan las condiciones de edad mínima promedio que es de 12 a 15 años, número de individuos y representatividad de la plantación para todo el Departamento de Paraguari.

La etapa de planificación se inicio con la localización de los rodales en el Departamento de Paraguari, para lo cual se realizó una gira de reconocimiento y ubicación de las plantaciones existentes en la zona, verificando que los rodales reúnan las condiciones de edad y densidad apropiadas para la investigación. Se conformaron equipos de trabajo para la obtención de muestras y el transporte de la misma a la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Carrera de Ingeniería Forestal (CIF), para su procesamiento, a los efectos de obtener muestras de madera, para los trabajos en laboratorio.

(2) Material experimental

El material experimental proviene de rodales que no han sido sometidos tratamientos silviculturales. Los mismos se encuentran dentro de los limites del Departamento de Paraguari.

Las muestras de madera de *Eucalyptus camaldulensis* y el *E. grandis* fueron extraídas de la Compañía Mbatovi, ubicada en el Municipio de Paraguari. El rodal presentaba las siguientes características: Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) promedio igual a 25,5 cm. y 28,5 cm., la altura promedio igual a 18,9 m. y 22,3 m. respectivamente y edad aproximado de 19 años.

Las muestras de la madera de *Grevillea robusta* provienen de la Compañía Pindoty, ubicada dentro del Municipio de La Colmena, distante a 150 km de Asunción. El rodal de *Grevillea robusta* contaba con las siguientes características: DAP promedio de 33,43 cm., altura promedio de 19,2 m. y una edad aproximada de 24 años. Para mejor referencia ver en Figura 3.2.1, Mapa de ubicación del área de estudio.

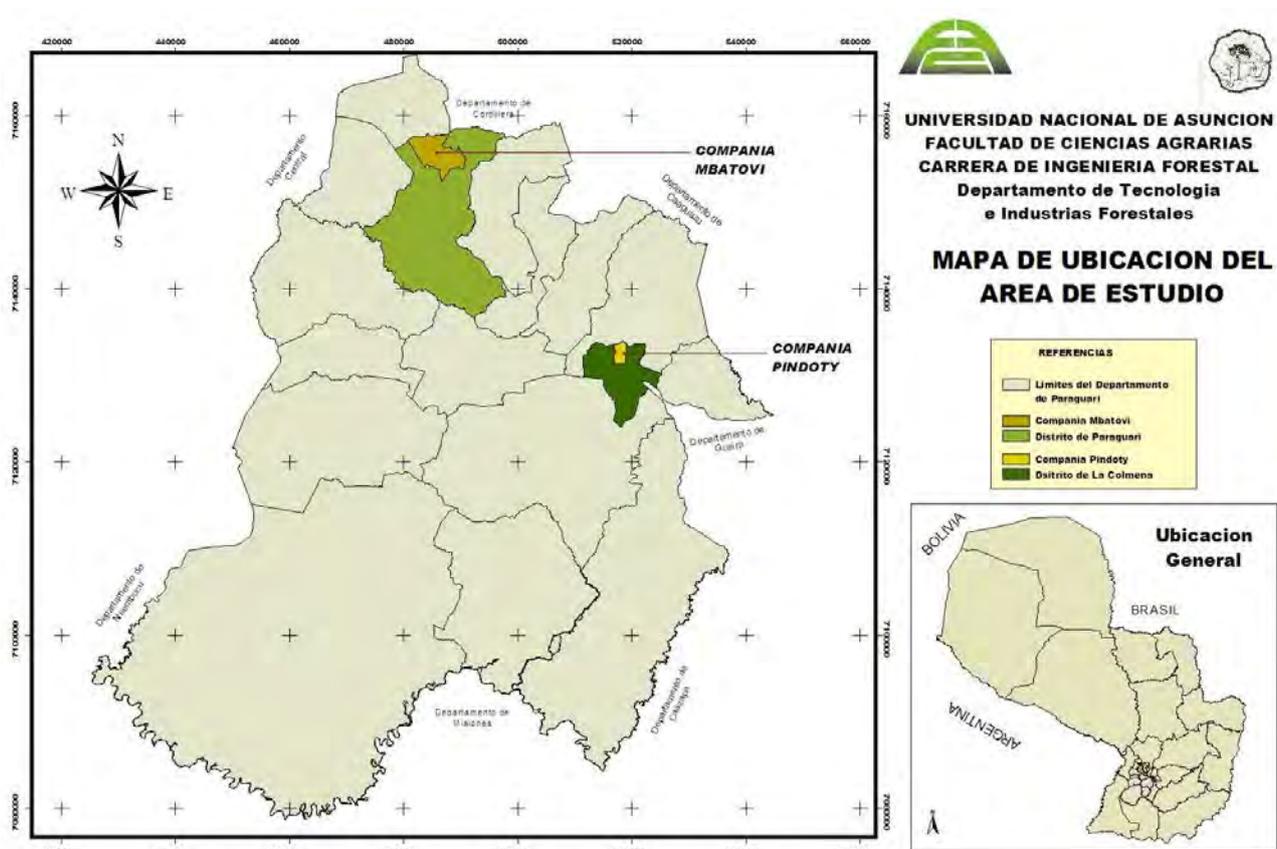


Figura 3.2.1 Mapa de ubicación del área de estudio

(3) Trabajos de campo

Estos trabajos se dividieron de la siguiente manera:

- Identificación de especies en los rodales.
- Selección y señalización: se seleccionaron 5 árboles totalmente al azar de cada especie, los cuales fueron marcados (ver en anexos fotografía 1) . Los árboles fueron apeados mediante volteo dirigido con la finalidad de no dañar la madera y evitar daños a las plantas aledañas (ver en anexos, fotografías 2 y 3). Eliminando ramas laterales se obtuvo fuste libre.
- Troceo o seccionado de rollos: a partir del primer corte realizado a la altura del DAP (1.30 m del suelo), las secciones superiores fueron divididas en 3 partes iguales (inferior, media y superior). De los extremos inferiores de cada sección fueron extraídas rodajas o tortas de

30 cm de espesor. Las muestras extraídas estuvieron libres de todo tipo de defectos (ver en anexos, fotografías 4, 5 y 6).

- Sellado de muestra: los extremos de las muestras fueron selladas con pintura al spray y puestas en bolsas plásticas herméticamente selladas previo etiquetado y codificado de las mismas indicando número de árbol y sección a que pertenecen, para su posterior traslado (ver en anexos, fotografías 7, 8, 9 10 y 11).

(4) Elaboración de probetas en Aserradero y Carpintería

Todas las rodelas o tortas de 30 cm, fueron sometidas a procesos de reaserrado en sentido transversal, a fin de obtener rodelas de 5 cm. de espesor. Esta operación fue realizada mediante una sierra sinfín principal simple. Las rodelas de 5 cm de espesor fueron nuevamente codificadas y divididas en cuartones, eliminando piezas que presentaban defectos visibles a la vista. A cada cuartón se procedió a eliminar la corteza y nuevamente fueron colocadas en bolsas de plástico herméticamente selladas a fin de evitar pérdida de humedad, para su posterior traslado al laboratorio.

(5) Determinación de la Densidad Básica

1) Determinación de volumen de probetas en estado verde (V_h)

La determinación del volumen se realizó de forma directa, empleando el principio de Arquímedes, basado en la cantidad de agua desplazada. Fijando por diferencia de peso en forma directa el volumen de cada muestra, estos datos fueron asentados en planillas de datos. Este mismo procedimiento se aplicó para las tres especies en estudio.

2) Secado de probetas

Las probetas de madera en estado verde fueron ubicadas en orden en bandejas metálicas y estacionadas al aire libre dentro del laboratorio por varios días para dar paso a la liberación de agua libre existente dentro de la madera. Luego del transcurso de éste tiempo las probetas fueron sometidas a un proceso de secado en estufa, iniciando con temperatura suave de 40°C, manteniendo en estas condiciones por 48 hs, elevando paulatinamente la temperatura de a 65 °C y luego a 80°C, manteniendo bajo estas dos condiciones de temperatura por un periodo aproximado de 48 hs cada una para terminar con temperatura de 103 ±3 °C, de acuerdo a lo indicado por la norma COPANT N° 461 métodos de determinación del peso específico aparente. Esta condición se mantuvo hasta que las probetas llegaran a un peso constante después de dos pesadas consecutivas.

Durante el proceso de secado las muestras fueron controladas y pesadas en forma periódica para registrar pérdida de humedad.

3) Determinación de la Densidad Básica de las probetas

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{P_0}{V_h}$$

En donde:

P_e = Densidad Básica en kg/m^3

P_0 = Peso anhidrido de la muestra en kilogramos.

V_h = Volumen en estado verde de la muestra en m^3

4) Procesamiento de los datos

Los valores de Densidad Básica de las probetas, fueron registrados en planillas electrónicas, diseñadas para el efecto. Para cada especie y parte de los ejemplares, fueron calculados los promedios de densidad.

3.3 Resultados

3.3.1 *Eucalyptus camaldulensis*

El promedio obtenido en la Densidad Básica para la especie *Eucalyptus Camaldulensis* es de $650,174 \text{ kg/m}^3$, con límite de confianza entre $623,463 \text{ kg/m}^3$ y $676,886 \text{ kg/m}^3$ al 95% de confianza. El error obtenido de 4,108 (considerado bajo) demuestra poca variabilidad entre los datos de densidad.

Cuadro 3.1.1 Densidad Básica promedio de *Eucalyptus camaldulensis*, de 19 años.

Especie	Densidad Básica (kg/m^3)	Partes (kg/m^3)		
		Inferior	Medio	Superior
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	636,841	636,841		
	669,551		669,551	
	637,825			637,825
	653,050	653,050		
	727,931		727,931	
	687,943			687,943
	618,367	618,367		
	592,985		592,985	
	625,844			625,844
	678,885	678,885		
	704,995		704,995	
	700,294			700,294
	535,536	535,536		
	644,153		644,153	
638,414			638,414	
Promedio general	650,174	624,536	667,923	658,064

Cuadro 3.1.2 Valores determinados.

Promedio	650,174
Error (%)	4,108
Desv. Estándar	48,343
Límite inferior	623,463
Límite superior	676,886
Nivel de confianza	95%

Meskimen (1990), menciona valores de Densidad Básica para el *Eucalyptus Camaldulensis*

oscilando entre 620 a 800 kg/m³. En poblaciones jóvenes se ha encontrado valores de densidad que fluctúa entre los 593 kg/m³. www.rlc.fao.org

No obstante los valores obtenidos por Pan, *et al.* (2004), como resultados de ensayo de progenies de *Eucalyptus Camaldulensis* en Santiago del Estero, con 7 años de edad, se han obtenidos valores de Densidad Básica que oscilan entre los 680 kg/m³ y 650 kg/m³, que concuerda con los valores obtenidos en esta investigación.

Según Ananias, (2006) clasificación de latifoliadas según densidad normal fuente INFOR, 1990 por su densidad, la madera de *Eucalyptus camaldulensis* se puede clasificar como madera "Semi pesada".

3.3.2 *Eucalyptus grandis*

El promedio obtenido en la Densidad Básica para la especie *Eucalyptus grandis* es de 528,182 kg/m³, con límite de confianza entre 526,010 kg/m³ y 530,355 kg/m³ al 95% de confianza. El error obtenido de 0,004 (considerado bajo) demuestra la confiabilidad de los datos del muestreo.

Cuadro 3.2.1 Densidad Básica promedio de *Eucalyptus grandis*, de 19 años.

Especie	Densidad Básica (kg/m ³)	Partes (kg/m ³)		
		Inferior	Medio	Superior
<i>Eucalyptus grandis</i>	534,193	534,193		
	507,846		507,846	
	604,631			604,631
	527,305	527,305		
	479,883		479,883	
	489,585			489,585
	517,102	517,102		
	484,889		484,889	
	513,004			513,004
	544,229	544,229		
	518,952		518,952	
	525,816			525,816
	648,590	648,590		
	510,413		510,413	
516,295			516,295	
Promedio general	528,182	554,284	500,397	529,866

Cuadro 3.2.2 Valores determinados.

Promedio	528,182
Error (%)	0,0041
Desv. Estándar	44,440
Límite inferior	526,010
Límite superior	530,355
Nivel de confianza	95%

La densidad promedio general obtenido para la especie está próximo a lo obtenido por López *et al* (sf) determinada a la misma especie, resultado de ensayo de especies instalado en

Corrientes Argentina, las mismas no contaban con cuidados silviculturales; la Densidad Básica obtenida fue igual a 523,6 kg/m³. Por su parte Sepliarsky (2002) determinó en plantaciones ubicadas en Corrientes, con 7 años de edad, una Densidad Básica Promedio de 520 kg/m³.

Según resultado obtenido por Sánchez, (2003) en plantaciones con 17 años de edad ubicado en Concordia Argentina obtuvo una Densidad Básica de 578 kg/m³, superior a los resultados obtenidos en esta investigación. Por su parte Hoyos, *et al* (1999), en estudios realizados en clones de *Eucalyptus grandis* con 7 años de edad en Colombia obtuvo valores de Densidad Básica comprendida entre 400 a 590 kg/m³.

Según Sánchez (sf) estudios realizados por CICELPA (INTI), con *E. grandis*, en la zona de Concordia, con árboles de 13 a 15 años de edad, sobre 40 muestras en 7 localidades y distintos tipos de suelos, obtuvieron valores de Densidad Básica máximo de 0.533 gr/cm³, medio de 0.433 y mínimo de 0.352, gr/cm³, coincidiendo el valor máximo mencionado con el resultado obtenido en el presente trabajo. Para la misma especie, LOPEZ, citado por SANCHEZ (sf), con semilla de origen sudafricano, en Bella Vista, Corrientes, con árboles de 10 años de edad, menciona los siguientes valores de Densidad Básica (método de máximo contenido de humedad) para diferentes tipos de suelos: suelo arcilloso: 0,433 gr/cm³, arenoso: 0,409 gr/cm³ y mestizo: 0,397 gr/cm³, con una media de 0,413 gr/cm³.

TINTO y ROTILI, 1989, citado por SANCHEZ, (sf) realizaron determinaciones de Densidad Básica en el corte transversal de *E. grandis*, obteniendo los siguientes valores en la altura 0,464 gr/cm³ en el duramen 0,470 gr/cm³ y en la médula con 0,431 gr/cm³.

Observando los resultados obtenidos, visiblemente se puede apreciar variaciones entre las partes, presentando una mayor densidad en la parte inferior del tronco, esto concuerda con los resultados obtenidos por Calvo, *et al* (2006) en estudio realizado para determinar la variación de las propiedades físicas en función a la altura y la distancia a la médula de árboles de *Eucalyptus grandis* cultivados en la Mesopotamia Argentina.

Según Ananias, (2006) clasificación de latifoliadas según Densidad Normal fuente INFOR, 1990 por su densidad, la madera de *Eucalyptus grandis* se puede clasificar como madera "liviana".

3.3.3 *Grevillea robusta*

El promedio obtenido en la densidad para la especie *Grevillea robusta* es de 538,346 kg/m³, con límite de confianza entre 523,798 kg/m³ y 552,895 kg/m³ al 95% de confianza. El error obtenido de 0,079 (considerado bajo) demuestra la confiabilidad de los datos del muestreo.

Cuadro 3.3.1 Densidad Básica promedio de *Grevillea robusta*, de 24 años.

Especie	Densidad Básica (kg/m ³)	Partes (kg/m ³)		
		Inferior	Medio	Superior
<i>Grevillea robusta</i>	511,718	511,718		
	531,140		531,14	
	540,775			540,775
	575,623	575,623		
	537,648		537,648	
	567,322			567,322
	510,893	510,893		
	563,009		563,009	
	563,475			563,475
	548,959	548,959		
	556,679		556,679	
	552,235			552,235
	498,638	498,638		
	490,157		490,157	
526,927			526,927	
Promedio general	538,346	529,166	535,726	550,146

Cuadro 3.3.2 Valores determinados

Promedio	538,346
Error (%)	0,079
Desv. Estándar	68,670
Limite inferior	523,798
Limite superior	552,895
Nivel de confianza	95%

Según Chavesta, (2005) en estudios realizados en maderas Peruanas y exóticas obtuvieron una densidad igual a 0,60 g/cm³. Por su parte Zárate *et al* (2001) en estudio realizado en especie de *Grevillea robusta* en estado Veracruz obtuvieron valor de densidad relativa igual a 0.487 g/cm³.

Según Ananias, (2006) "Clasificación de latifoliadas según densidad normal" fuente INFOR 1990, por su densidad, la madera de *Grevillea robusta* se puede clasificar como madera "liviana".

3.4 Conclusiones

La Densidad Básica obtenida para las especies *Eucalyptus camaldulensis* y *Eucalyptus grandis* presenta valores coherentes con otros obtenidos y publicados en otras investigaciones, para las mismas especies cultivada diferentes Provincias de la Argentina.

De acuerdo al valor promedio de Densidad obtenido para *Grevillea robusta*, presenta diferencia con los datos obtenidos de la revisión bibliografica; pero en las mismas no se mencionan las edades, por lo tanto no se considera oportuno la comparación. El valor reducido de error demuestra la confiabilidad de los resultados.

No se detectó diferencias significativas en la Densidad Básica entre las partes (inferior, medio

y superior) del árbol en las tres especies en estudio. Las variaciones presentadas en la Densidad Básica en las partes, en la madera de *Grevillea robusta* marca una tendencia creciente al aumentar la altura. Mientras que las especies de *Eucalyptus* se presenta una irregularidad a medida que aumenta la altura.

Se puede clasificar la madera de *Eucalyptus camaldulensis* como “madera semipesada” y las maderas de *Eucalyptus grandis* y *Grevillea robusta* como “madera liviana”.



Fotografía 3.1 Selección y señalización de árboles.



Fotografía 3.2 Corte para volteo dirigido de árboles.



Fotografía 3.3 Troceo o seccionado de rollos.



Fotografía 3.4 Troceo o seccionado de rollos.



Fotografía 3.5 Sellado de los extremos de trozas con pintura.



Fotografía 3.6 Sellado de los extremos de trozas con pintura.



Fotografía 3.7 Colocación de muestras de madera en bolsas de plástico.



Fotografía 3.8 Colocación de muestras de madera en bolsas de plástico.



Fotografía 3.9 Determinación del volumen de las probetas.



Fotografía 3.10 Determinación del peso de las probetas en estado verde.



Fotografía 3.11 Secado al horno de las probetas.



Fotografía 3.12 Determinación del peso seco de las probetas.

4 Escenario de Crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn

4.1 Introducción

La disponibilidad de informaciones sobre los bosques y recursos forestales, constituye una condición indispensable para el manejo forestal sostenible, y en general para el desarrollo forestal del país. La cobertura y calidad actual de la información referente a la especie forestal *Grevillea robusta* A. Cunn., no son lo suficientemente buenas como para alimentar los procesos de toma de decisiones.

Entre los productos esperados de la determinación de escenarios de crecimiento volumétrico de *Grevillea robusta* A. Cunn., figura la determinación de los siguientes puntos:

- Determinar la edad del rodal de *Grevillea robusta* A. Cunn.
- Estimar los incrementos diamétricos y de volumen de la especie.
- Estimar los momentos propicios para los raleos y aprovechamiento final, de acuerdo al volumen en diferentes edades.

Este trabajo presenta el estudio del crecimiento en diámetro, altura, volumen total, además de estudios de incremento corriente y medio anual de *Grevillea robusta* A. Cunn., en la zona comprendida en el Distrito de La Colmena, Departamento de Paraguari. Para esto, se tomaron muestras de árboles dominantes y codominantes de la mencionada especie de una población de 24 años de edad. Los mismos fueron volteados y seccionados para determinar el volumen real según el método Smalian, obteniéndose los discos para el análisis de los anillos de crecimiento.

Los discos extraídos con aproximadamente 3 centímetros de espesor, fueron retirados a alturas de 0.1; 0.7 y 1.3 metros, y a partir de este punto, cada 2 metros hasta la extremidad del árbol. Las mediciones de los anillos de crecimiento fueron realizadas por la técnica del análisis de tronco. Los resultados obtenidos indica la representatividad del escenario de crecimiento estimado para la mencionada especie en el Departamento de Paraguari, con un incremento medio anual (IMA) por árbol de 0.012 m³; un IMA por hectárea para una densidad de 3 metros x 3 metros, con dos raleos a un horizonte de tiempo (rotación) de 20 años, de aproximadamente 11 m³/ha/año.

4.2 Revisión bibliográfica

4.2.1 Características generales de la especie

Grevillea robusta A. Cunn., pertenece a la familia Proteaceae. Lamprecht (1990), describe a la especie como un árbol perennifolio alcanzando alturas de 30 a 35 m y diámetros a la altura del pecho de 50 a 60 cm. El tronco es generalmente rectilíneo y bastante cilíndrico con tendencias a bifurcación. La copa es generalmente alargada, estrecha y considerablemente rala (abierta). Cuando crece en campo abierto, las ramas están distribuidas a lo largo de todo el tallo, desde la base hasta la cima (Poulsen, 1983). La corteza es gris oscura y bastante agrietada. Presenta además un sistema radicular bastante profundo.

Sus flores son de color anaranjado, están dispuestas en racimos densos de 10 a 15 centímetros de largo y agrupadas a un lado del tallito. Sus frutos tienen forma de huevo, son leñosos y de color café; el estilo es persistente y llegan hasta un número de 20, arreglados a un lado del tallito (USDA Forest Service, página Web).

Sigue describiendo el mismo autor que la *Grevillea* se desenvuelve naturalmente en bosques lluviosos de regiones costeras, juntamente con el *Eucalyptus sp.* La temperatura media en el área donde se desarrolla varía entre 13° y 21° C. También se desenvuelve, en temperaturas más bajas o más elevadas, siendo considerada relativamente resistente a heladas.

Asimismo, Lamprecht (1990) hace referencia al tipo de suelo en el que se desarrolla, afirmando que la especie se desenvuelve de preferencia en suelos levemente húmedos, de naturaleza franco-arenosa, con valores de pH entre 5 y 7. Presenta tolerancia a suelos de baja fertilidad y déficit hídrico moderado. Parece aceptar suelos arenosos. Es una de las especies preferidas para plantaciones en sistemas agroforestales, según Silva y Mazuchowski, citado por Ferreira et al (2004).

Grevillea robusta o conocida vulgarmente como *Grevillea* es originaria de la región costera subtropical de New South Wales y Queensland, Australia. Fue introducida al Brasil, India, Hawai, Jamaica y en varios países de África con fines ornamentales y como especie de sombra para cultivos agrícolas (Ferreira et al, 2004).

La madera de la *Grevillea* es utilizada para diversas finalidades, desde la simple producción de leña hasta la utilización para durmientes, paneles, compensados y hasta muebles, como lo afirma Ferreira et al (2004). Si bien estos usos reflejan un gran potencial de producción de madera, además de sus características de rusticidad y plasticidad, aún no ha sido utilizada en gran escala para plantíos con finalidad de producción de madera de calidad.

Según el mismo autor, la madera de *Grevillea* es más recomendada para uso interno que para uso externo debido a su baja durabilidad. Requiere de un proceso de secado lento, siendo de buena trabajabilidad. La madera presenta variaciones aventuradas en su apariencia y como restricción, los productores de muebles apuntan a la dificultad de acabamiento en algunas tablas debido a la forma espiralada que presentan algunos árboles. Este defecto parece ser causado por sistemas silviculturales inadecuados.

Correa, citado por Lorensi do Canto y Schneider (2004) describe a la madera de la *Grevillea* como una madera de color castaño claro, suave, aceitunado, lustroso, elástico, presentando rayos medulares largos y bien definidos, poros largos en número reducido. Es muy decorativa y propia para obras internas, tablas, carpintería y leña. Así mismo el autor menciona un peso específico es de 0.564 g/cm³.

El acondicionamiento y secado de la madera es comúnmente difícil, una vez que presenta una excesiva variación de tensión interna de la madera, lo que puede ser minimizado con el corte en invierno y la producción de solamente tablas radiales, las cuales pueden liberar las tensiones internas (Cozzo, 1976).

Posee amplia gama de utilización en la industria de productos de madera sólida. En un

experimento realizado, la especie presentó 54% en la producción aserrados (tabla verde), 24% en la producción de láminas y en la producción de faqueados, 85% cuando la troza fue convertida en bloques, y 65% cuando fue convertida en láminas (Tomaselli y Silva, citado por Lorensi do Canto y Schneider, 2004).

4.2.2 Manejo de la *Grevillea robusta*

Debido a su crecimiento relativamente rápido y su buena calidad de madera, es una alternativa para plantaciones forestales en regiones subtropicales. Cuando el clima y suelo son convenientes y la competencia con malezas no es severa, la altura y el diámetro medio anual tienen un incremento de por lo menos 2 metros y 2 centímetros, respectivamente. Esto normalmente se logra durante los primeros años en plantaciones en hileras. Incrementos anuales de hasta 3 m se han observado en los sitios más favorables. Sin embargo, es normal tener tasas de desarrollo más lentas después de los 5 años (Santos, citado por Lorensi do Canto y Schneider, 2004; World Agroforestry Centre, sitio Web).

Se recomienda una densidad de 800 a 1300 árboles/ha para las plantaciones. Normalmente se plantan a espacios de 2.5 a 3 metros por cada 3 a 4 metros. Durante los primeros 2 años de haber establecido la plantación se recomienda realizar un control adecuado de malezas en un radio de 80 cm alrededor de las plantas, esta actividad debe realizarse cada tres o cuatro meses. Para la producción de leña, se aplican rotaciones de 10 a 20 años, con un incremento esperado de volumen anual de 5 a 15 m³/ha.

La *Grevillea* responde favorablemente a las prácticas de podas y a la corta de ramas para obtención de postes. Estas actividades pueden llevarse a cabo habitualmente para la obtención de productos forestales además de regular la sombra y la competencia con los cultivos adyacentes. En plantaciones en hileras, el raleado de los árboles inferiores se lleva a cabo a menudo alrededor de los 4 a 5 años para su uso como postes y leña. En plantaciones con espaciamientos de 2 x 2 m se recomiendan raleos a los 7 años de la plantación (CONAFOR, sitio Web). Las raíces deben ser podadas periódicamente debido a que crecen rápidamente, algunos agricultores podan las raíces de *Grevillea robusta* excavando con un azadón a una distancia prudencial alrededor del tronco de los árboles, esto para evitar la competencia con los cultivos adyacentes (World Agroforestry Centre, sitio Web).

Puede crecer en asociación con otras especies forestales tales como *Jacaranda mimosifolia*, *Albizia spp.*, *Acacia spp.*, y *Psidium guajava*. En sitios buenos, los árboles dominantes plantados a espacios de 3 metros por 3 metros pueden alcanzar 8 a 9 metros de altura a los cinco años, 15 metros en diez años y 20 metros o más a los veinte años. En un stand no manejado desde su plantación, en Hawai, se obtuvo un DAP y altura promedios de 46 cm y 32 metros respectivamente a los 44 años. En India, se ha obtenido árboles de hasta 50 cm de diámetro en 30 años en plantaciones con densidades iniciales de 3 metros x 4 metros. El USDA Forest Service (sitio Web), afirma que plantaciones de 10 a 15 años, con densidad inicial de 1000 árboles/ha pueden tener incrementos de entre 10 a 12 m³/ha.

En Brasil, estudios sobre densidades indicaron que a los 6 años, el espaciamiento de 2m x 2m obtuvo el mejor resultado. El área basal promedio que se mantiene es de 49 a 61 m²/ha. En Hawai, la *Grevillea* ha sido plantada generalmente a espacios de 3m x 3m. (USDA Forest

Service, sitio Web).

En una granja típica, puede verse *Grevillea* alineadas a una distancia de 2 a 4 m entre troncos, o esparcidas uniformemente en los campos a espacios de unos 10 x 10 m. Con frecuencia se combinan ambos tipos de espaciamiento. La densidad en una granja muy poblada puede ser de 100 a 200 árboles por hectárea (Poulsen, 1983).

Su ramificación extendida la hace ideal para cortinas rompevientos y para la protección contra daños mecánicos inducidos por el viento mismo, o contra altas proporciones de transpiración y evaporación de la superficie. No obstante, presenta pequeños problemas de exudación gomosa, cuando se encuentra plantada en densidades bajas, debido, posiblemente, a encontrarse más expuesta a la acción del viento, lo que produciría daños mecánicos (Fassola et al 2004).

Por ser una especie heliófita, presenta buena regeneración natural y especialmente en terrenos abiertos y cultivados. Puede utilizarse como especie pionera en sitios que han sufrido perturbaciones. Proporciona cantidades abundantes de hojarasca que pueden acumularse hasta profundidades de 30 a 40 cm. Esta capa espesa protege el suelo y mantiene la temperatura del mismo. Las hojas y ramas finas son aparentemente ricas en aluminio (USDA Forest Service, sitio Web).

Su potencial de crecimiento y la mayor disponibilidad de semillas mejoradas que se tendrán en los próximos años son indicadores que la especie podrá integrar extensas áreas de plantío en un futuro próximo (Ferreira et al, 2004).

4.2.3 Importancia Agroforestal de la *Grevillea robusta*

Los árboles de *Grevillea* han llegado a ser de amplia utilización en la agroforestería en varios países de regiones tropicales. Son utilizados como barreras rompevientos; intercalados con cultivos como el maíz, leguminosas (frijoles), pimienta negra, bananos, tomates, papas y algodón; o sembrados cerca del hogar para obtener madera y/o como ornamentales (USDA Forest Service, sitio Web). Los cafetaleros y cacaojeros del Estado de Paraná (23°23' S y 51°11' W) en el sureste de Brasil protegen sus cultivos de las fuertes heladas con fajas de árboles de *Grevillea robusta* y *Eucalyptus spp.*, entre otros, a densidades de 250, 83 y 50 árboles/ha (Caramori et al 1996; en Orozco Aguilar 2005, Lamprecht, 1990).

Su uso principal en Santa Cruz es en las cortinas rompevientos, especialmente en la zona Sur y Este de la ciudad donde ha sido utilizada como cortinas rompevientos de una sola hilera por los menonitas. Se podría usar también en plantaciones en linderos (Orozco Aguilar 2005).

En las regiones semiáridas de Kenia (500 mm/año) los productores plantan y manejan la regeneración natural de *Grevillea robusta* dentro de sus parcelas de *Zea maiz* y *Oriza sativa*. En este caso, los árboles son aprovechados para fines energéticos (Tefera et al 2001; en Orozco Aguilar 2005, Price, 1997).

Una característica especial corresponde a sus raíces primarias profundas y pocas raíces superficiales, permitiendo que se siembren cultivos muy cerca del tronco y con una

competencia mínima. Las hojas se utilizan como forraje para los animales en algunas partes de Kenia, sin embargo, las mismas no son de alto valor nutricional (USDA Forest Service, sitio Web; Price, 1997).

Las flores amarillo-doradas son atractivas a las abejas, convirtiéndola en una planta melífera de importancia. Su altura majestuosa, forma atractiva y su follaje hacen de ella un árbol ideal para su uso en paisajismo y en jardines privados y públicos. Las hojas son usadas en los arreglos florales, y las plantas jóvenes son utilizadas como plantas de interior en Europa.

En cuanto al impacto negativo de los árboles sobre el cultivo asociado a los mismos, este es más bien provocado por la sombra que por la competencia por nutrientes, en ambientes con alta precipitación. Para el caso de un sistema foresto ganadero en el Sur de Misiones, cuyos componentes son *Grevillea robusta* de 7 años de edad y poda a un tercio de la copa viva y *Axonopus compressus* bajo pastoreo, este último se ve reducido en su producción forrajera en las plantaciones arbóreas más densas (Fassola, 2001). Se conoce que posee ciertas sustancias tóxicas para su propia regeneración (World Agroforestry Centre, página Web).

Skene et al (1996), presenta otra característica importante, específicamente la capacidad de la *Grevillea* de crecer en suelos que carecen de fósforo. Los autores indican que el tejido de la hoja de la *Grevillea* presenta niveles muy bajos de nitrógeno y fósforo comparados a muchas especies de árboles. Aparentemente su adaptabilidad a los suelos con bajo contenido de fósforo se debe no sólo a su capacidad de movilizar el fósforo existente en el suelo, sino que también a la capacidad de mantener un alto ritmo fotosintético aun con niveles de tejidos nutritivos bajos.

La *Grevillea robusta* es una especie fácil de establecer a poco costo mediante la siembra directa o la utilización de plantines. Por último, pero no en orden de importancia, su madera es valiosa como combustible y por sus aplicaciones industriales (Poulsen, 1983). Su madera es utilizada para la carpintería en general, muebles y cajonería.

4.2.4 Pestes y enfermedades de la *Grevillea robusta*

En la zona de amortiguamiento de Ybycui, en el Departamento de Paraguari, se ha presentado severos ataques de hormigas cortadoras (*Atta spp.* y *Acromirmex spp.*) a plantas jóvenes de *Grevillea*, que incidieron en su crecimiento y correcto desarrollo del eje principal (Gulke, 2003).

En las regiones húmedas, la *Grevillea* es vulnerable al ataque de hongos como el *Corticium salmoniclor*. En Sri Lanka se ha observado que hongos como el *Amphichaeta grevilleae*, *Cercospora spp.*, y *Phyllostica spp.*, causan daños considerables a las hojas y tallos de plantas jóvenes, particularmente en los viveros, cuando han sido expuestas a condiciones de mucha humedad. En terrenos bajos de la zona del Caribe, son atacadas severamente por el insecto *Asterolecanium pustulans*. Se han presentado ataques de termitas a plantaciones establecidas en sitios secos de África (World Agroforestry Centre, sitio Web; USDA Forest Service, sitio Web).

4.2.5 Crecimiento

El crecimiento del árbol es un proceso caracterizado por cambios en la forma y tamaño del tronco, con la adición continúa de nuevas capas de leño a lo largo de todo el material existente. El crecimiento o incremento de un rodal o población forestal, con frecuencia, se expresan de las siguientes maneras:

- (1) Incremento corriente anual (ICA): corresponde al valor del aumento de la producción en el periodo de un año. Generalmente se expresa por hectárea, como todos los otros tipos de crecimiento.
- (2) Incremento medio anual (IMA): es la producción hasta una edad particular dividida por esa edad, o sea, la tasa media del aumento de la producción desde la implantación del rodal hasta una edad particular.
- (3) Incremento periódico (IP): es la producción que se obtiene en periodo definido, el cual varía con la intensidad del crecimiento.
- (4) Incremento periódico anual (IPA): representa la diferencia entre 2 edades divididas por el periodo en años (Barusso, 1977).

4.2.6 Análisis de tronco

El análisis de tronco es una técnica que posibilita el registro del crecimiento pasado de un árbol (Husch et al., 1982; citado por Rosot et al., 2003), mediante el conteo y medición de los anillos de crecimiento de las secciones transversales tomadas a diversas alturas del fuste.

Nagel & Athari (1982, también citados por Rosot et al. 2003), consideran el análisis de tronco como una importante fuente de datos para los siguientes tipos de investigación:

- (1) Investigación sobre la reacción del crecimiento en relación a los factores ambientales (bióticos, abióticos) y al manejo de la población (fertilización, podas, raleos);
- (2) Evaluación de las alteraciones de la forma de los árboles en función a los factores mencionados en el ítem anterior;
- (3) Elaboración de modelos de producción.

Se trata entonces de un procedimiento laborioso, en primer lugar, por el trabajo de campo propiamente dicho, que implica el volteo de los árboles, la marcación y seccionamiento de los discos. A ese procedimiento sigue el transporte de los discos a un lugar protegido o al mismo laboratorio para el procedimiento de secado. Una vez secos, los discos son lijados para facilitar la visualización de los anillos. En la última etapa, son efectuadas la marcación y medición de los radios de cada disco, cuyas medidas constituyen el conjunto de datos generados de todas las demás informaciones obtenidas en el análisis de tronco.

4.3 Metodología

4.3.1 Condiciones ambientales

El clima de la zona del estudio es del tipo subtropical húmedo. La temperatura media anual es de 22 °C y la precipitación media anual es de 1.600 mm. Durante los meses de invierno (mayo

a agosto) se presentan regularmente algunos pocos días de heladas (Burgos, 1998). La zona de Paraguari esta compuesta en general por suelos arenosos y de moderada profundidad y están desarrollados sobre una topografía ondulada con colinas bajas. Son suelos ácidos, de baja fertilidad natural, y en su condición actual presentan baja productividad. La vegetación natural se caracteriza por sus bosques húmedos, semi siempre verdes, ricos en especies. En los sitios mejores los árboles alcanzan alturas hasta los 30 m, y en los peores unos 20 m. En la zona de estudio se pueden observar especies tales como *Cordia trichotoma*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia sp.*, *Copaifera langsdorfii*, *Peltophorum dubium* y *Pterogine nitens* entre otras (Gulke, 2003).

4.3.2 Levantamiento de datos

La elección de la parcela para el estudio fue realizada luego de la una gira de reconocimiento por la zona considerada de interés para el proyecto de la Agencia de Recursos Verdes del Japón (J-Green) y que presentará las mismas características edafoclimáticas que la zona del mencionado proyecto. Se tomó especial consideración a que cumpla las condiciones de edad mínima (no menos de 15 años), número de individuos y densidad apropiada de la plantación, de tal forma a que los resultados sean representativos para la zona del proyecto. Requisito importante fue, que la misma no haya sido dañada por enfermedad, fuego, viento, u otros factores de disturbio, de tal forma a extraer una información fidedigna.

Debido a la escasez de plantaciones de *Grevillea robusta* A.Cunn en la zona, se optó por seleccionar un rodal de aproximadamente media hectárea, ubicado en la propiedad del Sr. Luis Mitui, de la Compañía Pindoty, en el Distrito de La Colmena, Departamento de Paraguari.

(1) Selección de árboles muestra para el análisis de tronco

Las selección de árboles muestra para el análisis de tronco fueron obtenidas de un rodal de 24 años, con una densidad de 3m x 3m. Según datos facilitados por el propietario, el mismo no ha sido sometido a ningún tipo de cuidado silvicultural. Una medición al azar en el sitio arrojó un diámetro (DAP) y altura promedios de 34 cm y 20 metros aproximadamente. Fueron observados diámetros superiores a los 50 cm en los individuos ubicados en los bordes de la plantación. A los efectos de evitar este efecto de bordura, fueron seleccionados al azar los árboles ubicados en medio de la plantación.

Considerando la superficie del rodal y la homogeneidad de los árboles, fueron seleccionados cinco unidades o árboles totalmente al azar. Los mismos correspondían a las clases dominantes y codominantes, considerando a la altura como una variable predictora. Este criterio está basado en la ley de Eichhorn que afirma que la producción volumétrica mantiene una relación directa con la altura dominante del rodal, principio aplicado a masas coetáneas con densidades no extremas (Bonilla, 1971).

Para cada unidad, fueron medidos el diámetro a la altura de pecho (DAP) de cada árbol y la altura total. Los datos fueron registrados en un formulario de uso general de la CIF - UNA. Los árboles muestra seleccionados presentaron un diámetro (DAP) y altura promedios de 33.4 cm y 19.02 metros respectivamente.

(2) Medición y extracción de las secciones

Después de evaluar el árbol en pie, el siguiente paso consistió en el volteo de los mismos en la dirección preestablecida. Seguidamente, para facilitar la tarea del motosierrista, se procedió a la medición y marcación de las alturas a las cuales serían extraídos los discos.

Las primeras tres secciones fueron: a la altura del tocón (0.10 m del suelo), a 0.7 m y a la altura del diámetro DAP (1.30 m). Luego de la obtención del disco a la altura DAP, las siguientes secciones se obtuvieron a una distancia de 2 metros distantes cada una, hasta la extremidad del árbol. Con la última sección fue tomado el diámetro basal y la longitud hasta el extremo del árbol, a los efectos de obtener el volumen del cono, dato necesario para el cálculo del volumen final.

(3) Secado y procesamiento de las secciones

Las secciones o discos de 3 cm de espesor obtenidos fueron transportados a la CIF para su posterior secado durante 22 días. El proceso de secado consistió en la instalación de los mismos bajo sombra y con buena ventilación.

Luego del proceso de secado, los mismos fueron lijados en las caras superiores y sometidos a un tratamiento químico (sellado) a los efectos de lograr una mejor observación de los anillos de crecimiento.



Fotografía 4.1 Secado de las muestras en la carpintería, CIF/UNA



Fotografía 4.2 Secado de las muestras en la carpintería, CIF/UNA



Fotografía 4.3 Disco sin procesar, CIF/UNA



Fotografía 4.4 Disco procesado con tratamiento químico, CIF/UNA

(4) Análisis de tronco

Los anillos anuales fueron marcados en 4 radios iniciando la primera marcación a 45° del mayor diámetro y los demás a 90° uno del otro; según metodología propuesta por Barusso (1977). Posteriormente, los radios fueron medidos para estimar el diámetro a cada edad, la altura total, el área basal y el crecimiento en volumen.



Fotografía 4.5 Medición de los radios, CIF/UNA



Fotografía 4.6 Medición de los radios, CIF/UNA

4.3.3 Calculo de Diámetro

El diámetro para cada edad resultó del promedio aritmético de los cuatro radios multiplicado por dos. Cabe resaltar que las medidas tanto de radios y diámetros fueron realizados para cada anillo o edad y para cada sección o altura de los discos (0.10 m; 0.7 m; 1.3 m; n) respectivamente.

4.3.4 Calculo de Altura

Para calcular el término del anillo (Fig.1), fue considerada la hipótesis de paralelismo (Barusso,

1977); que supone que el término del anillo se da de acuerdo con el ángulo de salida del último disco donde aparecía el anillo contiguo y externo (Fig.2). De esta manera, fue obtenida finalmente una tabla conteniendo la altura para cada edad.

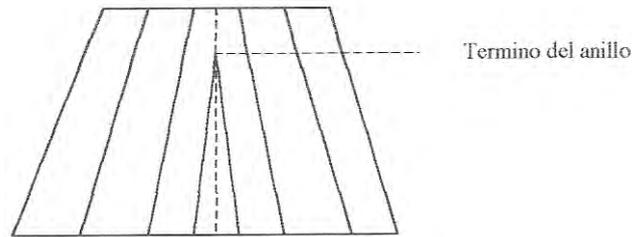


Figura 4.3.1: Término del anillo de crecimiento.

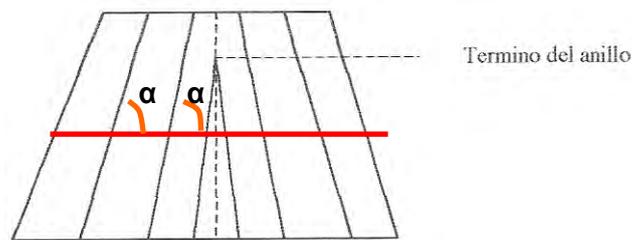


Figura 4.3.2: Cálculo del término del anillo (Hipótesis del paralelismo, Barusso, 1977).

4.3.5 Cálculo del volumen

El volumen obtenido corresponde a la suma de los volúmenes mediante la fórmula de Smalian dada por la siguiente expresión:

$$V_t = \sum_{i=1}^n V_i + V_c$$

Donde:

V_i = volumen de las secciones transversales

V_c = volumen del cono

4.3.6 Cálculo de los incrementos corriente y medio anual (IMA e ICA)

El incremento corriente anual (ICA), ha sido obtenido por:

$$ICA_v = V_{t+1} - V_t$$

Donde:

ICA = Incremento corriente anual en volumen

V_t = volumen por hectárea obtenido en la edad t e $t + 1$

El incremento medio anual (IMA), fue obtenido por:

$$IMA_v = \frac{V_t}{t}$$

Donde:

IMA = Incremento medio anual en volumen en la edad t

t = edad en años

4.4 Resultados y discusión

4.4.1 Características del suelo de la zona de estudio

El área de estudio se presenta como una lomada, de relieve ligeramente inclinada y nula rocosidad. Según el mapa de Reconocimiento de Suelos de la Región Oriental 1995, la mayoría de los suelos de esta región son del tipo Rhodic Paleudalf (Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra, 1995), de clase textural areno-franca; con declividad de 4 a 15%, bien drenados, sin rocosidad, capacidad de uso de las tierras III E, Sf. Son suelos profundos, con moderadas limitaciones que reducen la selección de cultivos y precisan de prácticas moderadas o intensivas de manejo de conservación, debido al alto riesgo de erosión de suelos (E) y baja fertilidad (Sf). Este tipo de suelos se caracteriza por su buen drenaje y reducido contenido de nutrientes. Por las particularidades mencionadas, el área de estudio es considerada representativa a los de la zona comprendida entre los Distritos Acahay y San Roque González de Santacruz; del Departamento de Paraguari.

El sitio presenta en su condición natural una baja fertilidad natural, el nivel de materia orgánica es de 1.05%, la concentración de fósforo (P) se presenta como bajo mientras que la de potasio (K) se encuentra dentro del nivel medio (Ver en anexos análisis del suelo en hoja anexa). Son suelos ligeramente ácidos con pH 5.8 en la camada superficial (de 0 a 0.25 cm) y pH 5.7 en profundidades mayores a 26 cm.

4.4.2 Resultados del análisis de tronco

Con el análisis de tronco fue determinada una edad de 24 años como resultado de la identificación y cuantificación de los anillos de crecimiento. Para esta edad fueron hallados los valores de diámetro (DAP) de 33.4 cm y altura (h) de 19.02 metros, mientras que el área basal (g) y el volumen (v) fueron de 0.09 m² y 0.69 m³ respectivamente. En el análisis del gráfico de las curvas de diámetro se observa un crecimiento regular en el transcurso del tiempo, presentando una curva sigmoideal (Fig. 4.4.1).

Tanto las curvas de incremento medio anual (IMA) como de corriente anual (ICA) presentan un incremento normal alcanzando su máximo incremento a los 13 años, punto en que el IMA corta a la curva del ICA. Esta relación de corte es utilizada normalmente en manejo forestal para efectuar las operaciones de raleo o aclareo y con esto disminuir la competencia ente árboles.

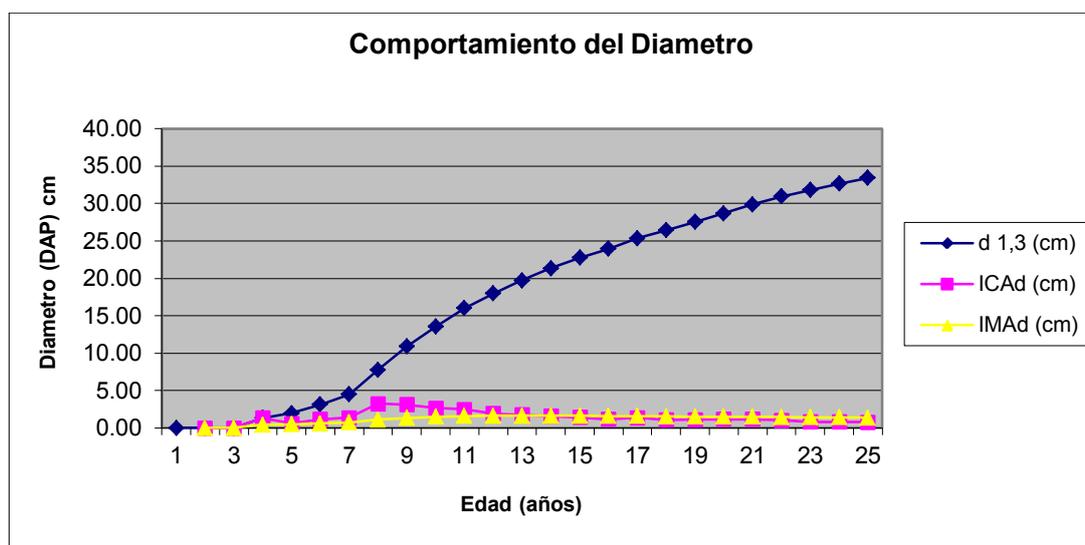


Figura 4.4.1 Comportamiento del diámetro

Nota) Obsérvese que los incrementos ICA e IMA empiezan a disminuir desde los años 9° y 13° respectivamente, de esto se infiere que los individuos están en una situación de competencia que impide que continúen creciendo al mismo ritmo.

El incremento medio de volumen por árbol en un periodo de 24 años, fue de 0.012 m³. Como se ilustra en la Figura 3, luego de los 9 a 10 años se observó una fuerte competencia entre árboles, lo cual llegado hasta los 24 años influenció considerablemente en el crecimiento diamétrico de los mismos y consecuentemente al volumen. Esto derivó en un incremento medio anual de aproximadamente 11 m³/ha/año en ese periodo de 24 años (ver Cuadro 4.4.1).

Cuadro 4.4.1 Resumen de los incrementos IMA e ICA; área basal (g) y volumen (Vol).

Edad	g 1,3 (m ² /árbol)	ICAg (m ² /árbol)	IMAg (m ² /árbol)	Vol (m ³ /árbol)	ICAv (m ³ /árbol)	IMAv (m ³ /árbol)	Vol (m ³ /ha)	Vol de raleo (m ³ /ha)	Vol corta final (m ³ /ha)
0	0	0		0	0	0			
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0926		
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0007	0.0004	0.8198		
3	0.0001	0.0001	0.0000	0.0022	0.0013	0.0007	2.1518		
4	0.0003	0.0002	0.0001	0.0049	0.0028	0.0012	4.9434		
5	0.0008	0.0005	0.0002	0.0088	0.0039	0.0018	8.8395		
6	0.0016	0.0008	0.0003	0.0139	0.0050	0.0023	13.8739		
7	0.0048	0.0032	0.0007	0.0243	0.0104	0.0035	24.3112		
8	0.0093	0.0046	0.0012	0.0366	0.0123	0.0046	36.6168		
9	0.0144	0.0051	0.0016	0.0517	0.0151	0.0057	51.7343	30%	
10	0.0202	0.0058	0.0020	0.0717	0.0199	0.0072	71.6590	21.50	
11	0.0254	0.0052	0.0023	0.0898	0.0181	0.0082	62.8569		
12	0.0306	0.0052	0.0026	0.1166	0.0268	0.0097	81.6355		
13	0.0358	0.0052	0.0028	0.1451	0.0285	0.0112	101.5933		
14	0.0407	0.0049	0.0029	0.1758	0.0307	0.0126	123.0892	40%	
15	0.0451	0.0044	0.0030	0.2154	0.0396	0.0144	150.7970	60.3	
16	0.0505	0.0054	0.0032	0.2640	0.0485	0.0165	110.8619		
17	0.0549	0.0044	0.0032	0.2937	0.0298	0.0173	123.3574		
18	0.0596	0.0047	0.0033	0.3344	0.0407	0.0186	140.4316		
19	0.0647	0.0051	0.0034	0.3885	0.0542	0.0204	163.1816		
20	0.0702	0.0055	0.0035	0.4468	0.0583	0.0223	187.6546		187.6546
21	0.0752	0.0050	0.0036	0.5053	0.0585	0.0241		total	269.5
22	0.0794	0.0042	0.0036	0.5613	0.0560	0.0255			
23	0.0837	0.0043	0.0036	0.6232	0.0619	0.0271			
24	0.0878	0.0040	0.0037	0.6829	0.0597	0.0285			
Promedio						0.0118			

Nota) a) Se han hecho los calculos en base a la duracion de la rotacion planificada.

- b) Para el cálculo de los incrementos después de los raleos, se tomó el Incremento Medio Anual (IMA) real encontrado en las muestras.
- c) Al evaluar el crecimiento, hay que considerar los factores limitantes del sitio y a la falta de cuidados culturales.
- d) Se estima que una plantación forestal en estas condiciones puede tener un incremento mínimo de entre 11.8 y 13.5.

Estos resultados pueden ser comparados con Lamprecht (1990) quien citando a Webb et al. (1980) menciona un crecimiento muy variable de la especie con un incremento medio anual (IMA) de 5 a 10 m³/ha/año. Para una mayor comprensión, determinaciones realizadas por Cipolatti y Cozzi mencionados por Cozzo (1976), en una plantación de 28 años con 1525 árboles existentes en Santa Fe, sobre un suelo franco-arenoso profundo y alto, muestran un incremento de volumen estimado fue de 14,5 m³/ha/año, pero considerando un diámetro medio de 20.7 cm.

4.4.3 Esquema de manejo propuesto según plantación evaluada

Según el esquema de manejo que se presenta en el Cuadro 4.4.2, para una densidad inicial de 3m x 3m, equivalentes a 1111 árboles por hectárea y un valor estimativo de 90% de prendimiento, aplicando los cuidados silviculturales necesarios como podas de formación en los primeros años, dos raleos a los 10 y 15 años, se estima una rotación mínima de 20 años la cual podría ser modificada en función a otros factores determinantes.

Cuadro 4.4.2 Características de la plantación para el esquema de manejo propuesto según plantación evaluada.

Densidad inicial			Prendimiento	
DIST. A	DIST. B	PI/HA	%	PI/ha
3 m	3 m	1111	90	1000

Una parte importante de estas decisiones se fundamenta en criterios financieros, que contribuyen a determinar las opciones que generan mayores ganancias o beneficios, compatibles con la sostenibilidad de la plantación (Quirós & Gómez, 1998). Otros aspectos que considerar, son los aspectos biológicos (crecimiento máximo), y las condiciones del mercado.

Partiendo de la densidad de plantación de 1111 plantas por hectárea, las podas pueden ser efectuadas anualmente a partir de los 2º y 3º años, de tal forma a llegar a una edad adulta con un fuste libre de ramas de hasta los 8 m de altura (Colcombet et al., s.f.)

Cuadro 4.4.3 Esquema de manejo según plantación evaluada.

Edad Forestal	Volumen individual	Volumen por ha	Volumen de raleos	Volumen de corta final	Volumen total esperado	Observaciones
Año	m ³ /Pl	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	
1	0.000	0.1				
2	0.001	0.8				
3	0.002	2.2				
4	0.005	4.9				
5	0.009	8.8				
6	0.014	13.9				
7	0.024	24.3				
8	0.037	36.6				
9	0.052	51.7				
10	0.072	71.7	21.5			30% raleo por lo alto
11	0.090	62.9				
12	0.117	81.6				
13	0.145	101.6				
14	0.176	123.1				
15	0.215	150.8	60.3			40% raleo por lo alto
16	0.264	110.9				
17	0.294	123.4				
18	0.334	140.4				
19	0.389	163.2				
20	0.447	187.7		187.7		Corta final: 20 años
					269.5	

Nota) Los datos de incrementos son reales y por lo tanto son incrementos mínimos esperados. Se espera que las tareas de raleo incentiven un mayor incremento que el presentado.

En cuanto a los tipos de raleos propuestos, se recomienda someterlo primeramente a un raleo por lo alto, o sea, a un aprovechamiento de los árboles de mejor crecimiento, es decir dominantes y codominantes, considerando el mayor valor de la madera a ser aprovechada y también por extraer los verdaderos competidores. En la segunda intervención se podría aplicar un raleo libre, es decir, de acuerdo a criterios técnicos según la evolución de la plantación. En esta etapa, los árboles a ser extraídos deberían ser con fines industriales; sin embargo se puede disminuir la competencia aprovechando los árboles de clases inferiores (intermedios y dominados), liberando a los remanentes que llegarían al turno final.

En comparación con especies nativas de la región, el relativo rápido crecimiento y la buena calidad de madera de esta especie, es una alternativa para plantaciones forestales en regiones subtropicales como el Paraguay.

Considerando que presenta tolerancia a suelos de baja fertilidad y déficit hídrico moderado, es una de las especies preferidas para plantaciones en sistemas agroforestales (Silva y Mazuchowski, citado por Ferreira et al, 2004). Esta especie puede ser probada en todos los suelos no inundables de en la Región Oriental del Paraguay (Brune, 1993).

Considerando el gran número de fincas pequeñas existentes, los sistemas agroforestales son muy apropiados para ser promovidos en el país. Según las experiencias obtenidas a través de proyectos realizados, los sistemas mixtos han demostrado ser sostenibles y contribuir al bienestar de pequeños campesinos y también grandes productores. Además del papel importante de maximizar la producción de biomasa y proteína animal y productos derivados, los cuales contribuyen a la seguridad alimentaria de la población, también tienen una

importante participación en la captación de CO₂ y retención del mismo en el suelo y la biomasa vegetal. Esto refleja exactamente el mandato de las agencias internacionales y organismos donantes.

Apoyando los resultados de la presente investigación, según publicaciones realizadas, la *Grevillea robusta* es una especie que en comparación con otras especies exóticas tales como el género *Eucalyptus*, su crecimiento es algo más lento. Generalmente es utilizada en el país como cortinas rompevientos, las cuales son establecidas en doble fila a 3 metros de distancia entre plantas (Enciso, 2001).

4.4.4 Recomendaciones para el manejo de *Grevillea robusta* según las características del sitio

El crecimiento y la producción de un cultivo forestal, proveniente de un material genético dado, están determinados por los factores de la edad, la capacidad productiva del sitio (calidad de sitio) y el grado en el cual esa capacidad productiva innata está siendo totalmente utilizada (densidad de la plantación) y los tratamientos culturales aplicados, tales como raleo, fertilización, control de malezas, poda entre otros.

Considerando las características del sitio presentadas y los resultados del análisis de tronco, se puede considerar dos escenarios de crecimiento.

Tomando como fuente de información el trabajo de Grulke (2003), tanto para el escenario de crecimiento para 500 plantas como para el de 1.333 plantas, se espera un 90% de prendimiento. El mencionado autor señala un prendimiento del 98% de una plantación establecida en un sitio con similares características a la zona de estudio.

Cuadro 4.4.4 Características de la plantación para el escenario de crecimiento para 500 plantas.

Densidad inicial			Prendimiento	
DIST. A	DIST. B	PI/ha	%	PI/ha
5 m	4 m	500	90	450

El escenario que se plantea en el cuadro 4.4.5 considera que a los veinte años, se presentarán individuos de tres dimensiones: 30% de la plantación presentará individuos con 35cm de DAP, otros 30% con DAP esperado de 30 cm y aproximadamente el 40% restante presentará un DAP de alrededor de 25 cm. La altura promedio de la plantación se espera de 15 metros para los tres casos. Para este escenario, se espera un volumen de corta final de alrededor de 207.02 m³/ha considerando la ausencia de raleos durante su ciclo de vida. En el cuadro mencionado se presentan los tres casos, con sus correspondientes porcentajes, datos dasométricos y los volúmenes esperados.

Cuadro 4.4.5 Escenario de crecimiento para 500 plantas (Nótese los tres casos de incremento diametral propuesto)

Edad Forestal	Clase DAP	%	Pl/ha	Altura	FF	G	Volumen individual	Vol/ha	IMA	Volumen de raleos	Volumen de corta final
Año	cm			m		m ² /ha	m ³ /Pl	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
20	35	30	135	15	0.44	0.096	0.63	85.72	4.29		
20	30	30	135	15	0.44	0.071	0.47	62.98	3.15		
20	25	40	180	15	0.44	0.049	0.32	58.32	2.92		
			450						10.35	0	207.02

Considerando la densidad de plantación de 500 plantas por hectárea (y un prendimiento del 90%), las tareas de cuidados silviculturales están concentradas en las buenas prácticas de podas. Estas pueden ser efectuadas como en el esquema de manejo propuesto según plantación evaluada a partir de los 2º y 3º años, de tal forma a llegar a la edad adulta con un fuste libre de ramas de hasta los 8 m de altura (Colcombet et al., s.f.). Los raleos con esta densidad, no serán necesarios. A continuación se presenta la evolución del crecimiento, tomando como base el crecimiento de la plantación evaluada (Cuadro 4.4.6).

Para el diseño del esquema de manejo según el escenario de crecimiento para 500 plantas se ha considerado en primer termino el incremento anual medio (IMA) y el incremento corriente anual (ICA) de los diámetros. Para el parámetro de altura, se ha tomado los mismos datos de la plantación bajo estudio. Esto teniendo en cuenta que la altura es una variable a la que la densidad de plantación no altera. Se considera que el resultado mostrado en el Cuadro 4.4.6 (201.8 m³/ha) presenta un margen de variación de +/-5 m³/ha (comparar ver Cuadro 4.4.5). Este margen de variación se toma considerando que los datos son resultados de un diseño en gabinete, tomando como base los datos dasométricos encontrados en la plantación bajo estudio.

Cuadro 4.4.6 Esquema de manejo según el escenario de crecimiento para 500 plantas (Nótese los tres casos de incremento diametral propuesto).

Edad Forestal	Caso 1 (35cm DAP)		Caso 2 (30cm DAP)		Caso 3 (25cm DAP)		Volumen total esperado	Obs.
	Volumen individual	Volumen por ha	Volumen individual	Volumen por ha	Volumen individual	Volumen por ha		
Año	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /ha	
1	0.000	0.0	0	0	0	0	0	
2	0.000	0.0	0	0	0	0	0	
3	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0	
4	0.000	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	0.1	
5	0.001	0.1	0.001	0.1	0.001	0.1	0.3	
6	0.002	0.3	0.002	0.3	0.002	0.2	0.8	
7	0.011	1.5	0.008	1.0	0.005	0.7	3.2	
8	0.029	3.9	0.017	2.3	0.008	1.1	7.2	
9	0.072	9.8	0.038	5.1	0.015	2.0	16.9	
10	0.144	19.5	0.072	9.7	0.025	3.4	32.6	
11	0.218	29.4	0.112	15.1	0.041	5.5	50	
12	0.266	35.9	0.142	19.1	0.056	7.6	62.6	
13	0.331	44.7	0.184	24.9	0.080	10.8	80.5	
14	0.418	56.5	0.245	33.1	0.118	15.9	105.4	
15	0.461	62.3	0.285	38.5	0.152	20.5	121.3	
16	0.499	67.3	0.320	43.2	0.181	24.4	134.9	
17	0.543	73.3	0.364	49.1	0.221	29.8	152.3	
18	0.569	76.8	0.396	53.4	0.254	34.3	164.5	
19	0.623	84.1	0.446	60.2	0.299	40.3	184.6	
20	0.666	89.9	0.489	66.0	0.339	45.8	201.8	Corta final:20 años

Para el escenario de crecimiento de 1300 plantas se ha considerado, como el escenario anterior, un 90% de prendimiento (Cuadro 4.4.7). El escenario que se plantea en el cuadro 8 considera también que a los veinte años, se presentarán individuos de tres dimensiones.

En los casos mencionados, un 30% de la plantación presentarán individuos con 30cm de DAP, otros 30% con DAP esperado de 25 cm y aproximadamente el 40% restante presentará un DAP de alrededor de 20 cm. La altura promedio de la plantación que se espera es de 15 metros para los tres casos mencionados.

Cuadro 4.4.7 Características de la plantación para el escenario de crecimiento para 1333 plantas.

Densidad inicial			Prendimiento	
DIST. A	DIST. B	PI/ha	%	PI/ha
2.5 m	3 m	1333	90	1200

Para este segundo escenario, se espera un volumen de corta final de 384.11 m³/ha (Cuadro 4.4.8); alrededor de 100 m³/ha más que en el esquema de manejo propuesto según la plantación evaluada (269.5 m³/ha), teniendo en cuenta el aumento del número de individuos.

Cuadro 4.4.8 Escenario de crecimiento para 1333 plantas. (Nótese los tres casos de incremento diametral propuesto).

Edad Forestal	Clase DAP	%	Pl/ha	Altura	FF	G	Volumen individual	Vol/ha	IMA	Volumen de raleos	Volumen de corta final
Año	cm			m		m ² /ha	m ³ /ha				
20	30	30	360	15	0.44	0.071	0.47	167.95	8.40		
20	25	30	360	15	0.44	0.049	0.32	116.63	5.83		
20	20	40	480	15	0.44	0.031	0.21	99.53	4.98		
									19.21	0	384.11

En el cuadro de arriba se presentan los tres casos, con sus correspondientes porcentajes, datos dasométricos y los volúmenes esperados. Considerando la similitud con el esquema de manejo de la plantación evaluada (1111 plantas/hectárea), tanto la evolución del crecimiento como las tareas de raleos propuestas, pueden ser consideradas similares.

Para el diseño del esquema de manejo según el escenario de crecimiento para 1300 plantas se ha considerado de igual forma el incremento anual medio (IMA) y el incremento corriente anual (ICA) de los diámetros. Para el parámetro de altura, se ha tomado los mismos datos de la plantación bajo estudio, igual que en el caso de 500 plantas.

Cuadro 4.4.9 Esquema de manejo según el escenario de crecimiento para 1300 plantas (Nótese los tres casos de incremento diametral propuesto).

Edad For.	Caso 1		Caso 2		Caso 3		Volumen Total (C1+C2+C3)	Vol. de raleos	Vol. de corta final	Vol. total esperado	Obs.
	Volume n individual	Volume n por ha	Volume n individual	Volume n por ha	Volume n individual	Volumen por ha					
Año	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /arbol	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	
1	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00				
2	0.000	0.0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00				
3	0.000	0.0	0.000	0.04	0.000	0.05	0.14				
4	0.000	0.1	0.000	0.10	0.000	0.13	0.33				
5	0.001	0.3	0.001	0.30	0.001	0.40	1.00				
6	0.002	0.7	0.002	0.65	0.002	1.00	2.39				
7	0.008	2.7	0.005	1.89	0.005	2.39	7.02				
8	0.017	6.0	0.012	4.23	0.011	5.24	15.49				
9	0.038	13.7	0.031	11.21	0.029	13.83	38.74				
10	0.072	26.0	0.071	25.56	0.061	29.11	80.66	24.2			Raleo
11	0.112	33.5	0.105	31.48	0.076	28.83	93.82				
12	0.142	42.5	0.134	40.09	0.090	35.96	118.50				
13	0.184	55.3	0.170	50.94	0.116	46.41	152.69				
14	0.245	73.5	0.218	65.47	0.141	56.36	195.29				
15	0.285	85.6	0.248	74.33	0.172	68.63	228.60	91.4			Raleo
16	0.320	81.6	0.265	66.31	0.167	43.36	191.27				
17	0.364	92.8	0.221	55.19	0.184	47.89	195.92				
18	0.396	100.9	0.254	63.46	0.197	51.14	215.53				
19	0.446	113.7	0.299	74.69	0.224	58.19	246.63				
20	0.489	124.7	0.326	81.6	0.239	62.3	268.5		268.5	384.2	C Final

Dado que en la zona del proyecto (Acahay y San Roque González) los potenciales plantadores de *Grevillea* se encuentran pequeños y medianos productores, para los cuales puede resultar conveniente destinar áreas de suelos degradados, de baja productividad, es oportuno identificar las prácticas que permitan un eficaz establecimiento de esta especie.

Las recomendaciones que se hacen en el presente trabajo están basadas en los resultados del análisis de tronco realizados y en comparaciones teóricas de los requerimientos de la especie con las condiciones locales. Cabe resaltar que los datos base de los escenarios propuestos provienen del análisis troncal de una parcela a la cual no se ha realizado ningún tipo de cuidado cultural, llámese limpiezas en los primeros años o la aplicación de raleos.

Considerando esto, se sugiere la instalación de pequeñas parcelas de ensayo de distintas densidades de forma tal a observar el desarrollo de esta especie en diferentes combinaciones.

4.5 Conclusión y recomendaciones

Se ha comprobado fehacientemente que la metodología es una excelente herramienta para estos casos de reconstrucción de crecimiento. Sin embargo, la especie *Grevillea* presenta

ciertas limitaciones por presentar anillos muy tenues de difícil identificación visual y falsos anillos causados por el stress, razón que ocasionaría complicaciones para el levantamiento de los datos dasométricos.

La altura total en promedio fue de 19.02 metros, el área basal (g) 0.09 m² y un volumen de 0.69 m³. Respecto al rodal analizado se asume la ausencia de manejo silvicultural, donde por la edad ya madura (24 años) y la densidad establecida, tuvo una considerable influencia en el crecimiento diamétrico (DAP 33.43 cm) y consecuentemente en el volumen. En esta situación, se llegó a obtener un IMA promedio del volumen de alrededor de 11 m³/ha/año.

No obstante, el tiempo de rotación podría ser acortado a 20 años considerando las condiciones de sitio, características genéticas, y la aplicación de un manejo silvicultural apropiado. De esta manera se observa una necesidad de una base de datos relacionados con informaciones de crecimiento de tal forma a tomar las medidas silviculturales oportunas en el manejo del rodal.

Si bien esto implica más mediciones de campo, lo que lleva aparejado más tiempo y en consecuencia mayores costos, los beneficios obtenidos en la precisión de los resultados pueden justificarlo.

Brune (1993) menciona que la especie podría sufrir del problema de endogamia, debido a la escasa introducción de material original en el país; siendo de poca variabilidad genética. Lo recomendable es importar material de varias procedencias, establecer plantaciones para conocer las procedencias más adaptables, y mezclar algunas de ellas para la producción de semillas con buena variabilidad genética.

Finalmente, se recomienda la realización de plantaciones en diversos modelos como sistemas asociados como cortinas rompevientos, agroforestería y silvopastura además de plantaciones puras y mixtas con diversas densidades, en función al objetivo de la plantación.

5 Estudio de árboles de la línea de base

5.1 Introducción

El presente trabajo fue realizado en la zona de influencia del Proyecto JIRCAS, en los Distritos de Acahay y San Roque González de Santa Cruz, en el Departamento de Paraguari.

El objetivo fue evaluar las principales variables dasométricas de los árboles y de su regeneración natural en parcelas donde serán establecidas plantaciones forestales. Por el método de muestreo de la vegetación leñosa, se colectaron datos de especie y las variables dasométricas de las mismas; además de un registro fotográfico de cada parcela. Para los cálculos de volumen total se asumió un factor de expansión de biomasa (FEB) con un valor de 2, considerando las investigaciones realizadas al respecto. El cálculo de volumen de la palma o mbocaya (*Acrocomia totai*) fue tomado directamente, considerando la ausencia de ramas leñosas.

La línea de base por su parte, representa a las emisiones que hubieren tenido lugar en una situación dada si el proyecto de MDL no se desarrollara.....

La línea de base representa las emisiones que se tendría en caso que el proyecto no sea ejecutado; pero en el caso de reforestación para MDL, representa el carbono que sería acumulado en las leñosas perennes existentes en la parcela en caso que el proyecto no sea ejecutado y el carbono que se incrementaría en el futuro en la misma parcela.

El inventario forestal es un método útil basado en la teoría general de muestreo para determinar la extensión y las características dasométricas de la vegetación. Entre las características más relevantes figuran la estructura diamétrica, la altura, la composición de especies y número de individuos, el volumen, y los estratos; entre otras informaciones (CATIE 2002).

En este contexto, los resultados de la presente investigación son presentados para las zonas de pradera y de cultivos, de acuerdo a las unidades muestrales y por hectárea.

5.2 Metodología

La metodología consistió en la toma de datos de la vegetación leñosa y de su regeneración natural dentro de cada parcela. Las principales variables dasométricas cualitativas y cuantitativas levantadas fueron: número de árboles, especies a las que pertenecen, diámetros y alturas de los árboles. De estos datos se derivaron los valores de área basal, volumen de fuste y volumen total respectivamente.

(1) Datos generales de la zona de estudio

El departamento de Paraguari está compuesto en general por suelos arenosos, de moderada profundidad y están desarrollados sobre una topografía ondulada con colinas bajas. Son suelos ácidos, de baja fertilidad natural, y en su condición actual presentan baja productividad. La vegetación natural se caracteriza en general por sus bosques húmedos,

semi siempre verdes, con variedad de especies.

En esta zona, las alturas de los árboles varían desde los 7 metros hasta inclusive los 25 metros en algunos casos. Se puede observar especies forestales tales como *Peltophorum dubium*, *Copaifera langsdorfii*, *Helietta apiculata* y *Pterogine nitens* entre otras (Grulke 2003, Degen et al 2004).

El clima de la zona es del tipo subtropical húmedo. La temperatura media anual es de 22 °C y la precipitación media anual es de 1.600 mm. Durante los meses de invierno (mayo a agosto) se presentan regularmente algunos pocos días de heladas (Burgos, 1998).

(2) Diseño de muestreo

El diseño corresponde a un muestreo al azar. La elección de las parcelas para el estudio fue realizada en forma aleatoria dentro de la población de las 270 fincas beneficiadas por el proyecto-JIRCAS. Fueron seleccionadas 28 parcelas, representando una intensidad de muestreo de 10,4%. De las mencionadas parcelas, 16 unidades representan las zonas de praderas y 12 las tierras de cultivo. El tamaño de las parcelas de cultivos varía entre 0,52 y 6,90 hectáreas; mientras que las superficies de las parcelas de pradera varía entre 0.51 y 19.33 hectáreas respectivamente.

(3) Levantamiento de datos y su procesamiento

Las características dasométricas colectadas comprenden desde la especie, número de árboles, diámetro a la altura de pecho, área basal y volumen total. Las características generales de la cobertura vegetal inventariada en cada parcela fueron detalladas a través de un registro fotográfico tomado para el efecto.

1) Composición de la vegetación leñosa y número de árboles

Fue identificada y cuantificada la composición de la vegetación leñosa en las parcelas. Para el efecto fueron consideradas las especies arbóreas y la palma o mbocaya (*Acrocomia totai*), además de aquellas de interés especial para el proyecto. Tal es el caso de los árboles frutales como los guayabos (*Psidium sp.*) y mangos (*Manguifera indica*). La otra variable observada fue el número de árboles por unidad de superficie, de modo a determinar la densidad o el grado de ocupación del suelo por los árboles en el área de estudio. Tanto para la identificación y cuantificación de la composición leñosa como para el número de árboles, fueron analizados todos los individuos iguales o mayores a 10 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP) o 1,3 metros de altura. Fueron colectados también datos de la regeneración natural no establecida (Saens y Finegan, citados por Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central, 2002), de las especies forestales, la palma y los frutales ya mencionados. La metodología aplicada fue la cuantificación del número de individuos con diámetros menores a 10 centímetros de DAP.



Fotografía 5.1 Medición de DAP en parcelas reforestadas, uso de forcípula, CIF/UNA



Fotografía 5.2 Medición de altura del árbol, uso de Pistola Haga, CIF/UNA

2) Altura

Para la estructura vertical fueron medidas las alturas de cada individuo que presenta un diámetro a la altura de pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm. Esta variable fue determinada utilizando la pistola Haga. Para las especies arbóreas fue medida la altura total y la altura de fuste (para la posterior utilización en el cálculo del volumen). En el caso de la palma *Acrocomia totai* (mbocaya), fue considerada la altura de fuste igual a la altura total, teniendo en cuenta la ausencia de ramas en esta especie.

3) Área basal

Para la estructura diamétrica, fue registrado el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos (especies arbóreas y palma) a partir de los 10 centímetros. El mismo fue tomado a una altura de 1,3 metros, con la ayuda de forcípulas. El área basal (G) fue derivada de la medición de los diámetros a la altura del pecho, expresados en m² por unidad y hectárea. La fórmula utilizada para esta variable fue:

$$G = \pi \cdot DAP^2/4$$

Donde:

G = área basal en (m²)

π = Pi (3,1416)

DAP = diámetro a la altura de pecho (1.30 m)

4) Volumen de fuste

Para el cálculo de volumen de fuste, fue utilizada el área basal (G) y la altura como variables independientes. Para las especies arbóreas, fue utilizado un valor de 0,775 como factor de forma según Hutchinson (1972). Para la palma *Acrocomia totai* (mbocaya) se asumió un factor de forma de 0,800 considerando la forma cilíndrica que presenta el fuste de esta especie.

$$Vf = G \cdot hf \cdot f$$

Donde:

Vf = volumen de fuste (m³)

G = área basal

h = altura de fuste

f = factor de forma (0,775 para especies arbóreas, 0,800 para *Acrocomia totai*)

5) Volumen total

Para la determinación del volumen total fue necesario estimar la biomasa presente en las ramas. Para el efecto fue considerado el factor de expansión de biomasa (FEB). El mismo es la relación de la biomasa aérea total con la biomasa del fuste (FAO, 2004). Según Husch (2001), el valor del factor de expansión de biomasa puede variar entre 1,3 a 2,5. Esto puede variar según la especie, la edad, el diámetro, entre otros factores. Solíz (citado por Quinteros, 2000), en investigaciones sobre 12 especies del Bosque Chiquitano, halló un factor de expansión de biomasa ponderado de 2,50. Considerando que no se cuenta con funciones de biomasa específicas para la zona de estudio, se optó por considerar un valor conservador de 2. El valor FEB = 2 indica que en promedio, la biomasa del fuste representa un 50% de la biomasa total del árbol y la biomasa de la copa, compuesta de ramas primarias y secundarias, el otro 50%.

$$Vt = Vf * FEB$$

Donde:

Vt = volumen total (m³)

Vf = volumen de fuste

FEB = factor de expansión de biomasa igual a 2.

Es importante mencionar que para la especie *Acrocomia totai*, no fue considerado el factor de expansión de biomasa, ya que esta especie no presenta ramificación alguna. Es por eso que el volumen de fuste obtenido para la especie puede ser considerado como el volumen total.

(4) Presentación de los resultados

Las informaciones son presentadas para la zona de cultivos y pradera. Las mismas están expresadas por unidades muestrales y por hectárea, con el detalle de los siguientes puntos para árboles con DAP igual o mayor a 10 cm:

- Número de especies y árboles, área basal y volumen total por propietario en parcelas de cultivos.
- Número de especies y árboles, área basal y volumen total por propietario en parcelas de praderas.
- Árboles inventariados por especies en parcelas de cultivos.
- Árboles inventariados por especies en parcelas de praderas.
- Especies leñosas inferiores a 10 centímetros de diámetro (DAP).
- Características de la vegetación en las zonas de praderas.

5.3 Resultados

El detalle de los principales parámetros para la caracterización dasométrica de las parcelas de estudio es presentado por grupos de parcelas: el de cultivos y el de pradera. En primer lugar se presentan los resultados de las mediciones de los individuos con DAP igual o mayor a 10 cm y a continuación la información sobre la regeneración natural.

5.3.1 Número de especies y árboles, área basal y volumen total por propietario en parcelas de cultivos

Fueron inventariadas 12 parcelas dentro del grupo de parcelas de cultivos. El cuadro 5.3.1 presenta el compendio de informaciones según número de especies identificadas, número de árboles, área basal y volumen encontrados en cada parcela y extrapolado a la hectárea respectivamente.

Cuadro 5.3.1 Características dasométricas generales de las parcelas de cultivos.

N°	Propietario	Superficie de cada parcela (ha)	Numero de especies por parcela (N°)	Numero de árboles		Área basal		Volumen total	
				En la parcela (N°)	Por hectárea (N°)	En la parcela (m ²)	Por hectárea (m ²)	En la parcela (m ³)	Por hectárea (m ³)
1	Basilio Trinidad Fleitas	0.66	4	59	90	2.15	3.25	8.84	13.40
2	Benigno Miguel Serna	0.55	1	24	44	1.24	2.25	7.47	13.58
3	Calixto González	0.75	3	81	108	2.62	3.49	14.51	19.35
4	Eugenio González	0.66	5	17	27	1.57	2.38	6.96	10.55
5	Eusebio Leguizamón	1.22	2	14	12	0.51	0.42	2.09	1.71
6	Felipe Díaz	1.80	3	42	24	2.03	1.13	9.94	5.52
7	Francisco Mereles	0.64	4	72	114	2.88	4.50	15.25	23.82
8	Gumercindo Ramírez	0.53	1	17	34	0.84	1.69	4.86	9.72
9	Lorgino Álvarez	0.81	3	4	4	0.13	0.16	0.64	0.79
10	Nolberto Chávez	0.55	2	26	47	1.12	2.04	5.65	10.28
11	Odilon Dávalos	0.52	2	83	160	2.90	5.57	12.98	24.96
12	Raquel Soler	0.87	4	59	67	2.50	2.87	13.12	15.08
Totales por parcela y hectárea				498	731	20.49	29.75	102.3	Prom: 12.4

En las 12 parcelas de cultivos que fueron inventariadas, se pudo observar una escasa variedad de especies. El número de las mismas por cada parcela oscila entre una y cinco especies diferentes. El mbocaya se encuentra presente en 11 parcelas (92%).

Del cuadro 5.3.1 se derivan los cuadros de 5.3.2 a 5.3.4, donde se esquematizan en porcentajes los resultados obtenidos en cuanto a número de árboles por hectárea, área basal por hectárea y volumen por hectárea respectivamente.

Cuadro 5.3.2 Numero de árboles por hectárea

Rango	<25 árboles/ha	25-50 árboles/ha	50-75 árboles/ha	75-100 árboles/ha	>100 árboles/ha	Total
N° parcelas	3	4	1	1	3	12 parcelas
%	25%	33.3%	8.3%	8.3%	25%	100 %

En cuanto al número de árboles por hectárea, el Cuadro 5.3.2 de arriba presenta los siguientes resultados: tres parcelas (25%) tienen menos de 25 árboles por hectárea y cuatro parcelas (33.3%) alberga entre 25 y 50 árboles por hectárea. Estos resultados son coherentes con las características propias de las parcelas de cultivos, que generalmente albergan solo una cantidad mínima de árboles.

Cuadro 5.3.3 Área basal por hectárea

Rango	<1.5 m ² /ha	1.5-3 m ² /ha	3-4.5 m ² /ha	>4.5 m ² /ha	Total
N° parcelas	3	5	3	1	12 parcelas
%	25	42	25	8	100 %

Los resultados para el área basal (superficie ocupada) por hectárea presentados en el cuadro 3, demuestran que tres parcelas (25%) presentan menos de 1.5m²/ha, mientras cinco parcelas (42%), tienen entre 1.5 y 3 m²/ha respectivamente y tres parcelas (25%) poseen entre 3 y 4.5 m²/ha. Solo una parcela (8%), presenta un área basal mayor a 4.5 m²/ha. El grafico 2 demuestra los porcentajes obtenidos.

Cuadro 5.3.4 Volumen total por hectárea

Rango	<5m ³ /ha	5-10 m ³ /ha	10-15 m ³ /ha	15-20 m ³ /ha	>20 m ³ /ha	Total
N° parcelas	2	2	4	2	2	12 parcelas
%	16.7	16.7	33.2	16.7	16.7	100 %

El cuadro 5.3.4 muestra los datos recabados sobre el volumen total por hectárea. El mismo demuestra que dos parcelas (16.7%) poseen menos de 5 m³/ha y otras dos parcelas (16.7%) poseen entre 5 y 10 m³/ha. Cuatro parcelas (33.2%), presentan un volumen total ente 10 y 15 m³/ha; mientras que en dos parcelas (16.7%), se observan entre 15 y 20 m³/ha.

5.3.2 Número de especies y árboles, área basal y volumen total por propietario en parcelas de praderas

Para la categoría de praderas fueron inventariadas unas 16 parcelas. Los valores calculados para este grupo se presentan en el siguiente Cuadro 5.3.5. En el mismo, se puede observar que 5 parcelas (31%) no presentan vegetación leñosa con DAP igual o mayor a 10 cm.

Cuadro 5.3.5 Características dasométricas generales de las parcelas de praderas.

N°	Propietario	Sup. (ha)	Numero de especies (N°)	Numero de árboles		Área basal		Volumen Total	
				En la parcela (N°)	Por hectárea (N°)	En la parcela (m ²)	Por hectárea (m ²)	En la parcela (m ³)	Por hectárea (m ³)
1	Atanacio Maciel	0.51	12	44	88	1.55	3.05	6.85	13.43
2	Diosnel Ayala	0.63	2	40	64	1.48	2.34	5.54	8.79
3	Edelia Ortellado de Ayala	0.61	4	101	166	2.70	4.43	10.84	17.77
4	Francisco Sánchez	1.31	5	133	102	4.32	3.30	20.16	15.39
5	Gerardo Vaezquen	1.96	-	-	-	-	-	-	-
6	Guillermo Valdez	0.93	3	58	62	2.28	2.45	14.43	15.52
7	Isidro Chamorro	0.95	7	71	74	3.03	3.19	15.79	16.62
8	Jorge Vidal	19.33	-	-	-	-	-	-	-
9	José Maria Santos	2.40	-	-	-	-	-	-	-
10	José Riveros	0.81	6	52	64	1.42	1.75	7.92	9.78
11	Leonor Morales	0.77	-	-	-	-	-	-	-
12	Rubén Sosa López	0.95	1	7	7	0.31	0.33	1.12	1.18
13	Santiago Fretes	0.65	1	11	17	0.45	0.70	1.86	2.86
14	Sicinia Benítez	0.53	3	17	33	2.99	5.64	4.67	8.81
15	Sixto González	0.90	5	14	15	0.42	0.47	2.14	2.40
16	Victorio Montiel	0.63	-	-	-	-	-	-	-
Totales por parcela y hectárea				548	692	20.95	27.65	91.3	Prom. 7.0

Entre las 16 parcelas de praderas inventariadas, también se registra un escaso número de especies. Las demás parcelas presentan entre una y siete especies, y solo en un caso, se observan 12 especies (parcela propiedad de Atanasio Maciel). También en este grupo el mbocaya tiene una presencia marcada en 11 parcelas.

Cuadro 5.3.6 Número de árboles por hectárea

Rango	<25 árboles/ha	25-50 árboles/ha	50-75 árboles/ha	75-100 árboles/ha	>100 árboles/ha	Total
N° parcelas	9	2	3	0	2	16 parcelas
%	55	13	19	0	13	100 %

Del cuadro 5.3.5 se derivan los cuadros 5.3.6 de arriba, 5.3.7, y 5.3.8; donde se esquematizan en porcentajes los resultados obtenidos en cuanto a número de árboles por hectárea, área basal por hectárea y volumen por hectárea, para el grupo de parcelas de praderas.

En el cuadro 5.3.6, nueve parcelas de pradera (55%), el número de árboles presentes por hectárea es menor a 25. En dos parcelas (13%) se observan entre 25 y 50 árboles por hectárea, mientras que en tres parcelas (19%) el rango varía entre 50 y 75 árboles respectivamente. Ninguna parcela se encuentra en la categoría de 75 a 100 árboles; no obstante, dos parcelas (13%), presentan más de 100 árboles por hectárea. Estas parcelas pertenecen a Edelia Ortellado de Ayala y Francisco Sánchez. El gráfico 4 muestra la distribución en porcentaje del número de árboles por hectárea en parcelas de praderas.

Cuadro 5.3.7 Área basal por hectárea

Rango	<1.5 m ² /ha	1.5-3 m ² /ha	3-4.5 m ² /ha	>4.5 m ² /ha	Total
N° parcelas	8	3	4	1	16 parcelas
%	50	19	25	6	100 %

El cuadro 5.3.7 por su parte, demuestra que el área basal para este grupo de parcelas es bastante escaso. Ocho parcelas (50%) tienen menos de 1.5 m²/ha. Dentro de este grupo se encuentran las cinco parcelas que no registran vegetación leñosa igual o mayor a 10 cm de DAP.

Los resultados del volumen total por hectárea presentados en el cuadro 8 de abajo, demuestran que ocho parcelas (50%) poseen menos de 5 m³/ha y tres parcelas (19%) poseen entre 5 y 10 m³/ha. Solamente una parcela (6%), presenta un volumen total ente 10 y 15 m³/ha.

Cuadro 5.3.8 Volumen total por hectárea

Rango	<5m ³ /ha	5-10 m ³ /ha	10-15 m ³ /ha	15-20 m ³ /ha	Total
N° parcelas	8	3	1	4	16 parcelas
%	50	19	6	25	100 %

5.3.3 Árboles inventariados por especies en parcelas de cultivos

En total se registraron 13 especies vegetales leñosas con DAP igual o mayor a 10 cm. Entre ellas es notoria la presencia del mbocaya (*Acrocomia totai* Mart.), con un total de 452 árboles inventariados durante el estudio. Entre las otras especies, sigue en orden de importancia el urunde'y molle (*Astronium* sp.) con 12 árboles observados en total. Las demás especies han sido observadas en menor número, como puede ser apreciado en el Cuadro 5.3.9. En total fueron contabilizados 498 árboles en las parcelas pertenecientes a cultivos.

Cuadro 5.3.9 Total de especies (mbocaya y otras especies forestales) ordenadas por nombre común

N°	Especies	Nombre común	N° Árboles Total en Parcelas
	<i>Acrocomia totai</i> Mart.	Mbocaya	452
Otras especies			
1	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Amba'y	2
2	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kamba aka	2
3	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Kurupa'y ra	1
4	<i>Sapium haemospermum</i> Muell. Arg.	Kurupika'y	1
5	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Lapacho negro	3
6	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	3
7	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peterevy	1
8	<i>Astronium</i> sp.	Urunde'y molle	12
9	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Ysapy'y moroti	3
10	<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Benth.	Yvyra ju	7
11	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	Yvyra pyta	6
12	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Yvyra ro	5
Total otras especies inventariadas			46
Total de arboles inventariados			498

Debido a la notoria cantidad de árboles de mbocaya, los cálculos observados en el cuadro 5.3.10, se realizaron separando la misma de las demás especies forestales. En promedio, se

calcula unos 55 árboles por hectárea dentro de las parcelas de cultivos, mientras que las demás especies aparecen en promedio por hectárea solo con 6 árboles.

Cuadro 5.3.10 Promedios de mbocaya y otras especies forestales en parcelas de cultivos.

Especies	N° Árboles		Área basal/especie (m ²)		Volumen / especie (m ³)	
	Total en Parcelas	Promedio por ha	Total en Parcelas	Promedio por ha	Total en Parcelas	Promedio por ha
Mbocaya	452	55	18.32	2.2	91.61	11.2
Total otras especies	46	6	2.17	0.2	10.7	1.2
Totales por parcela y hectárea	498	61	20.49	2.5	102.3	12.4

5.3.4 Árboles inventariados por especies en parcelas de praderas

Entre las parcelas de praderas, se registran 21 especies vegetales leñosas con DAP igual o mayor a 10 cm. Similar situación se observa, con la especie mbocaya (*Acrocomia totai* Mart.), con 392 árboles inventariados. Entre las demás especies, el yvyra pyta (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert), sigue en orden de importancia con 60 árboles observados en total. Estos resultados se muestran en el cuadro 5.3.11.

Otras especies notorias son Kurupika'y (*Sapium haemospermum* Muell. Arg.), Yvyra ro (*Pterogyne nitens* Tul.) y Yvyra ju (*Albizia hassleri* (Chodat) Benth.) con 15, 14 y 12 árboles inventariados respectivamente. La cantidad inventariada de las demás especies puede ser apreciada en el cuadro mencionado. En total fueron contabilizados 548 árboles en las parcelas pertenecientes a praderas.

Cuadro 5.3.11 Total de especies (mbocaya y otras especies forestales) ordenadas por nombre común.

N°	Especies	Nombre común	N° Árboles Total en Parcelas
	<i>Acrocomia totai</i> Mart.	Mbocaya	392
Otras especies			
1	<i>Rapanea lorentziana</i> Mez	Canelón	2
2	<i>Inga marginata</i> Willd.	Inga'i	1
3	<i>Celtis pubescens</i> (H.B.K.) Sprengel	Juasy'y	1
4	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Kurupa'y kuru	1
5	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Kurupa'y ra	6
6	<i>Sapium haematospermum</i> Muell. Arg.	Kurupika'y	15
7	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Lapacho negro	3
8	<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrader)	Laurel hu	1
9	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peterevy	4
10	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Sapirangy	4
11	<i>Pithecellobium scalare</i> Griseb.	Tatare	3
12	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbo	5
13	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohl.) Yakovlev	Urunde'y blanco	9
14	<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Ysapy'y moroti	1
15	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Yvyra ita	1
16	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Yvyra ovi	6
17	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Yvyra piu	7
18	<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Benth.	Yvyra ju	12
19	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	Yvyra pyta	60
20	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Yvyra ro	14
Total otras especies			156
Total inventariado			548

El cuadro 5.3.12 demuestra que también entre las parcelas de pradera se observan la gran cantidad de árboles de mbocaya, donde en promedio aparecen 30 árboles por hectárea. Las demás especies se presentan en promedio por hectárea con 13 árboles.

Cuadro 5.3.12 Promedios de mbocaya y otras especies forestales.

Especies	N° Árboles		Área basal/especie (m2)		Volumen / especie (m3)	
	Total en Parcelas	Promedio por ha	Total en Parcelas	Promedio por ha	Total en Parcelas	Promedio por ha
Mbocaya	392	30	15.75	1.3	63.14	4.7
Total otras especies	156	13	5.19	0.4	28.19	2.3
Totales por parcela y hectárea	548	43	20.95	1.7	91.3	7.0

En cuanto al área basal y volumen para el mbocaya, alrededor de 1.3 m²/ha y 4.7 m³/ha en promedio. Las demás especies presentan valores de 0.4 m²/ha de área basal y 2.3 m³/ha de volumen en promedio respectivamente.

5.3.5 Especies leñosas inferiores a 10 centímetros de diámetro (DAP)

El número de árboles por especie, por tipo de parcela y por hectárea se presentan en el Cuadro 5.3.13. Para el mismo fueron cuantificados todos los individuos con diámetros menores

a 10 centímetros de DAP.

La evaluación de especies con alturas menores a 1 m, o sea los denominados brinzales, debe ser considerada en cada caso particular de acuerdo con las características de las parcelas y los objetivos e intereses del proyecto. Esto porque las poblaciones de brinzales de especies arbóreas que han sido estudiadas se muestran muy cambiantes y sobre todo con altas tasas de mortalidad (Saenz et al 1999, citados por Inventarios Forestales para Bosques Latifoliados en América Central, 2002). Esto dificulta interpretar la información sobre brinzales en términos del desarrollo de las parcelas y la cantidad de existencias futuras. Por ello, generalmente se los denomina como regeneración natural “no establecida”.

En el cuadro 5.3.13 se aprecia el número de árboles de regeneración no establecida. Se nota mayor cantidad de regeneración en el grupo de praderas. La escasa cantidad de regeneración natural entre las parcelas de cultivos se debe a que por sus propias características, son terrenos destinados a la producción agrícola.

Se destacan sin embargo, regeneraciones de mbocaya (59 árboles/ha), en su mayoría observados en los linderos de las parcelas e yvyra pyta (32 árboles/ha).

Cuadro 5.3.13 Número de árboles con DAP menor a 10 cm por especies, por parcela y hectárea.

Nº	Especie	Nombre común	Cultivos		Pradera	
			Total/Parcela	Total/ha	Total/Parcela	Total/ha
1	<i>Citrus aurantium</i> L.	Apepu hai	7	8	3	4
2	<i>Psidium</i> sp.	Arasa pyta	12	15	48	65
3	<i>Rapanea lorentziana</i> Mez	Canelon	-	-	12	9
4	<i>Hovenia dulcis</i> Thumb.	Hovenia	1	1	-	-
5	<i>Jacaranda</i> sp.	Jacaranda	1	2	-	-
6	<i>Celtis pubescens</i> (H.B.K.) Sprengel	Juasy'y	4	1	35	68
7	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Ka'a oveti	1	2	-	-
8	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kamba aka	-	-	3	4
9	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Kurupa'y kuru	-	-	1	2
10	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Kurupa'y ra	1	1	-	-
11	<i>Sapium haemospermum</i> Muell. Arg.	Kurupika'y	16	20	7	7
12	<i>Tabebuia ocrhacea</i> (Cham.) Stand.	Lapacho amarillo	-	-	29	25
13	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Lapacho negro	13	8	1	2
14	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango	1	1	-	-
15	<i>Acrocomia totai</i> Mart.	Mbocaya	39	59	71	103
16	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	1	-	5	8
17	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peterevy	2	2	10	19
18	<i>Tabernamontana catharinensis</i> A. DC.	Sapirangy	2	3	28	33
19	<i>Pithecellobium scalare</i> Griseb.	Tatare	-	-	24	35
20	<i>Fagara</i> sp.	Tembetary	-	-	6	10
21	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbo	-	-	1	2
22	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohl.) Yakovlev	Urunde'y blanco	-	-	4	4
23	<i>Astronium</i> sp.	Urunde'y molle	-	-	1	1
24	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Yvyra ovi	1	-	43	70
25	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Yvyra piu	-	-	1	1
26	<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Benth.	Yvyraju	11	15	6	7
27	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	Yvyrapyta	25	32	63	73
28	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Yvyra'ro	3	4	19	20
Promedios general por hectárea				6		20

Las especies que más sobresalen entre las parcelas de praderas son mbocaya, también con un número muy por encima de las demás especies (103 árboles/ha), yvyra pyta e yvyra ovi con 73 y 70 árboles/ha. También resaltan el arasa pyta o guayavo (65 árboles/ha) y el juasy'y (68 árboles/ha).

5.3.6 Características especiales de la vegetación en las zonas de praderas

Dentro de esta categoría se incluyen aquellas áreas con fisonomías del tipo campos limpios (pastizales puros) y campos enmalezados o comúnmente llamados campos sucios (pastizales con vegetación arbustiva dispersa).

Los campos limpios aparecen sobre suelos ácidos, con problemas de drenaje o asociados a nacientes o cursos de agua. Las gramíneas del género *Setaria* son en especial abundantes,

acompañadas por el karaguata'i. Los campos enmalezados se desarrollan sobre suelos con mejor drenaje pero pobres en materia orgánica. No presentan estrato arbóreo y sí algunos arbustos aislados.

En las áreas degradadas aparecen algunas especies como chirca (*Baccharis* sp.), rutáceas como yvyra ovi (*Helietta apiculata*), tembetary (*Fagara* sp.) y la palma o mbocaya (*Acrocromia totai*). Para las comunidades descritas anteriormente y para el estrato herbáceo y arbustivo de poca altura, se observaron las siguientes especies: aguara ruguai (*Andropogon bicornis*), aratiku'i (*Rollinia emarginata*), brachiaria como especie introducida (*Brachiaria* sp.), cebadilla (*Digitaria sanguinalis*), doctorcito (*Eupatorium inulaefolium*), espartillo (*Elionurus muticus*), jagua pety (*Vernonia* sp.), kapi una (*Bidens pilosa*), kapi'i ati (*Cenchrus echinatus*), kapi'i pyta (*Setaria* sp.), malva blanca (*Sida cordifolia*), mbu'y (*Solidago* sp.), pangola, como especie introducida (*Digitaria decumbens*), typycha hu (*Sida spinosa*), y typycha moroti (*Sida* sp.) respectivamente.

5.4 Conclusión

Las principales características biofísicas encontradas entre las parcelas son la escasa cantidad de especies, la baja densidad relativa de árboles por área, aunque se observe una dinámica poblacional de individuos de la especie *Acrocromia totai* (Mbocaya), pero debido a las condiciones pobres del suelo. Otras especies encontradas son *Peltohorum dubium*, *Psidium* sp., *Sapium haematospermum*, *Tabebuia heptaphylla* y *Albizia hassleri*.

El volumen total (Vt) estimado en las parcelas de cultivos es de 12.4 m³/ha. Para las parcelas de praderas el volumen por hectárea encontrado es de 7,0 m³/ha.

De acuerdo a los resultados del inventario en las parcelas de muestreo, se han registrado dos especies en peligro (según SEAM), el lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y petereby (*Cordia trichotoma*). Considerando este resultado se recomienda las siguientes acciones en forma conjunta o individual, dependiendo de las situaciones que se presentan:

(1) Protección de los ejemplares existentes en las parcelas de reforestación

Con relación a la cantidad de árboles de las dos especies que son catalogadas como en peligro por la Secretaría del Ambiente (SEAM), encontradas en las parcelas de reforestación, son extremadamente escasas, apenas representan el 0,5% del total de los árboles inventariados en las parcelas de muestreo. Bajo esta observación se puede afirmar que las actividades relacionadas a la reforestación en pequeñas superficies, no implicaría un peligro crítico para la permanencia de las especies en el área, no obstante se recomienda no derribar los árboles existentes y excluir la plantación forestal hasta una distancia prudencial, con la finalidad de proteger la regeneración natural de las especies y asegurar su conservación.

(2) Medidas de compensación mediante la distribución de especies nativas protegidas

Los participantes del proyecto F/R-MDL no pueden garantizar la protección de las especies en peligro, porque las decisiones de que hacer con los árboles existentes en su parcela depende exclusivamente del propietario, pero puede realizar acciones que propicien la conservación de los mismos, como la promoción de la plantación de estas especies.

Para aumentar el número de árboles y extender el área con dichas especies, se recomienda la producción de plántulas y su correspondiente distribución a los productores, escuelas, entes públicos o a quienes tengan intención de plantarlas, paralelamente a proteger los que actualmente existen.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

J-Green, “DELIMITACIÓN DE FINCAS CON GPS, DELIMITACION DE PARCELAS DE REFORESTACION CON GPS, LEVANTAMIENTO DE DATOS TERRITORIALES Y SOCIALES EN LAS PARCELAS DE REFORESTACION CON GPS”, SV Servicios Profesionales, Marzo de 2007

J-Green, UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION (UNA), FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS (FCA), CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL (CIF) DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E INDUSTRIAS FORESTALES, “Determinación de la Densidad Específica de la madera de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* y *Grevillea robusta* A. Cunn.”, Marzo de 2007

- ANANIAS, R. 2006. Física de la madera (en línea). Chile: Universidad del Bío Bío, Departamento Ingeniería en Maderas. Consultado 22 sep 2006. Disponible en www.zeus.dci.ubiobio.cl.
- ARANGO, b; HOYOS, J. 1999. Variación de la densidad de la madera de *Eucalyptus grandis* en árboles de siete años de edad. Trabajo de grado. p 1-2.
- BASO, c. 2002. cooperación Iberoamericana para normalizar la madera de eucalipto de plantaciones como material estructural. Innovación y competitividad en la comunidad Iberoamericana. Ponencia invitada al Forum Iberoeka. Montevideo, Uy. p. 1-5.
- CORONEL, E. 1994. Variación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de especies nativas y cultivadas en el chaco Argentino. Revista Quebracho , N° 2 pp. 14-20.
- CHAVESTA, M; CONDORI, C. 2005. Madera Peruanas y exóticas. Características tecnológicas y usos de 10 especies forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Industrias Forestales. Perú p 62.
- FAO. 1998. Redes de Cooperación Técnica. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Especies arbóreas y arbustivas para la zonas áridas y semiáridas de América Latina. Disponible en www.rlc.fao.org.
- FBDS. Fundación Brasileña para el Desarrollo Sostenible. 2002. Emisiones y remociones de dióxido de carbono mediante cambios en las reservas de bosques plantados. Primer inventario brasileño de emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero. Informes de referencia. Ministerio de Ciencias y Tecnología. Br. p 1-48.
- KELLER, A; CRECHI, E; FASSOLA, H; FERNÁNDEZ, R; MOSCOVICH, F. 2006. Efectos de la intensidad del 1er raleo en *Grevillea robusta* crecimiento y la producción en el sur de Misiones, Argentina. (En acta 12as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales FCF, UNAM – Estación Experimental Argentina Montecarlo, INTA. p 1-12.
- LÓPEZ, J.A; STAFFIERI, G.M. Sf. Variación de la densidad de la Madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunnii* a los 21 años de edad. Estación Experimental Argentino INTA Bella Vista. Corrientes. Ar. p 1-9.
- MESKIMEN, G; FRANCIS, J. 1990. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Forest Service. P 211 – 217.
- PAN, E; MOGLIA, J; MORENO, G; JIMÉNEZ, A. M. 2004. Propiedades físicas en la madera

- de progenies de *Eucalyptus camaldulensis* en Santiago del Estero. (En acta: 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Estación Experimental Argentino Montecarlo, INTA. Narro. México. Madera y Bosques 3(1). pp 81-87.
- PÉREZ V; RHINER, G; CAÑETE, M; HAMPEL, H; MALETTI, C. 2006. Efectos de la intensidad de raleo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. (En acta: 12as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Estación Experimental Argentino Montecarlo, INTA.
- SÁNCHEZ, M. 2003. Variación tecnológica y aptitud de la madera de distintos orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis* utilizados comercialmente en Argentina. Proyecto de Investigación Aplicada (PIA) en Bosque de Cultivo. Concordia. Ar. P 1-27.
- SEPLIARSKY, F. 2002. Producción y mercadeo de madera de *Eucalyptus grandis*. XVII Jornadas Forestales de Entre Rios. Concordia. Ar. p 1-9.
- VALENCIA, S; VARGAS, J. 1997 Método empírico para estimar la Densidad Básica en muestras pequeñas de madera. Universidad Autónoma Agraria Antonio.
- ZÁRATE R; ORDÓÑEZ, V; MARTINEZ, J. 2001. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas de *Grevillea robusta* A. Cunn. del estado de Veracruz. Publicación científica. Revista Madera y Bosques 7(1) pp:57-69 57.

J-Green, UNA-FCA-CIF, “DETERMINACION DE ESCENARIOS DE CRECIMIENTO VOLUMÉTRICO DE *Grevillea robusta* A. Cunn.”, Marzo de 2007

- BRUNE, A. 1993. Zonificación Potencial de la Reforestación de la Región Oriental. Serie Documento Técnico CIF – FIA – UNA. San Lorenzo, Paraguay.
- COLCOMBET, L.; CRECHI, E.; FASSOLA, H.; LACORTE, S.; SAN JOSÉ, M. Diagrama de Manejo de *Grevillea robusta* en Misiones. Posibilidades de la Introducción del Ganado. Resultados (en línea). Consultado enero 2007. Disponible en www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/diagrama.htm
- COZZO, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Argentina. Hemisferio Sur. 610 p.
- DOETZER, M; FIGUEIREDO, A.; DISPERATI, A.; BAGGIO, D. 2003. Análise de Tronco Digital: Uma Nova Metodologia para a Medição de Anéis de Crescimento. Revista Floresta (Brasil). N° 33: 235 - 255
- ENCISO, V. 2001. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina (GCP/RLA/133/EC). Árboles fuera del bosque en Paraguay. Santiago, Chile.
- FERREIRA, C.A.; GONCALVES MARTINS, E.; da SILVA H. 2004. Ecuacoes para Cálculo do Volume e Peso de Compartimentos Aéreos de Arvores de *Grevillea robusta* (Cunn.) aos Oito Anos de idade (en línea). Consultado enero 2007. Disponible en www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarquv/boletim_49/pag_31_45.pdf
- FLORIANO, E. P. 2004. Efecto del desrame sobre el crecimiento y la forma de *Pinus elliottii* Engelm. Tesis de Maestría. PPGEF. UFSM. Santa Maria, RS, Brasil.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Por Antonio Carrillo. Eschborn:GTZ. 335 p.
- LORENSI DE CANTO, J.; SCHNEIDER, P. 2004. Crescimento da *Grevillea robusta* A.

Cunn. na Depressao Central do Rio Grande do Sul, Brasil (en linea). Consultado enero 2007. Disponible en www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/V14n2/A4V14N2/pdf.

PEREIRA, A.; 1977. A determinacao de funcoes de crescimento mediante analise do tronco. Curitiba. Universidad Federal do Parana. 127 p.

QUIRÓS, D.; GOMEZ, M. 1998. Manejo sustentable de un bosque primario intervenido en la zona Atlántica Norte de Costa Rica: Análisis financiero. Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 23 p

JIRCAS, UNA-FCA-CIF, “EVALUACIÓN DE PARCELAS A SER DESTINADAS PARA REFORESTACIÓN, PROYECTO F/R-MDL”, Marzo, 2008

BRASSIOLO, M. 1996. Determinación del tamaño de parcela para estudios de regeneración natural de quebracho colorado santiagueño y quebracho blanco. Revista Quebracho (4): 5 - 10. Santiago del Estero, Argentina. <http://fcf.unse.edu.ar/pdf/Quebracho/q4-01.pdf>

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Orozco, L.; Brumer, C. CATIE. Costa Rica.

DEGEN, R.; MERELES, F.; ORTIZ, M. 2004. Macizo Acahay: Estudio fitosociológico de un área boscosa. Rojasiana (PY). 6 (1): 81-93.

FALLAS, J. 2001. Propuesta metodológica para implementar un Programa Nacional de Inventario de Recursos Forestales en Costa Rica y resultados de su aplicación a nivel experimental en la península de Nicoya y en la Zona Norte. CAPITULO II. Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. PRMVS-EDECA. Costa Rica.

http://www.icomvis.una.ac.cr/telesig/pdf/Cap2_revision_literatura.pdf

FAO. 2004. Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005. Directrices para la elaboración de informes nacionales destinados a FRA 2005. Roma. <http://www.fao.org/docrep/007/j2132s/J2132S00.htm#TopOfPage>

HUSCH, B. 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. En: Simposio internacional y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. INFORA. Chile: 1-7.

HUTCHINSON, J. 1972. Inventario forestal de reconocimiento de la Región Oriental del Paraguay. PNUD/FAO/SFN.

LÓPEZ, J. A.; LITTLE, E.; RITZ, G.; ROMBOLD, J.; HAHN, W. 1987. Árboles comunes del Paraguay: Ñande yvyra mata kuera. Cuerpo de Paz. Paraguay.

MERELES, F.; DEGEN, R.; ORTIZ, M. 1994. La diversidad florística del Macizo Acahay, Paraguari, Paraguay. Rojasiana (PY). 2 (2): 129-163.

MOSCOVICH, F.; KELLER, H.; MARTIARENA, R.; FERNÁNDEZ, R.; BORHEN, A. 2003. Determinación del tamaño óptimo de parcela para estudios de composición florística de selva y forestaciones de coníferas de la provincia de misiones, argentina. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNaM- EEA Montecarlo –INTA Eldorado, Misiones, Argentina. <http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/documentos/forestales/moscovichparcela.pdf>

QUINTEROS, M. 2000. Determinación de biomasa y carbono almacenado. No publicado. San Lorenzo.

UNFCCC, 2005. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Alemania.

ANEXO: Formulario de encuesta a productores sobre reforestación

ENCUESTA SOBRE REFORESTACIÓN

Nombre del productor: Encuesta N°.....
 Compañía: Encuestador:
 Comunidad:..... Fecha:...../...../.....
 Distrito: Sup. de la fincaha.....

<i>Marcar con (X)</i>		
1. Tiene interés en la reforestación	(Si)	(No) ¿Por qué?

En caso de responder sí, continuar con las demás preguntas;

<i>Marcar con (X)</i>		
2. ¿Ud. es beneficiario del actual Proyecto?	(Si)	(No)

3. Indicar la superficie que destinaría para reforestar, por especie/s

Indicaciones	Especies	Sup. Total (ha)	<i>Marcar Sup. en (ha)</i>		
			Parcela	Sup. (ha)	(*) Bosque después 1990
(a) La superficie mínima de reforestación con: 1. Eucalipto y 2. Paraíso Gigante, objetos de CDM, será de mínimo 0,5 ha. (80%)	1. Eucalipto Grandis		PE-1		
			PE-2		
			PE-3		
	2. Paraíso Gigante		PP-1		
			PP-2		
			PP-3		
(b) Las demás especie 3. y 4. no serán consideradas en el CDM (20%)	3. Frutales				
	3.1.				
	3.2.				
	3.3.				
(c) En caso de que un productor desee en varios bloques B1, B2 etc., indicar la sup./Parcela	4. Otros, <i>indicar abajo</i>				
	4.1.				
	4.2.				
	4.3.				
(d) En caso que el lugar fue bosque después de 1990, no será considerado en CDM	Total:				

Obs: (*) Marcar con una (X) sí el lugar indicado fue bosque después de 1990

4. Qué características tiene el lugar de la finca que tiene pensado reforestar? / indicar por parcela

Marcar con (X)

Características del lugar	Uso actual	Bloques					
		PE-1	PE-2	PE-3	PP-1	PP-2	PP-3
-Lugar plano							
-Con pendiente							
-Con afloración de piedras/rocas							
-Suelos bajos inundables							
-En el perímetro de la finca							
-En el frente de la finca, límite con el camino							
-Al costado de cursos de agua							
-Alrededor de la casa							
- Especifique el lugar							
.....							
.....							
...							

5. Principales objetivos que piensa lograr con la reforestación / indicar por parcela

Marcar con (X)

Objetivos	PE-1	PE-2	PE-3	PP-1	PP-2	PP-3
-Aprovechar los productos forestales						
- Agroforestería						
- Conservación de suelo						
-Obtener forraje para el ganado						
-Protección y sombra de animales						
-Para definir límites de la propiedad						
-Cortina rompevientos						
-Dejar como patrimonio familiar						
-Otros (Indicar)						
.....						

6. Reforestación bajo la asistencia de J-Green (Proyecto actual)

Marcar con (X)

Con la asistencia de J-Green, ¿Actualmente ya inició la reforestación?	(Si)	(No)
	En caso de no, ¿por qué?:	
<i>En caso de sí, continuar</i>		
-Indicar la fecha de plantación/...../.....	
-Indicar especie/s forestales plantadas	(i)	(ii)
-Indicar superficie reforestada por especie/s	() ha	() ha
- Confirmación de no haber sido bosque desde 1990	()	()

7. Régimen de tenencia de la tierra

Marcar con (X)

Régimen	Marcar (X)	Tiempo que vive en el lugar (años)	Situación
Propietario			1. Con título definitivo () 2. En proceso de titulación () 3. Sin título ()
Ocupante			
Otras formas			Especificar: 1. 2.

8. Dibujar un Croquis de la Finca (solo en caso de no contar con plano GIS)

Conteniendo las siguientes referencias:

1. Lugar/es de la finca que tiene pensado reforestar, indicar Bloque/s
2. Ubicación de la vivienda, camino, aguadas, bosques, referencia de pendiente, etc.
3. Otras referencias importante

Observaciones (del encuestador)