

**Comportamiento de especies maderables en
diferentes fincas del Grupo R.Q. en
Coatepeque, Guatemala**

Wilmer Antonio Figueroa Almendarez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2007

ZAMORANO
Carrera Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

**Comportamiento de especies maderables en
diferentes fincas del Grupo R.Q. en
Coatepeque, Guatemala**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente en el grado académico de Licenciatura.

Presentado por:

Wilmer Antonio Figueroa Almendarez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Wilmer Antonio Figueroa Almendarez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Comportamiento de especies maderables en diferentes
fincas del Grupo R.Q. en Coatepeque, Guatemala**

Presentado por:

Wilmer Antonio Figueroa Almendarez

Aprobado por:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

Mayra Falck, M.Sc.
Directora de la Carrera de Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente

Carlos Orellana, Ing. Forestal.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por mantenerme siempre en constante trabajo y darme esa fortaleza que siempre necesité en todo momento de mis días más difíciles durante mi estadía en Zamorano.

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron, el apoyo que no me faltó en ningún momento y por la forma que creyeron en mí que me dio fuerza para continuar luchando.

A mis hermanos que siempre estuvieron conmigo en todo momento dándome su apoyo y su mano cuando más los necesitaba.

Al Ing. Nelson Agudelo, que siempre estuvo presente y por la confianza puesta en mí para que este estudio se realizara con éxito.

A Jorge Araque, por estar siempre a mi lado dándome apoyo para realizar uno de mis más ansiados sueños, por estar conmigo en los momentos más difíciles así como aquellos momentos de alegría, gracias amigo.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Manuel Baccaro y su esposa Doña Mirna, por sus consejos y cariño, por la amistad que me brindaron sin condición y por haberme recibido en su casa como un miembro más de su familia.

Al Lic. Roberto Quintanal, por su apoyo, la confianza que me brindó en todo momento y la oportunidad de realizar este proyecto.

Al Ing. Rudy Velásquez y su familia, por su apoyo, por sus consejos y por creer en lo que estaba haciendo. Gracias a su familia pude encontrar unos grandes amigos que siempre los voy a llevar en el corazón. Gracias Pedro, Omar y Alejandra mi segunda familia.

Ing. Carlos Orellana por brindarme sus consejos para la realización de este estudio y facilitarme la información adecuada adquirida a través de su experiencia en el campo.

Al Ing. Manuel Padilla por su valiosa ayuda en la revisión del documento de tesis final.

A Don Venedicto y Dalyn, quienes me ayudaron como nadie lo hubiera hecho en todo el trabajo de campo, gracias por eso, amigos.

A Iván, Don Rolando, Silas, Don Walter, gracias por haberme brindado toda su amistad y apoyo que necesité durante mi estadía, siempre estuvieron conmigo en todo momento.

A mis amigos y colegas Roy y Carlos por haberme dado su amistad incondicional durante el transcurso de nuestras clases en la carrera.

A las personas que logran hacer de su trabajo una ayuda constante para todos nosotros como estudiantes en todo momento, gracias a la siempre alegre Rosalba, Iris mi amiga, Fanny, Reiniery, Pablo, Carlos Julio y la inolvidable Liliam.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Fundación W.K. Kellogg: Por el apoyo económico para realizar mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Figuroa, Wilmer. 2007. Comportamiento de especies maderables en diferentes fincas del Grupo R.Q. en Coatepeque, Guatemala. Proyecto especial de graduación del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 37p.

Para disminuir la presión que existe sobre los bosques se han establecido plantaciones forestales que representan tan sólo una proporción muy reducida de la superficie mundial de bosques. Se estima que en 1995 abarcaban unos 123.7 millones de ha, lo que equivale al 3.5% aproximadamente, del total de superficie forestal en el mundo. La cultura de Guatemala tiene sus raíces en las actividades agrícolas y no en las forestales, al extremo que las tierras boscosas, aun las que tienen vocación eminentemente forestal, han sido consideradas por mucho tiempo únicamente como reservas para la agricultura y la ganadería. La actividad forestal no ha sido desarrollada sobre bases técnicas y científicas. El presente estudio busca ampliar conocimientos en aspectos silvícola y de manejo de plantaciones forestales establecidas con propósitos de producción maderera. El estudio se enfoca en el levantamiento de parcelas de muestreo permanente mixtas y puras de especies importantes en la producción de madera (caoba, palo blanco, eucalipto y acacia) para determinar índices de crecimiento (Incremento medio anual, diámetro a la altura del pecho, altura total y altura comercial) y desarrollar plantaciones que consigan mejores rendimientos. En el proceso del levantamiento de información del comportamiento de estas especies maderables, el enfoque se orientó en las más promisorias en términos económicos: caoba y palo blanco, creándose una base de datos que demostró que la inversión en estos maderables es una actividad rentable para la empresa y son adecuados para cada sitio de plantación ya sea en lotes puros o en lotes mixtos. En vista de los resultados obtenidos y el precio de la madera en el mercado, es necesario continuar con los programas de medición, podas de formación y raleos en las plantaciones para garantizar a futuro masas saludables y de mayor rendimiento por unidad de área.

Palabras claves: silvícola, raleos, rendimiento, rentable, diámetro a la altura del pecho, IMA

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla..... | i |
| Auditoria..... | ii |
| Página de firmas | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimientos..... | v |
| Agradecimiento a patrocinadores | vi |
| Resumen..... | vii |
| Índice de cuadros..... | x |
| Índice de figuras | xii |
| Índice de anexos | xiii |
| | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 OBJETIVO GENERAL | 1 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 2 |
| | |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 2 |
| 2.1 ESTADO ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL..... | 2 |
| 2.2 PLANTACIONES FORESTALES..... | 5 |
| 2.3 BOSQUES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE..... | 5 |
| 2.4 MERCADO, USOS Y CONSUMO DE MADERA. | 6 |
| 2.5 RECURSO FORESTAL EN GUATEMALA..... | 8 |
| | |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| 3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO. | 11 |
| 3.1.1 Aspectos geográficos y políticos..... | 11 |
| 3.1.2 Aspectos físicos..... | 11 |
| 3.2 MATERIALES..... | 12 |
| 3.2.1 Materiales para el levantamiento..... | 12 |
| 3.2.2 Materiales para el análisis y evaluación | 12 |
| 3.3 METODOLOGÍA..... | 12 |
| 3.3.1 Metodología de levantamiento. | 12 |
| 3.3.2 Metodología de evaluación..... | 13 |
| | |
| 4. RESULTADOS..... | 12 |
| 4.1 FINCA PIEDRA PARADA. | 12 |
| 4.1.1 PMP establecidas en lotes puros..... | 17 |
| 4.1.2 PMP establecidas en lotes mixtos..... | 19 |
| 4.1.3 PMP establecidas para la evaluación de árboles semilleros..... | 20 |
| 4.2 FINCA SAN LUÍS MALACATÁN..... | 21 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|-----------|
| 4.2.1 | PMP establecidas en lotes puros..... | 22 |
| 4.2.2 | PMP establecidas en lotes mixtos..... | 22 |
| 4.3 | FINCA SANTA MARTHA. | 23 |
| 4.3.1 | PMP establecidas en lotes mixtos..... | 24 |
| 5. | DISCUSIÓN..... | 25 |
| 6. | CONCLUSIONES | 27 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 27 |
| 8. | BIBLIOGRAFÍA | 27 |
| 9. | ANEXOS | 32 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|--|---------------|
| 1. Consumo nacional de productos forestales de algunos países, 1989. | 6 |
| 2. Exportaciones de madera procesada..... | 7 |
| 3. Superficie por tipos de bosque en Guatemala. | 8 |
| 4. Distribución de cobertura boscosa por departamento, Guatemala..... | 9 |
| 5. Cobertura boscosa por categoría, Guatemala. | 9 |
| 6. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de <i>Swietenia macrophylla</i> en el sitio El Chirmolón. | 17 |
| 7. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de <i>S. macrophylla</i> en el sitio El Chirmolón. | 18 |
| 8. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para <i>Tabebuia donnell-smithii</i> , sitio Coyote Nuevo y la Lima..... | 18 |
| 9. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros <i>Acacia mangium</i> , sitio Las Conchas..... | 18 |
| 10. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>S. macrophylla</i> en el sitio El Chirmolón. | 19 |
| 11. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>T. donnell-smithii</i> en el sitio El Chirmolón. | 19 |
| 12. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>Eucaliptus deglupta</i> en el sitio El Chirmolón. | 20 |

| | |
|--|----|
| 13. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para portagranos de <i>T. donnell-smithii</i> , sitio Hulera 99. | 20 |
| 14. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para portagranos de <i>Acacia mangium</i> , sitio Las Conchas y San Benito. | 21 |
| 15. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de <i>S. macrophylla</i> en el sitio Cuchilla La Paz..... | 22 |
| 16. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de <i>Khaya senegalensis</i> , sitio Entre Los Robles. | 22 |
| 17. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para <i>S. macrophylla</i> , Cuchilla La Paz. | 23 |
| 18. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para <i>S. macrophylla</i> , Cuchilla La Paz. | 23 |
| 19. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>S. Macrophylla</i> , Santa Martha. | 24 |
| 20. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>Tabebuia donnell-smithii</i> , Santa Martha. .. | 24 |
| 21. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>K. Senegalensis</i> , Santa Martha. | 25 |
| 22. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de <i>T. rosea</i> , Santa Martha..... | 25 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|---|---------------|
| 1. Distribución geográfica del área estimada de plantaciones forestales en el mundo, 1995..... | 4 |
| 2. Conformación del sector forestal de Guatemala. | 10 |
| 3. Distribución de la PMP, sitio El Chirmolón, Piedra Parada..... | 12 |
| 4. PMP de <i>S. macrophylla</i> , parcela mixta No 2, El Chirmoón..... | 17 |
| 5. PMP de <i>S. macrophylla</i> establecida en lotes mixtos con café, Finca San Luís Malacatán, parcela No 1..... | 21 |
| 6. PMP de <i>S. macrophylla</i> establecida en lotes mixtos con café, Finca Santa Martha, parcela No 4..... | 24 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Anexo | Página |
|---|---------------|
| 1. Resultado de las variables de crecimiento por especie en el área de Las Pampas, Finca Piedra Parada..... | 32 |
| 2. Resumen de cada PMP, mixtas y puras, ubicados en El Chirmolón, Finca Piedra Parada. | 33 |
| 3. Resumen de cada PMP, mixtas y puras, Finca San Luis Malacatán. | 34 |
| 4. IMA de la parcela 1,4 y mapa de la parcela 4, Finca Santa Martha. | 34 |
| 5. Distribución de la PMP, área El Chirmolón, Piedra Parada..... | 36 |
| 6. Croquis de las PMP mixtas, Palo Hueco, San Luís Malacatán. | 36 |

1 INTRODUCCIÓN

Centroamérica es una región con una inmensa riqueza florística y especies maderables de alto valor económico en los bosques maduros que todavía posee. Pese a esto, sólo cuatro son las especies que dominan el mercado de maderas nobles y son la caoba, granadillo, cedro y nogal. Esta preferencia y afinidad por estas maderas es la causa de la gran presión que viven actualmente los bosques latifoliados, maduros de la región tropical y subtropical del mundo. Esta explotación selectiva debería conducir al estudio y domesticación de especies no tradicionales que reúnan las propiedades físico-mecánicas adecuadas y que satisfagan las necesidades del mercado. Con ello podría aliviarse, por lo menos parcialmente, la presión sobre los bosques naturales.

Está aumentando el potencial de las plantaciones forestales para atender parcialmente la demanda que pesa sobre los bosques naturales, de madera y fibra para usos industriales. Aunque representan sólo el 5% de la cubierta forestal mundial, se estima que las plantaciones forestales en el año 2000 suministraban alrededor del 35% de la madera en rollo del mundo, con un aumento previsto hasta el 44% para el año 2020. En algunos países la producción de las plantaciones forestales contribuye ya a la mayor parte del suministro de madera industrial.

Los programas intensivos de reforestación, que en la mayoría de los países latinoamericanos están liderados por el sector privado, con el apoyo de programas nacionales, han permitido una mayor productividad y han hecho más competitivas las plantaciones forestales.

Dadas las tendencias y las posibles perspectivas en cuanto a la oferta y demanda de productos forestales y a los recursos forestales, se ha registrado un mayor interés en el establecimiento de plantaciones forestales en años recientes. Las plantaciones pueden mitigar la potencial escasez de madera en el futuro y brindar una continuidad de abastecimiento para las actuales necesidades de leña de las industrias y los hogares. Sin embargo, a pesar de este interés, es poca la información acerca de los recursos de plantaciones forestales.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Ampliar conocimientos en aspectos silvícola y de manejo de plantaciones forestales establecidas con propósitos de producción maderera.

1.1.2 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de especies forestales maderables plantadas bajo diferentes condiciones de sitio y tipos de plantación.
- Establecer una red de parcelas de muestreo permanente (PMP), para el monitoreo periódico de variables de crecimiento.
- Crear una base de datos para cada PMP y para cada especie que permita llevar el registro de variables de crecimiento.
- Establecer comparaciones de variables de crecimiento entre sitios, entre especies y entre tipo de plantación.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ESTADO ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL

Los bosques cubren alrededor de 3,870 millones de ha, que representa el 30% de la superficie terrestre del planeta. La variación anual neta de la superficie forestal mundial durante el último decenio (1999-2000) se estimó en 9.4 millones de ha, cifra que representa la diferencia entre la anual estimada de deforestación de 14.6 millones de ha y la tasa anual estimada de incremento de la superficie de bosque de 5.2 millones de ha (FAO, 2001).

Más del 80% de los bosques primarios del mundo han sido destruidos o degradados. Hoy en día, muchos países han perdido toda su cubierta de bosque original. La mayor parte de lo que queda está amenazado por la tala ilegal y destructiva. Los bosques primarios amenazados por la industria forestal se localizan en Finlandia, Canadá, Indonesia, Rusia, Brasil, África Central y Occidental (FAO, 2004).

Dos tercios de las 250,000 especies de plantas vasculares del mundo crecen en regiones tropicales, y la mayoría de ellas se presentan solamente en los bosques tropicales húmedos. Los bosques lluviosos tropicales albergan más de la mitad de las especies vegetales y animales de la tierra, pero apenas cubren el 7% de la superficie terrestre, y cada hora por lo menos 4,500 ha de bosque tropical son destruidos (John, 1998).

Como se menciona en el informe de la FAO: “Existe deforestación y degradación en zonas áridas y de montaña que poseen ya una cubierta forestal limitada y son entornos frágiles expuestos a la erosión de los suelos y otras formas de degradación, y donde las comunidades pobres dependen mucho de los bosques para su alimentación, sus combustibles y sus ingresos. Entre las principales causas de la degradación forestal en estos países el informe destaca: la excesiva recolección de leña, el pastoreo extensivo e intensivo, los incendios, las malas prácticas y abuso en el aprovechamiento de la madera” (FAO, 1997).

La FAO asegura, por otra parte, que se ha registrado un aumento continuo de la demanda de productos forestales. Entre 1970 y 1994 el consumo mundial de madera aumentó un 36%. La demanda de leña, fuente principal o única de energía doméstica para dos quintas partes de la población mundial, sigue aumentando un 1.2% anual. Un 90% aproximadamente de la leña mundial se produce y utiliza en los países en desarrollo. En cambio, los países desarrollados contribuyen con más del 70% de la producción y el consumo total mundial de productos madereros industriales (PAFG, 1998).

Para cubrir la demanda se está incrementando rápidamente la disponibilidad de madera procedente de plantaciones en Asia, Oceanía y Latinoamérica. Así, "la superficie de los cultivos forestales en los países en desarrollo, por no hablar de otros, se ha duplicado, pasando de 40 millones de ha en 1980 a más de 80 millones en 1995" (FAO, 1997).

En la Figura 1 se muestra la distribución geográfica del área estimada de plantaciones forestales en el mundo en 1995. En ella puede apreciarse que Asia contiene la mayor proporción mundial de plantaciones forestales, con poco menos de la mitad de la superficie total.

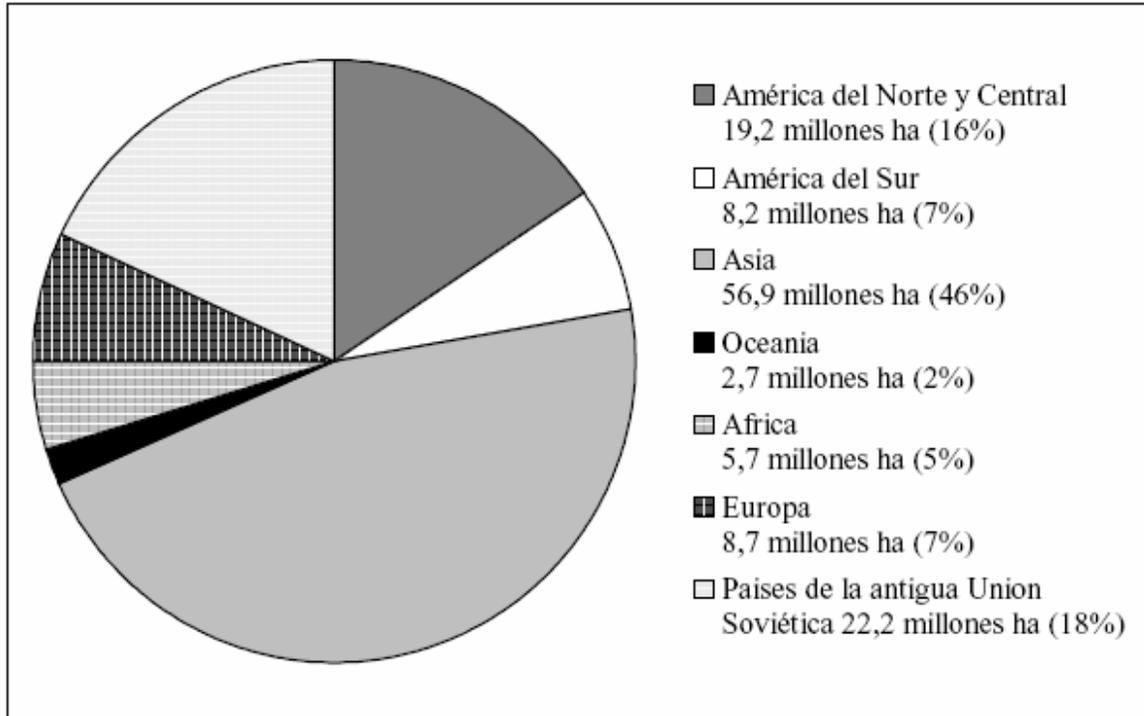


Figura 1. Distribución geográfica del área estimada de plantaciones forestales en el mundo, 1995.

Fuente: FAO, Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005.

Hoy en día, para muchos países en desarrollo la madera es una fuente muy importante de divisas y millones de personas todavía dependen de los bosques para satisfacer casi todas sus necesidades. Cerca de 2,000 millones de personas dependen de la leña y el carbón vegetal como fuente principal de combustible y el consumo mundial de biomasa supone el 14% del consumo de energía. Según el estudio de la FAO el 55% de la producción mundial de madera corresponde a combustible de madera, del cual el 90% se produce y se consume en estos países. En cambio, la producción de madera industrial, estuvo dominada por los países desarrollados, a los que correspondió en conjunto el 79% de la producción mundial (Lara, 2002).

La extracción indiscriminada de madera es una de las mayores amenazas y según el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) afecta a más del 70% de los bosques primarios del planeta. Algunos países han sobreexplotado sin miramientos sus bosques, sin

reconstruirlos, pero también hay que tener en cuenta que en Europa y en muchos otros países del mundo, se han realizado activas políticas de repoblación forestal, y que su porvenir es por lo menos esperanzador. El problema son los bosques tropicales que se localizan en zonas del mundo donde reina la pobreza y donde los ecosistemas forestales carecen de cualquier tipo de gestión que conserve su capital leñoso. Existe un creciente movimiento encaminado a promover las maderas producidas de manera sostenible, valiéndose del etiquetado de los productos madereros, en vez de prohibir de forma indiscriminada todas las maderas tropicales, o de otras procedencias, lo que podría tener un efecto contrario al perseguido (como abandono, incendios, degradación, etc.). Para ello se debe asegurar a los consumidores que los productos madereros que adquieren han sido producidos en bosques bien gestionados (Martín, 2002).

La superficie de plantaciones forestales existentes en el mundo ronda en 187 millones de ha (el 5% de la superficie mundial de bosques). Asia, con el 62% del total mundial es con mucho la región con mayor extensión de plantaciones forestales, que representan más de la quinta parte de todos los bosques de Asia. En tan sólo 10 países se concentran el 80% de las plantaciones de todo el mundo. El 60% de las plantaciones forestales están situadas en sólo cuatro países: China, India, Federación Rusa y Estados Unidos de América (FAO, 2002).

Aunque las especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* siguen siendo las más comunes en plantaciones forestales (20 y el 10% respectivamente), se está produciendo un aumento en la diversidad de especies en las plantaciones (Lara, 2002).

2.2 PLANTACIONES FORESTALES

La mayor parte del área total de plantaciones se haya en unos pocos países: China, la Federación de Rusia, los Estados Unidos de América, la India y Japón, que han establecido más de 10 millones de ha de plantaciones forestales cada uno. Estos cinco países representan en conjunto el 64.7% de los recursos mundiales de plantaciones. La superficie de plantaciones forestales supera el millón de ha sólo en 18 países (FAO, 2007).

Las plantaciones de bosques tropicales y subtropicales constituyen el 44.7% de los recursos mundiales. Las especies latifoliadas tropicales ocupan el 56.7% de la superficie de plantaciones forestales tropicales, en las que predominan dos géneros: *Eucalyptus* y *Pinus*. En los países templados y boreales las plantaciones conforman el 55.3% de los recursos mundiales, y en ellas predominan las especies de coníferas. De éstas, las más importantes pertenecen a lo géneros de picea, pinos y abetos (Lara, 2002).

2.3 BOSQUES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Latinoamérica, el Caribe y África son hoy las regiones que experimentan mayores pérdidas. África, con el 16% de la superficie forestal mundial, perdió el 9% de sus bosques entre 1990 y 2005. En la región latinoamericana, con el 47% de las tierras y el

22% de los bosques de todo el mundo, se observó como la tasa de pérdida anual pasaba del 0.46 al 0.51% entre 2000 y 2005 (FAO, 2007).

De 1990 a 2005, la región de América Latina y el Caribe perdió alrededor de 64 millones de ha de superficie forestal. Durante ese período, la superficie forestal aumentó en un 11% en el Caribe y disminuyó en 19% en América Central, y un 7% en América del Sur. En ese mismo período, la superficie forestal disminuyó del 51 al 47% de la superficie terrestre total en la región. La superficie total de otras tierras boscosas se mantuvo estable, representando el 6% de la superficie terrestre total (FAO, 2007).

2.4 MERCADO, USOS Y CONSUMO DE MADERA

Hoy en día, la corta de las plantaciones forestales representa quizá el 12% de la explotación total mundial de madera rolliza. Se estima que las plantaciones de uso industrial contribuyen con un 22.2% de la producción mundial de madera en rollo industrial, en comparación con las plantaciones forestales no industriales, que aportan un 4.4% a la producción de leña (Ramos, 2004).

En conjunto, la cantidad de madera que usan los propios países en desarrollo ha aumentado significativamente en los últimos años. Su consumo total aparente subió de 161 millones de m³ en 1970 a 395 millones de m³ en 1989. En gran parte el incremento del mercado de cada país es paralelo a su crecimiento demográfico. Aunque su consumo por persona sea modesto en comparación con el de los países desarrollados, el volumen absoluto de productos necesarios para satisfacer la demanda nacional es sustancial (Mendizábal, 1991). El Cuadro 1 pone de relieve la enorme diferencia existente en el consumo y el volumen de madera de los países desarrollados y el de los países en desarrollo.

Cuadro 1. Consumo nacional de productos forestales de algunos países, 1989.

| País | Madera aserrada | Tableros | Papel y cartón |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | Total (miles de m ³) | Total (miles de m ³) | Total (miles de m ³) |
| India | 17,465 | 427 | 2,182 |
| Malasia | 3,156 | 429 | 432 |
| Indonesia | 7,582 | 745 | 883 |
| Pakistán | 873 | 97 | 406 |
| Malawi | 31 | 7 | 10 |
| Nigeria | 2,712 | 256 | 154 |
| Camerún | 587 | 64 | 45 |
| Tanzania | 151 | 14 | 50 |
| Brasil | 17,639 | 2,236 | 3,918 |
| EE.UU. | 129,349 | 34,900 | 72,298 |

Fuente: FAO, 1991.

Según las previsiones de la ONU contenidas en el *Estudio de las tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe*, el suministro anual potencial de maderas de plantaciones gestionadas de forma sostenible se incrementará desde 303 hasta 480 millones de m³ entre 2003 y 2020. Paralelamente, el suministro anual potencial de madera de los bosques naturales se reducirá de 320 hasta 293 millones de m³ en el mismo periodo.

En el año 2003, de acuerdo al Anuario de Productos Forestales de la FAO, la producción total de madera en rollo, que incluye madera para combustible y para fines industriales, fue de 1,075 millones de m³ (América del Norte 643 millones de m³, Mesoamérica 89 millones de m³, Caribe 6 millones de m³ y América del Sur 337 millones de m³), lo que es equivalente al 32% de la producción total de madera en rollo en el mundo.

La producción de los principales productos forestales en el mismo año para la Región fueron los siguientes: madera aserrada 186 millones de m³, tableros 68 millones de m³ y pasta de madera 93 millones de toneladas. Esto representa 46%, 32% y 54% respectivamente de la producción mundial de estos productos (FAO, 2004).

En cuanto al comercio forestal en el año 2003, las importaciones de productos forestales en América Latina alcanzaron aproximadamente US\$ 35,000 millones y las exportaciones US\$ 44,000 millones. Lo que representa 22% y 29% respectivamente del comercio forestal mundial (INAB, 2007).

El aprovechamiento de los recursos del bosque se concentra en unas cinco especies de mayor demanda comercial como son: caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), lupuna (*Chorisia integrifolia*), cumala (*Virola spp.*) y variedades de moena (*Aniba spp.*) (FAO, 2004).

Como se puede observar en el Cuadro 2, la mayor parte de la madera de exportación, se exporta en forma de papel a nivel mundial, pero en América Latina y el Caribe este rubro representa solo el 1,4% del total de US\$ 65,544 millones en el mundo, pero por el contrario la celulosa representa un 13.3% de los US\$ 15,802 millones producidos a nivel mundial.

Cuadro 2. Exportaciones de madera procesada.

| Exportaciones | Total en el mundo | AL y C | AL y C (%) |
|------------------------------|--------------------------|---------------|-------------------|
| Papel | 65,544 | 923 | 1.4 |
| Celulosa | 15,802 | 2,105 | 13.3 |
| Rollizos | 7,292 | 152 | 2.1 |
| Aserrada | 23,746 | 1,047 | 4.4 |
| Paneles | 17,552 | 789 | 4.5 |
| Total (US\$ millones) | 133,893 | 4,999 | 3.7 |

Fuente: II congreso forestal latinoamericano, 2002.

Con respecto a las importaciones las mismas están concentradas en cinco productos: 61% papel, cartón y sus manufacturas, 8% pasta de madera y otras materias fibrosas celulósicas, 7% madera, carbón vegetal, y manufacturas de madera, 7% productos editoriales y 5% corcho y sus manufacturas (FAO, 2004).

2.5 RECURSO FORESTAL EN GUATEMALA

Cuando se realizan proyecciones de la oferta y la demanda, uno de los mayores desafíos consiste en estimar la disponibilidad futura de los recursos forestales y calcular el volumen de madera en rollo que podría producirse a partir de esas áreas (PAFG, 1998). En Guatemala, los tipos de bosques más importantes se ilustran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Superficie por tipos de bosque en Guatemala.

| Tipo de bosque | 1992 (ha) | 1999 (ha) | % de reducción anual |
|----------------|-----------|-----------|----------------------|
| Latifoliado | 3,017,600 | 2,244,432 | -3.2 |
| Coníferas | 228,200 | 101,650 | -6.93 |
| Mixtos | 127,000 | 459,962 | 32.77 |
| Manglares | 17,400 | 17,726 | 0.23 |

Fuente: FAO, 1989.

Las tasas anuales de reducción de los bosques latifoliados y sobretodo los de coníferas, son extremadamente altos, sin embargo aparece un aumento considerable en la superficie de los bosques mixtos. En el caso de los manglares se nota una buena estabilidad e inclusive un ligero aumento de área en su cubierta total. Sin embargo, cuando se hace la contabilidad total del estado de cobertura y los cambios para Guatemala, se encuentra una tasa de deforestación igual a 1.7% anual, incluyendo otros tipos de cubierta forestal no indicados en la tabla arriba mostrada. El Cuadro 4 muestra la distribución de cobertura boscosa para todos los departamentos.

Cuadro 4. Distribución de cobertura boscosa por departamento, Guatemala.

| Departamento | Extensión (ha) | Cobertura boscosa (ha) | % del total del área boscosa |
|---------------|------------------|------------------------|------------------------------|
| Petén | 3,585,400 | 1,880,000 | 61.1 |
| Quiché | 837,800 | 323,250 | 10.5 |
| Izabal | 903,800 | 200,650 | 6.5 |
| Huehuetenango | 740,000 | 1,880,200 | 6.1 |
| Alta Verapaz | 868,600 | 118,450 | 3.9 |
| Total | 6,935,600 | 4,402,550 | 88.1 |

Fuente: PAFG, 1998.

El 88.1% de los bosques se ubica en cinco de los 23 departamentos (Cuadro 4). Petén es el departamento con mayor cobertura boscosa, debido a que más de la mitad corresponde

a la Reserva de La Biosfera Maya. El Cuadro 5 contiene la distribución de cobertura boscosa para todos los departamentos por categoría de bosque.

Cuadro 5. Cobertura boscosa por categoría, Guatemala.

| Categoría de bosque | 1992 | | 1996 | |
|---------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | Área (ha) | % País | Área (ha) | % País |
| Latifoliado | 3,017,600 | 27.7 | 2,778,260 | 25.5 |
| Coníferas | 228,200 | 2.1 | 152,760 | 1.4 |
| Mixtos | 127,000 | 1.1 | 118,144 | 1.0 |
| Manglares | 17,400 | 0.1 | 13,136 | 0.1 |
| Total | 3,390,200 | 31.1 | 3,062,200 | 28.1 |

Fuente: Plan de Acción Forestal de Guatemala, 1996.

Aplicando estos supuestos a los datos que arrojó el mapa de cobertura forestal de 1992, se estimó la cobertura forestal para 1996, determinando que hubo una disminución del área boscosa en este período de 3.1%.

Según datos del Instituto Nacional de Bosques (INAB) de Guatemala la producción de madera en rollo para la industria forestal fue de 570,000m³ en el año 2003. Según el estudio "Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal de Guatemala" (2003), se debe considerar un valor adicional de un 30 a 50% del volumen señalado, proveniente de aprovechamientos ilícitos.

Las industrias forestales registradas en Guatemala para el periodo 2002-2004 son 254, entre aserraderos, carpinterías, fábricas de muebles, y otras industrias. Se realiza un proceso de negociación para la puesta en funcionamiento de la planta de Celulosa Guatemala S.A., con capacidad para procesar 430,000m³/año de madera para producir 100,000 Ton/año de celulosa blanqueada de fibra larga (FAO, 2004).

El sector forestal de Guatemala se encuentra conformado por toda clase de empresas, las cuales van desde viveros, enfocados en mejorar la calidad de las plantaciones, hasta industrias de muebles que compiten en el ámbito mundial. Según el Registro Nacional Forestal, el sector se encuentra conformado como se ilustra en la Figura 2.



Figura 2. Conformación del sector forestal de Guatemala.
Fuente: Instituto Nacional de Bosques de Guatemala (INAB).

El sector Forestal ha sido identificado como uno de los focos de desarrollo para el país. Ese mismo año se conforma la oficina del Cluster Forestal de Guatemala, y se plantea una estrategia de desarrollo para el sector. Esta es revisada y corregida en el año 2002. Hoy en día el sector genera aproximadamente 150,000 empleos.

A pesar de haber alcanzado una cifra en exportaciones de productos forestales nunca antes lograda y poseer un crecimiento sostenido en los últimos seis años, la posición de Guatemala en el mercado mundial de estos productos sigue estando muy por debajo de países como Estados Unidos, Canadá y China, quienes dominan la producción mundial de productos forestales, siendo China el que presenta el mayor crecimiento (ICTA, 1986).

Teniendo presente el hecho que Guatemala aún representa un mercado pequeño en comparación con otros países, los esfuerzos se han tornado hacia la diferenciación en los productos. Esta tendencia es evidente al contemplar que en el área de Petén se tienen más de 300,000 ha de bosque certificado. La certificación forestal es un tipo de auditoría de calidad que se otorga a las plantaciones que manejan los recursos del bosque de una manera amigable al ambiente. También existe este tipo de certificación en la industria de muebles, se le conoce como *Cadena de Custodia* y es la herramienta usada por las empresas fabricantes de muebles para garantizarle al cliente que la madera utilizada proviene de bosques manejados (INAB, 2007).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

3.1.1 Aspectos geográficos y políticos

a. Finca Piedra Parada: Está ubicada en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Se encuentra a 12 Km de Coatepeque y tiene una extensión de 1,125 ha.

b. Finca San Luís Malacatán: Está ubicada en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Se encuentra a 16 Km de Coatepeque y tiene una extensión de 560 ha.

c. Finca Santa Martha: Está ubicada en el municipio de Coatepeque, departamento de Quetzaltenango, Guatemala. Se encuentra a 8 Km de Coatepeque y tiene una extensión de 322 ha.

3.1.2 Aspectos físicos

a. Relieve: Las fincas presentan una pendiente entre 5 a 20% lo que las ubica entre las categorías de ligeramente ondulado hasta ondulado.

b. Clima y ecología: El lugar presenta una temperatura media anual entre 22 y 31°C. La precipitación promedio total oscila entre 2,000 – 4,000 mm/año en las fincas Piedra Parada y Santa Martha y de más de 5,000 mm en la Finca San Luís Malacatán. La mayor precipitación ocurre de mayo a agosto y posee una humedad relativa del 85%. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge, las fincas están ubicadas en el piso basal de la región subtropical.

c. Geología y suelos: Según Simmons, los suelos de las fincas pertenecen a la serie Ixtan. El material madre es de ceniza volcánica (aluvión), cementada, de color oscuro. El suelo superficial es de color café oscuro con textura arcillosa, consistencia plástica y espesor aproximado de 10 a 15cm. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia plástica, textura arcillosa y un espesor aproximado entre 60 a 75cm. La profundidad efectiva es mayor de un metro, el nivel freático se encuentra entre los tres y cuatro metros excepto la finca de San Luís Malacatán que son suelos más profundos.

d. Uso Actual de la tierra: La Finca Piedra Parada posee diferentes áreas destinadas a una función específica, dentro de las cuales cabe mencionar las siguientes: un área

en donde se cuenta con un vivero, aquí se encuentran las plántulas de hule-*Hevea brasiliensis*, también es aquí en donde se realizan las actividades de injertos; lotes de producción de monocultivos de: limón persa *Citrus latifolia*; rambutan *Nephelium lappaceum*; hule *Hevea brasiliensis*; palo blanco *Cybistax donnellsmithii*; moluca *Acacia mangium*. Se tiene también lotes mixtos de hule-*H. brasiliensis* con especies forestales tales como: Teca *Tectonia grandis*; Deglupta *Eucalyptus deglupta*, nim *Azadirachta indica*; palo blanco *Cybistax donnellsmithii*; y caoba *Swietenia macrophylla*.

En la Finca San Luis Malacatán el uso de los suelos están destinados a la producción de café, plantaciones de *Hevea brasiliensis* y plantaciones mixtas de especies forestales maderables como: *Khaya senegalensis*, *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Eucalyptus deglupta* y *Tabebuia rosea*.

En la Finca Santa Martha el uso de los suelos está orientado al establecimiento de especies forestales maderables en plantaciones mixtas de *S. macrophylla*, *T. donnell-smithii*, *T. rosea*, *K. senegalensis* y plantaciones para la producción de hule, *H. brasiliensis*.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales para el levantamiento

- Equipo de medición: Escalera, cinta métrica, clinómetro.
- Equipo para el establecimiento de las parcelas: pintura de color blanco, azul y roja, brochas, pinceles, cemento, varilla de metal y tubos.
- Materiales para podas y raleos: motosierra, sierras manuales y machetes.

3.2.2 Materiales para el análisis y evaluación

- Programa Excel.

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Metodología de levantamiento

Para el establecimiento de la red de parcelas de muestreo permanente (PMP) se tomó como base los diferentes tipos de plantación de árboles (bloques puros, parcelas mixtas, plantaciones en línea) y las diferencias en crecimiento dentro de cada esquema de plantación. Con fundamento en estas condiciones se estableció un total de 27 PMP, de tamaños y formas variables, distribuidas en las tres fincas. Las PMP fueron ubicadas en los mapas planimétricos de cada finca.

Los límites de cada parcela se demarcaron en el terreno con tubos de hierro, los cuales fueron anclados con una base de cemento, arena y varilla. Los tubos se pintaron de color

blanco. A cada árbol dentro de la parcela se le marcó el diámetro a la altura del pecho (dap) con un anillo de pintura azul.

a. Remediación de PMP. Para iniciar con el establecimiento de nuevas parcelas se realizó un trabajo de remediación de las parcelas que la empresa tenía en una de las fincas (Piedra Parada) para verificar datos, con el objetivo de determinar índices de crecimiento de las parcelas mixtas y puras.

b. Podas de formación. Para algunas especies forestales es recomendable aplicar podas de formación con el objeto de mejorar la calidad fenotípica de los árboles e incrementar su altura comercial. Las especies a las cuales se les aplicó este tratamiento fueron principalmente a la caoba, acacia y granadillos.

c. Selección de árboles semilleros de *Acacia mangium* y *Tabebuia donnell-smithii*. Sobre estas dos especies el Grupo RQ tiene particular interés sobre la primera especie por la calidad fenotípica de los individuos, excelentes tasas de crecimiento y mercado promisorio a nivel local. La *T. donnell-smithii* es una especie nativa de hábitat gregario, de buen crecimiento y con mercado nacional e internacional garantizado. Por estas razones la empresa pretende a futuro no sólo tener sus propias fuentes de semilla, sino también iniciar ensayos preliminares de mejoramiento genético para estas dos especies.

Con este enfoque los árboles semilleros se seleccionaron con base en la rectitud del fuste, grosor y ángulo de las ramas, presencia o ausencia de bifurcaciones, tasa de crecimiento y salud de los individuos.

d. Raleos. En algunos de los lotes puros y mixtos era necesario realizar raleos, ya que la densidad era excesiva y se detectó un estancamiento en el crecimiento diametrical de los individuos. Con este propósito, se establecieron parcelas temporales para determinar índices de raleo en rodales puros de *A. mangium* y *T. donnell-smithii*. En bloques mixtos de *S. macrophylla*, *H. brasiliensis*, *K. senegalensis*, *A. mangium* y *E. deglupta* también fueron raleados, pero de manera subjetiva. En este caso se favorecieron primero los mejores fenotipos de *S. macrophylla*, luego los de *K. senegalensis*, *T. donnell-smithii* y por último los de *E. deglupta*.

Para cada parcela se levantó un plano que contiene la siguiente información: número de la parcela, numeración de cada árbol, orden de medición y orientación de la misma. La medición de las variables de crecimiento de cada especie se realizó con varas graduadas (cm) para medir altura y cintas diamétricas para medir grosor.

3.3.2 Metodología de evaluación

Para establecer la red PMP en lotes puros de una especie determinada, se tomó como criterio, ante la ausencia de una delimitación de sitios o estaciones, la variabilidad en crecimiento con base en la misma edad. En lotes pequeños, se estableció una sola parcela y en lotes de mayor tamaño, la variabilidad determinó el número de parcelas. Para instalar la red PMP en lotes puros de *H. brasiliensis* (parcelas lineales) se tomó también como

criterio la uniformidad en crecimiento. El establecimiento de la red de PMP en lotes mixtos, tuvo como base las diferencias en crecimiento y el tamaño de la misma.

Para evaluar los árboles dentro de cada PMP se consideraron las siguientes variables dasométricas:

- Diámetro a la altura del pecho (dap)
- Altura total
- Altura comercial
- Con los datos de estas variables se calculó el incremento medio anual (IMA) en diámetro y altura.

Para determinar las podas de formación se tomó como base la altura total del árbol. Se determinó como norma que cada individuo podado debería contener como copa, el equivalente a la tercera parte de su altura total.

Para la selección de los árboles portagranos de *A. mangium* y *T. donnell-smithii* se hizo con base en los siguientes criterios:

- Rectitud del fuste: debería ser lo más alto posible.
- Ángulo de las ramas: éstas debían formar preferiblemente un ángulo recto con el eje principal o tronco del árbol.
- Grosor de ramas. Las ramas deben ser lo más delgadas posible.
- Bifurcación. El árbol debería estar libre de bifurcaciones.
- Salud. Los individuos seleccionados deberían mostrar buen estado sanitario.

Para determinar el índice de raleo se tomó como criterio el área basal (G) del rodal. El modelo matemático utilizado fue:

$$Gd = \frac{HTxDd}{100} \quad [1]$$

Donde:

Gd = área basal después del raleo.

Hd = altura promedio de los dominantes.

Dd = densidad deseada.

4 RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se presentan por finca. Para cada finca los datos de las parcelas tienen el siguiente orden: bloques puros, lotes mixtos y parcelas lineales. Dentro de cada finca se creó una base de datos para cada parcela, cuya información se presenta en la primera parte de los resultados.

4.1 FINCA PIEDRA PARADA

En la Finca Piedra Parada se estableció un total de 18 PMP entre puras y mixtas. En esta finca se encuentran tres especies maderables intercaladas con hule y frutales como limón y rambután. En la Finca Piedra Parada se encuentra el sitio El Chirmolón. En este lugar se plantó una mezcla de especies maderables como *S. macrophylla*, *E. deglupta*, *T. donnell-smithii*, *A. mangium* y *K. senegalensis* con hule-*H. brasiliensis*. Ante la heterogeneidad de la mezcla se decidió establecer una red de PMP compuesta por parcelas puras, mixtas y lineales. La distribución de esta red se ilustra en la Figura 3.

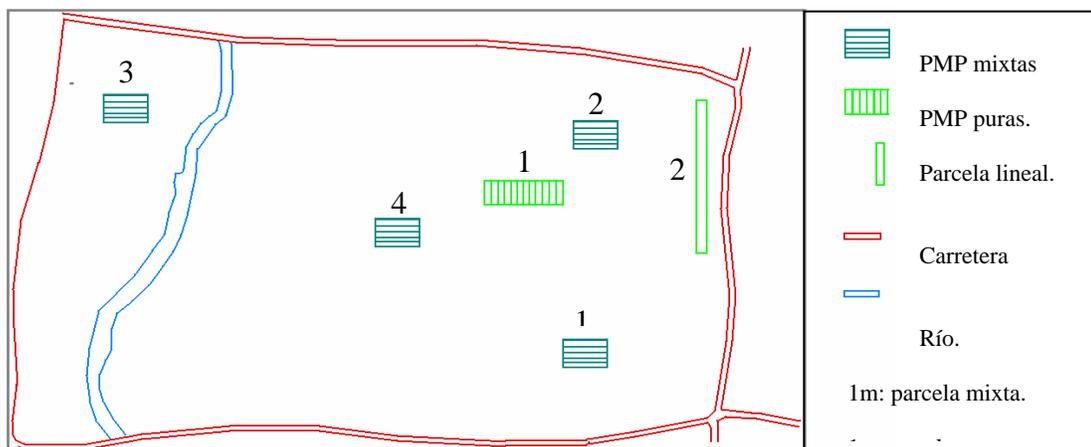


Figura 3. Distribución de las PMP, sitio El Chirmolón, Piedra Parada.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 ilustra una de las parcelas de muestreo permanente de *S. macrophylla*, con la respectiva numeración de árboles, orientación de la misma con respecto a los puntos cardinales. Las mediciones se comenzaron siempre en la porción extrema derecha de cada parcela.

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 88 | 69 | 68 | 50 | 49 | 31 | 30 | 10 | 9 |
| 87 | 70 | 67 | | 48 | 32 | 29 | 11 | 8 |
| 86 | | 66 | 51 | 47 | | 28 | 12 | 7 |
| 85 | 71 | | 52 | 46 | 33 | 27 | 13 | 6 |
| 84 | 72 | 65 | | 45 | 34 | | 14 | 5 |
| 83 | 73 | 64 | 53 | | 35 | 26 | 15 | |
| | 74 | 63 | 54 | 44 | 36 | | 16 | 4 |
| 82 | 75 | | 55 | | 37 | 25 | 17 | 3 |
| 81 | 76 | 62 | 56 | 43 | 38 | | 18 | 2 |
| | 77 | 61 | 57 | | 39 | 24 | 19 | |
| | 78 | | 58 | | 40 | 23 | 20 | |
| 80 | 79 | 60 | 59 | 42 | 41 | 22 | 21 | 1 |

Figura 4. PMP de *S. macrophylla*, parcela mixta No 2.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 PMP establecidas en lotes puros

Para *Swietenia macrophylla* se estableció una parcela cuadrada de 13x13 árboles (169 individuos). Para la plantación se utilizó un espaciamiento de 3x3 m (1 100 árboles /ha). En esta parcela el número de árboles de caoba es menor debido a que se intercalaron individuos de *T. donnell-smithii* y además se realizó un raleo para mejorar la calidad de la plantación. También se estableció una PMP lineal con 50 individuos de *S. macrophylla*.

En la finca se establecieron cuatro PMP puras de *T. donnell-smithii* y *A. mangium* siguiendo la misma metodología que se utilizó en las PMP de *S. macrophylla* para las cuales se creó una base de datos para cada parcela.

Los Cuadros 6 y 7 muestran las variables de crecimiento para *S. macrophylla* en PMP en lotes puros de cada especie.

Cuadro 6. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de *S. macrophylla* en el sitio El Chirmolón.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 50 | 9 | 6.2 | 3.7 | 2.4 | 1.6 |

Área de la parcela = 600 m²

Forma de la parcela = Rectangular

Edad de la plantación al 2007 = 3.75 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de *S. macrophylla* en el sitio El Chirmolón.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 45 | 7.2 | 5.6 | 3.5 | 1.9 | 1.5 |

Edad de la plantación al 2007 = 3.75 años Forma de la parcela = Lineal

Fuente: Elaboración propia.

Los cuadros 8 y 9 muestran las variables de crecimiento para *T. donnell-smithii* en PMP en lotes puros de cada especie.

Cuadro 8. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de *T. donnell-smithii*, sitio Coyote Nuevo y la Lima.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 476 | 10.5 | 8.3 | 3.7 | 2.2 | 1.7 |

Área de la parcela = 4,439 m² Forma de la parcela = Rectangular
Edad de la plantación al 2007 = 4.75 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros *Acacia mangium*, sitio Las Conchas.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 31 | 15.9 | 19.7 | 11.3 | 3.5 | 4.4 |

Área de la parcela = 621 m² Forma de la parcela = Rectangular
Edad de la plantación al 2007 = 4.5 años

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 PMP establecidas en lotes mixtos

En la finca se establecieron lotes mixtos de *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia donnell-smithii* y *Eucalyptus deglupta* intercalados con *Hevea brasiliensis*. Se utilizaron tamaños similares determinados por el número de árboles de la parcela y diferentes formas; cuadradas y rectangulares.

Los cuadros 10 y 11 muestran las variables de crecimiento para *S. macrophylla* y *T. donnell-smithii* en PMP establecidos en lotes mixtos.

Cuadro 10. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de *S. macrophylla* en el sitio El Chirmolón.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 89 | 6.1 | 5.0 | 3.1 | 1.6 | 1.3 |

Área de la parcela = 2,754 m²

Forma de la parcela = Rectangular

Edad de la plantación al 2007 = 3.75 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de *T. donnell-smithii* en el sitio El Chirmolón.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 20 | 17.2 | 11.2 | 5.6 | 3.7 | 2.4 |

Área de la parcela = 2,754 m²

Forma de la parcela = Rectangular

Edad de la plantación al 2007 = 4.5 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 12. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes mixtos de *E. deglupta* en el sitio El Chirmolón.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 18 | 18.3 | 13.7 | 9.8 | 3.9 | 2.9 |

Área de la parcela = 2,754 m²

Forma de la parcela = Rectangular

Edad de la plantación al 2007 = 4.65 años

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 PMP establecidas para la evaluación de árboles semilleros

En la finca se establecieron dos lotes de árboles semilleros de *Tabebuia donnell smithii* y *Acacia mangium*, estos se seleccionaron tomando en cuenta las mejores.

Los Cuadros 13 y 14 muestran cada una de las variables dasométricas de cada lote de semilleros de *T. donnell-smithii* y *Acacia mangium*.

Cuadro 13. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para portagranos de *T. donnell-smithii*, sitio Hulera 99.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 50 | 13.7 | 18.1 | 13.2 | 3.1 | 4.0 |

Área de la parcela = 15 ha

Forma de la parcela = Irregular

Edad de la plantación al 2007 = 4.75 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para semilleros de *Acacia mangium*, sitio Las Conchas y San Benito.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 50 | 16.7 | 17.2 | 9.2 | 3.6 | 3.7 |

Área de la parcela = 45 ha

Forma de la parcela = Irregular

Edad de la plantación al 2007 = 4.5 años

Fuente: Elaboración propia.

4.2 FINCA SAN LUIS MALACATÁN

En el estudio también se tomaron datos de los índices de crecimiento de las plantaciones ubicadas en la Finca San Luis Malacatán en las que se incluyeron dos especies maderables: *Swietenia macrophylla* y *Khaya senegalensis*. Para la obtención de datos para calcular los índices de crecimiento se establecieron cuatro PMP para *S. macrophylla* y una para *K. senegalensis*. Las parcelas de forma rectangular tienen 60m de largo y 30m de ancho. El lado mayor de la parcela en terreno pendiente se delimitó siguiendo las curvas a nivel con el fin de mantener uniformidad en el crecimiento.

Para el establecimiento de las PMP de la *S. macrophylla* y *K. senegalensis* se tomó como criterio la edad de la plantación, sistema de manejo y el tipo de cultivo con el que estaba asociada la plantación. Todos los individuos de cada parcela fueron debidamente marcados con un anillo de pintura y numerados. La Figura 5 muestra el mapa de una de las parcelas establecidas en la finca.

| 60 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | | |
| 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | | | | |
| 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | | |
| | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | |
| 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | | | | | |
| | | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 | | |
| | | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | | |
| 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 133 | 132 | 131 | 130 | 129 | 128 | 127 | 126 | 125 | 124 | 123 | 122 | |
| | | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | | | | | |
| | | 170 | 169 | 168 | 167 | 166 | 165 | 164 | 163 | 162 | 161 | 160 | 159 | 158 | 157 | 156 | | | | |

Área de la parcela: 1 800 m²

Forma: rectangular

Fecha de establecimiento: Oct-2003

Ubicación: Palo Hueco

Figura 5. PMP de *S. macrophylla* establecida en lotes mixtos con café, Finca San Luis Malacatán, parcela No 1.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1 PMP establecidas en lotes puros

En el único sitio en donde se estableció una PMP en lotes puros de *S. macrophylla* fue el sitio llamado Cuchilla La Paz. Este lote con una pendiente del 45% no recibe ningún tipo de manejo (fertilización, podas, raleos). La PMP de *K. senegalensis* esta ubicada en el lote puro llamado Entre Los Robles donde tampoco se le brinda ningún tipo de manejo. Los Cuadros 15 y 16 muestran las variables dasométricas de las dos parcelas puras.

Cuadro 15. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de *S. macrophylla* en el sitio Cuchilla La Paz.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 138 | 5.7 | 4.8 | 3.3 | 1.6 | 1.4 |

Área de la parcela = 1,800 m² Forma de la parcela = Rectangular
 Edad de la plantación al 2007 = 3.5 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 16. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para lotes puros de *K. senegalensis*, sitio Entre Los Robles.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 135 | 8,5 | 5.6 | 3.9 | 2.4 | 1.6 |

Área de la parcela = 1,800 m² Forma de la parcela = Rectangular
 Edad de la plantación al 2007 = 3.5 años

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 PMP establecidas en lotes mixtos

En esta finca también se establecieron PMP mixtas de *S. macrophylla* intercalada con cultivos de *Coffea arabica* y *Tabebuia donnell-smithii*. En los Cuadros 17 y 18 muestran las variables para *S. macrophylla* intercalada con *C. arabica* y *T. donnell-smithii*, respectivamente.

Cuadro 17. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para *S. macrophylla*, Cuchilla La Paz.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 278 | 5.8 | 4.8 | 3.1 | 1.7 | 1.4 |

Área de la parcela = 1,800 m² Forma de la parcela = Rectangular
 Edad de la plantación al 2007 = 3.5 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 18. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap, altura total y altura comercial) e IMA promedio para *S. macrophylla*, Cuchilla La Paz.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 122 | 6.8 | 5.3 | 3.6 | 1.9 | 1.5 |

Área de la parcela = 1,800 m² Forma de la parcela = Rectangular
 Edad de la plantación al 2007 = 3.5 años

Fuente: Elaboración propia.

4.3 FINCA SANTA MARTHA

En la Finca Santa Martha se han establecido plantaciones con cuatro especies maderables: *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia donnell-smithii*, *Tabebuia rosea* y *Khaya senegalensis*. Para monitorear el crecimiento de estas especies se establecieron cuatro PMP de 30x30m cada una.

Para el establecimiento de las PMP en lotes mixtos se tomó como criterio, la edad de la plantación, variabilidad en crecimiento y el número de individuos. Todos los individuos de cada parcela fueron debidamente marcados con un anillo de pintura y numerados. La Figura 6 muestra el mapa de una de las parcelas establecidas en la finca.

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 62 | 47 | 46 | 31 | 30 | 16 | 15 | 1 |
| 61 | 48 | 45 | 32 | 29 | 17 | 14 | 2 |
| 60 | 49 | 44 | 33 | 28 | 18 | 13 | 3 |
| 59 | 50 | 43 | 34 | 27 | 19 | 12 | 4 |
| 58 | 51 | 42 | 35 | 26 | 20 | 11 | 5 |
| 57 | 52 | 41 | 36 | 25 | 21 | 10 | 6 |
| 56 | 53 | 40 | 37 | 24 | 22 | 9 | 7 |
| 55 | 54 | 39 | 38 | 23 | | 8 | |

30 m.

30 m.

N
↑
S

Fecha de establecimiento: Mayo - 2004

Area: 900 m²

Forma: Cuadrada

Figura 6. PMP de *S. macrophylla* establecida en lotes mixtos con café, Finca Santa Martha, parcela No 4.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 PMP establecidas en lotes mixtos

Las parcelas establecidas en la Finca Santa Martha son de tamaños no muy amplios debido a la uniformidad de la plantación en edad, tamaño y distribución. A continuación se muestran los cuadros con cada una de las variables para cada especie de las PMP. En estas parcelas no se cuentan con los datos de altura comercial.

Cuadro 19. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de *S. macrophylla*.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 59 | 5.1 | 4.3 | 0 | 1.7 | 1.4 |

Área de la parcela = 3,600 m²

Forma de la parcela = cuadrada

Edad de la plantación al 2007 = 3.0 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 20. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de *Tabebuia donnell-smithii*.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 109 | 12.0 | 8.5 | 0 | 4.0 | 2.8 |

Área de la parcela = 3,600 m²

Forma de la parcela = cuadrada

Edad de la plantación al 2007 = 3.0 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21 Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de *K. senegalensis*.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 11 | 11.6 | 8.1 | 0 | 3.9 | 2.7 |

Área de la parcela = 3,600 m²

Forma de la parcela = cuadrada

Edad de la plantación al 2007 = 3.0 años

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 22. Número de individuos, variables de crecimiento promedio (dap y altura total) e IMA promedio para lotes mixtos de *T. rosea*.

| No. de individuos | dap promedio (cm) | Altura promedio (m) | | IMA promedio | |
|-------------------|-------------------|---------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | total | comercial | dap (cm) | h. total (m) |
| 52 | 8.4 | 6.1 | 0 | 2.8 | 2.1 |

Área de la parcela = 3,600 m²

Forma de la parcela = cuadrada

Edad de la plantación al 2007 = 3.0 años

Fuente: elaboración propia.

5 DISCUSIÓN

Con base en los resultados, la discusión se enfoca en los siguientes aspectos:

- Comparación de los IMA para *S. macrophylla* y *T. donnell-smithii* dentro de cada finca y entre diferentes sistemas de plantación.
- Comparación de los IMA para *S. macrophylla* y *T. donnell-smithii* entre fincas.
- Comparación de los IMA para *S. macrophylla* y *T. donnell-smithii* con otros sitios de plantación.

Finca Piedra Parada

En la Finca Piedra Parada se puede observar que los árboles de *S. macrophylla* de las PMP rectangulares establecidas en lotes puros, presentaron mejores rendimientos en IMA con una diferencia de 0.5cm en dap y 0.3m en altura, comparado con las PMP lineales establecidas en lotes puros. Por otra parte, las PMP rectangulares y lineales establecidas en lotes puros presentaron un desempeño bastante alto comparado con las PMP establecidas en lotes mixtos, con una diferencia de IMA en dap de 0.55cm y 0.25m en altura.

Las PMP de los lotes de *T. donnell-smithii* de la Finca Piedra Parada también mostraron diferencias muy marcadas. Los individuos de las PMP establecidas en lote mixto presentaron los mejores rendimientos, con un IMA de 3.7cm en dap y 2.7m en altura comparado con los incrementos de las PMP establecidas en lotes puros que presentaron un IMA de 2.2cm en dap y 1.7m en altura.

Finca San Luís Malacatán

Las PMP establecidas en lotes mixtos intercaladas con café y las PMP establecidas en lotes puros sin manejo no presentaron mucha diferencia en su incremento. Ambos sistemas tienen un IMA promedio de 1.65cm en dap y 1.4m en altura. Sí se observó una diferencia en una PMP intercalada con *T. donnell-smithii* donde el IMA en dap de la *S. macrophylla* fue ligeramente superior (1.9cm en dap) comparado con las PMP anteriores.

Finca Santa Martha

Las PMP establecidas en la Finca Santa Martha los individuos de *S. macrophylla* mostraron un incremento de IMA bastante satisfactorio, aproximadamente de 1.7cm en dap y 1.4m en altura, este crecimiento es uniforme en toda la plantación.

En tres PMP establecidas en lotes mixtos de *T. donnell-smithii* el IMA en dap fue mayor a 4.0cm. con la excepción de la parcela No 2 que el IMA en dap fue de 2.4cm.

Los mejores IMA en *S. macrophylla* se obtuvieron en la Finca Piedra Parada sobre todo en PMP establecidas en lotes puros en el sitio El Chirmolón (IMA en dap de 2.15cm y 1.55 m en altura). Las PMP establecidas en lotes mixtos presentaron IMA muy parecidos en las tres fincas, con IMA promedio de 1.7cm en dap y 1.4m en altura.

El IMA de mayor valor en *T. donnell-smithii* se observó en las PMP establecidas en lotes mixtos de la Finca Santa Martha con un IMA en dap de 4.0cm y 2.8m en altura. Incremento muy superior sobretodo a los lotes puros establecidos en la Finca Piedra Parada que fue de 2.2cm en dap y 1.7m en altura.

Estudios realizados por investigadores sobre *S. macrophylla* han determinado que los mejores resultados en IMA para esta especie a nivel de plantaciones han sido de 1-2cm en dap. Las tasas de crecimiento de estas especies en todas las fincas del Grupo RQ demuestran que son superiores a las reportadas en plantaciones en otras latitudes y calidades de sitio. Así por ejemplo, plantaciones de caoba en la Estación experimental Lancetilla, en la costa norte de Honduras, tienen un IMA que varía entre 1.2-1.9cm en dap, a los 38 años de edad.

En muchas regiones se han establecido plantaciones de *T. donnell-smithii* para satisfacer la demanda creciente de esta especie como madera de alta calidad, pero estas no han obtenido los resultados esperados. Por ejemplo, en Cortés, Honduras el IMA de esta especie en plantaciones de cuatro años es de 0.95cm en dap. En La Isla, Costa Rica el IMA en dap es de 1.1cm. En Puerto Rico el IMA de esta especie en plantaciones forestales es de 2.85cm en dap. Si el IMA de esta especie en las fincas del Grupo RQ es de 4,0cm en dap, estas poseen mejores índices de crecimiento que cualquiera de los sitios anteriores.

6 CONCLUSIONES

1. Las tres fincas del Grupo RQ en donde se tienen establecidas plantaciones madereras con especies de alto valor económico, están todas localizadas en el piso basal de la región subtropical. En dos fincas, Piedra Parada y Santa Martha, la precipitación promedio total anual es del orden de los 3,500mm, con una estación seca prolongada de aproximadamente seis meses. En la Finca San Luís Malacatán la precipitación promedio total anual es superior a 5,000mm, sin estación seca prolongada.
2. A pesar de estas diferencias climáticas y con base en los datos de crecimiento, se concluye que todas las fincas tienen, desde el punto de vista climático-ecológico y edáfico, condiciones apropiadas para el establecimiento de plantaciones forestales a escala comercial, con especies de alto valor económico.
3. Para *S. macrophylla* el IMA promedio en dap varia entre 1.6 y 2.4cm/año, mientras que para la altura total oscila entre 1.3 y 1.6m/año. Tales incrementos están dentro del rango general que se tiene para esta especie a nivel de plantaciones.
4. Para *T. donnell-smithii* el IMA promedio en dap varia entre 3.1 y 4.0cm/año, en tanto que para la altura oscila entre 2.4 y 4.0m/año. Esta especie tiene mayor tasa de crecimiento en los sitios bajo estudio que los reportados en la literatura. Algunos estudios indican que en buenos sitios las especies presentan incrementos de 1.5 a 2.0m/año en altura durante los primeros 10 años y de 1.0 a 3.0cm/año en dap.
5. Aunque las tasa de crecimiento de *S. macrophylla* están dentro de niveles aceptables, el principal problema para el manejo de la especie lo constituye los fuertes y periódicos ataques del barrenador de las Meliaceae-*Hypsipyla grandella*. Este insecto es y continua siendo el factor limitante para la domesticación de esta especie en todas las fincas del Grupo RQ, la totalidad de los árboles de caoba han experimentado el ataque del barrenador en mayor o menor grado.

7 RECOMENDACIONES

1. En vista de las aceptables tasas de crecimiento para la *S. macrophylla* y ante el precio de la madera en los mercados internacionales se recomienda continuar con los programas de fertilización hasta la edad de los diez años con el propósito de maximizar el crecimiento en la época en donde los árboles presentan el mayor crecimiento.
2. Ante la importancia económica que tiene la *S. macrophylla* en el mercado es absolutamente necesario continuar con el programa de podas de formación con el propósito de mejorar el fuste y obtener la mayor longitud posible.
3. Por la importancia que tiene esta especie para el Grupo RQ, en vista de las aceptables tasas de crecimiento y el alto valor de su madera, se recomienda iniciar un programa de mejoramiento genético enfocado a mejorar la calidad genotípica de los individuos y obtener mayor resistencia al ataque del barrenador.
4. Se sugiere continuar con los programas de medición, raleos y podas en todos los lotes plantados, con el objetivo de garantizar a futuro masas saludables y de alto rendimiento por unidad de área.
5. Ante la magnitud del trabajo en silvicultura y manejo en las diferentes fincas del Grupo RQ, sería saludable la contratación de un técnico que sea responsable directo del manejo del componente forestal maderero de las fincas.

8 BIBLIOGRAFÍA

Barrios, J.J. 1984. Informe preliminar sobre forrajes tradicionales usados en el Altiplano Occidental de Guatemala. Helvetas. Guatemala. 122p.

ESNACIFOR, 2003. Estudio de crecimiento de especies nativas de interés comercial en Honduras (PROECEN). Colección maderas tropicales de Honduras. 1 disco compacto, 8mm.

FAO. 2002. II Congreso Forestal Latinoamericano. Situación Forestal de América Latina y el Caribe (en línea). Consultado el 14 de mayo de 2007. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org>.

ICTA. 1986. Informe de presentación de resultados. Quetzaltenango, Gua., Programa de Especies Menores. s.p.

INAB, 1998. Situación de los bosques maduros en Guatemala (en línea). Consultado el 3 de junio de 2007. Disponible En: <http://herbaria.plants.ox.ac.uk>.

INAB. 2007. Base de datos del Departamento de Sistemas de Información Forestal (en línea). Guatemala. Consultado el 10 de junio de 2007. Disponible en: <http://www.inab.gob.gt>.

John, K. 1989. *Tabebuia donnell-smithii* Rose. SO-ITF-SM-25. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4p.

Ramos, J. 2004. Estudio ecológico, silvícola y usos del laurel rojo (*Cordia gerascanthus* L.) en bosques latifoliados de Honduras. Tesis (Ing Agr). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 38p.

Mendizabal, G. 1991. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala. En Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Honduras.). Memoria. S.n.t.

Ortiz, I. 2006. Evaluación técnica de la Caoba *S. macrophylla* en la Hacienda Piedra Parada, Coatepeque, Guatemala. Tesis (Ing Agr). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. 54p.

Pérez, R. 2005. Aspectos socio-históricos y representaciones comunales de los sistemas de organización. Boletín bosques trabajando año 2 N ° 5.

Plan de Acción Forestal Para Guatemala. 1997. Biodiversidad en Guatemala, revisión sintética. Boletín informativo No. 4. Ene-Abr.

Rodriguez, C., Arias, R., Quiñones, J. 1989. Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus spp.*) en el trópico seco de Guatemala. Informe Anual del programa de Bovinos. Guatemala, Guat., ICTA.18p.

Valle Arango, J. 2003. Cantidad, calidad y nutrientes reciclados por la hojarasca fina en bosques pantanosos del pacífico sur colombiano. INCI, ago. 2003, vol.28, no.8, p.443-449. ISSN 0378-1844.

Veblen, T. nd. Las coníferas de Guatemala. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Austral de Chile.

9 ANEXOS

ANEXO 1. Resultado de las variables de crecimiento por especie en el área Las Pampas, Finca Piedra Parada.

| Especie | # de plantas | DAP (cm) | A. Total (m) | IMA | |
|----------------------------|--------------|----------|--------------|----------|------------|
| | | | | DAP (cm) | Altura (m) |
| <i>Pterocarpus indicus</i> | 49 | 10.19 | 9.20 | 2.68 | 2.42 |
| <i>T. donnell-smithii</i> | 17 | 4.80 | 3.97 | 1.26 | 1.04 |
| <i>T. rosea</i> | 23 | 10.67 | 6.33 | 2.81 | 1.67 |
| <i>S. macrophylla</i> | 50 | 4.95 | 4.10 | 1.30 | 1.08 |
| <i>E. angolensis</i> | 27 | 5.05 | 4.14 | 1.33 | 1.09 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2. Resumen de cada PMP, mixtas y puras, ubicados en El Chirmolón, Finca Piedra Parada.

FINCA PIEDRA PARADA, AREA EL CHIRMOLON

| | | |
|-----------------|----------|---------------------------|
| 25-Febrero-2007 | GRUPO RQ | Área forestal de la finca |
|-----------------|----------|---------------------------|

| Parcela | Parcelas mixtas | | | | Parcelas puras | | Promedios |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 2 | |
| Ubicación | El Chirmolón | El Chirmolón | El Chirmolón | El Chirmolón | El Chirmolón | El Chirmolón | El Chirmolón |
| Área (m ²) | 840 (m ²) | 644 (m ²) | 560 (m ²) | 560 (m ²) | 50 Caobas linea | 600 (m ²) | 3354 m ² |
| Plantación | Caoba | Caoba | Caoba | Caoba | Caoba | Caoba | Caoba |
| # de plantas | 43 | 20 | 8 | 18 | 45 | 50 | 184 |
| DAP (cm) | 8,0 | 6,24 | 5,26 | 4,91 | 7,16 | 9,0 | 6,8 |
| A. Comercial (m) | 3,5 | 3,32 | 2,98 | 2,74 | 3,46 | 3,67 | 3,3 |
| A. Total (m) | 5,84 | 4,95 | 4,72 | 4,37 | 5,64 | 6,16 | 5,28 |
| IMA | | | | | | | |
| DAP (cm) | 2,13 | 1,66 | 1,4 | 1,31 | 1,91 | 2,4 | 1,80 |
| Altura (m) | 1,56 | 1,32 | 1,26 | 1,16 | 1,5 | 1,64 | 1,41 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3. Resumen de cada PMP, mixtas y puras, Finca San Luis Malacatán.

FINCA SAN LUIS MALACATAN

| | | |
|----------------|----------|---------------------------|
| 5-Febrero-2007 | GRUPO RQ | Área forestal de la finca |
|----------------|----------|---------------------------|

| Parcela | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>5</u> | Promedios |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Ubicación | <u>Palo hueco</u> | <u>La Paz</u> | <u>Cuchilla La Paz</u> | <u>Entre los Robles</u> | <u>La Piedrona</u> | Finca San Luis |
| Área (m ²) | 1800 (m ²) | 1800 (m ²) | 9000 m ² |
| Plantación | Caoba | Caoba | Caoba | Khaya | Caoba | Caoba / Khaya |
| # de plantas | 170 | 108 | 138 | 135 | 122 | 673 |
| DAP (cm) | 5,3 | 6,2 | 5,7 | 8,5 | 6,8 | 6.0 / 8.5 |
| A. Comercial (m) | 3,0 | 3,1 | 3,3 | 3,9 | 3,6 | 3.2 / 3.9 |
| A. Total (m) | 4,4 | 5,2 | 4,8 | 5,6 | 5,3 | 4.9 / 5.6 |
| IMA | | | | | | |
| DAP (cm) | 1,5 | 1,8 | 1,6 | 2,4 | 1,9 | 1.7 / 2.4 |
| Altura (m) | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,5 | 1.4 / 1.6 |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. IMA de la parcela 1,4 y mapa de la parcela 4, Finca Santa Martha.

| IMA por especie en la parcela número 1 | | | |
|---|-----------|--------------|-------------|
| Especie | DAP medio | Edad en años | IMA |
| Caoba | 5,34 | 3 | 1,78 |
| Tabebuia | 8,18 | 3 | 2,73 |
| Palo blanco | 14,86 | 3 | 4,95 |

Fuente: Elaboración propia.

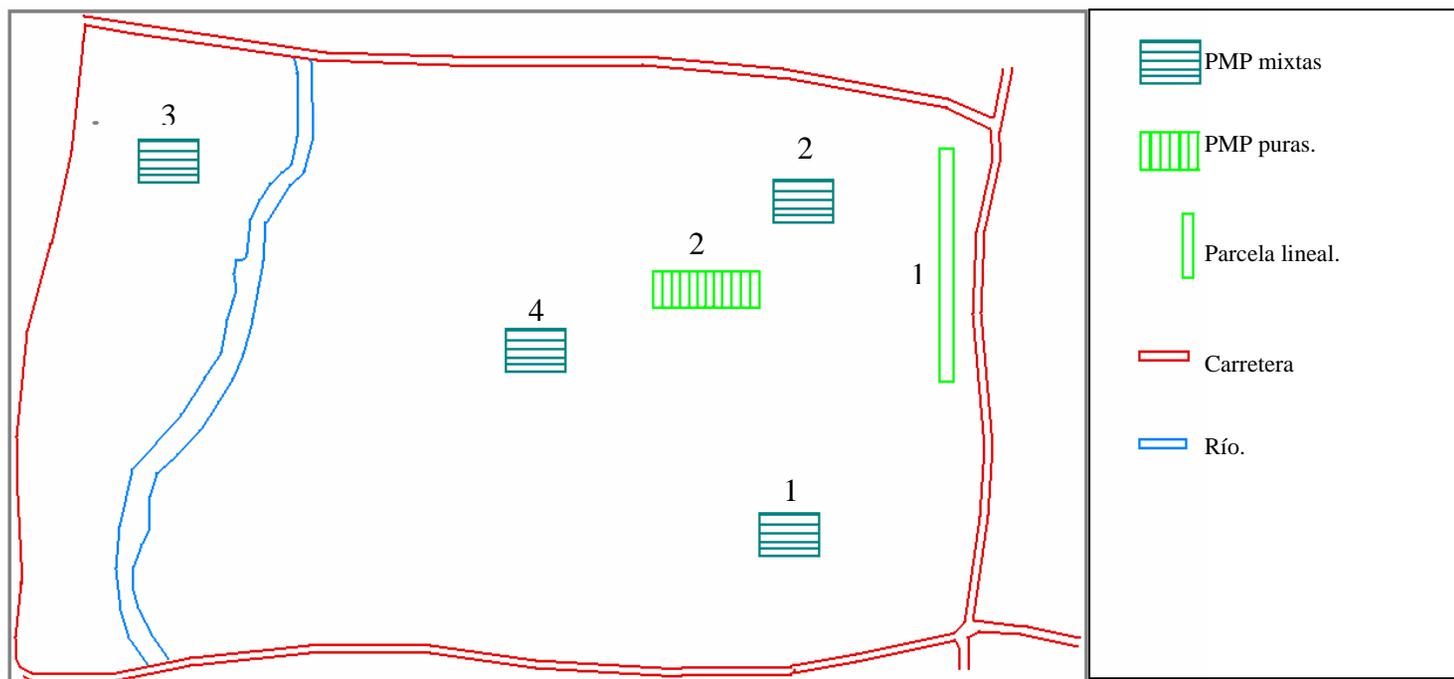
| IMA por especie en la parcela número 4 | | | |
|---|-----------|--------------|-------------|
| Especie | DAP medio | Edad en años | IMA |
| Caoba | 0 | 3 | 0 |
| Tabebuia | 8,82 | 3 | 2,94 |
| Khaya | 0 | 0 | 0 |
| Palo blanco | 11,75 | 3 | 3,92 |

Fuente: Elaboración propia.

| PARCELA NUMERO 4 | | | | | | | |
|---------------------------|----|----|----|---------------|----|----|---|
| FINCA SANTA MARTHA | | | | | | | |
| 30/01/2007 | | | | Parcela mixta | | | |
| 62 | 47 | 46 | 31 | 30 | 16 | 15 | 1 |
| 61 | 48 | 45 | 32 | 29 | 17 | 14 | 2 |
| 60 | 49 | 44 | 33 | 28 | 18 | 13 | 3 |
| 59 | 50 | 43 | 34 | 27 | 19 | 12 | 4 |
| 58 | 51 | 42 | 35 | 26 | 20 | 11 | 5 |
| 57 | 52 | 41 | 36 | 25 | 21 | 10 | 6 |
| 56 | 53 | 40 | 37 | 24 | 22 | 9 | 7 |
| 55 | 54 | 39 | 38 | 23 | | 8 | |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5. Distribución de la PMP, área El Chirmolón, Piedra Parada



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Croquis de las PMP mixtas, Palo Huevo, San Luís Malacatán.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 60 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | | |
| 34 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | | | |
| 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | |
| | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 |
| 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | | | | |
| | | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 | |
| | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | | |
| 141 | 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 133 | 132 | 131 | 130 | 129 | 128 | 127 | 126 | 125 | 124 | 123 | 122 |
| | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | | | | | |
| | | 170 | 169 | 168 | 167 | 166 | 165 | 164 | 163 | 162 | 161 | 160 | 159 | 158 | 157 | 156 | | | |

30 m

Area de la parcela: 1 800 m²

Forma: rectangular

Fecha de establecimiento: Oct-2003

Ubicación: Palo Huevo

Fuente:

Elaboración propia.