

TESIS DOCTORAL
DESARROLLO SOSTENIBLE: MANEJOS
FORESTAL Y TURÍSTICO

Universidad de Alicante
España

Universidad de Pinar del Río
Cuba



Título: Influencia de la densidad de plantación en la economía y la ecología de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, CUBA

Autor. MSc. Modesto González Menéndez
Directores: Dr. Jordi Cortina Segarra
Dr. Juan Manuel García
Dr. Cesar Figueroa Sierra

-2006-

**UNIVERSIDAD DE ALICANTE, ESPAÑA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO, CUBA
CENTRO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**PROGRAMA DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE BOSQUES
TROPICALES “MANEJO FORESTAL Y TURÍSTICO”**

**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN
CIENCIAS ECOLÓGICAS**



**Influencia de la densidad de plantación en la economía y la ecología de
Pinus caribaea Morelet var. *caribaea* en las Alturas de
Pizarras de Pinar del Río, CUBA**

Autor. MSc. Modesto González Menéndez

Directores: Dr. Jordi Cortina Segarra

Dr. Juan Manuel García

Dr. Cesar Figueroa Sierra

**ALICANTE
2006**



Pensamiento

He aquí una cuestión vital para la prosperidad de nuestras tierras, y el mantenimiento de nuestra riqueza agrícola. Muchos no se fijan en ella, porque no ven el daño inmediato. Pero quien piensa para el público, tiene el deber de ver en el futuro, y de señalar peligros. Mejor es evitar la enfermedad que curarla. La medicina verdadera es la que precave.

“ La cuestión vital de la que hablamos es ésta: la conservación de los bosques, donde existen; el mejoramiento de ellos, donde existen mal; su creación, donde no existen”

José Martí



Dedicatoria

- **A mi esposa, Marius Maura Barbosa e hija Elizabeth González Maura, por su amor, comprensión y ayuda a la hora de redactar la Tesis.**
- **A la paz, al amor y la fraternidad entre los pueblos.**



Agradecimientos

Cuando de forma exitosa se ha llegado al final de este interesante pero engorroso camino, la culminación de la tesis doctoral, se ven reflejadas en ello muchas horas de estudio, desvelo, dedicación, revisión, discusiones y deseo de que el estudio realizado pueda servir de ayuda y guía a otros interesados en el tema, los que vean en la conservación de los ecosistemas, la preservación de la especie humana. A esto se une la ayuda integrada de un gran número de personas que han contribuido con que este sueño en un inicio, se convierta al final en una realidad. Por lo cual le estaré eternamente agradecido a:

- La revolución cubana, por haberme permitido en medio de estos momentos difíciles de período especial, realizar el Doctorado en Ciencias Ecológicas.**
- Al Dr. Jordi Cortina Segarra, Director de esta Tesis, por haberme dirigido todo el tiempo en la realización de este trabajo.**

- **A los Doctores en Ciencias Forestales, César Figueroa y Juan Manuel García por su ayuda y dirección en todo momento.**
- **A la Doctora en Ciencias Grisel Herrero Echeverría, por su valiosa ayuda como consultante en la temática de Restauración de Ecosistemas Degradados y Bioquímica de Cuencas.**
- **A la Universidad de Pinar del Río (Cuba) y a la Universidad de Alicante (España), con su magnífico ejemplo de solidaridad y a su claustro de profesores. Especialmente en la persona de su representante el Dr. Antonio Escarré, por su gran dedicación al desarrollo de este doctorado.**
- **A la Estación Experimental Forestal de Viñales, Pinar del Río, por haberme permitido combinar el trabajo investigativo y la superación.**
- **A los compañeros de trabajo: Ignacio Amador, Osviel Sánchez Segundo Curbelo, Eusebio Severo, Noemí Martínez, Mariano H. Pérez, Lorenza Martínez, Pablo Echevarria, José A. Fúster, Danelis Bejerano, Lázaro Ramos, Jorge Luis Reyes y demás compañeros que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.**
- **A mi esposa Marius Maura Barbosa e hija Elizabeth González Barbosa, por haberme entendido y apoyado cuando en innumerables ocasiones les robé el tiempo que les debía dedicar como cabeza de familia, para dedicárselo a este estudio.**

- **A mi madre Ana María Menéndez por haberme dado su amor y aliento en los momentos de cansancio.**
- **A mi tía Alejandrina Menéndez por su gran apoyo moral.**
- **A mis suegros Heriberto Maura y Gloria Barbosa, a mi cuñado Erich Maura Barbosa por haber cuidado de mi pequeña familia en innumerables ocasiones.**

Síntesis

El presente trabajo se realizó a partir de los datos experimentales obtenidos en el estudio del comportamiento de dos plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* establecidas en los años 1970 y 1984. Las mismas fueron montadas en áreas de la Estación Experimental Forestal de Viñales, Pinar del Río, con el objetivo de determinar la influencia de la densidad de plantación, sobre la economía y ecología de los ecosistemas de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, Cuba. Para el estudio, se consideraron 5 tratamientos: 1 111, 1 333, 1 666, 2 222 y 3 333 arb/ha. En este se muestran los resultados para las variables siguientes: diámetro a 1,30 m sobre el nivel del suelo, altura total, altura de fuste limpio, relación (altura total – altura del fuste limpio), volumen maderable total, volumen y por ciento de madera para la industria, incremento periódico anual (IPA) y análisis de fuste, observándose un comportamiento similar entre los tratamientos hasta aproximadamente los 10 años. A partir de entonces se comienza a observar la influencia de la densidad de árboles por hectárea en la mayoría de las variables que se midieron, observándose que el tratamiento 2 (1 333 arb/ha), mostró los mejores valores de diámetro, volumen maderable total y volumen maderable ($d > 14,5$ cm) a los 21 y 27 años de establecidas las plantaciones, volumen y por ciento de madera para la industria, además manifestó un buen desarrollo de fuste.

Posteriormente se tomaron 8 bolos por tratamiento, los cuales fueron troceados. Cada troza fue clasificada por tipo, cubicada y aserrada; la madera aserrada producida fue clasificada mediante el clasificador de madera aserrada de coníferas establecido. Con estos elementos se determinó el rendimiento por tipo de troza, el rendimiento volumétrico de madera aserrada por tratamiento, volumen de madera aserrada, el volumen por calidades de acuerdo al tipo de troza y el efecto económico por tratamiento. Los resultados definen la densidad inicial de 1 333 arb/ha como la más adecuada. Sin embargo, el rendimiento y los mayores porcentajes de calidades superiores se obtienen con las grandes densidades de árboles por hectárea (2222 y 3333 arb/ha), lo cual define la necesidad de practicar la poda artificial temprana para lograr producir árboles

de grandes dimensiones, con la mayor cilindrada e incrementos sustanciales de las calidades superiores.

En el estudio ecológico, se determinó la influencia de la densidad de árb/ha sobre diferentes componentes de este ecosistema. Se demostró la influencia de esta variable sobre la diversidad florística, el clima local, la fertilidad y composición química de los suelos, lográndose las mejores condiciones edafo - climáticas en los rodales establecidos con 1333 arb/ha inicialmente, lo cual explica los mejores resultados alcanzados en este tratamiento en el estudio silvicultural.

Índice.

	Síntesis.	
I	Introducción.	1
II	Revisión bibliográfica.	7
II.1	Sistemas de manejos, la ordenación forestal sostenible un desafío para el siglo XXI.	7
II.1.1	El manejo sostenible de los bosques naturales, las plantaciones y de los suelos forestales.	7
II.1.1.1	El medio ambiente y los bosques.	8
II.1.1.2	El medio ambiente y las plantaciones forestales.	9
II.1.1.3	El medio ambiente y el suelo.	11
II.1.1.3.1	La sustentabilidad de las plantaciones y de los suelos forestales.	12
II.1.1.3.2	El manejo sostenible de los suelos forestales, es pensar en el futuro.	13
II.1.1.3.3	Relación entre el crecimiento de las especies forestales y determinadas propiedades de suelos.	14
II.1.1.3.4	Funciones del humus en suelo.	15
II.2	El cambio climático y los bosques	17
II.3	Plantaciones forestales en el mundo, América Latina y el Caribe.	17
II.3.1	Plantaciones forestales en el mundo.	17
II.3.2	Plantaciones forestales en América Latina y el Caribe.	18
II.3.3	Impacto de las plantaciones forestales.	22
II.3.4	Mantenimiento de la productividad de las plantaciones.	22
II.3.5	Rendimientos medios de los bosques naturales y plantaciones de algunos países.	23
II.3.6	Manejo de plantaciones y la selección de árboles futuros.	23
II.3.7	Las plantaciones forestales y los bosques naturales, filtros vivos, pulmones verdes.	24

II.3.8	Plantaciones forestales y la captura de carbono.	25
II.3.9	Disposiciones y prácticas de conservación y utilización forestal que permiten reducir el dióxido de carbono atmosférico.	25
II.3.10	Regeneración natural defensas de las plantaciones monoespecíficas.	26
II.4	Diversidad florística.	27
II.5	Ecosistemas degradados, causas de la degradación de los ecosistemas.	27
II.5.1	Ecosistemas degradados.	28
II.5.1.1	Causas de la degradación de los ecosistemas.	29
II.5.1.2	Introducción de especies exóticas.	29
II.5.2	Posibilidad de revertir el daño ocasionado a los ecosistemas degradados.	30
II.5.2.1	Restauración ecológica.	31
II.5.2.1.1	Cómo hacer una restauración ecológica.	32
II.5.3	Conceptos básicos para el manejo y conservación de un ecosistema.	33
II.5.3.1	El cambio climático.	33
II.5.3.2	Degradación del ecosistema.	34
II.5.3.3	Elasticidad.	34
II.5.3.4	Especies exóticas o introducidas.	34
II.5.3.5	Especies invasoras.	34
II.5.3.6	Especies nativas.	34
II.5.3.7	Invasión de especies.	35
II.5.3.8	Lluvia ácida.	35
II.5.3.9	Recubrimiento vegetal.	35
II.5.3.10	Rehabilitación.	35
II.5.3.11	Remediación.	36
II.5.3.12	Resilencia.	37
II.5.3.13	Resistencia.	37
II.5.3.14	Sucesión ecológica.	37
II.6	Instituciones punteras en el desarrollo forestal sostenible.	37
II.7	Género Pinus.	38

II.7.1	Distribución del género <i>Pinus</i> en el Caribe.	38
II.7.2	Características del <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i>	39
II. 7.2.1	Descripción botánica.	39
II. 7.2.2	Ciclo fenológico.	41
II. 7.2.3	Período de recolección de semillas.	41
II. 7.2.4	Adecuación a la estación.	41
II. 7.2.5	Incrementos.	42
II. 7.2.6	Usos de la madera.	43
II. 7.2.7	Plagas y enfermedades que lo atacan.	43
III	Materiales y métodos.	45
III.1	Materiales y métodos generales.	45
III.1. 1	Ubicación y clima del área de estudio.	45
III. 1. 2	Descripción del sitio.	46
III. 1. 3	Litología y características del suelo.	47
III. 1. 4	Análisis químico del suelo.	47
III. 2	Materiales y métodos utilizados para determinar la influencia de la densidad de plantación en la economía de los ecosistemas de plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.	49
III. 2. 1	Establecimiento de los experimentos.	49
III. 2. 2	VARIABLES EVALUADAS Y PARÁMETROS CALCULADOS EN EL MANEJO SILVICULTURAL.	53
III. 2. 3	VARIABLES EVALUADAS Y PARÁMETROS CALCULADOS EN LA INDUSTRIA.	54
III. 2. 3.1	Metodologías utilizadas.	55
III. 2. 3.2	Influencia de la densidad de plantación en la calidad de la madera aserrada.	58
III.3	Materiales y Métodos utilizados en determinar la influencia de la densidad de plantación en algunos aspectos de la ecología de las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.	61

III.3.1	Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silvícolas en el microclima local.	61
III.3.2	Determinación del aporte de hojarasca y su composición por especie.	62
III.3.3	Influencia de la densidad de plantación en la diversidad florística.	67
III.3.4	Determinación de la composición química del follaje verde de las especies presentes en el área de estudio.	69
III.3.5	Construcción de la matriz de distribución vegetativa, para determinar la influencia del manejo y los tratamientos silvícolas en diversidad florística y en las condiciones edafo - climáticas de este ecosistema.	71
IV	Análisis y discusión de los resultados	73
IV.1	Influencia de la densidad de plantación en la economía y la ecología de <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, CUBA.	73
IV.1.1	Influencia de la densidad de plantación en el volumen e incremento de madera para la industria del aserrado	73
IV.1.2	Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento y calidad de madera aserrada.	92
IV.1.2.1	Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento industrial.	92
IV.1.2.1.1	Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento por tipo de troza.	92
IV.1.2.1.2	Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento volumetrico.	96
IV.1.2.2	Influencia de la densidad de plantación en la calidad de la madera aserrada.	98
IV.1.2.3	Definición de la densidad de plantación más adecuada.	104
IV.1.2.3.1	Análisis del efecto económico en la fase silvícola.	104
IV.1.2.3.2	Análisis del efecto económico en la fase industrial.	109

IV. 2	Influencia de la densidad de inicial de árboles por hectárea en algunos aspectos de la ecología de las plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.	114
IV.2.1	Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silvícolas en el microclima local.	114
IV.2.2	Aporte y características de la hojarasca	118
IV. 2.3	Relación composición químico del humus -- composición química del follaje verde de las especies presentes	122
IV.2.4	Comportamiento de la acidez en el tiempo en los ecosistemas de pinares de Alturas de Pizarras.	137
IV.2.5	Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silviculturales en la diversidad florística.	142
IV.2.6	Relación diversidad florística de las plantaciones y diversidad de áreas naturales	148
IV.3	Síntesis	150
V	Conclusión y recomendaciones.	156
V. 1	Conclusiones.	156
V. 2	Recomendaciones.	160
	Bibliografía.	161
	Anexos.	181

CAPÍTULO

I

INTRODUCCIÓN

I- Introducción.

El fomento y manejo adecuado de los bosques, es importante e indispensable para el bienestar de la humanidad. Ellos no sólo nos brindan su madera, sino que a través de sus funciones ecológicas, nos proporcionan las bases para el desarrollo de la vida en el planeta tierra, regulando el clima, mitigando los presentes y crecientes efectos devastadores sobre el medio ambiente, provocados por los cambios globales, protegen los recursos hídricos y sirven de hábitat para plantas y animales. Los bosques son una fuente esencial de alimentos, forraje y medicinas, además de oportunidades de esparcimiento, renovación espiritual y otros servicios.

Desde el momento en que la silvicultura nació en Europa, hasta nuestros días, ha sido la selección de la densidad inicial de árboles por hectárea a la hora de establecer las plantaciones, uno de los temas más discutidos en el mundo forestal y una de las causas más importantes del estado degradado que tienen las plantaciones de coníferas y los suelos en que están enclavadas. Esto es debido a que en la práctica se han empleado numerosas densidades de plantación, sin tener a menudo razones fundamentadas para ellas (González, 1999).

Las plantas de forma general presentan una gran plasticidad en su crecimiento para adaptarse a los factores del medio, por lo que la elección de una densidad inicial lo más adecuada posible requiere del estudio de varios factores. Tal es el caso que árboles que crecen oprimidos bajo un dosel cerrado originado por una plantación demasiado densa provoca que el crecimiento en diámetro y altura sea afectado por el empobrecimiento de los suelos y por ende, un uso insostenible de este recurso irremplazable, el más importante y esencial del medio ambiente (Hartwing, 1994). Por otro lado las plantaciones son más caras, debido a los frecuentes tratamientos silvícolas a que tienen que ser sometidas, aunque también tienen su lado positivo al cubrir con mayor rapidez el suelo, evitando de esta forma su pérdida, regula la aparición de hierbas y arbustos que puedan competir con el arbolado y ofrece un mayor número de individuos al ser tratados (García y Vásquez, 1984). Referente a los

espaciamientos más abiertos, estos son más económicos pero tienen el inconveniente de favorecer el desarrollo de ramas gruesas en el árbol, aunque según Tejada (1995) la mayor influencia en este comportamiento lo tiene la genética de la especie y no el marco de plantación, por otra parte estos estimulan la aparición de maleza que puede competir con el arbolado por los nutrientes, humedad, etc. (Ávila *et al.* 1979), y en lugares donde el suelo no propicie el desarrollo de cobertura vegetal a causa de la escasa humedad y fertilidad, se verá favorecida la pérdida de este, a causa de la acción erosiva del agua y del aire.

Tejada (1995) sugiere que los marcos de plantación se deben ampliar, ya que los productos que se obtienen de los primeros raleos, en plantaciones muy densas, tales como postes, varas y madera corta, son productos que tienden a ser sustituidos en el mercado, por otros de origen mineral, principalmente por hierro, blocks, agregados y cementos. Este mismo autor, recomienda el uso de los marcos de plantación rectangulares en vez de los cuadrados, al momento de establecer las plantaciones, fundamentando que las distancias cortas entre plantas ayudan a que no se formen ramas gruesas, es decir que la presencia de distancias cortas entre hileras y largas entre filas es buena, pues facilitan la completación de la plantación, ya que son más fáciles de seguir las hileras.

A la hora de establecer las plantaciones, el seleccionar la densidad inicial de árboles por hectárea más adecuada, tiene gran importancia económica, debido a que tiene una relación directa con el costo inicial de la plantación y el costo posterior de los mantenimientos, tratamientos silvícolas, funciones globales del bosque y cuantía total de los productos que se obtendrán, por lo cual el espaciamiento y las intervenciones deciden el aprovechamiento máximo de las potencialidades productivas de la especie y el sitio (Samek, 1967). El manejo de éstas debe estar dirigido a un objetivo, este puede ser producción de madera de grandes dimensiones, pulpa para papel, cujes para tabaco, etc., para lo cual hay que tener en cuenta, las características ecológicas del lugar, especialmente la fertilidad del suelo; el uso final de la madera; el costo de la repoblación; la posibilidad de mecanización, así como la tasa de incremento de

las masas y la competencia de las especies arbóreas y arbustivas (Musalen y Rosero, 1973; Tejada, 1995).

En el presente siglo, los bosques sufren la presión de la expansión demográfica, que frecuentemente se comporta paralelamente con formas insostenibles de uso de la tierra. Cuando se pierden los bosques o se degradan de forma irreparable, se pierde también su capacidad de regular el medio ambiente. Esto incrementa los riesgos de inundaciones y de erosión, reduce la fertilidad del suelo y contribuye a la pérdida de especies animales y vegetales. De esta manera, el suministro de bienes y servicios del bosque se ve comprometido (Henry, 1999).

La humanidad se enfrenta a grandes problemas de degradación de los suelos. Existen millones de hectáreas de tierras forestales degradadas en todo el mundo. La silvicultura de plantaciones ha hecho que surja la preocupación de que en muchos de los lugares donde se plantan árboles, tal vez no se podrá mantener la productividad. Los modelos de pérdidas de nutrientes, el examen de los daños físicos causados a la estructura del suelo y el hecho de que exista mayor riesgo de plagas y enfermedades se han mencionado como hipótesis de la insostenibilidad de la explotación intensiva de las plantaciones. Los datos sobre la productividad a largo plazo de las plantaciones forestales siguen siendo escasos y sin ellos los forestales no pueden demostrar adecuadamente hasta qué punto son idóneas las técnicas silvícolas y no pueden refutar las afirmaciones de que la existencia de rotaciones sucesivas de especies arbóreas de crecimiento rápido ocasionan inevitablemente el deterioro del suelo (Evans, 1998). No obstante, se ha demostrado que la única actividad que puede desarrollarse dentro de una superficie de esta magnitud, es la plantación forestal y el cultivo de árboles. Se trata de una oportunidad importante para la silvicultura y la profesión forestal, de crear un impacto positivo sobre el ambiente global, mediante la creación de bosques, muy necesarios para el futuro y la salud ambiental del planeta (Salleh, 1997).

Pinus caribaea Morelet, es autóctona de la provincia Pinar del Río y desde los primeros años de la década del 60 se planta y se ha convertido por su plasticidad ecológica, fácil manejo, la calidad de su madera, la diversidad de usos y por ocupar aproximadamente el 91.1 % de la superficie total cubierta de coníferas en la provincia de Pinar del Río (MINAG. 2005), en la especie principal y la de mayor perspectiva económica en la zona. No obstante, como el resto de las coníferas del país, presenta una situación muy peculiar originada por la deficiencia a la hora de elegir la densidad inicial de plantación y el manejo silvícola a emplear.

Después de lo planteado anteriormente, se define como el problema científico de esta investigación el siguiente:

Se ha comprobado que la densidad de plantación para *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*, utilizada en la actividad productiva en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, no satisfacen de forma adecuada las demandas de volumen de madera de calidad para la industria del aserrado de acuerdo a las exigencias del mercado, asociado a lo anterior, la falta de manejo de la diversidad florística vinculada a la especie, han contribuido con la pérdida de la fertilidad de los suelos y su acidificación, afectando la capacidad productiva del ecosistema.

A partir del problema planteado, se elaboró la siguiente hipótesis:

Si se determina la densidad de plantación más adecuada para el establecimiento de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en Alturas de Pizarras de Pinar del Río, destinadas a producir madera para la industria del aserrado, mediante la cual se logre, aumentar los volúmenes de madera y su calidad, garantizando el manejo sostenible de la diversidad florística del ecosistema, de forma tal que permita la rehabilitación del ecosistemas, se podrá dar respuesta a la demanda de volúmenes y calidades superiores de madera, con la mejoría, al unísono, de las condiciones edafoclimáticas y la conservación de la diversidad vegetal.

Objetivos:

- 1- Determinar la densidad inicial de árboles por hectárea más adecuada, para el establecimiento de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, dirigidas a obtener madera de grandes dimensiones y de calidad para la industria del aserrado, manejando este tipo de bosque con criterios sostenibles, contribuyendo a la vez con la rehabilitación del ecosistema.**
- 2- Crear las bases para determinar el momento más adecuado para iniciar la aplicación de los tratamientos silvícolas a las plantaciones y determinar el efecto de la realización inadecuada de estos sobre los ecosistemas de pinares.**
- 3- Determinar la influencia de la selvicultura en algunos aspectos de la ecología de las plantaciones de la especie *Pinus caribaea* Morelet en las Alturas de Pizarras y definir las especies nativas a manejar dentro de las mismas.**
- 4- Contribuir con la iniciativa cubana para la determinación de criterios e indicadores para el manejo sostenible de las plantaciones y de los suelos forestales.**
- 5- Crear las bases para realizar estudios en otros ecosistemas.**

La novedad científica de esta investigación radica en:

La obtención, por primera vez en Cuba, de una tecnología para el manejo con criterios sostenibles de la especie *Pinus caribaea* Morelet, en plantaciones de las Alturas de Pizarras de Pinar de Río, dirigida a

producir madera de mayores dimensiones y de calidades superiores para la industria del aserrado, teniendo en cuenta los resultados de la silvicultura, los resultados de la industria (Rendimiento industrial y calidad de la madera), el impacto de los manejos en el ecosistema; la influencia y aporte de la diversidad florística en la rehabilitación del ecosistema, garantizando el mantenimiento de la capacidad productiva de estos suelos en el tiempo y la conservación de la diversidad vegetal.

.

CAPÍTULO

II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II – Revisión bibliográfica.

II.1- Sistemas de manejo: la ordenación forestal sostenible un desafío para el siglo XXI.

II.1.1- El manejo sostenible de los bosques naturales, las plantaciones y los suelos forestales.

El bosque es un ecosistema dinámico y complejo por naturaleza, que por su estructura y por los niveles de interacción de sus diferentes componentes requiere de un manejo dinámico que esté basado en la más alta valoración bio – ecológica del rol que juegan cada uno de sus componentes en la macro estabilidad de la integridad de dicho ecosistema, visto éste como una unidad bio – productiva multi – estructural y multi – funcional. El manejo forestal basado en criterios Científico - Técnicos es la base para el mejoramiento de la productividad de los bosques naturales y de las plantaciones (Báez, 1997).

Con el objetivo de realizar un manejo adecuado de las plantaciones forestales, con miras a obtener madera rolliza y aserrable, se han realizado e investigado diferentes sistemas de manejos silvícolas, los que han estado enfocados al interés de la industria y del mundo (González, 1998), pero no siempre se ha tenido en cuenta el desarrollo sostenible de estas plantaciones. Es importante entender el impacto que los diferentes sistemas de manejo, es decir privados o estatales, ejercen sobre la utilización y preservación de los recursos forestales, así como sobre el bienestar de las comunidades locales.

Tradicionalmente una parte importante de los recursos forestales mundiales se manejaron, tradicionalmente de forma colectiva con el fin de evitar su explotación excesiva. Las personas que los utilizaban solían ejercer una forma de control local. Hoy día los recursos, como los sistemas de manejo, están sufriendo crecientes presiones, debido al crecimiento demográfico y a los cambios en el entorno político y económico.

Entonces, el desafío está en permitir que las poblaciones locales y el país en su conjunto puedan obtener bienes y servicios que mejoren sus condiciones de vida, sin comprometer a largo plazo los recursos y objetivos de desarrollo (Gillman, 1997 y Arias, 1997). Es importante destacar, que para lograr este objetivo hay que contar con una ordenación forestal sostenible, es decir, manejar las tierras forestales permanentes para lograr uno o más objetivos de ordenación claramente definidos, respecto a la producción de un flujo continuo de productos y servicios forestales, sin reducir indebidamente sus valores inherentes ni su productividad futura y sin causar ningún efecto indeseable físico y social (Willian, 1998).

II.1.1.1- El medio ambiente y los bosques

Según la BBC MUNDO (2003- A), los bosques son comunidades de árboles situados en un área terrestre de cierta amplitud. En su hábitat se genera un microclima particular, que ejerce influencia en el sistema hidrológico y que colabora con la supervivencia del ecosistema, proveyéndolo de abrigo, refugio y alimento. De esta manera, los bosques ejercen un efecto benéfico en el medio ambiente al proteger los suelos contra la erosión y al posibilitar la concentración de humedad que servirá al crecimiento de los árboles, de la flora y fauna que conviven en el hábitat, así como el aumento de la cantidad y calidad de las aguas y la purificación de la atmósfera.

.

En la tierra existen bosques desde hace aproximadamente 360 millones de años. Ellos no sólo han favorecido la vida de diversas especies animales y vegetales; también entregan vida a nuestro planeta al transformar la energía del sol en oxígeno. Históricamente, el ser humano ha utilizado los árboles para satisfacer sus necesidades básicas y mejorar su calidad de vida, obteniendo leña, forraje, frutos, corteza y hongos, así como materias primas para uso industrial.

En el pasado, los hombres obtenían estos recursos desde los **bosques nativos**, que son aquellos que se encuentran en su lugar desde hace muchos años, que no han sido plantados por el hombre y que están formados por especies autóctonas y endémicas del país.

En la actualidad, a los beneficios que aporta el bosque nativo se agregan aquellos que aportan las **plantaciones forestales**, que son los bosques implantados por el hombre para proveer de materia prima a la fabricación de un sin número de productos de numerosos beneficios ambientales, destinados a satisfacer muchas necesidades del ser humano.

II.1.1.2- El medio ambiente y las plantaciones forestales

Según estudios realizados por BBC MUNDO (2003- B) y la FAO (2003- E), de forma general los bosques proporcionan un servicio ambiental único en su género al eliminar el dióxido de carbono de la atmósfera, almacenarlo en la biomasa, el suelo y los productos y ofrecer una alternativa sostenible a los combustibles fósiles. Particularmente las plantaciones forestales de rápido crecimiento (pino y eucalipto) tienen efectos benéficos para el medio ambiente, ya que colaboran a disminuir el efecto invernadero.

- **El Efecto Invernadero**

El efecto invernadero es la captura excesiva de calor producido en la troposfera a consecuencia de la acumulación de los llamados de invernadero, los cuales son provocados por la contaminación del aire, estos gases actúan como paneles de vidrio en un invernadero o un automóvil estacionado bajo el sol con las ventanillas cerradas después que el calor es irradiado hacia la superficie (Miller, 1994). El aumento de la concentración de anhídrido carbónico (CO₂), proveniente del uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) ha provocado la intensificación del fenómeno y el consecuente aumento de la temperatura global, el derretimiento de los hielos polares y el aumento del nivel de los océanos. El vapor de agua, el anhídrido carbónico (CO₂) y el gas metano forman una capa natural en la atmósfera terrestre que retiene parte de la

energía proveniente del sol. El uso de combustibles fósiles y la deforestación han provocado el aumento de las concentraciones de CO₂ y metano, además de otros gases, como el óxido nitroso, que aumentan el efecto invernadero.

La superficie de la Tierra es calentada por el Sol, pero ésta no absorbe toda la energía sino que refleja parte de ella de vuelta hacia la atmósfera.

Alrededor del 70 % de la energía solar que llega a la superficie de la tierra es devuelta al espacio. Pero parte de la radiación infrarroja es retenida por los gases que producen el efecto invernadero y vuelve a la superficie terrestre.

Como resultado del efecto invernadero, la tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta. De no existir el fenómeno, las fluctuaciones climáticas serían intolerables. Sin embargo, una pequeña variación en el delicado balance de la temperatura global puede causar graves estragos. En los últimos 100 años la tierra ha registrado un aumento de entre 0,4 y 0,8° C en su temperatura promedio.

Otro de los grandes beneficios ambientales de las plantaciones forestales es su efecto protector y mejorador sobre los suelos. Pasan muchos años desde que las plantaciones son establecidas, hasta su cosecha. Durante ese período (que se llama período de rotación), las hojas caen y se descomponen debido a la acción de insectos, hongos, bacterias y de la biota edáfica. Si observamos una plantación de pinos de 30 años de edad, veremos que el suelo de ésta tiene características especiales derivadas de los aportes anuales de materia orgánica. Por otra parte, durante la rotación el suelo de la plantación ha estado amparado de las gotas de lluvia, ya que los árboles actúan como paraguas que protegen al suelo de la erosión hídrica. Asimismo, los árboles resguardan al suelo de los vientos, lo cual evita la erosión eólica y, además, los pinos ayudan a retener el flujo de las aguas, facilitando la infiltración de éstas con sus raíces, lo que posibilita la alimentación de las capas freáticas, que son los depósitos subterráneos de aguas.

II.1.1.3- El medio ambiente y el suelo (FAO. 2000-D)

La desertificación ha sido considerada como uno de los principales problemas ambientales del planeta. La Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (UNCCD) define a este flagelo como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. La desertificación, que no es imputable a la extensión de los desiertos actuales, ocurre porque los ecosistemas de tierras secas, que cubren más de la tercera parte de las tierras firmes del mundo, son sumamente vulnerable a la sobreexplotación y el aprovechamiento inadecuado de la tierra. La pobreza, la inestabilidad política, la deforestación el pastoreo excesivo y las prácticas deficientes de riego pueden socavar la productividad de la tierra y consecuentemente provocan su degradación (UNCCD, 2003). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente calcula que la desertificación cuesta al mundo 42.000 millones de dólares al año.

La FAO (Douglas, 1994) citado por Salmon, (2003) identifica cinco componentes principales que intervienen en la degradación de las tierras: 1) la degradación del suelo por una declinación de su capacidad productiva como resultado de la erosión y cambios en sus propiedades hidrológicas, biológicas y físico – químicas; 2) degradación de la vegetación por una declinación en la cantidad y/o calidad de la biomasa natural y disminución de la cubierta vegetal del suelo; 3) degradación del agua por la declinación de la cantidad y/o calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos; 4) deterioro del clima definido por cambios en las condiciones macro y micro climáticas que incrementan el riesgo para el desarrollo de la vegetación y los cultivos; 5) pérdidas debido al desarrollo urbano – industrial que implica la declinación del área total de tierras agrícolas y forestales o con potencial para esos usos, como resultado de la conversión a usos industriales, urbanos y/o de infraestructura.

La deforestación está reconocida como la causa fundamental de la desertificación, tanto en el ámbito internacional como en el cubano (CITMA, 2000) e igualmente representa el principal problema ambiental en

Cuba, hecho que aparece refrendado en la Estrategia Ambiental Nacional (CITMA, 1997).

El Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (CITMA, 2000) prevé el Desarrollo Económico y Social de las Zonas Afectadas por procesos de desertificación en las Áreas de Acción de su Estrategia, que contempla entre sus objetivos la rehabilitación y recuperación de ecosistemas.

Por consiguiente, si se integra todo lo anteriormente expuesto se puede resumir que la reforestación y el Manejo Forestal Sostenible son aspectos claves para el combate de la desertificación y de los procesos conducentes a la misma.

II.1.1.3.1- La sustentabilidad de las plantaciones y de los suelos forestales.

Hace dos décadas, el concepto de ecología sólo lo manejaban algunos especialistas. Hoy está en el lenguaje cotidiano de gran parte de la población. Sin embargo, solo algunos comprenden su verdadero significado y trascendencia en el manejo de los recursos naturales, mientras otros lo usan como muletilla política y comercial (Hartwing, 1994).

La sustentabilidad del medio ambiente, comienza con una economía sana, que esté en condiciones y desee trabajar e invertir para mantenerla. El concepto de sostenibilidad es un elemento esencial de la Ordenación Forestal racional y esta siendo objeto de un intenso debate. En el caso de las plantaciones forestales establecidas con el objetivo de producir madera, ya sea para uso industrial o doméstico, cabe preguntarse, si es posible mantener el suministro de ésta por tiempo ilimitado. Este concepto como expresión resulta difícil de pronunciar y no es de fácil comprensión, pero en general convenimos en que posee una dimensión, cuyo objetivo es el mantenimiento perpetuo de los recursos, una dimensión económica que se caracteriza por la producción de bienes y servicios y una dimensión social que supone la participación de las personas en los procesos de adopción de las decisiones (Harcharik, 1997).

La población de la tierra se incrementa unos mil millones de habitantes cada 12 años, por minuto se añaden 150 personas, por día 220 mil (Marin, 1998), por lo cual las actuales civilizaciones requieren de un alto consumo de papel, material energético y madera de forma general, las plantaciones forestales tienen la capacidad reproductiva para regenerarlas. Pero para esto es necesario incorporar más tecnologías silvícolas a las plantaciones forestales. Ellas también contribuyen de forma decisiva a mantener un recurso irremplazable y esencial del medio ambiente, el suelo. Sin él no hubiera producción de alimentos, ni madera y como se forman por la acción del clima y la vegetación sobre el sustrato geológico, el país debe en materia de conservación del medio ambiente poner más esfuerzo y recursos para la debida conservación de éste.

II.1.1.3.2 - El manejo sostenible de los suelos forestales es pensar en el futuro.

El mundo se enfrenta a grandes problemas de degradación de los suelos. Actualmente existen millones de hectáreas de tierras forestales degradadas en todo el mundo. La silvicultura de plantaciones ha hecho que surja la preocupación de que en muchos de los lugares donde se plantan árboles, tal vez no se podrá mantener la productividad. Los modelos de pérdidas de nutrientes, el examen de los daños físicos causados a la estructura del suelo y el hecho de que exista mayor riesgo de plagas y enfermedades se han mencionado como hipótesis de la insostenibilidad de la explotación intensiva de las plantaciones. Los datos sobre la productividad a largo plazo de las plantaciones forestales siguen siendo escasos y sin ellos los forestales no pueden demostrar adecuadamente hasta que punto son idóneas las técnicas silvícolas y no pueden refutar las afirmaciones de que la existencia de rotaciones sucesivas de especies arbóreas de crecimiento rápido ocasionan inevitablemente el deterioro del suelo (Evans, 1998). No obstante, se ha demostrado que la única actividad que puede desarrollarse dentro de una superficie de esta magnitud, es la plantación forestal y el cultivo de árboles. Se trata de una oportunidad importante para la silvicultura y la profesión forestal,

de crear un impacto positivo sobre el ambiente global, así como de aportar este recurso renovable, muy necesario para el futuro (Salleh, 1997).

Existen diversas formas silvícolas de mejorar la fertilidad natural del suelo en las plantaciones forestales, evitando el uso de los abonos químicos. El método se inició en Nueva Zelandia y consistía en un espaciamiento inicial mayor de las plantaciones, para lograr un mayor aprovechamiento de nutrientes del suelo y el agua (Hartwing, 1994).

El grado de impacto de erosión que se produzca en zonas de plantaciones, depende del tipo de suelo y de clima entre otros factores. Existe en todo caso una experiencia que recomienda al silvicultor poner atención al hecho de que en terrenos fuertemente compactados se reduce la tasa de crecimiento de las plantaciones. La duración de los efectos sobre la erosión puede ser mitigada espaciando las cosechas en espacio y tiempo.

No es posible determinar a priori el efecto del bosque sobre el suelo, aunque se trate de la misma especie y de suelos similares, pues el factor clima es una variable decisiva, tanto en la formación del suelo, como respecto a la vegetación que lo sustenta.

II.1.1.3.3- Relación entre el crecimiento de las especies forestales y determinadas propiedades de los suelos.

Numerosos investigadores han encontrado relaciones directas entre el crecimiento de varias especies forestales y determinadas propiedades físicas y químicas de los suelos de donde se sustentan, propiedades como el contenido de materia orgánica y humedad del suelo influyen sobre el desarrollo de las plantas, partiendo del criterio de que los suelos forestales son generalmente pobres o poco fértiles principalmente en zonas tropicales y de que en ocasiones el consumo de elementos necesarios para el normal desarrollo de las plantas es mayor que las reservas disponibles en el suelo, si se trata de plantaciones jóvenes (Aluko, 1993). La humedad existente en el suelo es un

índice determinante en la clasificación del sitio, ya que actúa como estimulante de la actividad química y física del suelo y se comporta como disolvente de los nutrientes que los árboles necesitan (Madeira y col. 1995).

La cantidad de materia orgánica existente en el suelo forestal es muy importante para el establecimiento y adecuado desarrollo de las plantas. En determinados países se utiliza como índice de clasificación y cartografía de áreas con perspectivas forestales, por incidir directamente en la clase o calidad de la estación (Sudockkov, 1968; Smalneakov, 1974; Spurr y Barnes, 1980; Chávez y Gómez. Tagle, 1985) citado por Renda (1996). Según Shaxson (1994), la textura del suelo fuertemente arcillosa, es dañina para el crecimiento de muchas especies forestales, porque limita el desarrollo del sistema radical.

II.1.1.3.4- Funciones del humus en suelo.

Estudiosos del tema como: Scott, Davies (1955); Triulpinov (1970); Felbeck (1971); Sánchez (1976); Almendros y Pola (1982); Ortega (1982 y 1985) y Gonzáles-Abreu et. Al. (1985) citados por Plasencia (2005), demostraron que el humus en el suelo, cumple tres funciones: química, física y biológica:

La función química se relaciona con el contenido de nitrógeno, carbono y una serie de elementos y cenizas que tienen importante valor nutritivo, además el humus forma enlace con estos nutrientes evitando con ello su pérdida por lavado, destacándose los elementos nitrogenados y fósforo; por otro lado en las condiciones tropicales, las propiedades buffer y la capacidad de cambio de los suelos dependen en gran medida del contenido de humus.

La función física se expresa en la formación de la estructura del suelo, siendo responsable en gran medida de la friabilidad, porosidad y baja densidad en los horizontes superiores, que influyen en el almacén de agua disponible para las plantas cuestión esta de mucha importancia para la vegetación forestal los procesos de reforestación.

La función biológica se relaciona con el hecho de que el humus sirve como fuente de material nutriente y energía para la mayoría de los microorganismos, sin cuya actividad bioquímica el suelo perdería gran parte de su fertilidad. Estas funciones del humus en los procesos que tienen lugar en el suelo se relacionan con su composición cualitativa, expresándose fundamentalmente en el contenido de ácidos húmicos y fúlvicos.

Los ácidos húmicos poseen una gran capacidad absorbente en relación con los cationes del suelo formando con el Ca, Mg, Fe y Al, compuestos estables y resistentes al lavado. En cambio el grupo de los fulvoácidos, forman con los cationes varios complejos muy solubles que se lavan fuera del perfil del suelo, ya que ellos no están capacitados para formar estructuras resistentes al agua. Los fulvoácidos predominan en suelos que sustentan vegetación resinosa o coníferas, confiriéndole acidez al suelo lo que favorece la meteorización de los productos primarios y secundarios de la parte mineral del suelo.

Todo lo expuesto refleja la marcada influencia de la vegetación en la materia orgánica de los suelos con la participación de los factores: clima, material de origen, etc. en el proceso de humificación que ocurre en los sistemas agrícolas y forestales que inciden en el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos.

Esta situación ha guiado a especialistas forestales y ecólogos a prestarle atención a las hojarascas forestal como material de origen del humus en los suelos forestales, pues representa un almacén natural de nutrientes que las plantas toman del sitio y que puede contener la mayoría del potencial nutritivo en forma no asimilable, si por alguna razón la descomposición se ve retardada. En relación con esta problemática Rapp (1969), citado de igual forma por Plasencia (2005), plantea que el ciclo biogeoquímico de la materia orgánica y de los elementos minerales es uno de los aspectos más importantes de las complejas relaciones existentes entre la vegetación y el ambiente, constituyendo esto uno de los fenómenos más esenciales de la biocenosis de los bosques en general y de las plantaciones forestales en particular.

Análisis cuantitativo de follaje que cae y por consiguiente el aporte al suelo de nitrógeno y elementos minerales es uno de los parámetros más inmediatos y de fácil estimación. Estos análisis resultan factibles y sumamente útiles para obtener una información primaria sobre el ciclo de la materia mineral y orgánica dentro de sitios forestales (Geigel,1977). Los cuales permiten caracterizar el aporte mensual y anual de hojarasca y nutrientes, así como determinar la materia orgánica incorporada al suelo en dependencia del tipo de bosque y la influencia que estos ejercen.

II.2- El cambio climático y los bosques.

Según artículos publicados por la FAO (2001- A), las recientes negociaciones sobre el Protocolo de Kyoto de la Conversión del Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, han llevado a prestar una gran atención a los bosques en el contexto del cambio climático. Los bosques pueden contribuir a reducir las emisiones, retener y almacenar carbono, y su destrucción podría afectar significativamente el proceso de calentamiento mundial durante el siglo XXI. Por otro lado, si los cambios climáticos pronosticados llegaran a materializarse, los efectos sobre los bosques serían considerables y duraderos. La ratificación del Protocolo de Kyoto podría influir profundamente en el sector forestal, según el tipo de actividades forestales que fueran aceptadas con miras a la mitigación del cambio climático.

II.3- Plantaciones forestales en el Mundo, América Latina y el Caribe.

II.3.1- Plantaciones forestales en el mundo.

En el año 2001, la FAO publicó la evaluación de los recursos forestales mundiales, catalogado el estudio más completo realizado hasta ese momento sobre el tema. Basado ampliamente en información facilitada por los propios países y en el reconocimiento de los países tropicales con sistemas de telepercepción, se complementó con estudios especializados realizados por

esta organización (FAO. 2003- C). Estudios recientes realizados por este organismo, han mostrado que actualmente de los bosques del mundo, el 3.8 % corresponde a plantaciones, siendo de estas el 3 % productivas y el resto protectoras, existiendo una tendencia a aumentar las plantaciones y a depender de ellas en mayor medida. Esta tendencia es un fenómeno muy reciente, en efecto, la mitad de las plantaciones tienen menos de 15 años de edad. Asia es la región predominante en el establecimiento de nuevas plantaciones, alrededor del 62 % de las plantaciones forestales a nivel mundial están situadas en esa zona del planeta Tierra (Castañeda, 2006) (Figura 1).

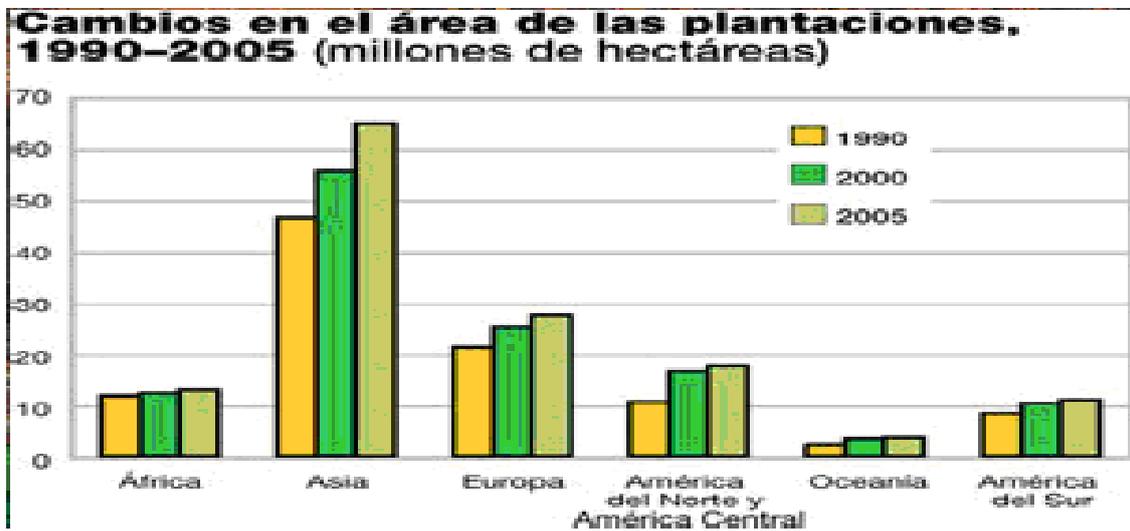


Figura 1- Área de plantaciones forestales por regiones a nivel mundial (Castañeda, 2006).

II.3.2- Plantaciones forestales en América Latina y el Caribe

En la región, las plantaciones forestales han asumido gran importancia en algunos países. Los aumentos de las tasas de plantación no se han distribuido uniformemente en toda el área. En general las grandes extensiones de plantaciones se encuentran en unos pocos. Actualmente existen muchos que casi no realizan inversiones en esta esfera. Las plantaciones generalmente se realizan de especies de rápido crecimiento, como son los Eucalyptus y las especies del género Pinus (Tabla 1) (Castañeda, 2006).

Tabla 1- Comportamiento de áreas de plantaciones forestales en América Latina y el Caribe en periodo 1990- 2005.

País	Áreas de Plantaciones (1990-2005) (Hectáreas)		
	Años		
	1990	2000	2005
Costa Rica	0	342000	4000
Cuba	347000	342000	394000
El Salvador	6000	6000	6000
Guatemala	32000	88000	122000
Haití	12000	20000	24000
Honduras	31000	26000	30000
Jamaica	15000	14000	14000
Nicaragua	4000	46000	51000
Panamá	10000	42000	61000
Argentina	76000	1078000	1229000
Bolivia	20000	20000	20000
Brasil	5070000	5279000	5384000
Chile	1741000	2354000	2661000
Colombia	136000	254000	328000
Ecuador	0	162000	164000
Paraguay	23000	36000	43000
Perú	263000	715000	754000
Uruguay	201000	669000	766000

En Cuba, según Gómez, (1972 y 1976), citado por Vidal (1995), los primeros pasos para el desarrollo de las plantaciones se realizaron en 1905, y se plantaron unos 10 millones de posturas en 57 años de seudorepública. Después del triunfo de la Revolución Cubana en 1959, la silvicultura recibió un fuerte apoyo, realizando fuertes trabajos de reforestación y de tratamientos silvícolas a las plantaciones forestales y bosques nativos,

logrando plantar en un primer período (1959 – 1964) 298 millones de árboles (Candano, 1998).

La política forestal cubana en los últimos 35 años ha estado orientada a incrementar las áreas cubiertas de bosques, mediante un programa de forestación y reforestación que se elevó de 30 a 70 mil hectáreas anuales como promedio. Aproximadamente el 62 % de las plantaciones forestales en Cuba tienen fines productivos y el 37,4 % son protectoras. En el año 1994 se plantaron 78 764 ha; la superficie plantada en el año 1995 fue ligeramente superior, 85 550 ha. Al cierre de 1996 existían 445, 6 miles de hectáreas de plantaciones establecidas en todo el país, lo que representaba un 14 % del patrimonio forestal total y el 17, 9 % de la superficie cubierta de bosques (MINAG, 1996).

En el año 2005, el área cubierta de bosques comprendía las 2 696 588 ha. Aproximadamente 387 927 ha correspondían a plantaciones, de ellas 170 253 ha jóvenes (menores de 3 años) y 2 308 661 ha de bosques naturales (Herrero, 2006). Estos bosques están constituidos por una gran variedad de especies y un nivel significativo de degradación, producto de la explotación irracional a que han sido sometidos durante muchos años, sin la práctica apropiada de manejo silvícolas.

La provincia de Pinar del Río tiene la mayor reserva forestal del país, como lo muestran los siguientes datos del MINAG (2005) (Tabla 1.1).

Tabla 1.1- Distribución de la reserva forestal en la provincia Pinar del Río.

ÁREA	
Características generales	Ha.
1- Superficie de la provincia -----	1 090 242
2- Patrimonio forestal -----	495052.20
2.a - Bosques naturales -----	333313.73
2.b- Bosques artificiales -----	98200.00
2.b.1- Bosques de coníferas -----	124025.38
2.b.2- Bosques de eucalyptus -----	1516.22

Datos adicionales:

Área deforestada – 29956.47 ha

Área inforestal --- 33582.00 ha

Recientes estudios realizados por Figueroa (2002), arrojaron la situación de los pinares en la Provincia de Pinar del Río (Figura 2). En estos se puede apreciar la importancia de *Pinus caribaea* debido a la extensa superficie que ocupa en la provincia.

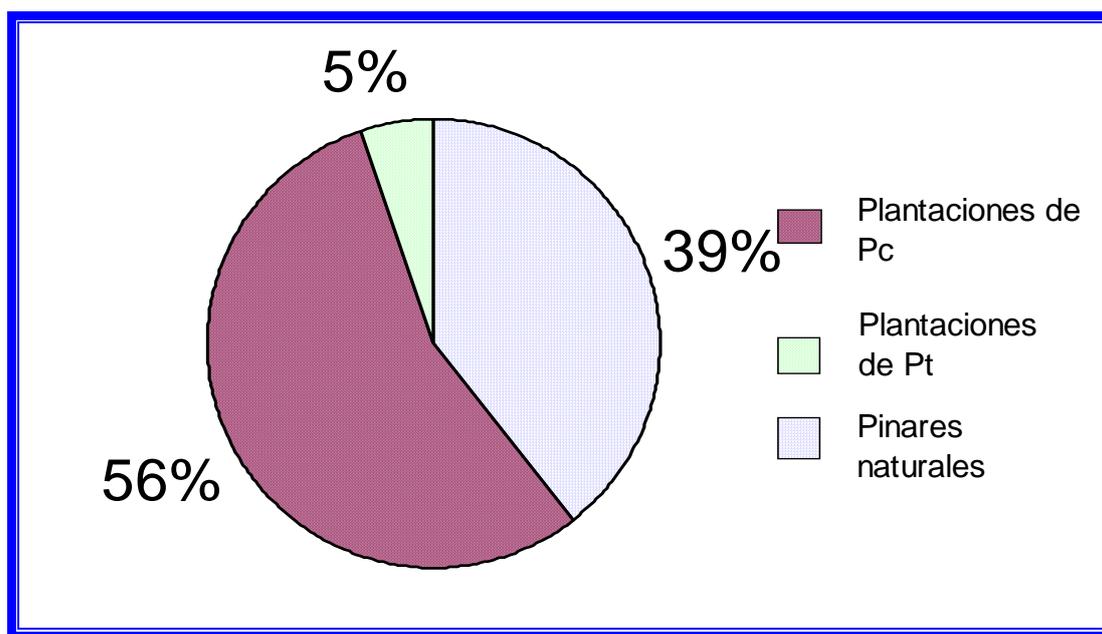


Figura 2- Relación entre las áreas naturales y plantaciones de *Pinus caribaea* (Pc.) y *Pinus tropicalis* (Pt.)

En la provincia, *P.caribaea* es la especie de mayor perspectiva, ya que ocupa aproximadamente el 91,1 % de la superficie total cubierta de coníferas (MINAG. 2005).

II.3.3- Impacto de las plantaciones forestales.

El potencial para que las plantaciones forestales satisfagan parcialmente la demanda de madera y de fibra de uso industrial está aumentando. El área mundial de plantaciones forestales corresponde únicamente al 5 % de la cubierta forestal mundial, y el conjunto de plantaciones para fines industriales abarca menos del 3 %. Sin embargo, se estima que las plantaciones forestales en el año 2000, suministraban cerca del 35. 5 % de toda la madera en rollo del mundo, previéndose un aumento del 44 % para el 2020. Si el desarrollo de las plantaciones está dirigido hacia las zonas ecológicas más apropiadas y si los principios del manejo sostenible del bosque se aplican, las plantaciones forestales pueden proporcionar un sustituto fundamental para el suministro de materia prima que suele provenir de los bosques naturales (FAO. 2000- A).

II.3.4- Mantenimiento de la productividad de las plantaciones

En estudios realizados por la FAO (2000-B) ha quedado demostrado que no sólo es posible mantener, sino también incrementar la productividad en el curso de los períodos de rotación sucesiva en plantaciones forestales. Esto requiere mantener una situación clara del objetivo final del uso de las plantaciones forestales, así como un enfoque integral de su manejo. Es necesario integrar las estrategias para realizar programa de mejoramiento genético, prácticas de semillero, ubicación / correspondencia con el origen de las especies, prácticas silvícolas apropiadas (siembra desyerbe, fertilización, poda y aclareo), la protección del bosque junto con un manejo prudente

II.3.5- Rendimientos medios de los bosques naturales y plantaciones de algunos países (FAO, 1995).

1- Cuba	51 m ³ /ha	
2- Costa Rica	103	"
3- Canadá	116	"
4- EE.UU.	118	"
5- Japón	118	"
6- Panamá	141	"
7- Guinea Ecuatorial	205	"
8- Malasia	214	"
9- El Congo	234	"
10-Gabón	234	"
11-Alemania	266	"

II.3.6- Manejo de plantaciones y la selección de los árboles futuros

Klotz y Debort (1990) citado por Dobler (1999), plantearon que en el bosque comercial, el silvicultor trata de aumentar la productividad en valor y volumen, cortando los árboles no deseados y controlando la distribución de los árboles deseados, dirigiendo la capacidad de crecimiento hacia los individuos de mejor calidad.

Para cumplir dicho objetivo, el silvicultor tiene que hacer la selección de los árboles futuros, además de realizar podas, raleos, entresacas para al final realizar la corta de los árboles futuros. Estos árboles son los miembros del rodal que selecciona y promueve el silvicultor, con el objetivo de que alcancen el mayor incremento en volumen y valor como se menciono anteriormente. Estos son los que formarán el bosque meta. Es necesario para la selección de estos árboles tener en cuenta criterios tales como: calidad, vitalidad y distribución de los árboles.

II.3.7- Las plantaciones forestales y los bosques naturales, filtros vivos, pulmones verdes.

Los bosques son el más importante banco de recursos genéticos terrestres que existe. Muchos de los alimentos que hoy consumimos, especialmente algunos como el arroz, tienen su origen en cosechas silvestres en los bosques y este continúa sirviendo como reservorio de las cosechas alimentarias presentes y futuras (Dosier, 1998).

Los bosques prestan importantes servicios ambientales, como la conservación de los suelos y agua, protección de la biodiversidad, regulación del clima, reducción del efecto invernadero, etc. Ya está reconocido mundialmente el papel que desempeñan en el ciclo del carbono y muchos países han aceptado pagar para conservarlos (Mery, 1998).

En este sentido los bosques secundarios y las plantaciones forestales en crecimiento representan mejores alternativas para reducir la contaminación del aire, el efecto invernadero y el calentamiento global, que los bosques maduros y que tienen una actividad menos violenta, en lo que ha desarrollado se refiere (Tejada, 1995; Luna, 1998).

En el caso específico de las plantaciones forestales, al margen de reverdecer el planeta, las mismas pueden jugar un papel importante en la retención del carbono y en apoyo de los esfuerzos globales para resolver los problemas del efecto invernadero y de los cambios climáticos (Salleh, 1997).

De todo esto se desprende cuánta vida le debe el planeta a sus bosques y cómo el deterioro de éstos, está en relación directa con nuestra supervivencia. “La cuestión del bosque no es entonces un problema más, sino un asunto-seamos trágicos por esta vez – de vida o muerte” (Del Risco, 1990), salvemos los bosques y estaremos salvando la humanidad.

II.3.8- Plantaciones forestales y captura de carbono.

En la última década, el desarrollo de las plantaciones forestales como medio para contrarrestar las emisiones de carbono ha evolucionado en función de un mecanismo de mercado, aunque un mercado organizado con precios del carbono establecido de acuerdo a la fuerza de la oferta y la demanda aún está lejos de concretarse (FAO: 2000- E).

La FAO planteó que la adopción del Protocolo de Kyoto en 1997 produjo un fuerte aumento en la inversión económica en plantaciones, en calidad de pozos de carbono, no obstante los instrumentos legales y políticos así como las pautas de manejo aún siguen siendo objeto de debate.

Los fondos destinados a la mitigación de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero, se concentraban en cerca de 4 millones de hectáreas de plantaciones forestales en todo el mundo en los inicios del nuevo milenio (FAO. 2001- B).

II.3.9- Disposiciones y prácticas de conservación y utilización forestal que permiten reducir el dióxido de carbono atmosférico.

Disposiciones y practicas de conservación y utilización forestal que permiten reducir el CO₂ atmosférico (Lanly,1997):

- Modificación de regímenes de explotación forestal y reducción de los desechos de esta.
- Aumento del material en pie mediante las plantaciones y medidas silvícolas que aumente la producción de las plantaciones existentes.
- Elaboración de programas de conservación de los suelos forestales y demandas de los recursos leñosos y de su duración de vida.

II.3.10- Regeneración natural, defensa de las plantaciones monoespecíficas.

Es frecuente que la discusión sobre las bondades de la cobertura forestal nativa y de las plantaciones sea tributadora de prejuicios y maniquismo, asignándole a las primeras todas las ventajas ecológicas para el hombre y negándosela a las plantaciones forestales creadas por el hombre. Se habla del peligro de las plagas en los monocultivos, como si en la naturaleza no estuvieran sometidos a los mismos azares que la tierra le depara a todos los seres vivientes. Ello a veces se pierde, por causas naturales o artificiales, creándose condiciones favorables a uno u otro tipo de elementos que conforman dicho equilibrio. “En todo caso tanto los bosques naturales, como las plantaciones sufren los ataques de la naturaleza en forma similar” (Hartwing, 1994).

Es importante destacar que en general, la nutrición del bosque se realiza expensas del reciclado de nutrimentos contenidos en su propia biomasa y de la interacción con todas las especies que forman el ecosistema forestal (árboles, arbustos, hierbas, biota edáfica, etc.); la nutrición de los árboles depende del suelo solamente en los primeros estadios hasta el cierre del dosel.

La biodiversidad tiene tres niveles: El ecosistema, las especies y la diversidad genética reflejados en el número de diferentes especies, en las diferentes combinaciones de genes dentro de cada especie (Arias, 1997).

De los planteamientos anteriores se infiere que la clave, en que el manejo silvícola se realice de manera tal que conserve la regeneración natural nativa que surja de forma espontánea dentro de las plantaciones forestales, pues de esta forma se contribuye a que se establezca un equilibrio biótico en esa formación, al crearle tanto a la flora como a la fauna condiciones de vida (Ehrlich, 1990) y se estará, de esta forma, conservando la biodiversidad propia del lugar y levantando las defensas de las plantaciones forestales monoespecíficas, como son las de los pinares.

II.4- Diversidad Florística (Alcolado, 1998).

La Diversidad es una de las características de un ecosistema susceptibles de ser medida, al igual que la productividad, la biomasa, la densidad, etc. Ella refleja la complejidad y la estructura del sistema en cuestión (Pecenko, 1982).

El concepto de diversidad es uno de los temas centrales de la ecología y su medición es un tema polémico (Magurran, 1988). El mismo autor agrupa los indicadores de diversidad en: índice de riqueza e índices basados en la cobertura relativa de las especies.

Put (1994) planteó, que la diversidad era la unión de varios conceptos: número o riqueza de especies, heterogeneidad y equitatividad, quedando definido de forma genérica como un grupo de conceptos relacionados con la estructura de los sistemas ecológicos.

Riqueza de especie es el concepto más viejo y usado de la diversidad, es el número de especies.

El número de especie por muestra, es la forma más básica y general de medir la diversidad. Sin embargo, es afectada por la selección arbitraria del tamaño de la muestra y por el error potencial en la determinación del número de especies. Una alternativa es comparar el número de especies de una muestra, con el número de especies de otra muestra de igual número de individuos. (Ludwing y Reynoldn, 1988).

II.5- Ecosistemas degradados, causa de la degradación de los ecosistemas

Un artículo publicado por (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>, 2003-A) plantea, que en condiciones naturales los ecosistemas poseen características que les permiten responder a las perturbaciones que constantemente ocurren en el medio ambiente y que causan destrucción física,

como incendios, tala, huracanes, sequía, inundaciones, invasión de especies, pastoreo, contaminación, etc. Un ecosistema, dependiendo de la intensidad y duración de las perturbaciones ambientales, responde a las a perturbaciones a través de la sucesión ecológica, que es un proceso autoregenerativo por el cual recupera su estructura y función originales. Las propiedades del ecosistema que están directamente relacionadas con su respuesta ante las perturbaciones son la resiliencia, resistencia, elasticidad y fragilidad, aunque estas propiedades varían dependiendo de las características particulares de cada ecosistema. En algunos casos, los daños ocasionados al ecosistema son demasiado severos debido a que la o las perturbaciones son demasiado intensas o se prolongan por demasiado tiempo, afectando seriamente los procesos sucesionales, lo cual disminuye la habilidad para recuperarse en forma natural (Bradshaw 1983). En estos casos, cuando la perturbación es demasiado intensa, ya se en frecuencia como en intensidad, las propiedades del ecosistema pueden verse seriamente modificadas o afectadas, incluso puede causar deficiencias en la disponibilidad de agua, pérdida de la capa de suelo con el subsiguiente detrimento en nutrientes y materia orgánica (Whisenant et al. 1995), la remoción de la causa perturbadora puede no bastar para lograr su recuperación o bien, su efecto no puede ser superado por la comunidad biológica (Brown y Lugo, 1990) y la degradación del ecosistema puede ser irreversible, a menos que el hombre intervenga.

II.5.1- Ecosistemas degradados.

Un ecosistema degradado es aquel que presenta una modificación en su estructura y funcionamiento original como consecuencia de severas perturbaciones que merman su capacidad de autoregenerarse (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>.2003- B).

Cuando la intensidad de las perturbaciones ocurridas a un ecosistema son de gran magnitud o se prolongan por largos períodos de tiempo, éstas pueden llegar a abatir las características abióticas o bióticas del mismo, impidiendo que recupere su estructura, composición de especies y funcionalidad, provocando con esto su degradación (Herrero *et. al.* 2003).

II.5.1.1- Causas de la degradación de los ecosistemas.

A partir de las observaciones brindadas por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. (2003 - A), en general, las perturbaciones que sufren los ecosistemas son producidas por las actividades humanas y por procesos naturales (causas biogeofísicas), o por una combinación de ambas. Sin embargo, en la actualidad las actividades humanas han llegado a convertirse en la causa principal de esta degradación. Esta afectación puede ocurrir de forma directa o indirecta a los ecosistemas a través de actividades tales como incendios provocados, pastoreo, tala, extracción o introducción de especies; las explotaciones mineras, la contaminación de los suelos, aguas y aire, o indirectamente a través de la contaminación en las grandes urbes, lo que produce el efecto invernadero, el cambio climático y la lluvia ácida. Los procesos que se ven afectados por las perturbaciones en un ecosistema son muy variables; dependiendo de su origen que puede ser físico (fragmentación), químico (contaminación) o biológico (introducción de especies o alteración de la composición en los ecosistemas) (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. 2003 - A).

II.5.1.2- Introducción de especies exóticas.

Otro problema de gran afectación que ha tenido graves consecuencias para los ecosistemas es la introducción de especies exóticas, aunque no todas las especies introducidas tienen un efecto negativo en los ecosistemas, existen numerosos ejemplos de especies que han llegado a convertirse en un verdadero problema al tornarse dañinas o perjudiciales para la dinámica del ecosistema y para las especies nativas que los habitan. Existen distintas afectaciones para las especies introducidas de acuerdo a su origen y afectación que producen por ejemplo especies invasoras, especies tanto de la flora, como de la fauna y recientemente, a partir del desarrollo biotecnológico, se incluyen también a los organismos transgénicos (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. 2003 A).

II.5.2- Posibilidad de revertir el daño ocasionado a los ecosistemas degradados.

La mayor parte de los ecosistemas presenta un cierto grado de degradación, en la mayoría de los casos como producto de las actividades humanas, aunque también pueden provocarse por procesos naturales (erupciones volcánicas, inundaciones, huracanes, etc.), o como una combinación de ambos (Barrow, 1987) citado por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. (2003 - A). El daño sufrido a los ecosistemas puede ser muy variable dependiendo de la intensidad, duración y extensión de los factores degradantes.

El creciente deterioro ha despertado la preocupación de muchos investigadores en el mundo. Por un lado, buscan frenar el deterioro causado por las actividades humanas, y por el otro, revertir los daños causados por los mismos. En la actualidad se han desarrollado y continúan desarrollándose diferentes estrategias para revertir el deterioro, como la remediación, rehabilitación y la restauración ecológica, que comúnmente se confunden entre sí, ya que guardan cierta relación, pero que se diferencian en cuanto a objetivos, metas y compromisos en la recuperación del ecosistema; además de existir otras estrategias para mitigar los efectos de la degradación como el reemplazamiento, recubrimiento vegetal y la remediación (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. 2003-A).

Si consideramos la alta diversidad biológica existente en México, considerando también la diversidad de ecosistemas, la restauración ecológica resulta ser la más adecuada para aplicarse a los ecosistemas del país. Esto se debe a que es la única estrategia comprometida con la recuperación de la integridad biológica de los ecosistemas, junto con su estructura y funcionamiento originales, lo cual garantizaría la sostenibilidad de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad que alberga (Clewel y Rieger, 1997) citado por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. 2003- A).

Dichos autores señalan que existen diversos intentos e investigaciones sobre la restauración en ambientes degradados, pero hasta esa fecha no existía guía

detallada que señalara paso a paso como restaurar un ecosistema, debido principalmente a las características particulares de cada uno. El hecho de que un método de restauración funcione adecuadamente en un ecosistema no era garantía que lo hiciera en otro donde las condiciones bióticas y abióticas difieren. Márquez y Huitzil (1999) citados por la misma fuente, exponen que es necesario realizar una descripción detallada de cada intento de restauración, exitoso o no, que se realice en cada uno de los diferentes ecosistemas sometidos a perturbaciones de diferente intensidad y de su trascendencia a corto, mediano y largo plazo, para que apoyados en la teoría ecológica marquen los principios generales y así poder definir las estrategias más adecuadas en cada situación. En general, existen algunas consideraciones y actividades que pueden tomarse en cuenta en la restauración ecológica de cada ecosistema como lo veremos más adelante.

II.5.2.1- Restauración ecológica

En la página (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>.2003- A), se brinda un interesante artículo sobre en que consiste la restauración. En la misma se plantea que este término se refiere a, reparar, arreglar o traer de nuevo a su estado primitivo alguna cosa que se encuentra deteriorada, devolviéndole su forma o estado originales. En particular, la restauración ecológica se refiere al proceso de recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado, en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente (Bradshaw, 1987; Ewel, 1987; Jordan III *et al.* 1987, Meffé y Carroll, 1996), sin dejar de considerar que se trata de sistemas dinámicos que se encuentran bajo influencia de factores externos que provocan que las características anteriores varíen dentro de un rango a lo largo del tiempo (Parker y Pickett, 1997). Esta estrategia busca asistir el recubrimiento vegetal y el manejo de la integridad biológica, que incluye un rango crítico de variabilidad en biodiversidad, procesos ecológicos y estructuras, en el contexto regional e histórico, y en las prácticas culturales sostenibles (SER Science & Policy Working Group, 1996). Los trabajos de

restauración iniciaron con el trabajo de Aldo Lepold en 1935 (Jordan III *et al.* 1987).

El éxito en los trabajos de restauración realmente depende de varios factores. Por un lado, el grado de compromiso que se establezca entre los actores involucrados en llevar a cabo los trabajos de restauración, y por otro, del grado de modificación que sufrieron las características intrínsecas del propio ecosistema (como su elasticidad, resiliencia, resistencia, fragilidad, la composición de especies, la estructura y funcionalidad, etc.). También es importante considerar los aspectos prácticos del programa de restauración como el presupuesto disponible, el grado de deterioro, la disponibilidad de especies, ya que en varios casos algunas de éstas pueden estar extintas al menos en el área por recuperar, etc. En algunos casos, cuando las perturbaciones no han afectado las propiedades regenerativas del ecosistema, puede no ser necesario aplicar un trabajo de restauración, sino permitir la regeneración natural del ecosistema. Un programa de restauración ecológica requiere de un gran compromiso de quienes lo realizan, tanto en el detalle de los trabajos como en su seguimiento.

II.5.2.1.1-Como hacer una restauración ecológica.

Aunque no se cuenta con una metodología que nos indique paso a paso como resolver los problemas de restauración para cada ecosistema, si existen algunos aspectos básicos que considerar en una restauración ecológica (FISRWG, 1998 y Márquez-Huitzil, 1999). Estos autores recomiendan realizar los siguientes pasos para la restauración ecológica:

- Primeramente es necesario identificar y terminar con el o los factores que provocan la degradación (contaminación, invasión de especies, fragmentación, etc). Por ejemplo: En una zona con problemas de erosión de suelo, conviene aplicar alguna estrategia que frene la erosión del mismo; en un sitio contaminado aplicar un programa de remediación o biorremediación; cuando la causa es la presencia de una especie invasora debe frenarse la propagación y establecer programas de erradicación; y si el problema está asociado con la

fragmentación, determinar si es conveniente decretar zonas que sean intocables, evitar el cambio de uso de suelo e incrementar la conectividad entre los remanentes de vegetación original. En general, es conveniente evaluar a través de un grupo multidisciplinario aquellos componentes del ecosistema (bióticos o abióticos) que hayan sido abatidos y planear la estrategia de restauración.

- Recopilar toda la información para el ecosistema en cuestión previa a la alteración que se haya generado.

- Realizar una descripción detallada de la composición de especies y la estructura vegetal de las áreas mejor conservadas del ecosistema en cuestión, o bien de los remanentes que conserven una mayor semejanza con las áreas afectadas, que idealmente compartan características de composición, estructura y funcionalidad semejantes al ecosistema en cuestión.

- Identificar variables indicadoras de la recuperación del ecosistema en cuestión. Algunos autores mencionan ciertas características que deben considerarse al restaurar un ecosistema.

- Idealmente un proceso de recuperación debe involucrar un alto grado de compromiso por el detalle que involucran los trabajos de restauración, y por tanto, todas las actividades de evaluación y seguimiento durante la recuperación del ecosistema.

II.5.3- Conceptos básicos para el manejo y conservación de un ecosistema forestal.

II.5.3.1- Cambio Climático.

El cambio climático es el efecto que produce la acumulación de calor como consecuencia de la emisión de gases de invernadero y que se han venido acumulando desde el pasado debido a la deforestación, la fragmentación de los hábitat, etc. (Meffé y Carroll, 1994).

II.5.3.2- Degradación del ecosistema.

Es la degradación de los ecosistemas que se produce cuando las perturbaciones son de gran magnitud, o bien, su efecto no puede ser superado por la comunidad biológica, abatiendo las características físicas y/o bióticas del mismo (Brown y Lugo, 1990).

II.5.3.3- Elasticidad.

Elasticidad es el rango de amplitud a que puede someterse un ecosistema en relación a la intensidad y duración de las perturbaciones que pueden actuar sobre él, ya sea que éstas se produzcan en forma natural, o bien por acciones antrópicas (Barrow, 1991) citado por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html> (2003- A).

II.5.3.4- Especie exótica o introducida.

Individuos de una especie determinada que son llevados de forma natural o antropogénica a una región fuera de su rango de distribución original (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. 2003- A).

II.5.3.5- Especies invasoras.

Especies que, dentro o fuera del ecosistema en el que originalmente han evolucionado, encuentran condiciones apropiadas que les permiten tener un incremento poblacional tal que se propagan por todo el ecosistema en el que se presenten. En este caso puede tratarse tanto de una especie nativa del propio ecosistema o una especie introducida (Berger, 1990).

II.5.3.6- Especie nativa.

Especies silvestres que se encuentran dentro de su ámbito de distribución original (INE, 2000) citado por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. (2003 - A).

II.5.3.7- Invasión de especies.

La invasión de especies es el proceso mediante el cual unas cuantas especies se propagan dentro de un ecosistema, desplazando o eliminando a la mayor parte o la totalidad de las especies que de forma natural habitan en éste. Este tipo de afectación puede cambiar un hábitat entero, haciéndolo inhabitable incluso para la comunidad natural original (Lowe *et al.* 2001). Actualmente la invasión de especies ha sido ampliamente expandida por la introducción de especies exóticas o introducidas fuera de su rango de distribución original. Sin embargo, no todas las especies exóticas se convierten en invasoras, y no siempre todas las invasiones son producidas por especies exóticas o introducidas, sino que algunas especies nativas también pueden convertirse en invasoras cuando se produce una alteración significativa dentro del ecosistema.

II.5.3.8- Lluvias ácidas.

La combinación de la deposición seca y húmeda de ácido y compuestos formadores de éstos sobre la superficie, se conoce como deposición ácida, comúnmente denominada lluvia ácida (Miller 1994).

II.5.3.9- Recubrimiento vegetal.

Es una estrategia cuyos objetivos son que el sistema, por si mismo, retorne a su estado original, e implica un manejo limitado que sólo refuerce algunos procesos, dejando que el sistema contribuya en su recuperación (Martínez, 1996; Meffé y Carroll, 1994).

II.5.3.10- Rehabilitación.

La Rehabilitación se refiere a cualquier intento por recuperar elementos estructurales o funcionales dentro de un ecosistema, sin necesariamente intentar completar una restauración ecológica a una condición específica

previa. Un ejemplo es la replantación en sitios donde se ha eliminado la cubierta vegetal con el fin de prevenir la erosión (Meffé y Carroll, 1994). Este término se aplica a cualquier intento por recuperar, al menos parcialmente, los ecosistemas que han sufrido una degradación, por lo que en algunos casos, puede ser el primer paso de una estrategia más compleja, como la recuperación o la restauración ecológica.

II.5.3.11- Remediación.

Remediación se define como el conjunto de acciones necesarias para llevar a cabo la limpieza de cualquier descarga o sospecha de descarga de contaminantes, incluyendo, más no limitado, a la realización de una evaluación preliminar, investigación del sitio, determinación del alcance del problema, estudio de factibilidad y acciones correctivas (INE, 1996) citado por <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>. (2003- A). El término remediación se refiere a todas aquellas técnicas o actividades que tienen como finalidad eliminar las sustancias contaminantes que han sido vertidas en un medio físico como el agua, el suelo o el aire, ya sea que se encuentre conservado de forma natural o modificado por el hombre. El objetivo es eliminar las sustancias contaminantes para poder reutilizar estos medios, y evitar que se difundan hacia otros sitios.

El término remediación aunque no está registrado en diccionarios de la lengua española actualmente, es de dominio público por su traducción del inglés (remediation) ya que en Estados Unidos, Canadá y otros países de habla inglesa se ha usado para referirse a todas aquellas acciones de limpieza o eliminación de contaminantes en sitios contaminados (Saval, 1998). La estrategia de remediación frecuentemente es manejada con el resto de las estrategias de recuperación de los ecosistemas; sin embargo, la recuperación de éstos es considerada porque:

1. Se vincula con la mitigación de los efectos de la contaminación en el ambiente.

2. Es el primer paso para iniciar un proceso de recuperación de un ecosistema.

II.5.3.12- Resilencia.

La resiliencia se define como la velocidad con la cual una comunidad o ecosistema regresa a su estado original después de ser perturbada y desplazada de aquel estado (Begon *et al.* 1996).

II.5.3.13-Resistencia.

Describe la habilidad de la comunidad para evitar el desplazamiento de su estado inicial (Begon *et al.* 1996).

II.5.3.14- Sucesión ecológica.

La sucesión es un proceso que implica patrones no estacionales, direccionales y continuos de colonizaciones y extinciones de poblaciones de especies (Begon *et al.* 1996). Se ha encontrado que la tasa de recuperación de un ecosistema perturbado se relaciona directamente con el tipo y la intensidad de la perturbación que ha sufrido, ya que esto determina el tipo de propágulos que permanecen en el sitio (Meffé y Carroll, 1994).

II.6- Instituciones punteras en el manejo forestal sostenible.

La preocupación por el manejo forestal sostenible ha llevado a muchas instituciones, organismos, comunidades e investigadores a que implementen acciones tendientes a producir cambios acerca de la utilización y manejo de los recursos forestales, según (OIMT, 1993; Araujo, 1997 y FAO, 1997).

- El Departamento de Montes de la FAO.
- El CIFOR y sus principales colaboradores.
- La Universidad Agronómica de Bogor (Indonesia).
- El Instituto de Investigaciones Forestales de Kerola (India).
- El Centro de tecnología sobre árboles forestales (Australia), con el apoyo financiero del Centro Australiano de Investigaciones Agrícolas (ACIAR) los cuales están llevando a cabo un conjunto de medidas para el desarrollo sostenible de las plantaciones.
- La Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT).
- El Proyecto de Manejo Forestal (BOLFOR).
- La Unión Internacional de Organizaciones de Investigaciones Forestales (IUFRO).

II.7- Género Pinus.

Las coníferas aparecieron en el período pérmico de la era Paleozoica y el lugar de origen de la familia Pinaceae fue el hemisferio Norte. Aquí el género Pinus se desarrolló como uno de los géneros arbóreos más difundidos. Actualmente este género ocupa una gran superficie. Los rangos latitudinales varían desde el Círculo Polar Ártico donde el *P. sylvestris* llega hasta los 72° 00' N hasta los 2° 06' en Sumatra, donde el *P. merkusii* es el único que en forma natural se encuentra al sur de Ecuador. México es uno de los países del mundo que cuenta con mayor cantidad de especies de Pinus, en el se encuentran 42 especies, 22 variedades y 9 formas que representan el 41 % de las especies de Pinus estudiadas en el mundo (Sprich, 1994 – B) citado por Dobler y Torres (1995).

II.7.1- Distribución del género Pinus en el Caribe.

En el nuevo mundo, el centro de distribución del género Pinus ha sido la región templada del norte (Estados Unidos y Canadá). Según Chardon (1941); Sprich (1994), citado por Dobler y Torres (1995) de este centro ha habido dos corrientes migratorias hacia el Sur, una por México, pasando por América

Central específicamente por Guatemala y Honduras pero sin llegar a Costa Rica y otra corriente por las Antillas, que saltando del continente a la Isla de Cuba y Las Bahamas, pasó a Santo Domingo, República Dominicana..

En el Caribe, el género *Pinus* se distribuye en las Islas Bahamas, en Cuba y en La Española (Haití y República Dominicana). Hay que resaltar que ni en Jamaica, Puerto Rico ni en las Antillas menores existían pinares naturales.

II.7.2- Características de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*.

Hoy día es inconcebible desarrollar y manejar sosteniblemente una especie forestal si no le conocemos su: distribución geográfica, fenología, ciclo fenológico, período de recolección de semillas, adecuación a la Estación, implemento, uso de la madera y plagas y enfermedades que le atacan.

En Cuba una de las especies más estudiadas es *Pinus caribaea* Morelet. En ese sentido Herrero *et.al.* (1993) realizaron una compilación sobre la silvicultura de la especie donde incluye los aspectos anteriormente mencionados.

Sus características han sido descritas por Betancourt (1987); Sprich (1994- B), y experiencias de técnicos del Plan Sierra (República Dominicana), citado por Dobler y Torres (1995).

II.7.2.1- Descripción Botánica:

Hojas

Las hojas son comúnmente en grupos de a 3 por fascículo, raramente 4, de 15 a 25 cm de largo, de 1 a 3 mm de espesor, agudas, con bandas estomáticas en todas las caras, canales resiníferos internos de 3 a 6, hipodermis diforme de 3 a 5 hileras; vainas de 10 a 13 mm de largo, castañas a negruzcas cuando adultas.

Tronco y corteza

La corteza de los árboles jóvenes es grisácea, rugosa y resquebrajada en surcos, más o menos profundos; en los adultos se puede mantener esta característica o bien formar placas grandes de color castaño, con fisuras poco profundas, descascarándose en finas láminas. En general se presentan más finas que las de la variedad *hondurensis*.

Madera

La madera de esta variedad tiene un color más oscuro que la de la variedad *hondurensis* y aparentemente es de mejor calidad.

Flores

La especie es monóica. Las flores masculinas (amentos) son de 20 a 30 mm de longitud; las flores femeninas (estróbilos) son reflexas. Las flores masculinas abundan más en las ramas bajas, las femeninas en la parte superior del árbol.

Frutos

Las flores femeninas se transforman en conos, que son ligeramente asimétricos, de 5 a 12 cm de longitud y entre 1.3 y 4 cm de diámetro; cónicos cuando están cerrados, oblongos cuando abiertos. Los conos permanecen en el árbol, si no se tumban, durante un año o más después de la diseminación de las semillas. Los frutos contienen un promedio entre 60 y 75 semillas.

Las semillas son de 6 mm de largo, 3 de ancho y 2 mm de espesor, son angostamente ovoides y triangulares, de color gris moteado a pardo claro. Las semillas contienen de 4 a 8 cotiledones. Un kilogramo contiene entre 65 000 y 80 000 semillas.

Habitus

Esta especie puede alcanzar hasta 30 m de altura, y raras veces más, y entre 70 y 80 cm de diámetro. La copa es normalmente cónica y ocupa, en los árboles grandes, de la tercera a la cuarta parte de la altura total del árbol.

II.7.2.2- Ciclo fenológico:

Época de floración

En Cuba, la floración se produce durante los meses de enero a febrero, en algunos casos se prolonga hasta marzo.

Época de semillas.

La maduración de los frutos se produce desde mediados de junio hasta fines de julio, en algunos lugares hasta principio de agosto del siguiente año.

II.7.2.3-Período de recolección de las semillas.

La dehiscencia de los conos se produce entre 15 y 20 días después de la maduración, siendo necesario recolectarlos durante ese período, antes que diseminen las semillas. Desde los 6 años de edad se observan árboles cultivados con algunos conos, pero una buena cosecha de semilla fértil se consigue entre los 12 y 15 años de edad.

II.7.2.4- Adecuación a la estación:

Suelo

En Cuba, donde existen las más extensas masas naturales de esta especie, los suelos predominantes son ferralíticos cuarsíticos (en las Alturas de Pizarras del norte y del sur de la provincia de Pinar del Río) y ferríticos (en la meseta de Cajalbana, Latosoles). Son suelos ácidos con un pH que varían entre 5.5 y 6.5, pobres en bases intercambiables. Esta especie tiene bastante amplitud ecológica en cuanto a los suelos y se adapta a muchos tipos de suelo.

Luz

Es una especie heliófila.

Precipitación

En su área de origen las precipitaciones oscilan desde 1 000 mm hasta 2 000 mm. Aunque esta especie crece más rápido en la zona de transición que el *Pinus occidentalis*.

Temperatura

En su región originaria la temperatura media anual oscila desde 21 °C hasta 25 °C con temperaturas máximas absolutas hasta 37 °C y temperaturas mínimas absolutas de menos de 4 °C.

II.7.2.5- Incremento.

Comportamientos en diámetro, altura y volumen del *P. caribaea* Morelet en distintos tipos de suelo, según Betancourt (1983), citado por Dobler y Torres (1995). Tabla 2.

Tabla 2- Comportamiento del diámetro, altura y volumen en *P.caribaea* en distintos tipos de suelo.

Altitud (msnm.)	Precip. (mm.)	Suelo	Edad (años)	Espac. (m)	Altura (m.)	D.a.p (cm).
750	2 090	- Ferralítico Rojo	7		11,19	19,0
150	1 765	-Ferralítico Cuarcítico – Rojizo, Lixiviado, Fertilizado con NPK.	7,5	3 x 3m	7.237.23	10.9
750		-Ferralítico Rojo Amarillento Típico sobre corteza –de Meteorización Ferralítica	13	2.5 x 2.5 m	13.0	15.0
980	1468	- Rojo Ferralítico, Lixiviado, sobre corteza de Meteorización Ferralítica	13	2.5 x 2.5 m	17.0	18.0

La Idalia Sierra Maestra		- Ferralítico, Rojo Lixiviado típico sobre corteza de Meteorización Ferralítica	17	2.5 x 2.5 m	16.2	24.2
20		-Oscuro Gleyoso (vertisuelo)	23.5	2.5 x 2.5 m	22.7	35.0

Según trabajos realizados por Gra *et al.* (1995 A y B), esta especie manifiesta incrementos en altura inferiores a 1m por año hasta los 5 años de plantada, desde este momento se mantiene incrementando alrededor de 1m por año hasta aproximadamente los 21 años de vida; a partir de esta edad comienza a disminuir el incremento. Referente al diámetro, plantean que el incremento está alrededor de 1 cm anual, pero en este caso tiene mucha influencia el espaciamiento de la plantación.

Bosch y col. (1980) plantearon que en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, en sitios donde el suelo no sea tan gravoso esta especie de pino puede alcanzar más de 140 m³ /ha a los 13 años de edad.

II.7.2.6- Usos de la madera.

La madera de esta especie de Pinus es usada para todo tipo de construcción, también es fuente de producción de pasta papelera de fibra larga, de uso cada vez más extendido en todas las naciones. La madera rolliza preservada se puede emplear para postes, carpintería y obtener resina como materia prima para pintura, barnices, plásticos, aceites, gomas, resina sintética, productos químicos y farmacéuticos.

II.7.2.7- Plagas y enfermedades que lo atacan.

En Cuba, se encuentran naturalmente casi desde el nivel del mar hasta una altura aproximadamente de 500 msnm, pero se ha llegado a cultivar con éxito entre 750 y 800 msnm, en las Alturas de Trinidad, en la Selva Puvial Montana del Escambray Spirituano (Del Risco y Gonzáles, 2005).

En el plan sierra (República Dominicana), se ha plantado sin problema hasta 800 msnm, pero a partir de los 900 msnm comienza a ser atacado por la mosca que ataca al *P. caribaea* ssp hondurensis.

Las principales plagas que atacan a la especie en Cuba:

- *Cronantium quercuum* – Roya visicular de las agujas
- *Cronantium strobilinum* – Roya de los Conos
- *Neodiprion insularis* (Crees.) – Gusano rayado de las agujas
- *Phyllophaga explanicollis* – (Chap.)- Gallego o Chicharrón
- *Rhyacionia frustrana* (comst.)- Gusano de los brotes
- *Dioryctria clarioralis* (Walk.)- Polilla del Pino macho
- *Dioryctria horneana* (Dyar.) –Gusano de la resina
- *Ips interstitialis* (Eichh.) e *Ips grandicollis* (Eichh.)- Barrenadores del pino.
- *Atta insularis* (Guen)- Bibijagua

IPS y el hongo de las raíces.

CAPÍTULO

III

MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS

III- Materiales y Métodos.

III.1- Materiales y Métodos generales.

III.1.1 - Ubicación y clima del área de estudio.

En la isla de Cuba se encuentran tres grandes macizos montañosos: Guaniguanico, Guahamuaya y la Sierra Maestra y Nipe – Sagua del s-Baracoa. El presente estudio se llevó a cabo en formación montañosa conocida como Alturas de Pizarras del Sur de Pinar del Río, ubicadas en el macizo Guaniguanico (Figura 3).

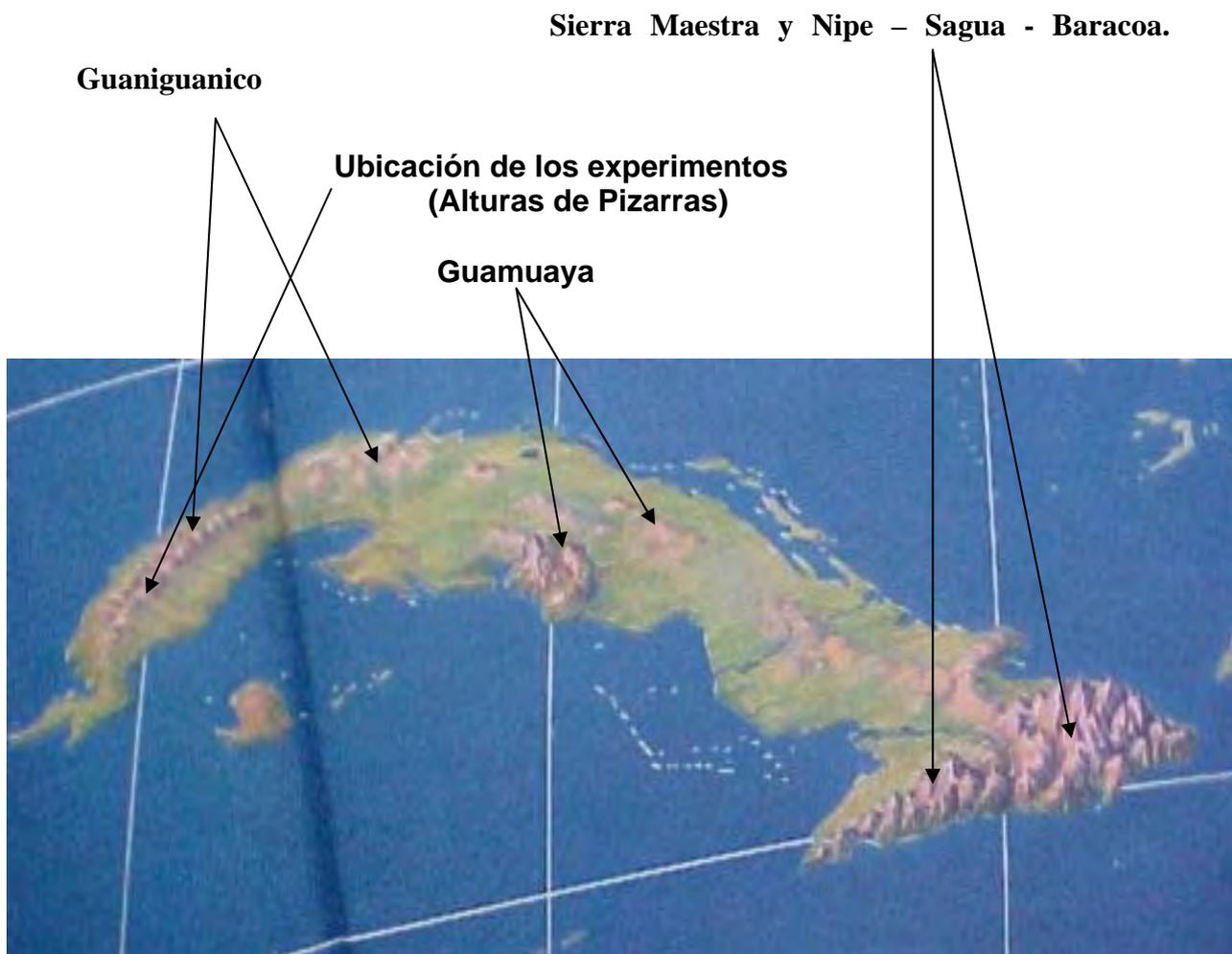


Figura 3. Principales formaciones montañosas de Cuba.

Los experimentos fueron establecidos en áreas de la Estación Experimental Forestal de Viñales. Los datos climáticos fueron tomados de la Estación

Meteorológica ubicada en la propia Estación Experimental, en un punto al centro de los experimentos.

UBICACIÓN Y CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

- Latitud norte-----	22° 35´ - 22° 38´
-Longitud oeste-----	83° 40´
-Altitud (msnm)-----	150
-Precipitación Promedio Anual (mm)-----	1765
-Temperatura Promedio Anual (°C)-----	25
- Temperatura Máxima Promedio Anual (°C)-	28,8
- Temperatura Mínima Promedio Anual (°C)--	19,5
- Temp. Máxima Absoluta (°C)-----	34,1
- Temp. Mínima Absoluta (°C)-----	2,9

III.1.2 - Descripción del sitio.

Las áreas escogidas para establecer los experimentos estaban pobladas por las siguientes especies:

- *Quercus oleoides* ssp *sagraeana*-----Encino
- *Pinus tropicalis* -----Pino Hembra
- *Pinus caribaea* ----- Pino Macho
- *Curatella americana* ----- Vacabuey
- *Alibertia edulis*----- Pitajoní hembra
- *Eugenia faramaeoides* ----- Eugenia
- *Tetrazygia bicolor*----- Cordobán
- *Byrsonima crassifolia*----- Peralejo
- *Andropogon virginicus*----- Pajón
- Otras gramíneas y ciperáceas.

III. 1. 3- Litología y características del suelo.

Los suelos donde se establecieron los experimentos son de topografía llana a ondulada (1 y 10 %) de pendiente y se clasifican según la Academia de Ciencia de Cuba (1980), como Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado y muy erosionados (esqueléticos) Obregon y Morleno (1991).

III. 1. 4- Análisis químico del suelo.

El análisis químico de los suelos se efectuó en el mes de Marzo del año 1970, en el laboratorio de suelo, perteneciente al MINAG., Pinar del Río, a partir de cuatro muestras de 0 a 45 cm de profundidad, recogidas en dos puntos del área experimental. Para el análisis se utilizaron los siguientes métodos:

- 1- Método Potenciometrico para determinar el pH de los suelos.
- 2- Método colorimétrico para la determinación de fósforo disponible en el suelo.
- 3- Método de fotometría de llama para la determinación de las bases cambiables (Ca^+ Mg^+ , Na^+ , K^+).
- 4- Método de Walkey- Black para determinar el por ciento de materia orgánica.

Este mostró que estos suelos son muy ácidos, deficientes en fósforo, potasio, bases cambiables (Ca^+ Mg^+ , Na^+ , K^+) y materia orgánica (tabla 3).

Tabla 3- Caracterización química del suelo del área de estudio.

Sitio	Profun.(cm)	<u>Nutrientes asimilables</u>		<u>M. Org.</u>	<u>PH</u>	<u>Bas. Cambiables</u>				<u>S</u>
		P ₂ O ₅	K ₂ O	%	C/K	Ca ⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	
		(mg./100 g de suelo)				(Mq./100 g de suelo)				
I	0-20	0,48 B	3,3 B	1,98 B	4,3	0,64	-	0,10	-	-
	20-45	0,76 B	3,3 B	0,45 MB	4,2	0,40	1,31	0,06	-	1,77
II	0-20	1,42 M	11,0 R	3,21 M	4,2	1,84	0,03	0,10	0,08	2,65
	20-45	0,48 B	5,0 B	0,45 MB	4,2	0,80	1,67	0,08	0,04	2,59

. B ----- Bajo

.MB ----- Muy bajo

. M ----- Medio

. R ----- Regular

Según Awan y Frías (1970) citado por Blanco (1989) en estos suelos el contenido de arcilla es mayor en el subsuelo que en el suelo superficial, lo que determina, en general, un drenaje interno impedido de los mismos.

III. 2- Materiales y métodos utilizados para determinar la influencia de la densidad de árboles por hectárea en la economía de los ecosistemas de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.

III. 2.1- Establecimiento de los experimentos.

Las posturas utilizadas para el experimento se produjeron en el vivero de la Estación Experimental Forestal Viñales. Los envases utilizados para la producción de las mismas, consistieron en bolsas de polietileno de tamaño estándar, cuya capacidad aproximadamente es de 800 cm³ de sustrato aproximadamente.

En la mezcla de suelo para el llenado de los bolsos, se tuvo presente homogenizar la mezcla, para lo cual se utilizó un 90 % de suelo micorrizado proveniente de los pinares de la zona y un 10 de turba bien descompuesta.

Para la siembra de las bolsas se utilizaron semillas procedentes de los árboles padres seleccionados en la zona de Malas Aguas. Las demás actividades de vivero que no se mencionan (fertilización, riego, escarde, etc) se realizaron según la Norma Ramal del Ministerio de la Agricultura de Cuba para las atenciones culturales en la producción de posturas en bolsas en viveros forestales NRAG. 325. (MINAG. 1978) citado por Pérez (2000). Las posturas tenían de 10 a 15 cm de altura antes de plantarse.

Para la preparación del sitio se realizó un desbroce de toda el área, los residuos fueron acordonados de tal forma que no interrumpieran las labores de aradura, la cual se efectuó con el empleo de un tractor de ruedas de gomas, a una profundidad que oscilaba entre 15 y 25 cm.

El experimento No.1 se plantó en el mes de septiembre de 1970 y la reposición de fallas en diciembre del mismo año. El experimento No. 2 se estableció en septiembre de 1984 y se repusieron las fallas a finales del mes de noviembre.

A la hora de establecer la plantación, se seleccionó un sitio que reuniera las condiciones medias que exige la especie. Se utilizó en ambos casos un Diseño de Bloques Completos al Azar (Cochran y Cox, 1983). El experimento 1 constó de 5 tratamientos y 4 bloques y el experimento 2 con igual número de tratamientos pero distribuidos en 3 bloques. El área útil de las parcelas se calculó tras definir una banda de amortiguamiento en la periferia de cada parcela, variando su anchura de acuerdo al marco de plantación empleado en cada tratamiento (Tabla 4). La distribución y localización de los experimentos en el campo se describen en las figuras 3.1 y 3.2. Con el empleo de este diseño se persiguió minimizar cualquier otra influencia sobre la plantación de factores bióticos y abióticos, garantizando de esta forma que el comportamiento de las diferentes variables a evaluar sólo estuviera influenciado por la densidad de la masa.

Tabla 4- Descripción de las condiciones de plantación.

No. Trat.	arb/ha	Espac.	Exp. No. 1		Exp. No. 2	
			Parcela útil		Parcela útil	
			Área (m ²)	Número de árboles	Área (m ²)	Número de árboles
1	1 111	3 x3	144.0	16	225.0	25
2	1 333	3 x 2.5	120.0	16	187.5	25
3	1 666	3 x 2	96.0	16	150.0	25
4	2 222	3 x 1.5	72.0	16	112.5	25
5	3 333	3 x 1	48.0	16	75.0	25

Figura No. 3.1- Croquis de Campos (Exp. 1 v áreas donde se efectuó el estudio ecológico)

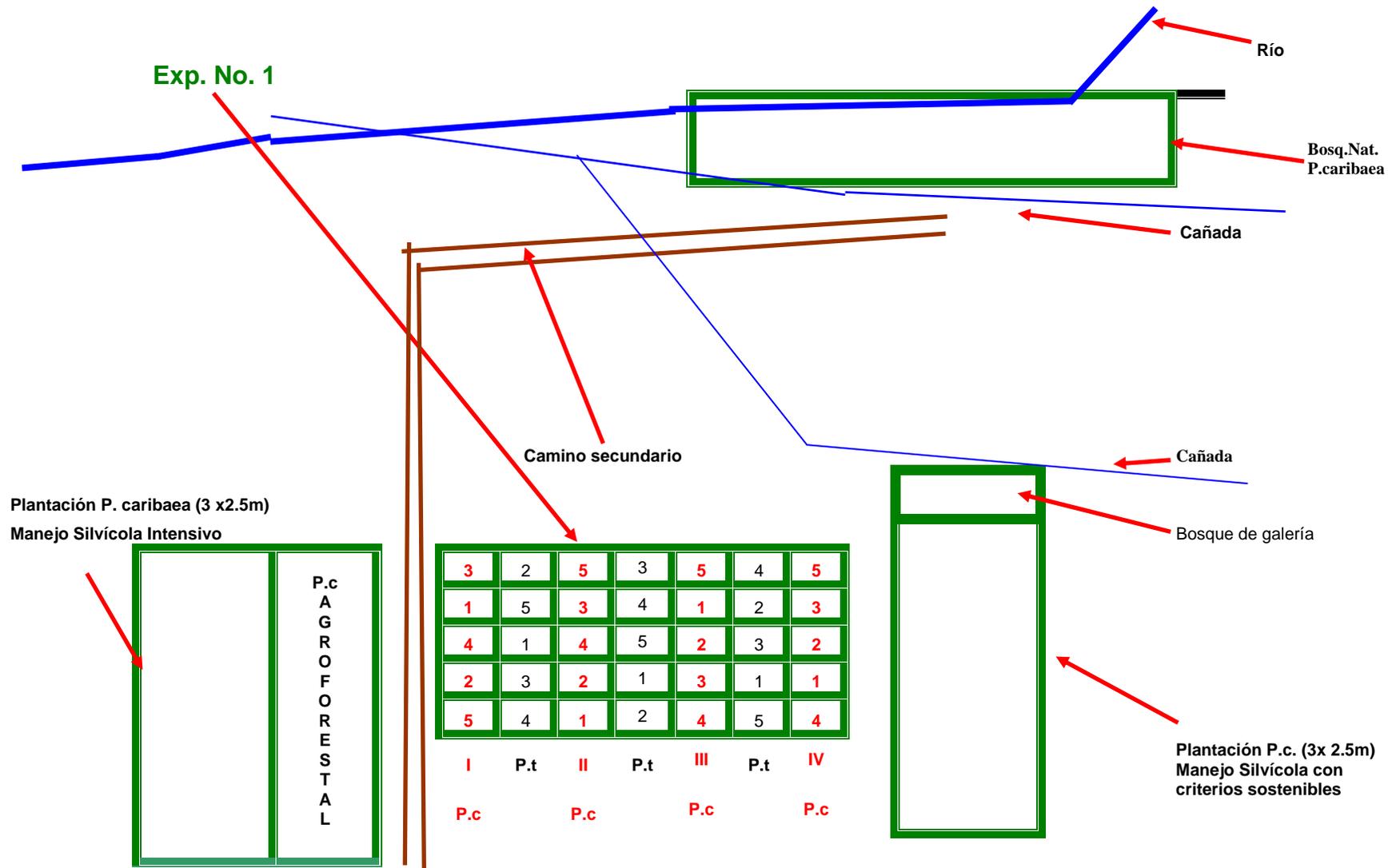
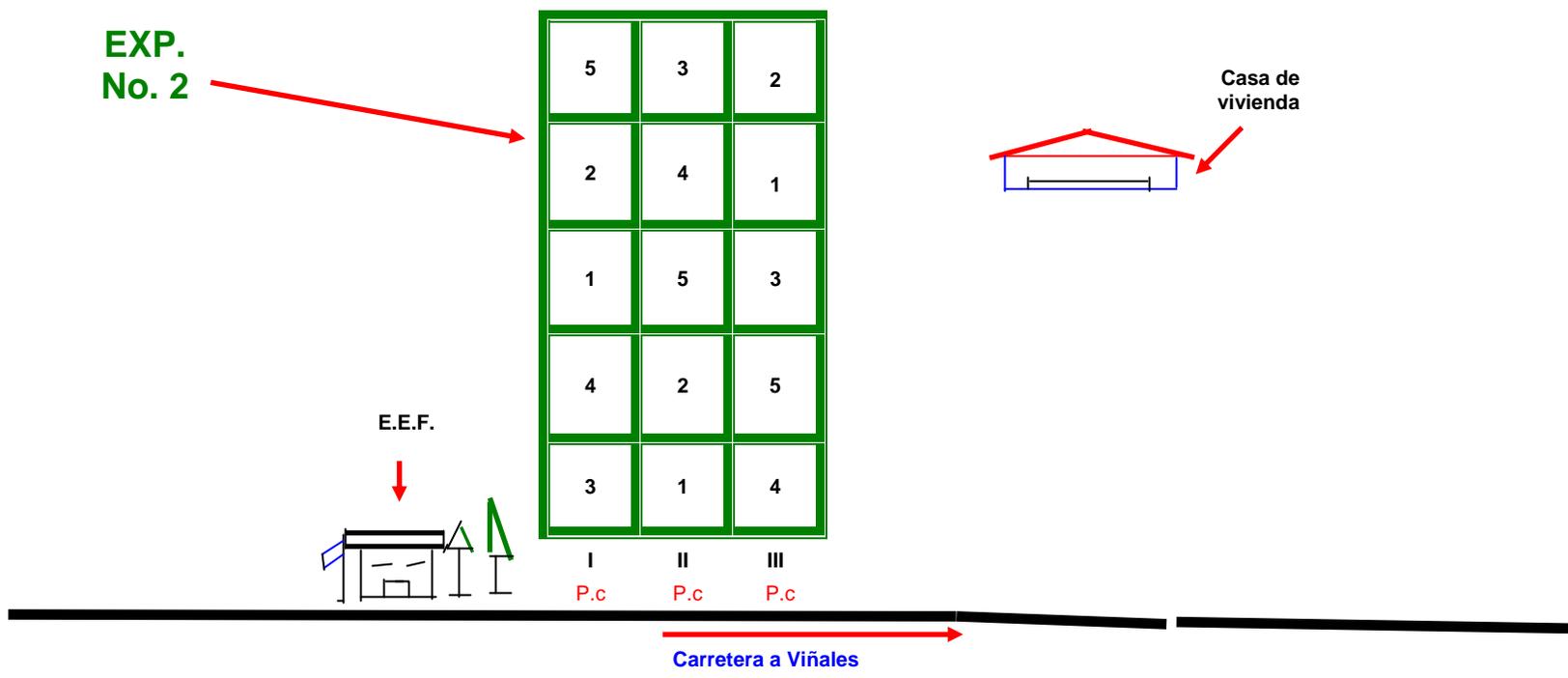


Figura No. 3.2- Croquis de Campos (Exp. 2)



III.2.2- Variables evaluadas y calculadas en el manejo silvícola.

Los experimentos fueron evaluados en varias etapas de su desarrollo a los 5, 10, 14 y a los 27 años. Para la toma de datos, se establecieron parcelas útiles por tratamiento, para evitar el efecto de borde.

Para la medición del diámetro (DAP) , se utilizó una forcípula metálica y se forcipularon todos los árboles de las parcelas, a cada uno se le realizaron dos mediciones tomándose el promedio entre ambas, esto se hizo para reducir los errores que se pudieran introducir por causa de defectos en el tronco, nudos, etc.

La altura total fue tomada con el empleo del hipsómetro de BLUME LEISS, al igual que la altura de fuste limpio. Con esta última altura y la altura total, se calculó la relación (H. fuste limpio / H. total).

El índice de sitio se determinó a partir de las alturas medias a los 14 años de plantación, con el empleo de la Tabla de Volumen, rendimiento y densidades (Gra, 1990).

A partir de la altura y el diámetro medio por tratamiento, se calculó el volumen maderable total por hectárea, utilizando para ello las Tablas de Volumen, rendimiento y densidades (Gra, 1990).

Se determinó el volumen maderable, para lo cual se tomaron los diámetros superiores a 14,5 cm ($d > 14,5$ cm) y se utilizó el mismo procedimiento que para el volumen anterior. Utilizando este volumen y el volumen maderable total se calculó la relación $[V. \text{Maderable } (d > 14,5 \text{ cm}) / V. \text{maderable Total}]$.

El incremento promedio anual (IPA) de 1 a 14 años y de 14 a 27 años se determinó dividiendo el volumen maderable total entre la edad o rango de años de la plantación, según Dobles y Torres (1995).

Una vez que se tomaron todos los datos a los árboles en pie, se procedió a cortar uno por tratamiento, que tuviera el diámetro medio del tratamiento, para esto se tuvo en cuenta que no estuviera influenciado por otro árbol que hubiese resultado eliminado a causa del auto-raleo. Esto sólo se le aplicó al experimento 1 (27 años de edad). Para el procesamiento y estudio de las muestras, se utilizó el método descrito por Nacimiento y Arias (1983), utilizando una Motosierra, se procedió a extraerle una rodaja a estos árboles a la altura 1,30 m sobre el nivel del suelo, tratando que la cara de medición resultara lo más horizontal posible, posteriormente fueron pulidas con una lijadora y humedecida las caras, para facilitar el conteo de los anillos, se observó el comportamiento y desarrollo de los anillos de crecimiento en cada uno de los tratamientos. Por otro lado se analizó el desarrollo de las ramas (Grosor y ángulo de inserción).

Para el análisis estadístico se utilizó el sistema automatizado SPSS con la ayuda del Microsoft Excel. Con el objetivo de mostrar la dispersión de los valores individuales alrededor de la media, se determinó la Desviación Estándar. Estadígrafo este, según Morales (2003), realista y de fácil comprensión. El mismo autor plantea que las poblaciones suelen describirse por su media y su desviación estándar ($\bar{X}_{\text{media}} \pm S$), expresándose en la misma unidad de medida que la media. Seguidamente se realizó el análisis de varianza a las variables seleccionadas y la prueba de Duncan para un nivel de significación de 0.05.

III.2.3- Variables Evaluadas y parámetros calculados en la industria.

A partir del material establecido en el Experimento 1 sobre densidades de plantación de *Pinus caribaea* var. *caribaea* antes señalado, se realizó esta parte del estudio.

El trabajo de campo para la toma de la información se realizó en un solo bloque, ya que con el resto del ensayo se continuaron realizando las observaciones consideradas inicialmente al ser establecido.

El bloque completo se taló en abril del 2001, trasladándose toda la madera para el aserradero "Combate de la Tenería", de la EFI Macurije. Se continuó la investigación en dicho centro, debiéndose su selección a que el mismo cuenta con una de las mejores tecnologías de aserrado existente en el país. Esto se señala por tener en todo los casos sierras de bandas de diferentes calibres y ancho con la opción del aserrado con el máximo de rendimiento de todas las potencialidades que se pueden obtener del bosque.

Por densidades de plantación se utilizaron 8 bolos, a los que correspondió 3 trozas por cada uno de ellos para un total de 24.

En el aserrado se utilizó el esquema tradicional de corte "alrededor de la troza", efectuándose los cortes en limpieza a 13 y 19 mm, y para el bloque en 25 y 50 mm fundamentalmente. Para los diámetros pequeños sólo se realizó la limpieza al mismo grueso, o sea 13 y 19 mm, y se dejó el bloque en las dimensiones que quedara. Normalmente por trozas se produjeron entre 5 y 10 piezas.

III.2.3.1- Metodologías utilizadas.

En cada una de las densidades establecidas se cubicó la madera en trozas ya en el aserradero.

Para cuantificar el volumen de las trozas se seleccionó, por su exactitud, la fórmula de Newton, recomendada por Henry (2003), la cual para la determinación del volumen tiene la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{1}{6}(G_b + 4G_c + G_a) * L$$

Donde:

V_t- Volumen total de la troza (m³)

G_b- Área de la sección transversal del extremo más grueso de la troza (m²)

G_c- Área de la sección transversal en el centro de la troza (m²)

G_a- Área de la sección transversal del extremo más delgado de la troza (m²)

L- Largo de la troza (m)

Dicha información se refleja en el modelo 1. Cada troza cubicada y marcada de acuerdo a la densidad de plantación, fue aserrada.

Modelo 1: Datos para la cubación de las trozas.

Densidades (arb/ha)	No. Troza	Dimensiones de la troza (m)				Volumen (m ³)
		D _b	D _m	D _r	L	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

D_b- Diámetro en la base de la troza **D_m**- Diámetro en el medio de la troza

D_r- Diámetro en la rabiza de la troza. **L** – Largo de la troza

Seguidamente el volumen de madera aserrada (V_{ma}) en sus diferentes surtidos no presenta dificultades, ya que los parámetros correspondientes fueron de fácil medición para lo cual se evaluó la siguiente fórmula:

$$V_{ma} = \sum_{a=1}^L \left[n_1(G * A * L)_1 + n_2(G * A * L)_2 + n_L(G * A * L)_L \right]$$

Donde:

V_{ma}- Volumen de madera aserrada (m³)

G- Grueso de la pieza de madera aserrada (m)

A- Ancho de la pieza de madera aserrada (m)

L- Largo de la pieza de madera aserrada (m)

n- Número de piezas para cada una de las vitolas

Modelo 2: Datos para la cubicación de la madera aserrada y rendimiento por densidades de plantación.

No. Troza	Volumen Troza (m ³)	Diámetro Extremo menor de la troza (m)	No. Pieza	Dimensiones madera aserrada (m)			Volumen Mad. As. (m ³)	Rend. (%)
				Ancho (cm)	Grueso (cm)	Largo (m)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

A partir del número de la troza que en este modelo se maneja se puede conocer a qué densidad de árboles se refiere si se mira el modelo 1.

El volumen de troza de la columna 2 se obtiene a partir de los cálculos del modelo 1.

Además se determina el diámetro del extremo menor de la troza con el objetivo de posteriormente relacionar los rendimientos con la clase diamétrica de la troza.

Se calcula el tamaño de la muestra mediante el método establecido por Lerch (1977). Para ello se seleccionó una muestra preliminar de 10 individuos en dos tratamientos a partir de sus medias se determinó las desviaciones típicas y la "T" calculada. Con estos dos elementos se llegó a la definición del tamaño de la muestra.

Determinado el tamaño de la muestra a partir de los resultados obtenidos en los diferentes modelos (1 y 2) se efectúa su procesamiento mediante el sistema estadístico automatizado SPSS y ayuda del Microsoft Excel con el

objetivo de determinar la dependencia cualitativa entre las variables seleccionadas (Diámetro menor de la troza y rendimiento industrial).

Como indicador del rendimiento se utiliza el coeficiente de conicidad, el cual según Fernández – Golfín (1999)), se define por la expresión siguiente:

$$\text{CO (\%)} = [(C'' - C) / L] \times 100$$

CO: Coeficiente de conicidad (%)

C: Perímetro de la sección superior

C'': Perímetro de la sección inferior

L: Longitud de la troza

El principal resultado de esta fase es la definición del rendimiento industrial para cada uno de los tratamientos que comprende el ensayo.

III.2.3.2- Influencia de la densidad de plantación en la calidad de la madera aserrada.

Como se vio con anterioridad en el modelo 2 queda establecido el número de piezas correspondiente a cada troza y su cubicación individual.

En el modelo 3 se cuantifican los defectos por piezas, reflejándose fundamentalmente los nudos (cara y canto), gemas, médula y tolerancia. Cada una de dichas piezas fueron clasificadas mediante el clasificador elaborado por García (1999) y reflejada la información en el modelo 3.

Modelo 3: Cuantificación de los defectos por piezas en los diferentes tratamientos.

No. Troza	No. Pieza	Defectos					Observaciones
		Nudos		Gemas	Medula	Tolerancia	
		C1/c1	C2/c2				

Atendiendo al objetivo planteado, referido a determinar como influye la densidad inicial de árboles por hectáreas en la calidad de la madera aserrada, en el momento de efectuar la clasificación, se obvia lo referido a los hongos y se resalta el problema de los nudos.

En el análisis de regresión, el diámetro menor de la troza se define como la variable independiente según sugerencia de Egas (1998), y la cantidad de nudos por piezas y el diámetro de los nudos como la dependiente para cada tratamiento utilizado.

En el modelo 4 se efectúa la clasificación de cada pieza cubicada y se resume la información de volumen de madera aserrada por calidades para cada troza.

Modelo 4: Cuantificación del volumen por calidades de madera aserrada.

No. Troza	Diámetro extremo menor de la troza (m)	No. de pieza	Volumen por calidades			Volumen Total (m ³)
			I	II	III	

Fundamentalmente de esta tabla se resume el volumen de madera aserrada para cada una de las calidades que resulta en cada densidad de plantación estudiada.

Teniendo en cuenta que la actividad silvícola es subsidiada por el presupuesto estatal, se requiere de un control riguroso de los gastos en que se incurren en cada una de las actividades que en ellas hay que ejecutar. En ese sentido, para determinar la eficiencia económica del trabajo, se determinaron los gastos desde la actividad de vivero hasta la actividad de raleo. Para esto se tomó cada una de las actividades que se ejecutan en cada indicador (MINAG, 1993): salario, seguridad social, materiales, lubricantes, amortización, otros gastos monetarios, gastos indirectos de producción, costos generales de dirección para 1 333 plantas por hectárea (Anexo 14). Estos datos los comparamos con los de 2 000 plantas por hectárea (Anexo 15), pues este último es el que se está usando actualmente en la producción para establecer plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras (Barrera y Valdés, 1998).

Por otro lado a partir de los resultados obtenidos al procesar industrialmente la madera producida según los diferentes tratamientos y una vez clasificada esta por calidades, se realizó un análisis de la factibilidad económica de este producto por tratamiento. Para esto se tomaron los precios establecidos en la resolución 426/97 del MINAG., la cual señala que la clase I en madera aserrada de 13 a 38 mm de grueso por 75 a 300 mm de ancho por más de 1.25 m de largo, el m³ tiene un precio de 204 USD, para la clase II con las mismas características el precio es de 163 USD y para la clase III el precio es de 130 USD. De forma general se utilizaron estos valores para comparar los tratamientos sin considerar dentro del precio la moneda nacional.

III.3- Materiales y Métodos utilizados para determinar la influencia de la densidad de plantación en algunos aspectos de la ecología de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.

III.3.1- Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silvícolas en el microclima local.

Se montaron 17 parcelas climáticas, estas fueron ubicadas tomando como centro las de aporte y deposición de hojarasca (Figura 4).



Figura 4- Parcelas climáticas aledañas a las parcelas de aporte y deposición de hojarasca.

Se realizaron cuatro mediciones mensuales de las siguientes variables: temperatura seca del aire, temperatura húmeda del aire, temperatura del suelo a 5 y a 10 cm de profundidad, humedad relativa y velocidad del viento en (m/seg). Con los valores de la temperatura húmeda del aire y los

de la temperatura seca, utilizando la Tabla Psicrométrica (Instituto de Meteorología, 1987), se calcularon los siguientes parámetros:

- **Hr**- Humedad relativa
- **e**- Tensión de vapor de agua
- **T_d** - Temperatura del punto de rocío
- **D** - Déficit de saturación

Para las mediciones de campo se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Termómetros específicos para medir las diferentes temperaturas ambientales.
- Termómetros específicos para medir las diferentes temperaturas del suelo.
- Anemómetro de mano para determinar la velocidad del viento.
- Tabla Psicrométrica para determinar la humedad relativa.

Las mediciones se realizaron todos los martes de cada mes. Comenzando a las 10 ante meridiano y dando un tiempo de 10 minutos por parcelas para que se estabilizaran los instrumentos. Es importante destacar que el orden de comienzo se intercaló, es decir un día se comenzaba por la primera y el otro por la última, garantizando con esto que todas las parcelas estuvieran expuestas a las mismas condiciones ambientales. Con estas 4 mediciones se determinó una media mensual.

III-3-2- Determinación del aporte de hojarasca y su composición por especie.

Para dar cumplimiento a este objetivo se establecieron 17 parcelas de 250 cm² (50 x 50cm) (Figura 5).



Figura 5- Ejemplo de las parcelas utilizadas para la evaluación del aporte y la composición de hojarasca.

Estas consistieron en cajas cuadradas de madera de 50 cm de ancho por 25 de alto. Se ubicaron de tal forma que los vértices de sus lados coincidieran con los 4 puntos cardinales. 5 de las mismas se establecieron en 5 parcelas correspondientes a tratamientos de plantación de diferentes densidades y 5 en la réplica de éstos, en los bloques I y II del experimento No.1.

Otras tres parcelas fueron establecidas en una plantación con características semejantes a la anterior, sólo que en esta los mantenimientos y tratamientos silvícolas tuvieron un enfoque productivo sostenible.

La última parcela se montó en un bosque de galería colindante a estas últimas. En todas se evaluaron inicialmente los siguientes parámetros:

Se determinó inicialmente el aporte de hojarasca y la composición por especie, el por ciento de humedad del material, el análisis químico al humus que se

encontraba en el interior de las 17 parcelas y al de una muestra que se tomó en el área natural.

La colecta del material presente en estas parcelas se realizó en dos momentos, la primera en el mes de Marzo, es decir al final de la temporada de sequía y la segunda en el mes de Octubre con el fin de las lluvias. Las colectas se realizaron en tres estratos (Ortega, 1982):

- Estrato I (H-I)- Compuesto por follaje y otros partes de las plantas que por su estado se podía identificar la especie de origen.
- Estrato II o Semi- descompuesto (H-II)- Compuesto por el follaje y otras partes de las plantas que por su estado de descomposición no permitían identificar la especie de procedencia.
- Estrato III o Humus (H- III)- Capa de humus situada entre el estrato semi - descompuesto y el horizonte A del suelo.

Se procedió de esta forma para garantizar que los materiales procedentes de la defoliación, floración y fructificación de las especies estuvieran presentes en el material colectado, ya que no todas realizan estos procesos en la misma época del año, logrando de esta forma una mayor representatividad de todos los componentes de la hojarasca en el mantillo.

El análisis químico – físico del humus comprendió:

- 1- Determinación del pH del suelo por el Método del Potenciométrico (MINAG. 1987- A).

Fundamento del método:

- Se determina el pH del suelo en suspensión en agua destilada o por una solución de cloruro de potasio 1N. La actividad de los iones hidrógenos

extraídos del agua o por una disolución de Cloruro de potasio 1N, es medida en el potenciómetro, obteniéndose la lectura del pH en la escala del mismo, la cual está en función de la diferencia del potencial establecido entre el electrodo indicador y un electrodo de referencia. La verificación de la escala del instrumento se realizará empleando soluciones patrones de pH.

- 2- Determinación de los cationes intercambiables (Ca^+ , Mg^+ , K^+ y Na^+) y la capacidad de intercambio del suelo (Valor T.) por el método Molech modificado (MINAG. 1987- B).

Fundamento del método:

- a- La extracción de los cationes cambiables se hará con una solución de Acetato de amonio 1N a pH 8.5 para muestras de suelos carbonáticos y a pH 7.0 para muestras de suelos no carbonáticos. Por efecto de esta solución se cambian los cationes que se encuentran en el complejo absorbente con el catión que está en solución.
- b- Para la determinación del valor S (CCB) se satura el complejo absorbente con un catión mediante una solución de Acetato de calcio 1N ajustado a pH 8.2.
- c- Se lavan las cantidades superfluas de la solución empleada y se extrae el catión del mismo modo que los cationes intercambiables. A continuación determinamos la cantidad del catión la cual será igual a la capacidad total del canje catiónico del complejo absorbente.
- d- En la determinación de los cationes intercambiables y del valor (T) los resultados pueden estar influenciados por la presencia de carbonatos y otras sales solubles que son disueltas por la solución extractiva.

- e- El error que produce la disolución de los carbonatos se elimina añadiendo a estas muestras Carbonato de calcio más fácilmente soluble de modo que la solución puede disolver este carbonato hasta el máximo de su capacidad disolvente, determinándose la cantidad disuelta en un blanco, sirviendo este para la corrección de los cálculos.
- f- Las sales solubles no pueden eliminarse totalmente de las muestras de suelo sin alterar el complejo absorbente, por eso, en los suelos que tienen sales solubles, no se obtendrán resultados de los cationes intercambiables, si determinamos la cantidad de ellos en la muestra.
- g- El pH señalado es para determinar el poder diluyente de los carbonatos a intercambiar el Ácido clorhídrico absorbido.

3- Determinación de las formulas móviles de Fósforo y Potasio por el método Anioni (MINAG. 1986)

Fundamentos del método:

El método está basado en la extracción de las formas móviles de fósforo y potasio del suelo con una solución de 1N de Ácido sulfúrico y una relación de suelo, solución de 1.25 y tiempo de agitación de 3 minutos.

La determinación del fósforo en el extracto se efectúa en el fotocolorímetro basado en la intensidad de la coloración azul de molibdeno. En calidad de reductor del molibdeno se utiliza el Ácido ascórbico en presencia de Tantrato de antimonio y potasio como catalizador. El potasio extraído se determina en fotómetro de llama.

4- Determinación del contenido de materia orgánica mediante evaluación de la pérdida de peso por ignición.

Para determinar la humedad del material contenido en las parcelas se utilizó el método de diferencia de pesadas. Para esto se utilizó una estufa marca (Memmert) y una balanza electrónica digital de marca (BP 1200) de fabricación alemana, garantizado por la norma ISO 9001. Las muestras se pesaron inicialmente, y se secaron a 100 C° y se pesaron hasta que este último fuera constante.

III.3.3- Influencia de la densidad de plantación en la diversidad florística.

Se establecieron 24 parcelas (Fig. 3.1):

- 17 se realizaron de forma circular bordeando las de aporte y deposición de hojarasca e incluyendo las parcelas climáticas, de estas, 13 tenían un área de 28.26 m^2 con un diámetro de 6 m, 3 aunque la densidad era la misma que el tratamiento No. 2, producto a que el área que ocupaba la plantación era mucho mayor, al igual que el número de especies latifoliadas presentes, a la hora de fijar el tamaño de las parcelas nos encontramos con la necesidad de aumentarlo hasta una circunferencia de 10 m de diámetro, quedando esta con un área de 78.5 m^2 . El tamaño de las mismas se determinó por Método del Tamaño Mínimo de Parcela. Se realizó una de un 1m de diámetro, se identificaron todas las especies que se ubicaron en su interior, posteriormente se fue aumentando el área hasta que no se incorporó otra especie nueva.
- La restante se estableció en el bosque de galería aledaño a las anteriores
- 7 parcelas se ubicaron en el área natural la que comprende un área de 2 hectáreas, por lo cual se evaluó el 3.5 % de la misma. Las parcelas se confeccionaron con forma cuadrada y 100 m^2 (10 x 10 m) de superficie y su tamaño se determinó, de igual forma por el método del tamaño mínimo de parcela.

Todas las parcelas se ubicaron de forma representativa, las situadas en los tratamientos en el centro de ellos y las demás en el sentido de la pendiente.

En todas se determinó la composición y la diversidad florística por estrato. En las primeras 17 se ubicaron las especies según las coordenadas respecto a las cajas de aporte y deposición de hojarasca. Para desarrollar esta etapa se utilizó la metodología descrita por Del Risco y González (2002) y utilizada para la clasificación tipológica de los pinares de *Pinus caribaea* Morelet de las Alturas de Pizarra de Pinar del Río.

Estratos:

La diversidad florística se determinó en los tres estratos principales por los que están formados estos bosques (arbóreo, arbustivo y herbáceo) y los helechos.

- Herbáceo - Compuesto por plantas menores de 1m de altura.
- Arbustivo - Compuestos por arbustos y arbolitos entre 1 y 5 m de altura.
- Arbóreo- Compuesto por árboles mayores de 5 m de altura.
- Helechos- Compuesto por diferentes tipos de helechos terrestres, los que son muy importantes en la composición de los pinares como indicadores, por eso se han extraídos de los estratos a lo que corresponden según la altura, pues se encuentran en los tres estratos antes descritos, principalmente en el herbáceo.
- Lianas- Compuestos por diferentes tipos de bejucos o lianas, los que pueden dar idea del estado sucesional en que se encuentra el tipo de bosque.
- Epifitas- Compuestos por diferentes especies que viven sobre otras, tomándolas sólo como sostén, pero sin parasitarlas ni causarles daños, las que a veces juegan un importante papel indicador sobre todo de la humedad ambiental.

Abundancia - Cobertura

Se determinó ocularmente según la cantidad de individuos y/o la proyección de las copas según la escala de Braun-Blanquet (1950) modificada por Del Risco y González (2002). En este trabajo sólo se utilizó la escala del 1 al 10. Se debe señalar que cuando aparece un solo número es el rango de porcentaje de la especie, si aparecen dos números encerrados en un paréntesis es el rango en se encuentra la especie.

La escala utilizada fue la siguiente:

- 1- Poco abundante o poca cobertura, cubre hasta un 5 % de la parcela muestreada.
- 2- Poco o muy numeroso o cobertura entre 6 y 25 %.
- 3- Cobertura entre 26 y 50 %
- 4- Cobertura entre 51 y 75 %
- 5- Cobertura superior al 76 %

Para establecer el grado de similitud entre las muestras se empleó el coeficiente de comunidad (Cc) de Goodall (1973):

$$Cc = Nc / (Nj + Nk - Nc)$$

Cc- Coeficiente de comunidad o Similitud

Nc- Número de especies comunes a las dos muestras.

Nj- Número de especie de la primera muestra

Nk- Número de especie de la segunda muestra

III.3.4- Determinación de la composición química del follaje verde de las especies presentes en el área de estudio.

En el área de las primeras 17 parcelas se tomaron muestras de follaje verde de todas las especies. Para esto se siguieron las orientaciones del laboratorio de suelo del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Río. Estas muestras

fueron secadas individualmente en una estufa y posteriormente fueron molidas en un molino eléctrico y sometidas a una digestión. A partir de los extractos, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

Métodos utilizados para el análisis químicos de las muestras de follaje

(MINAG. 1989):

- **Determinación del Nitrógeno (N)** - Se determinó empleando el reactivo de Nessler que es una disolución de yodo mercurato – potásico, alcalinizado con hidróxido de sodio o potasio. Esto en presencia de amoníaco liberado por la acción del alcalí, origina una coloración amarilla. Es decir que el anión yodo mercurato se obtiene generalmente mediante la acción del yoduro de mercurio. Esta unión al reaccionar con el amonio da lugar al Yoduro de mercurio siendo este de color amarillo anaranjado. La intensidad del color de este complejo esta en función de la concentración del ión amonio dentro de ciertos límites lo que hace posible el empleo de la colorimetría para su determinación.

Determinación del fósforo (P):

- Se determinó por vía colorimétrica. Esta basado en la formación del complejo amarillo fosfomolibdico de gran estabilidad, la cual se atribuye a que en presencia de vanadio, el ácido fosforico forma con los iones molidato un complejo cromógeno, el cual varía el grado de intensidad de su color amarillo en dependencia de las concentraciones del fósforo presente en la solución estudiada.

Determinación del potasio (K):

- Este método se emplea con espectrofotometría de emisión o medición de la intensidad de líneas espectrales, con características para cada elemento. El extracto obtenido es llevado al análisis en el espectrofotómetro sin previo tratamiento o dilución excepto en casos en

que las concentraciones sobrepasan el último punto de la curva de calibración previamente trazada sobre patrones de concentración conocida.

Determinación de Calcio y Magnesio (Ca y Mg):

- Se utilizó el método de valoración complexométrica, el cual se fundamenta en el empleo de la sal disódica del ácido etilendiaminotetracético por su gran capacidad para la formación de complejos con varios cationes polivalentes entre los que se encuentra el Calcio y el Magnesio. En este método analítico se efectúan las determinaciones de Ca y Mg sobre un mismo estrato en forma secuente lo que hace agilizar el procedimiento analítico. En el caso del calcio se propicia la formación de un complejo con los iones, calcio de color rojo anaranjado en presencia del indicador Murexido (siempre que el pH esté alrededor de 12). El mismo se convierte en violeta cuando los iones son totalmente capturados por el benceno. Sobre este mismo extracto se propicia la formación de un complejo de color vino tinto al actuar el indicador eriocromo negro T con los iones magnesio, el cual pasa a azul brillante cuando todos los iones de magnesio han sido eliminados por el benceno.

III.3.5- Construcción de la matriz de distribución vegetativa, para determinar la influencia del manejo y los tratamientos silvícolas en diversidad florística y en las condiciones edafoclimáticas de este ecosistema.

Para esto se tomó el área descrita en el capítulo III.3.2 Esta fue plantada inicialmente con 1 333 arb/ha en el año 1970 y sometido a un manejo con fines productivos pero con criterios sostenibles, la misma tiene un área de 1750 m² (35 x 50 m), con una exposición sur y 10 % de pendiente, encontrándose unida por su parte inferior a un bosque de galería (Figura 4).

En toda esta área se realizaron dos transeptos lineales, cada uno de 6 m de ancho y a todo lo largo del área, en sentido de la pendiente hasta llegar a la cañada. Todas las especies fueron identificadas por un número y ubicadas en un croquis según su posición respecto a los pinos. Con la utilización de una regla de madera graduada se le determinó la altura.

Para el análisis estadístico se utilizó el sistema automatizado SPSS con la ayuda del Microsoft Excel.

CAPÍTULO

IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

IV- Análisis y discusión de los resultados

IV-1- Influencia de la densidad de plantación en la economía y la ecología de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, CUBA.

IV.1.1- Influencia de la densidad de plantación en el volumen e incremento de madera para la industria del aserrado.

El análisis estadístico a los valores de la variable altura en ambos experimentos no mostró diferencia significativa para un nivel de significación del 95 % entre los tratamientos, ni entre los bloques para las diferentes densidades de plantación estudiadas en todos los años evaluados (Tabla 5 y 6 y Anexos 1 y 2). El comportamiento de la misma entre los diferentes bloques, nos muestra que hubo una correcta selección del área experimental, lográndose que todo el experimento estuviera establecido sobre las mismas condiciones edafológicas, lo cual garantiza que sólo influyan sobre las variables evaluadas, los tratamientos ensayados. Referente al comportamiento entre los diferentes tratamientos, resultados similares lo informaron Acosta y Romero (1976) en plantaciones de pino en los suelos rojos esqueléticos de Viñales, Orquin (1984) en plantaciones *Pinus caribaea* en la zona de Topes de Collantes y Blanco *et al*, (1989) en los suelos ferralíticos amarillos de Viñales. A pesar de no existir diferencia significativa entre los tratamientos, cabe destacar que la densidad de 1 333 arb/ha se manifestó superior al resto de los tratamientos. Es posible que este comportamiento sea debido a que en este tratamiento, como se explicará más adelante, se crean las condiciones edafoclimáticas adecuadas para que los árboles se desarrollen de mejor forma, corroborando lo planteado por Gates *et al*. (1983) sobre la influencia que pueda tener el número de arb/ha sobre la altura, está en dependencia de la calidad de la Estación (Tablas 5 y 6).

Tabla 5- Valores medios de altura, altura de fuste limpio y la relación (altura total / altura de fuste limpio) de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad de plantación (Experimento No-1).

EDAD	Variables	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
5 Años	H± S (m)	a 4,6 ±0,89	a 4,5 ±0,89	a 4,5 ±0,89	a 4,1 ±0,88	a 4,0 ±0,89
10 Años	H± S (m)	a 10,5 ±0,84	a 10,62 ±0,84	a 10,15 ±0,84	a 10,8 ±0,83	a 10,0 ±0,83
14 Años	H± S (m)	a 10,8 ±0,70	a 11,8 ±0,69	a 10,9 ±0,69	a 11,3 ±0,70	a 10,0 ±0,69
27 Años	H± S (m)	a 18,7 ±0,40	a 19,3 ±0,39	a 18,0 ±0,40	a 18,5 ±0,41	a 18,3 ±0,40
14 Años	Hfl ± S (m)	d 6,7 ±0,70	b 7,8 ±0,70	c 7,3 ±0,70	a 8,2 ±0,69	c 7,2 ±0,69
14 Años	Relación (Hfl/ H) ± S (%)	64,0	66,0	67,0	72,0	82,0

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

H- Altura media

Hfl- Altura de fuste limpio

S- Desviación Estándar.

Tabla 6- Valores medios de altura, altura de fuste limpio y la relación (altura total / altura de fuste limpio) de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad inicial de plantación (Experimento No-2).

EDAD	Variables	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
1 Año	H± S (m)	a 15,4 ±0,32	a 15,8 ±0,32	a 15,5 ±0,32	a 15,5 ±0,33	a 15,4 ±0,33
10 Años	H± S (m)	a 10,3 ±0,88	a 10,5 ±0,87	a 10,2 ±0,87	a 10,2 ±0,88	a 10,1 ±0,88
14 Años	H± S (m)	a 11,8 ±0,71	a 12,1 ±0,70	a 11,9 ±0,71	a 11,6 ±0,71	a 11,1 ± 0,70
21 Años	H± S (m)	a 15,6 ±0,69	a 15,6 ±0,68	a 15,6 ±0,68	a 15,5 ±0,68	a 15,5 ±0,69
14 Años	Hfl ± S (m)	b 7,9 ±0,66	a 8,5 ±0,66	a 8,4 ±0,66	a 8,5 ±0,65	a 8.5 ±0,65
14 Años	Relación (Hfl/ H) ± S (%)	67.0	70.0	70.6	73,4	76,0
21 Años	Hfl ± S (m)	c 10,5 ±0,45	c 10,5 ±0,45	b 11,9 ±0,45	a 12,4 ±0,44	a 12,7 ±0,44
21 Años	Relación (Hfl/ H) ± S (%)	63,0	67,3	76,3	79,9	82.0

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

H- Altura media

Hfl- Altura de fuste limpio

S- Desviación Estándar.

Al analizar el comportamiento de la altura, en todos los tratamientos se pudo apreciar que en los más densos (tratamientos 4 y 5) el crecimiento tiende a ser estable, al parecer debido a que los árboles tienen un espacio vital muy reducido, provocando que se establezca entre ellos una fuerte competencia, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Blanco *et al.* (1989). Respecto a la influencia que ejerce la densidad de árboles por hectárea sobre la altura, algunos autores afirman que las altas densidades estimulan el crecimiento en altura en esta especie, lo cual no es así en nuestro caso. Otros autores como Samek (1974); Ayling (1978); Lugo (1981); Gra y Nacimiento (1984) y Gra (1995) citados por Gra *et al.* (1995-B), han observado resultados análogos a los obtenidos en este estudio. Si analizamos los valores de altura en las diferentes etapas evaluadas se puede observar que el crecimiento a pesar de ser estable, como mencionamos anteriormente, también es lento, lo cual reafirma de cierta manera lo planteado por Musalen y Rosero, (1973), Fahler (1991), Rodríguez *et al.* (1991) y Gra *et al.* (1995 - B), cuando argumentaron que el crecimiento de *P. caribaea* era lento comparado con el de las otras dos subespecies de esta especie.

Al analizar el comportamiento de la altura del fuste limpio, se observa que a medida que disminuye la densidad de plantación, disminuye de forma significativa la poda natural (Tabla 5 y 6 y Anexos 3 y 4). Hay que resaltar que a pesar de esta situación, el tratamiento 2 (1333 arb/ha) en ambos experimentos, mostró un valor superior al obtenido en la plantación menos densa (1111 arb/ha) y comparable con el de los tratamientos más densos. El comportamiento de esta variable es fundamental e importante, puesto que está estrechamente relacionada con la calidad de la madera, al regular o estimular la aparición de nudos.

En el caso del diámetro medio, se pudo comprobar la marcada influencia que tiene la densidad sobre éste. Al analizar estadísticamente el comportamiento de esta variable, se encontraron diferencias significativas en todos los períodos evaluados en ambos experimentos (Tabla 7 y 8 y anexos 5 y 6).

Tabla 7- Diámetros medios a 1.30 m del suelo de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad inicial de plantación (Experimento No-1).

EDAD	Variables	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
5 Años	Diámetro medio±S (cm)	b 5,8 ±1,00	c 5,2 ±0,98	ab 6,0 ±0,98	a 6,2 ±0,99	d 4,7 ±1,00
10 Años	Diámetro medio±S (cm)	b 11,8 ±1,63	a 13,7 ±1,63	b 12,1 ±1,63	b 11,5 ±1,63	c 9,4 ±1,64
14 Años	Diámetro medio±S (cm)	b 14,8 ±1,07	a 16,1 ±1,07	c 14,2 ± 1,07	c 13,3 ±1,06	d 10,5 ±1,06
27 Años	Diámetro medio±S (cm)	b 23,4 ±0,94	a 25,3 ±0,94	c 20,5 ±0,94	c 20,0 ±0,93	d 18,1 ±0,93

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

S- Desviación Estándar.

Tabla 8- Diámetros medios a 1.30 m del suelo de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad inicial de plantación (Experimento No-2).

EDAD	Variables.	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
10 Años	Diámetro medio±S (cm))	ab 14,5 ±1,58	a 14,9 ±1,57	ab 14,7 ±1,57	b 14,2 ±1,57	c 10,3 ±1,58
14 Años	Diámetro medio±S (cm))	a 16,7 ±1,04	a 16,9 ±1,03	a 16,7 ±1,04	b 14,9 ±1,04	c 12,1 ±1,03
21 Años	Diámetro medio±S (cm))	b 20,5 ±1,00	a 23,9 ±1,00	b 20,3 ±1,01	c 18,5 ±0,99	d 17,6 ±0,99

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

S- Desviación Estándar.

Es importante destacar que a partir de los 10 años, en todo los períodos evaluados, los árboles en el tratamiento 2 (1333 arb/ha) mostraron valores más altos, seguidos por 1, 3, 4 y el 5 en orden descendente (Gráfico 1 y 2). Con el comportamiento de esta variable se demuestra que el crecimiento en diámetro de los árboles es afectado negativamente por las altas densidades y estimulado por las bajas densidades. Esta respuesta ha sido observada por otros autores (Blanco et al. 1989; Peñalver, 1991; Salminen y Varmola, 1993 y Gra et al. 1995-A). La ligera diferencia entre las densidades más bajas podría deberse a competencia con otras especies (mayor a una densidad de 1111 arb/ha) o a la mejora de las condiciones microambientales en la densidad de 1333 arb/ha. Estos resultados corroboran los resultados obtenidos por BBC MUNDO (2003- B), cuando comprobaron que en determinadas

comunidades de árboles situados en un área terrestre de cierta amplitud, en su hábitat se genera un microclima particular, que ejerce influencia en el sistema hidrológico y que colabora con la supervivencia del ecosistema.

Gráfico 1-Exp.1- Comportamiento del diámetro medio en función de la densidad de plantación.

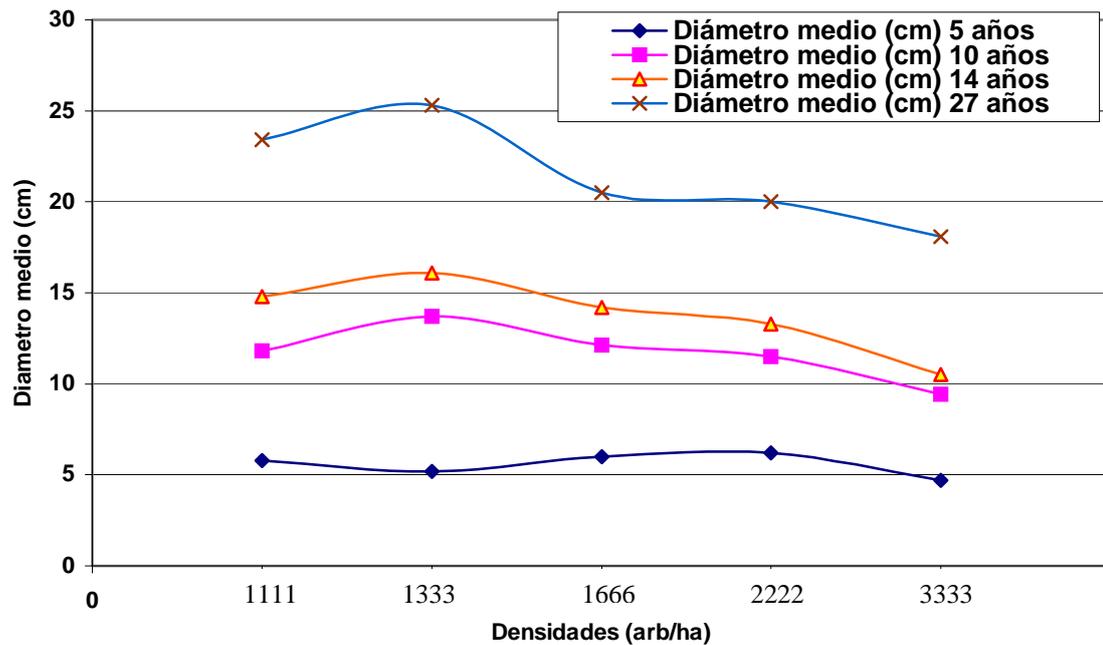
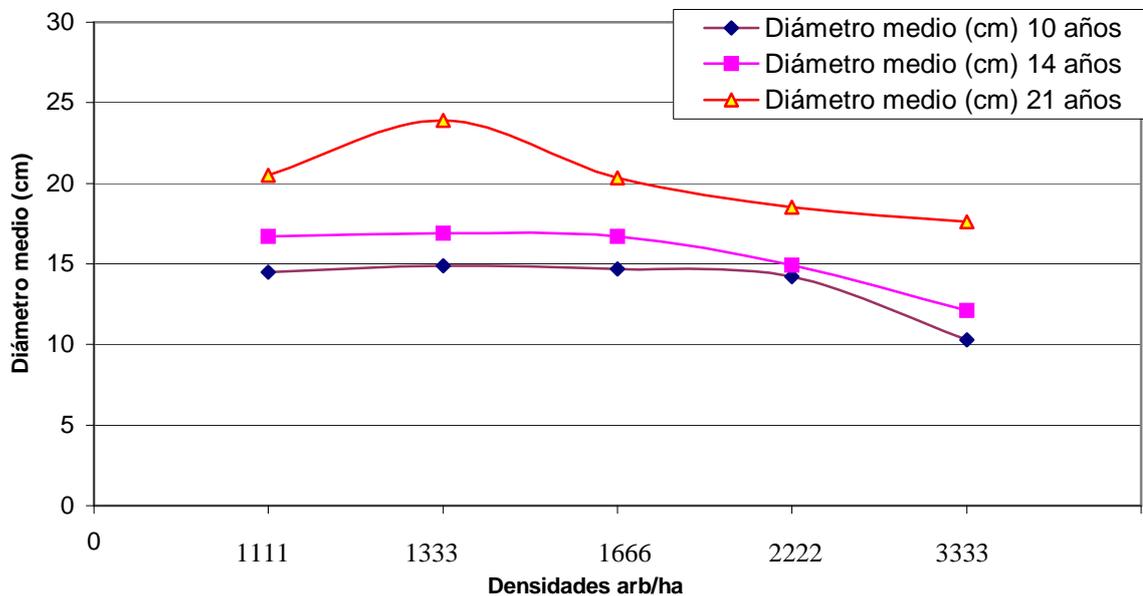


Gráfico 2 -Exp.2- Comportamiento del diámetro medio en función de la densidad de plantación.



Cuando se relaciona el comportamiento del diámetro y la altura, se observa que existe una relación proporcional entre ellos, es decir que a árboles de mayor altura le corresponden diámetros mayores, esto está relacionado con el desarrollo de las potencialidades de la estación y el crecimiento de los árboles dominantes.

Es importante destacar que en ambos experimentos, a pesar de que las variables altura y diámetro se comportan de forma similar, en el experimento 2 se observaron mayores valores de diámetro y altura. Para dar respuesta a este comportamiento, nos apoyamos en el análisis químico realizado a los suelos donde fueron establecidos ambos experimentos. Éste reveló que el suelo donde se estableció dicho experimento es ligeramente más fértil, más productivo que el del Experimento No-1. Este resultado es debido a la existencia de un mayor contenido de materia orgánica, de ahí que exista un mayor nivel de fósforo asimilable. Esto pudo haber estado dado por la formación de complejos (Órgano – minerales) estables, que quitan las formaciones de hierro y aluminio, impidiendo la formación de fosfatos insolubles (Lé Vesque, 1969; López – Hernández y Burhan, 1974; González -

Abreu y García, 1964) citado por Renda, (1996). Según Leangzhong (1994) y Rhoades (1995), en el establecimiento de plantaciones de pinos la profundidad del suelo, la disponibilidad de fósforo, nitrógeno y la cantidad de humus que exista, pueden actuar como factores limitantes del crecimiento y desarrollo de los árboles, y he aquí una posible respuesta a la existencia de estos valores. Esto nos indica que si logramos controlar el nivel de fósforo y nitrógeno, ya sea por vía orgánica o química tendremos creadas las condiciones para garantizar la plantación, especialmente en estos ecosistemas donde según Gra (1990) y García (2003), predominan los suelos poco fértiles. Con este resultado se demuestra una vez más que la influencia que pueda tener el número de arb/ha sobre la altura, está en dependencia de la calidad de la Estación (Gates *et al.* 1983; Yero *et al.* 1992 y Gra *et.al.* 1995-A).

Entre los valores de Volumen maderable total calculados en los diferentes periodos en ambos experimentos, se mostraron diferencias significativas para el 95 % de significación (Tabla 9 y 10 y Anexos 7 y 8).

Tabla 9- Volúmenes medios (V) de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad inicial de plantación (Experimento No-1).

EDAD	Variables	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
14 Años	V.m.t ± S (m ³ /ha)	d 95,6 ±2,49	b 153,8 ± 2,49	c 135,9 ±2,48	a 164,9 ±2,50	c 135,7 ±2,50
27 Años	V.m.t ± S (m ³ /ha)	b 357,3 ±2,00	a 468,8 ±2,00	e 254,1 ±1,99	d 292,0 ±2,00	c 329,6 ±2,01
27 Años	V. m. (d > 14,5 cm) ± S (m ³ /ha)	b 356,3 ±0,89	a 467,2 ±0,89	d 226,1 ±0,90	c 288,5 ±0,91	e 201,1 ±0,91
27 Años	Relación (V. m.) (d >14,5 cm) / V.m.t. (%)	99,7	99,6	89,0	98,8	61,1

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

V.m.t- Volumen maderable total

V.m. (d >14,5 cm)- Volumen maderable de los árboles con d >14,5 cm a 1.30 m de altura del suelo.

S- Desviación Estándar

Tabla 10- Volúmenes medios (V) de *Pinus caribaea* a diferentes edades, en función de la densidad inicial de plantación (Experimento No-2).

EDAD	Variables.	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)				
		1 111	1 333	1 666	2 222	3 333
14 Años	V.m.t ± S (m ³ /ha)	e 116,0 ±2,71	c 151,7 ±2,71	b 158,8 ±2,70	d 148,9 ±2,72	a 178,2 ±2,72
21 Años	V.m.t ± S (m ³ /ha)	b 243,0 ±1,50	a 265,0 ±1,49	c 223,5 ±1,49	d 200,2 ±1,51	e 190,5 ±1,51
14 Años	V. m. (d > 14,5 cm) ± S (m ³ /ha)	a 115,0 ±1,09	b 140,6 ±1,03	c 131,1 ±1,10	d 110,6 ±1,08	e 124,6 ±1,05
21 Años	V. mad. (d >14,5cm) - S (m ³ /ha)	b 230,5 ±1,00	a 260,0 ±0,99	c 195,7 ±0,99	d 155,0 ±1,01	e 140,5 ±1,02
14 Años	Relación (V.m.t. / V. m.) (d > 14,5 cm) (%)	99,1	92,7	82,5	74,3	61,6
21 Años	Relación (V. m.) (d >14,5 cm) / V.m.t. (%)	94,6	98,1	87,6	77,4	73,7

Medias en una misma fila con letras iguales, no tienen diferencias significativas, para un nivel de significación del 95 % (prueba de Duncan).

V.m.t- Volumen maderable total

V.m. (d >14,5 cm)- Volumen maderable de los árboles con d >14,5 cm a 1.30 m de altura del suelo.

- S- Desviación Estándar.

En ambos experimentos se observa que a la edad de 14 años, los tratamientos más densos poseen generalmente los mayores valores de volumen maderable total (Gráficos 1.1 y 2.1). Esto es debido a la existencia de un número superior de árboles por hectárea en ellos y que aún en ese momento el raleo natural no se había manifestado con gran intensidad, no ocurriendo así en el experimento número 1 a la edad de 27 años donde ocurre lo contrario, los tratamientos menos densos presentan mayores volúmenes, resaltando la densidad de 1 333 arb/ha, con el más elevado (468,8 m³/ha), seguido en orden descendente por el 1, 5, 4 y 3. Este comportamiento es debido a la presencia de mayores valores de diámetro y de altura (Gráficos 1.1 y 2.1)

Gráfico 1.1- Exp. 1 Volumen maderable total y volumen maderable (d >14,5 cm) en función de la densidad de plantación.

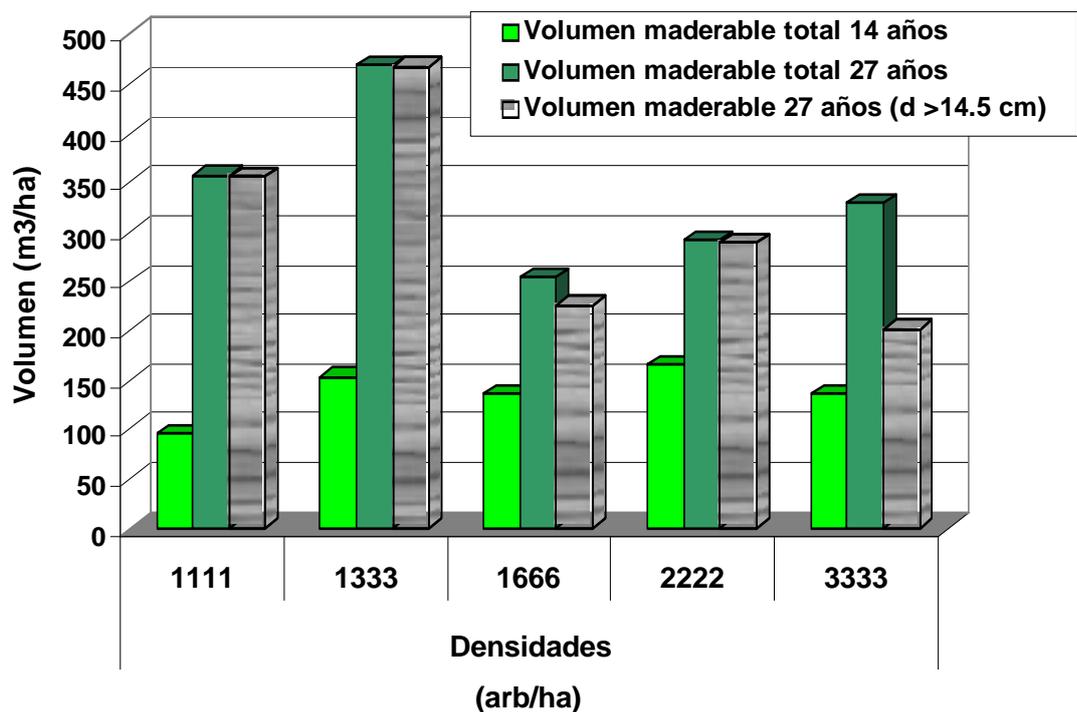
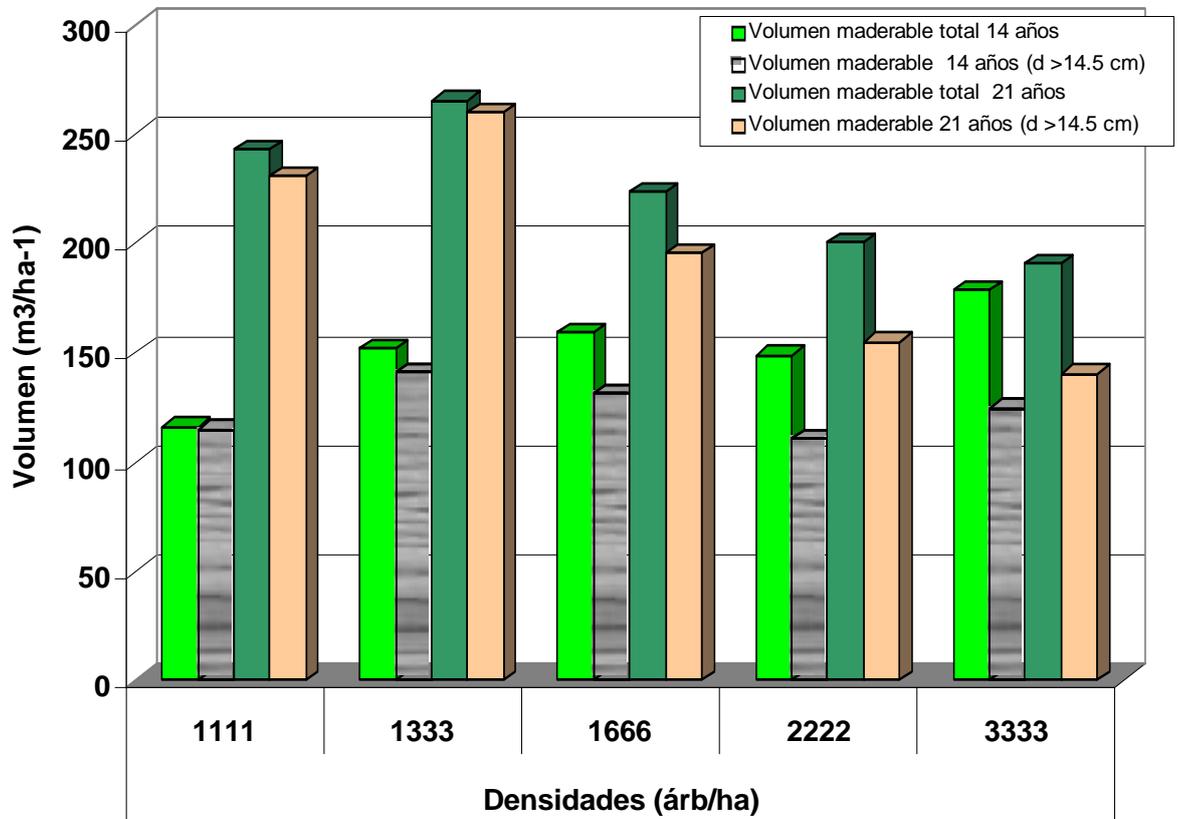


Gráfico 2.1- Exp. 2 Volumen maderable total y volumen maderable (d >14,5 cm) en función de la densidad de plantación.



Referente al comportamiento del Volumen maderable (d >14,5 cm) de igual forma se encontraron diferencias significativas en ambos experimentos (Tabla 9 y 10) y (Anexo 9 y 10), se observa que tanto en el experimento 1 a la edad de 27 años, como en el experimento 2 a los 14 años, los valores más altos se encuentran en la densidad de 1333 arb/ha. Hay que destacar, que en el experimento 1 a los 14 años de edad casi todos los árboles tienen diámetro, altura de 1,30 sobre el nivel del suelo, superiores a 14,5 cm (Gráficos 1.1 y 2.1). Esto nos indica que si aplicamos el primer raleo a este tratamiento, pasado los 10 años, nos reportaría mayores ganancias comparado con el método usado actualmente en la producción (primer raleo entre los 5 y 8 años de plantación) debido a la mayor diversidad de surtidos que se podrían extraer. Este resultado nos da una idea del volumen maderable de grandes dimensiones con que se podrá contar pasado unos años, mostrándonos la superioridad de este tratamiento con respecto a los demás.

En la relación (V.m.t/V.m. d > 14.5 cm) los valores más altos se encuentran de forma más marcada en los tratamientos más abiertos (tratamientos 1 y 2). En el Experimento No- 1, a los 14 años de edad, el mayor valor lo presentó el tratamiento 1 con 99,7%, y en segundo lugar el tratamiento 2 con 99,6% y en el Experimento No-2 a los 14 años de edad, esta variable se comportó de igual forma, el tratamiento 1 presentó el mayor valor con 99,1% y en segundo lugar el tratamiento 2 con un 92,7% (Tablas 9 y 10); esto se debe a la presencia de árboles con mayores valores de diámetros y de altura, traduciéndose en un mayor porcentaje de volumen aprovechable con maderas de grandes dimensiones, dentro del volumen maderable total en estos tratamientos.

Al analizar el comportamiento de los valores de Incremento Promedio Anual (IPA) en ambos experimentos (Gráficos 3 y 4), se observó que entre los valores de incremento correspondiente al período (1–14 años), no se encontraron diferencias marcadas entre los tratamientos, no sucediendo esto en el período (14 - 27 años), donde el tratamiento 2 manifestó el mejor valor de incremento, con 24. 2 m³/ha, seguido en orden descendente por los siguientes: el 1 (20, 1 m³/ha), 5 (9,8 m³/ha), 4 (9, 7 m³/ha) y el 3 (9, 1 m³/ha). Este resultado está influenciado por la reducción o el aumento del área disponible para cada árbol. Esto es producto de la presencia de árboles con mayores diámetro y altura, traduciéndose en un mayor porcentaje de volumen aprovechable con madera de grandes dimensiones, dentro del volumen maderable total. Estos resultados corroboran los reportados por un estudio FAO (2000 - C), cuando en plantaciones industriales promedios de *Pinus caribaea* en países en desarrollo, se lograron valores de IPA entre 10 y 20 m³/ha, destacando la misma fuente que en la especie se logran alcanzar mayores valores de incremento en dependencia de la calidad de la estación. El comportamiento de esta variable es esencial para el manejo sostenible de la especie, pues conociendo acerca de su crecimiento, no aprovecharemos en el presente, ni nos planificaremos para el futuro más madera que la que un área determinada pueda crear.

Gráfico 3- Exp. 1- Incremento Promedio Anual por densidad de plantación.

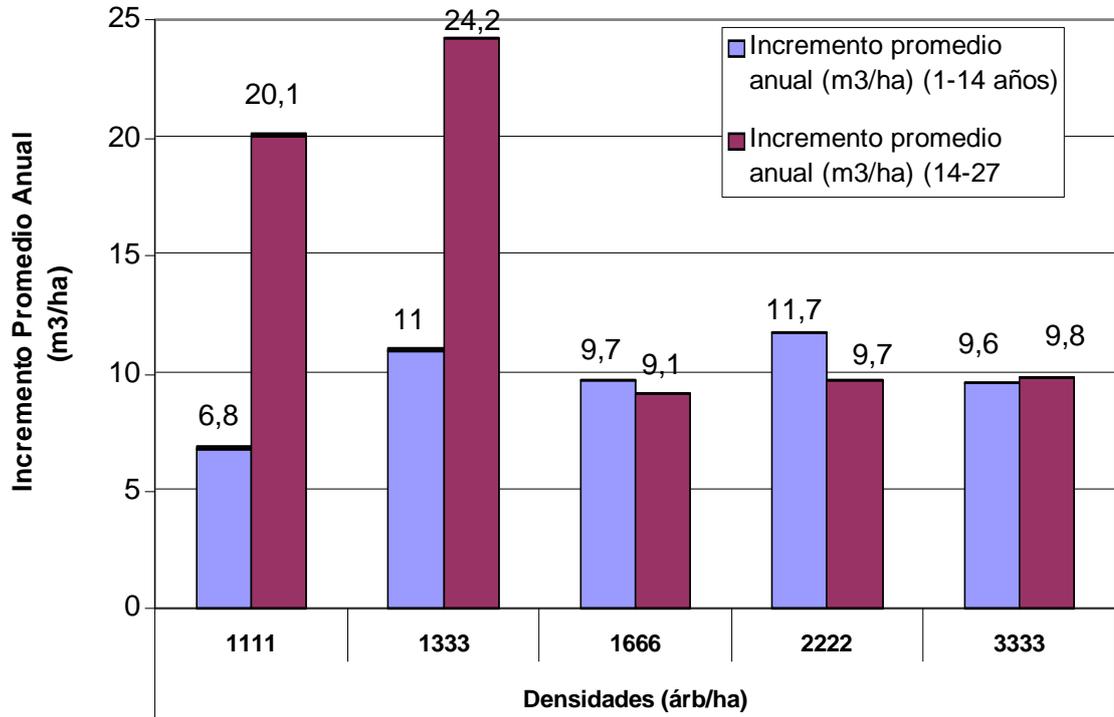
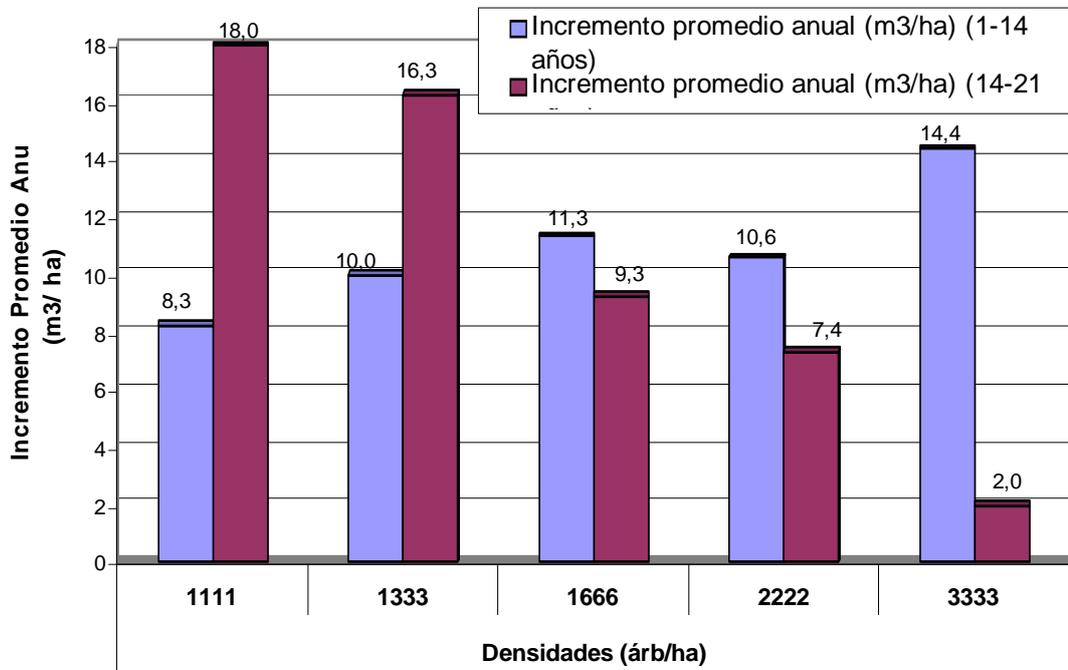


Gráfico 4- Exp. 2- Incremento Promedio Anual por densidad de plantación.



El análisis de fuste, reafirma los resultados anteriores, al observarse en los tratamientos más densos (Figuras 6 y 7) correspondiente a los tratamientos establecidos con 3 333 y 2 222 arb/ha en este orden, una temprana estrechez entre los anillos (a partir del tercero), indicando lo rápido que comenzó la opresión entre estos árboles. No sucediendo así en los tratamientos menos densos Figuras 8, 9 y 10 (1666, 1 333 y 1 111 arb/ha en este orden), donde la distancia entre los anillos es buena y estable hasta alrededor de los 11 años en el primero y los 14 en el segundo. En este caso es importante destacar que con 1 333 arb/ha se aprecia, que el crecimiento es más estable y mayor la distancia entre los anillos, que en el tratamiento que le precede; lo que nos indica que estos árboles alcanzan mayores diámetros en un menor tiempo. Coincidiendo esto con los resultados dasométricos analizados anteriormente. Por otro lado, en estos tratamientos al realizarle el corte transversal a los fustes para la extracción de las rodajas y en las propias rodajas, se aprecia la presencia de un mayor número de nudos muertos y estos a su vez con mayor diámetro, lo que indica la necesidad de que en aras de aumentar la calidad de la madera en lo que a la eliminación de nudos muertos se refiere, se deben realizar podas artificiales para la eliminación de las ramas verdes o secas, que al desprenderse de forma natural, originan dichos nudos (Figuras 9 y 10). Este tema será analizado de forma más profunda y específica en capítulos posteriores.

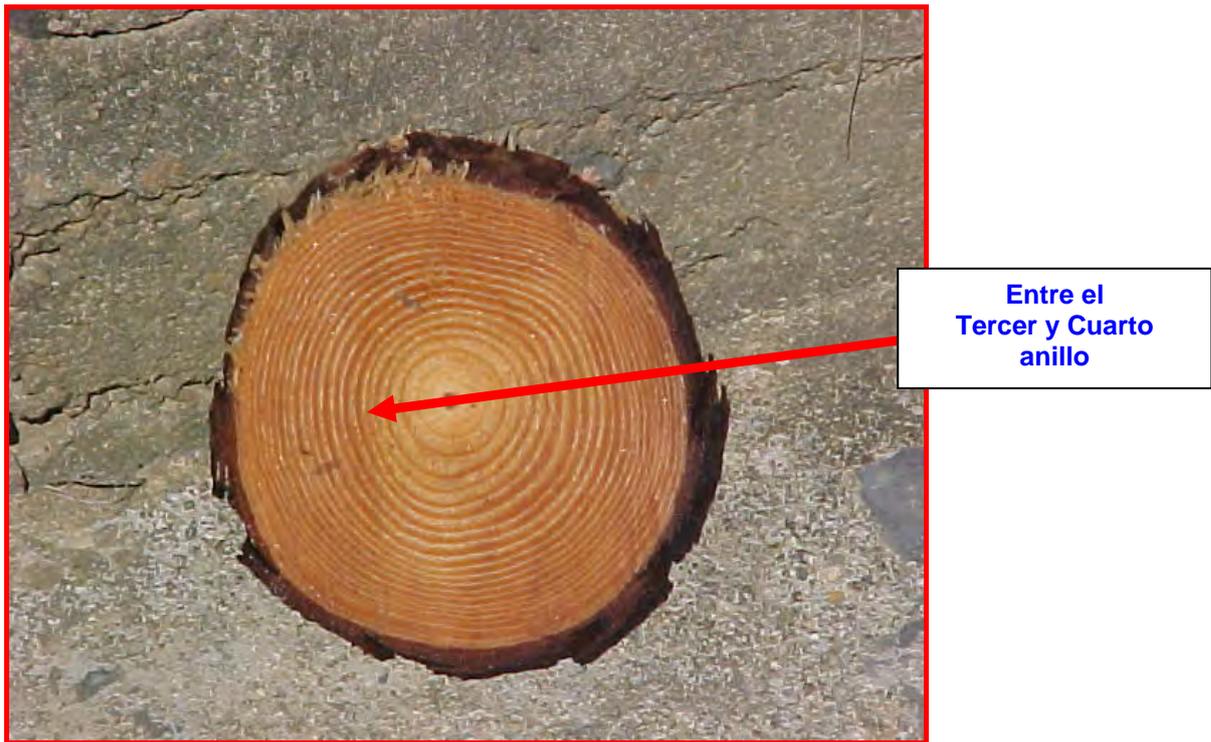


Figura 6 - Ejemplos de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* en función de la densidad inicial de plantación (3 333 arb/ha).



Figura 7 - Ejemplos de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* en función de la densidad inicial de plantación (2 222 arb/ha).

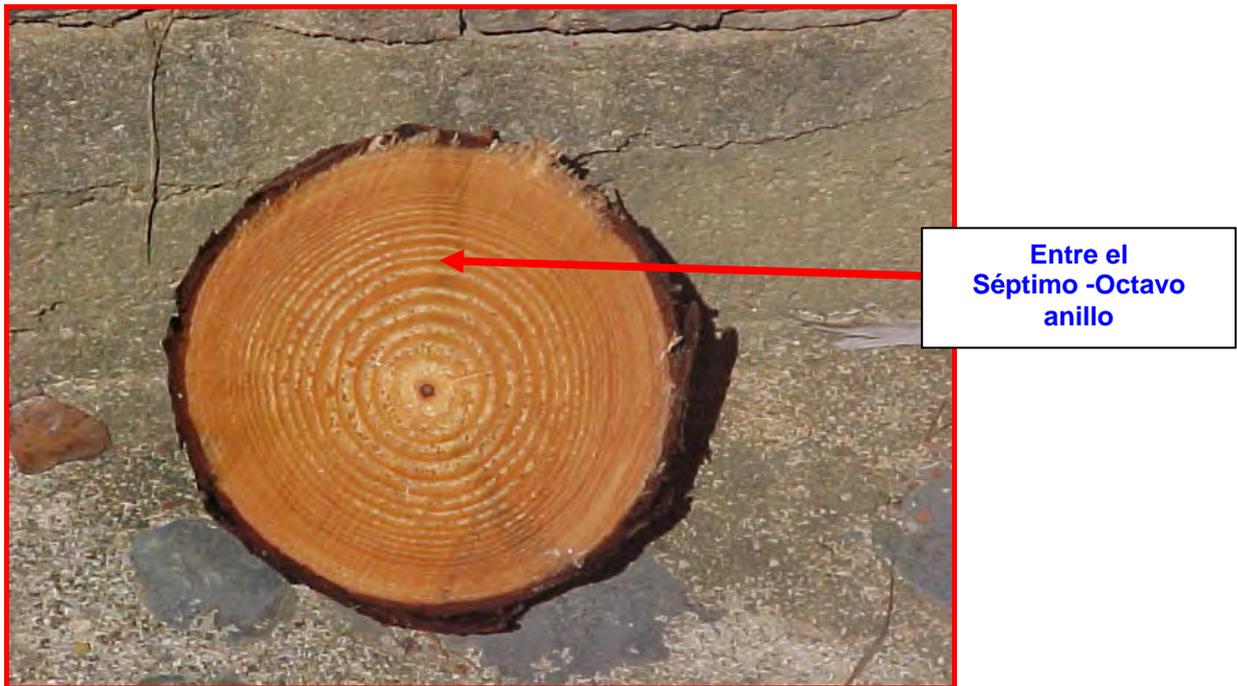


Figura 8- Ejemplos de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* en función de la densidad inicial de plantación (1 666 arb/ha).

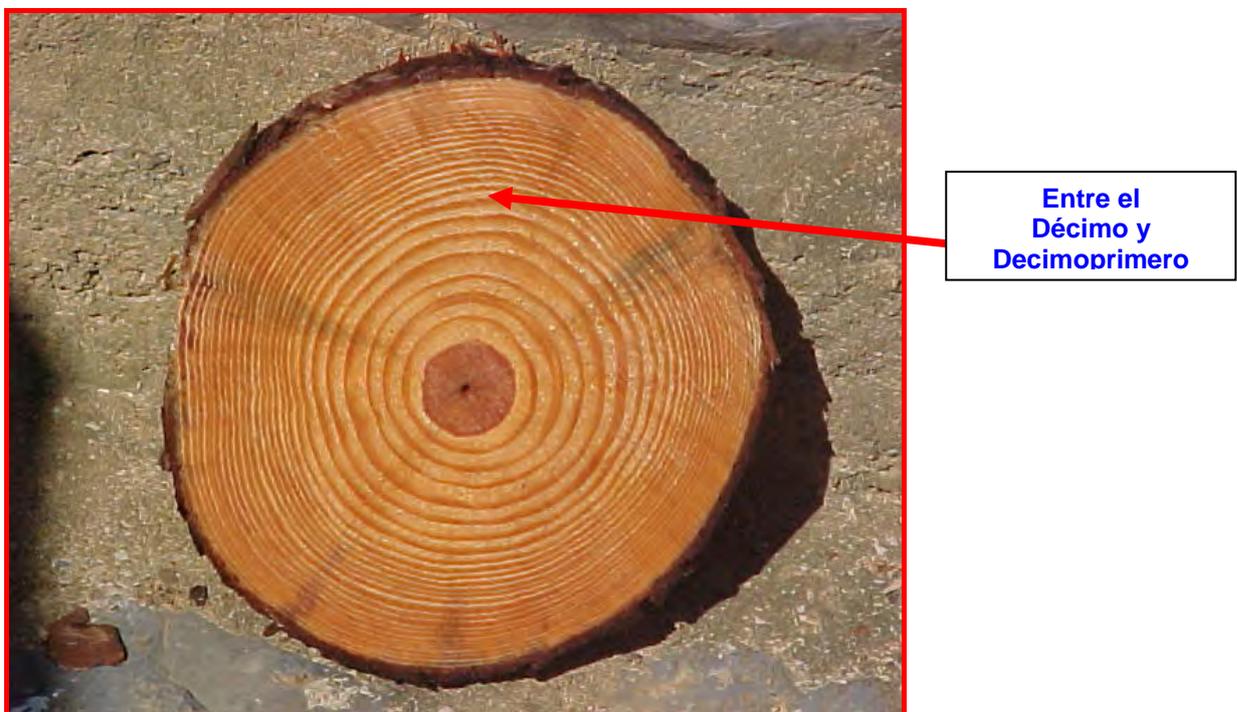


Figura 9 - Ejemplos de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* en función de la densidad inicial de plantación (1 333 arb/ha).

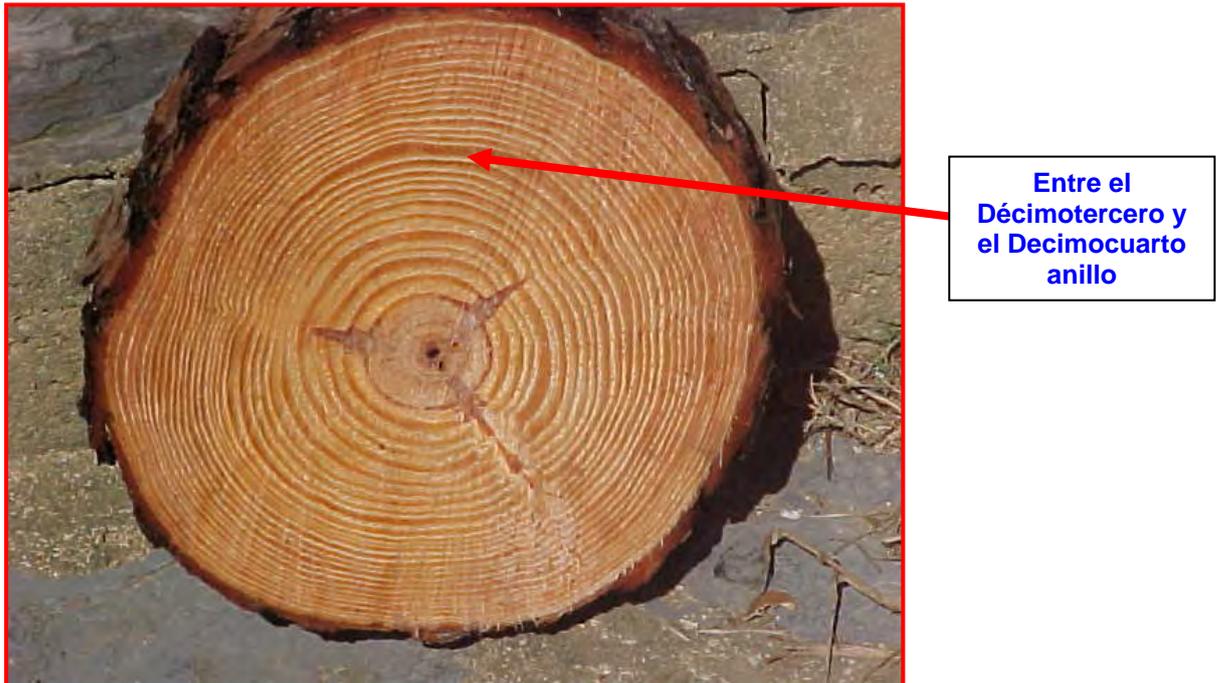


Figura 10 - Ejemplos de los anillos de crecimiento de *Pinus caribaea* en función de la densidad inicial de plantación (1 111 arb/ha).

Es importante destacar, que entre los tratamientos 2 y 1, desde el punto de vista fenotípico, el tratamiento 2, manifestó mejor desarrollo de fuste que el 1, pues tuvo menos desarrollo de ramas gruesas y perpendiculares, lo que se traduce en una menor cantidad de nudos y una mayor calidad de la madera. Este análisis nos muestra que existe una ajustada relación entre la silvicultura, el crecimiento en anchura de los anillos, la producción y la calidad de los productos maderables que generan una masa forestal.

A partir de la exactitud de este método para determinar la edad de la especie, al quedar demostrado por Nacimiento y Arias (1983), la coincidencia del número de anillos de crecimiento con la edad de la misma, y basándonos en los resultados de este estudio, más los valores de IPA. logrados por la especie con esta densidad, se plantea la posibilidad de iniciar los raleos a plantaciones establecidas con esta densidad inicial de árboles por hectárea, pasado los 10 años de establecida y así contribuir al incremento de madera de pequeñas dimensiones para la industria en la primera intervención y de madera de

mayores dimensiones en la segunda (Blanco *et al.* 1989; Pérez y Blanco, 1990).

En este estudio se puntualiza en el momento en que se deben comenzar los raleos, producto a que entre los tratamientos silviculturales a los cuales se somete el bosque, Según Gaztelurrutia (2001), este es uno de los más trascendentes en el desarrollo de la masa forestal, condicionando tanto su evolución, como las características finales de la misma. Los raleos aplicados en una masa están íntimamente relacionados con sus objetivos, ya que el efecto de esta intervención es muy variable, afectando a distintos aspectos de la masa. Por tanto, a través de los mismos se pueden modificar las características ecológicas, silvícolas y tecnológicas de un bosque. Además de adaptarse a los objetivos, el régimen de raleo a aplicar en una masa está condicionado por la especie o especies que la componen, dado que cada una tiene una respuesta diferente a estas intervenciones.

IV.1. 2- Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento y calidad de madera aserrada.

IV.1.2.1- Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento industrial.

IV.1.2.1.1- Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento por tipo de troza.

En Cuba no se han efectuado muchos trabajos relacionados con la obtención de una teoría que explique a que atribuir los problemas de bajos rendimientos que generalmente se obtienen durante el aserrado.

Uno de los objetivos del presente trabajo es tratar de influir en este importante indicador que mide la eficiencia de la industria forestal, mediante la determinación de la densidad de plantación más adecuada al momento de establecer las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet.

En el anexo 11, se separan para su valoración las trozas en: base, media y rabiza en cada una de las densidades, determinándose el número de piezas y su cubicación. Ya con este elemento y el volumen de las trozas se tienen las variables necesarias para el cálculo del rendimiento, valor que se expresa en la columna 8.

Para el caso de Cuba, al igual que para cualquier otro país, es muy importante conocer qué rendimientos obtener de la materia prima, a partir del diámetro en el extremo menor de las trazas. Se define este diámetro, por ser el que entra a la sierra y el que siempre, en los estudios de optimización del aserrado se toma como base (Petrobskii, 1970 y García, 1984).

En lo que se refiere al rendimiento por tipo de troza (Tabla 11), se puede señalar que en las 5 densidades de árboles por hectáreas estudiadas, el rendimiento de las trozas medias es el mayor.

Tabla 11- Resumen del total de trozas consideradas para cada una de las densidades de plantación por tipo de troza.

Densidades (arb/ha)	Tipo Troza	Volumen Troza (m ³)	No. Piezas	Volumen Aserrado (m ³)	Rendimiento (%)
1111	Base	1,396	57	0,7056	50,6
	Medio	0,826	42	0,4380	53,0
	Rabiza	0,468	30	0,2358	50,4
Totales		2,690	129	1,379	51,3
1333	Base	1,465	56	0,731	49,9
	Medio	0,945	54	0,5230	55,3
	Rabiza	0,616	29	0,3031	49,2
Totales		3,026	139	1,5571	51,5
1666	Base	1,487	59	0,7308	49,1
	Medio	0,886	45	0,4917	55,5
	Rabiza	0,666	35	0,3424	51,4
Totales		3,039	139	1,5648	51,5
2222	Base	1,094	48	0,5383	49,2
	Medio	0,298	17	0,1786	59,9
	Rabiza	0,573	38	0,2921	51,0
Totales		1,965	103	1,0090	51,3
3333	Base	1,171	49	0,5984	51,1
	Medio	0,648	32	0,3595	55,5
	Rabiza	0,567	32	0,2898	51,1
Totales		2,386	113	1,248	52,3
Totales Generales		13,106	616	6,758	52,1

En la tabla 12 se presenta los rendimientos por tipo de troza independiente de las densidades de plantación y se corrobora lo dicho anteriormente de que la troza media es la que aporta mayor rendimiento volumétrico en madera aserrada. Sin embargo, para el caso de la base y rabiza el resultado se explica debido a que la troza de la base mayormente se vitolea. Esto es producto a que en los aserraderos cubanos de forma general, no se practica el mismo esquema de corte para todas las trozas, las de mayor diámetro, se le extraen piezas de 2,54 y 5,00 cm mayoritariamente, lo cual exige más corte y por ende la disminución del rendimiento y las trozas de la rabiza debido a su menor diámetro, se limpian y se deja el bloque interior, atendiendo a que la madera aserrada que pudiese producir es de reducidas dimensiones.

Tabla 12- Definición de los rendimientos por tipo de troza.

Tipo de troza	Nº Piezas	Rendim. (%)
Base	269	50,0
Media	190	55,9
Rabiza	157	50,6
Promedio	616	52,1

Este resultado corrobora lo señalado por Petrobskii (1970) y García (1984), relacionado con que la troza media es la más cercana al cilindro, cuerpo geométrico que en el procesamiento industrial produce menores pérdidas durante el aserrado.

En el orden práctico, este resultado permite valorar que cuando de precios se trata y se toma como parámetro de medición la mayor cantidad de madera aserrada producida por unidad de materia prima, las trozas medias deben verse beneficiadas. Lógicamente, este no es el único indicador a considerar, ya que a diferencia de las trozas de la base, como posteriormente se valorará, la troza media presenta mayor cantidad de nudos, cuestión que en los valores producidos la deprecian.

Una vez hecho el análisis anterior, se puede concluir, que es necesaria la aplicación de las podas artificiales tempranas para garantizar que la sección de la base, adquiera mayor cilindrada y por ende mayor rendimiento en madera aserrada.

IV.1.2.1.2- Influencia de la densidad de plantación en el rendimiento volumétrico.

En lo que se refiere al rendimiento en madera aserrada en dependencia de la densidad de plantación, en el anexo 12 se reflejan las mediciones de campo referidas a la cubicación de las trozas obtenidas para las cinco densidades estudiadas. Para este análisis se incluye el coeficiente de conicidad del fuste (Anexo 12), determinado por la metodología descrita.

En la tabla 13, se expresan los resultados finales en cuanto a las densidades, definiéndose desde el punto de vista de rendimiento volumétrico.

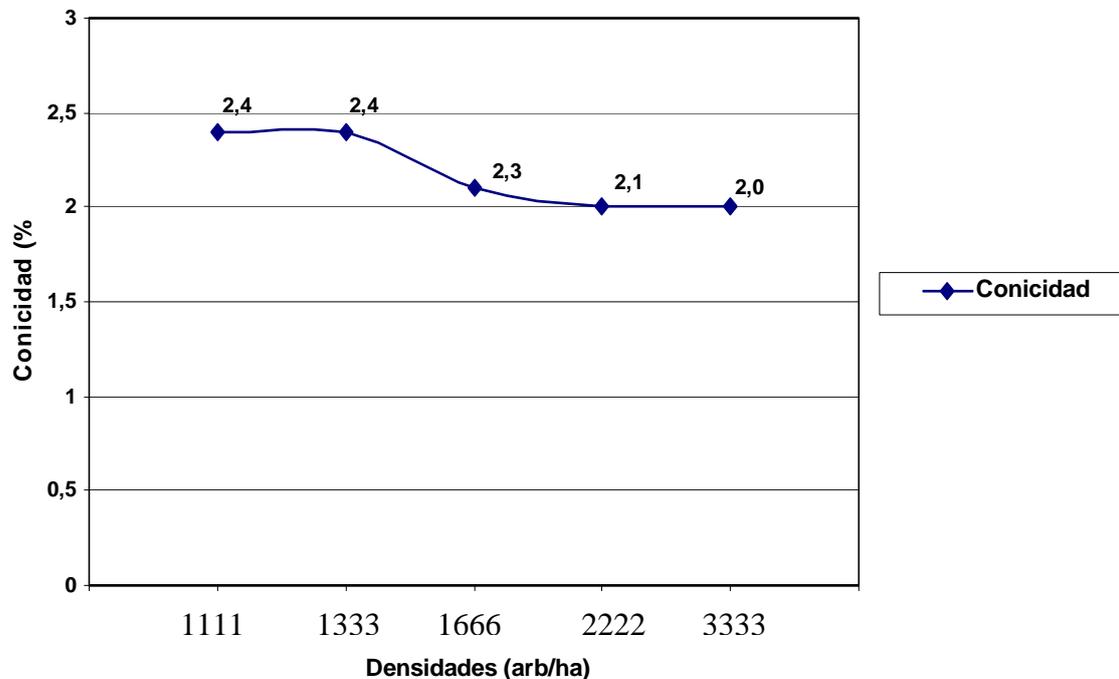
Tabla 13- Rendimiento volumétrico de madera aserrada por densidades de plantación.

Densidades (arb/ha)	Rendimiento (%)
1111	51,3
1333	51,5
1666	51,5
2222	51,3
3333	52,3

En la tabla anterior se observa que desde el punto de vista de rendimiento volumétrico los mejores resultados se obtienen con 3333 arb/ha. Este resultado es debido a que la conicidad de los árboles de este tratamiento es menor (Gráfico 5). Los valores de conicidad calculados por tratamiento se consideran con un comportamiento lógico, ya que se define que a menor

densidad de árboles por hectárea este coeficiente aumenta, lo cual, como se aprecia influyó en el rendimiento industrial.

Gráfico 5- Exp.1- Conicidad del fuste por densidad de plantación.



Sobre el análisis de los valores obtenidos de este coeficiente, se debe señalar que Vignote (1996) define que valores del coeficiente de conicidad inferiores a 2 ó 3 %, al fuste se le considera esencialmente cilíndrico. Para el caso de los resultados obtenidos en el presente trabajo, los valores de este coeficiente se mueven entre estos valores.

La conicidad, señala Dhôte (1994), tiene una gran influencia sobre los procesos mecánicos de transformación de la madera.

De la misma forma, Fernández-Golfin y Col. (1999), definen que esta es una de las características que se utilizan para la evaluación de la calidad de la madera en rollo y en el rendimiento de operaciones tales como el aserrado y el desenrollo.

IV.1.2.2- Influencia de la densidad de plantación en la calidad de la madera aserrada.

La relación entre los recursos forestales y la calidad de la madera aserrada es un aspecto al que internacionalmente se le ha dado mucha importancia. De esta forma, atendiendo a lo anterior, la IUFRO tiene creado un Grupo de Trabajo (S05.01-04), que sistemáticamente se reúne en diferentes partes del mundo para discutir trabajos sobre esta temática.

En el presente acápite se analiza la proporción de las calidades de madera aserrada que se obtienen cuando las trozas que resultan de diferentes densidades de plantación se elaboran. Esta es una etapa de mucha importancia para llegar a la definición de la densidad de plantación más adecuada mediante la obtención de valores en la industria procesadora.

Se efectuaron observaciones directamente en el aserradero referidos a los principales defectos que inciden en la madera, sin considerar los ataques fúngicos. Cada pieza aserrada se clasificó a partir del conteo de sus defectos, donde se define la cantidad de nudos y el diámetro promedio de los mismos (Anexo 13).

En la Tabla 14, se resumen los nudos por tipos y su cantidad, lo cual posibilita caracterizar a cada densidad de plantación empleada.

Tabla 14- Definición de las características de los nudos por densidades de plantación

Densidades (arb/ha)	Tipo de Troza	Cantidad de nudos por piezas	Diámetro promedio de nudos. (mm)
1111	Base	6,6	10,3
	Medio	6,7	13,7
	Rabiza	7,3	13,9
		7,9	12,7
1333	Base	6,4	7,9
	Medio	6,7	14,3
	Rabiza	8,3	15,2
		7,1	12,5
1666	Base	5,7	8,6
	Medio	5,7	14,5
	Rabiza	7,5	12,8
		6,3	11,9
2222	Base	7,6	10,8
	Medio	6,2	12,9
	Rabiza	6,9	10,2
		6,9	11,3
3333	Base	5,5	9,0
	Medio	4,4	11,5
	Rabiza	8,3	12,3
		6,1	10,9

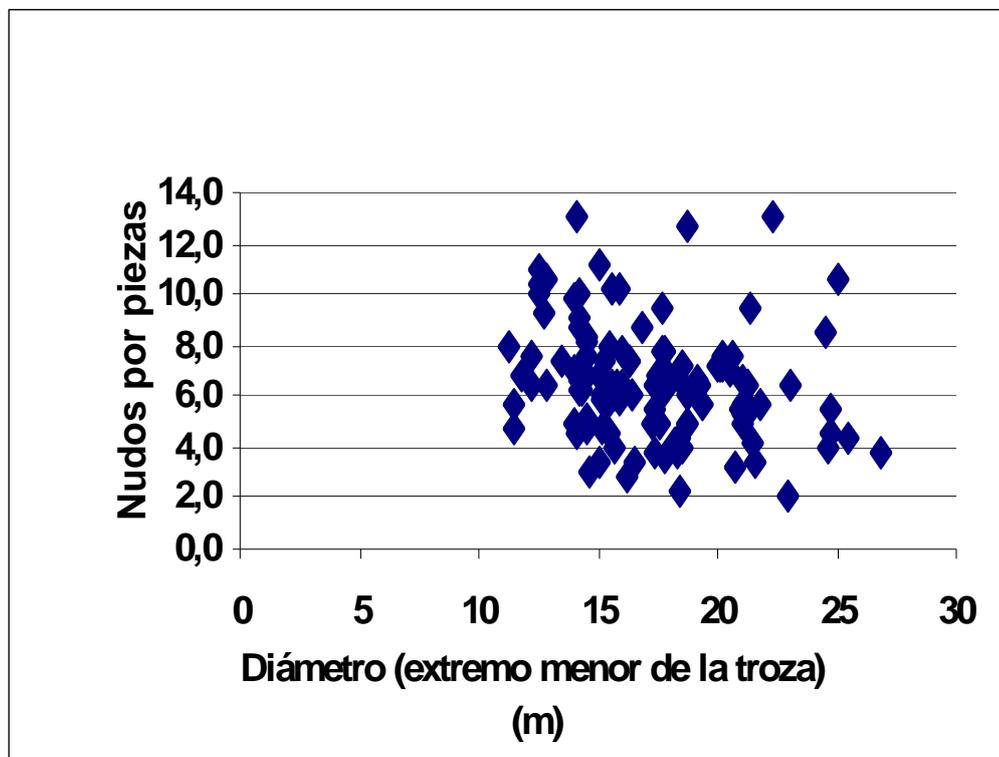
En la tabla anterior se puede apreciar que en la medida que disminuye la densidad de plantación, por lo general aumenta el diámetro de los nudos y aumenta su cantidad. Esto corrobora lo señalado por Olay (1996), cuando

puntualiza que a mayor espaciamiento de plantación, los nudos deben tener una mayor dimensión.

De la misma forma el diámetro promedio de los nudos aumenta en las trozas superiores en comparación con las inferiores.

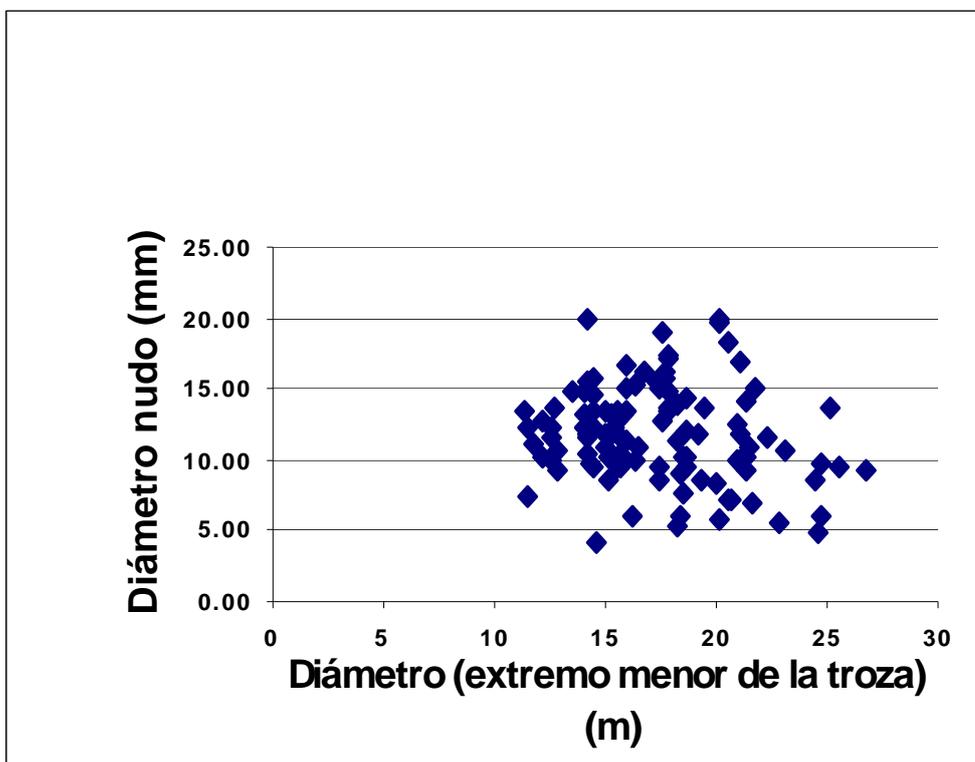
Al correlacionar el diámetro del extremo menor de la troza con la cantidad de nudos por piezas, se define que se obtiene una relación muy débil y negativa (-0.2), lo que indica poca dependencia entre las dos variables. Al ser negativo el valor define que en la medida que aumenta el diámetro de la troza disminuye la cantidad de nudos por piezas, o lo que es lo mismo, en la medida en que se va acercando el corte al largo del bolo, las trozas superiores aumenta la cantidad de nudos por piezas (Gráfico 6).

Gráfico 6- Relación diámetro en el extremo menor de la troza vs. Cantidad de nudos por piezas.



De igual forma se comporta la relación del diámetro de los nudos con el diámetro menor de las trozas (Gráfico 7).

Gráfico 7- Relación diámetro en el extremo menor de la troza vs. Diámetro promedio de los nudos.



Aquí, la correlación es muy débil y negativa, lo cual indica que el diámetro de los nudos disminuye en la medida en que aumenta el diámetro de la troza. En el orden numérico esta tendencia del diámetro de los nudos se puede ver con claridad en la tabla 14.

Además de los nudos, las gemas es el defecto que sigue en su influencia en la calidad de la madera aserrada, pero este defecto se puede considerar como tecnológico, el cual se puede reducir significativamente, por un trabajo más preciso y racional del operario de la canteadora.

En la tabla 15 se reduce la información, y en ella se reflejan las densidades y volúmenes de madera aserrada por calidades para cada troza de la base, media

y rabiza. Igualmente se define la proporción entre calidades para cada variante de densidad de plantación.

Tabla 15- Definición de las proporciones de calidades por tipo de troza y por densidades de plantación.

Densidades (arb/ha)	Tipo Troza	Vol.Aserrado (m3)	Calidades (m3)		
			I	II	III
1111	Base	0,706	0,114	0,437	0,154
	Medio	0,461	0,084	0,245	0,132
	Rabiza	0,307	0,058	0,158	0,091
	Gran Total	1,474	0,256	0,840	0,377
	Proporción %		17,37	56,99	25,58
1333	Base	0,732	0,198	0,381	0,153
	Medio	0,519	0,075	0,289	0,155
	Rabiza	0,303	0,015	0,209	0,079
	Gran Total	1,555	0,289	0,879	0,386
	Proporción %		18,59	56,53	24,82
1666	Base	0,724	0,220	0,346	0,158
	Medio	0,490	0,059	0,292	0,138
	Rabiza	0,347	0,009	0,198	0,140
	Gran Total	1,561	0,289	0,836	0,437
	Proporción %		18,51	53,56	27,99
2222	Base	0,488	0,096	0,270	0,121
	Medio	0,192	0,048	0,096	0,049
	Rabiza	0,281	0,043	0,156	0,082
	Gran Total	0,961	0,187	0,522	0,252
	Proporción %		19,46	54,32	26,22
3333	Base	0,594	0,135	0,260	0,199
	Medio	0,380	0,084	0,205	0,092
	Rabiza	0,310	0,031	0,160	0,119
	Total	1,285	0,250	0,625	0,410
	Proporción %		19,46	4,64	31,91

En la tabla 16 y 17 se resume la información de la tabla 15.

Tabla 16- Porcentaje en que se encuentra representada cada calidad de madera aserrada independientemente de la densidad de plantación.

Tipo de troza	%			
	I	II	III	
Base	23,53	52,25	24,21	100,00
Media	17,13	55,16	27,70	100,00
Rabiza	10,08	56,91	33,01	100,00
X media	16,91	54,78	28,31	100,00

Los resultados anteriores son algo superiores a los obtenidos por González (2000), el cual obtuvo un 2.5 % aproximadamente menos de calidad I, como información de mayor importancia.

En la tabla 17 se llega a la conclusión que la densidades de plantación que presentan mejores proporciones en cuanto a la calidad I son 3333 y 2222 arb/ha.

Tabla 17- Resumen de las proporciones de calidades por densidades de plantación.

Densidades (arb/ha)	I	II	III
1111	17,37	56,99	25,58
1333	18,59	56,53	24,82
1666	18,51	53,56	27,99
2222	19,46	54,32	26,22
3333	19,46	48,64	31,91
X media	18,68	54,01	27,30

Esto no quiere decir que el anterior criterio es definitorio en cuanto a la mejor densidad. Esto lo definirán los resultados integrales de producción de madera en el bosque, rendimiento volumétrico de las trozas durante el aserrado y la proporción de calidades.

Sobre esta temática, García (2001- A) plantea que los resultados que actualmente se obtienen en la calidad de la madera aserrada no es más que pagar una deuda que se tiene con el bosque, el cual se conoce que tradicionalmente no ha recibido los tratamientos silvícolas adecuados.

IV.1.2.3- Definición de la densidad de plantación más adecuada.

IV.1.2.3.1- Análisis del efecto económico en la fase silvícola.

Al observar el comportamiento superior y positivo del tratamiento 2 (1 333 arb/ha) con respecto a los demás estudiados, en los parámetros siguientes: diámetro, altura total, volumen maderable ($d > 14,5$ cm), análisis de fuste, incremento promedio anual de (14 – 27 años) y bueno en los parámetros: volumen maderable total y poda natural, este último importante, pues está estrechamente relacionado con la calidad de la madera, se procedió a realizar la valoración económica de estos resultados y compararlos con los resultados económicos obtenidos por Barrera y Valdés (1998) en la Empresa Forestal Integral (EFI) de Viñales, donde se había venido utilizando la densidad inicial de 2 000 arb/ha a la hora de establecer las plantaciones productivas de *P. caribaea* Morelet.

En el anexo 14, se muestran los gastos incurridos en el establecimiento de una plantación, incluyendo la actividad de vivero, de *Pinus caribaea* var. *caribaea* con 1 333 arb/ha hasta el mantenimiento 3. Dicha actividad tiene un costo total de 1 044, 4 pesos por hectárea. Para realizar este trabajo nos asesoramos por Barrera y Valdés (1998) para el establecimiento de una hectárea de *P. caribaea* con 2 000 plantas en la EFI Viñales, donde tuvieron un costo de 1 563, 13 pesos por hectárea (Anexos 15).

En el anexo 16, se muestran los resultados de la comparación en cada una de las actividades, incluyendo los costos, entre ambos métodos [1 333 arb/ha---(3 x 2, 5 m) y 2 000 arb/ha---(2 x 2, 5 m)]. Se observa la superioridad del método analizado, al obtenerse, un ahorro expresado en 522, 76 pesos por hectárea dejados de invertir, en el establecimiento de plantaciones de esta especie.

Para el calculo de los gastos incurridos en la aplicación de los tratamientos, desde la limpia hasta el raleo 3 en plantaciones establecidas de *P. caribaea* con 2 000 arb/ha en la EFI Viñales (Barrera y Valdés, 1998) se muestran en el Anexo 17, para este resultado se empleó el mismo procedimiento que el empleado en el anexo 15.

El anexo 17.1, se muestran los costos de los tratamientos silvícolas desde la limpia hasta el último raleo, en plantaciones de *P. caribaea* establecidas con 1 333 arb/ha. Este tiene un valor de 563, 0 pesos por hectárea.

En el anexo 18, se muestran los resultados de la comparación de los costos en los que se incurren para la realización de los tratamientos silvícolas por ambos métodos. Se observa la superioridad del método analizado pues con su aplicación se obtendría un ahorro expresado en 567.13 pesos por hectárea.

En la tabla 18, se expone un resumen de la valoración económica realizada a ambos métodos. En la misma se brindan los costos en que se escurrieron tanto en el establecimiento, como en la aplicación de los tratamientos silvícolas con las diferentes densidades.

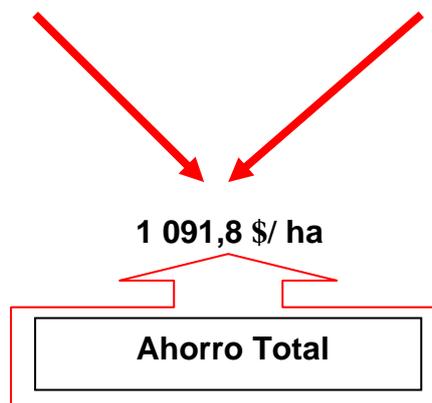
Tabla 18 - Costos del establecimiento y aplicación de los tratamientos silvícolas.

Densidad (arb/ha)	Espaciamiento	Costos	Costos
		Estab. de la plantación (\$/ha)	Trat. silvícolas (\$/ha)
1 333	(3 x 2,5 m)	1044,4	563,1
2 000	(2 x 2,5 m)	1567,1	1132,1

En la tabla 19, se puede observar el ahorro expresado en pesos dejados de invertir que obtendría la Empresa Forestal integral (EFI) al emplear la densidad 1 333 arb/ha a la hora de establecer una plantación en la EFI. Viñales comparado con el método que venía empleando.

Tabla 19 - Ahorro expresado en pesos dejados de invertir por parte de la EFI, en el establecimiento y aplicación de los tratamientos silvícolas, si aplicara 1 333 arb/ha a la hora de establecer las plantaciones.

Densidad (arb/ha)	Espaciamiento	Costos	Costos
		Estab. de la plantación (\$/ha)	Trat. silvícolas (\$/ha)
1 333	(3 x 2,5 m)	522,8	569,0



Como se aprecia en la tabla anterior, la EFI Viñales se ahorrará al aplicar esta densidad inicial de árboles por hectárea a la hora de establecer las plantaciones productivas de *Pinus caribaea*, 1 091,76 \$/ha sólo por este concepto, comparado con la que se había venido utilizando.

En este método (1 333 arb/ha) y una vez analizados los resultados anteriores, se propone no realizar el primer raleo a las plantaciones en el período de 5 y 7 años y efectuarlo pasado los 10 años de plantación, es decir se omite un raleo, apoyándose en los resultados brindados por el análisis de fuste, puesto que en plantaciones establecidas con el objetivo de obtener madera de grandes dimensiones, es innecesario y encarece la plantación, ya que de forma general este sólo ofrece leña y al realizarlo pasados los 12 años estaremos garantizando una producción de madera de pequeñas dimensiones para la industria y una mayor producción de madera de grandes dimensiones en el segundo raleo, como se planteó anteriormente.

Una muestra de lo anteriormente planteado, se puede apreciar cuando se le realizó la siguiente valoración económica a la plantación experimental establecida con esta densidad inicialmente.

A partir de los datos obtenidos durante los primeros 14 años de vida de este bosque, simulando que este se hubiera tenido que talar por algún motivo, se desglosó la madera que se obtendría del mismo en surtidos, según lo establecido por Gra (1990), en las tablas de volúmenes realizadas para la especie *Pinus caribaea* en Pinar del Río, arrojando los siguientes resultados (Tabla 20).

Tabla 20 - Valoración económica (1 333 arb/ha) – 14 años de edad

Surtidos	Precio(\$)	Vol.(m³/ha)	valor (\$/ha)
Bolo	73,3	67,5	4 944,5
Rolliza	47,6	30,7	1 460,4
Leña	9,8	1,7	16,4
Corteza		52,2	
Total		152,0	6 421,2



Valor de la plantación a la edad de 14 años

Ganancia = Valor - Costo de la plantación

$$= 6\,421,2 \text{ (\$/ha)} - 1\,607,1 \text{ (\$/ha)}$$

$$= 4\,813,78 \text{ (\$/ha)}$$

Como se observa los incrementos en diámetro y altura de esta plantación son tales, que permiten que ya a los 14 años de edad la misma haya pagado su costo y se obtengan considerables ganancias. Este resultado nos deja ver el futuro de esta plantación siempre que se le maneje de la forma que se realiza en el estudio.

Esta misma área, plantada como hasta hora se ha venido realizando en la esfera productiva (2 000 arb/ha) y manejada de la forma que se le ha venido realizando, hubiera demorado lo menos 20 años para ofrecer estos resultados y sin tener en cuenta la calidad de la madera.

IV.1.2.3.2- Análisis del efecto económico en la fase industrial.

Para la determinación de la densidad de plantación más adecuada, se tuvieron principalmente en cuenta los elementos siguientes:

- Volumen de madera en m^3 / ha para cada uno de los espaciamientos
- Rendimiento volumétrico de la materia prima que va a la industria
- Proporción de calidades para cada uno de los espaciamientos
- Precios oficiales para cada una de las calidades de madera aserrada que se obtiene

En la tabla 21 se parte para los cálculos, de los m^3 producidos en el campo para cada densidad, información reflejada en la tabla 9 a los 27 años de establecida la plantación.

Tabla 21- Resultados del volumen industrial obtenido por turno de corta.

Densidades (arb/ha)	Volumen (m^3)	Diámetro Promedio (cm)	% para Industria	Vol. para la Industria (m^3)
1 111	357,3	23,4	62,7	224,0
1 333	468,8	25,3	65,3	306,1
1 666	254,1	20,5	57,0	144,8
2 222	292,6	20,0	56,0	163,9
3 333	396,6	18,1	51,0	161,1

Conociendo el volumen maderable total producido y el diámetro medio para cada densidad, con el empleo de la Tabla de Volumen, Surtidos y Densidades elaborada por Gra (1990) para la especie en estudio, se determinó el volumen de madera destinado para la industria.

En los resultados de la industria (Tabla 22), se observa la influencia de la densidad de plantación en los rendimientos en madera aserrada y los porcentajes de cada una de las calidades ya calculadas con anterioridad.

Tabla 22- Cálculo del volumen de madera aserrada por calidades.

Densidades (arb/ha)	Vol. para la Industria (m ³)	Rendimiento (%)	Vol. Madera Aserrada en (m ³)	Volumen/ Calidades (m ³)		
				I	II	III
1 111	224,0	51,3	114,9	20,0	65,5	29,4
1 333	306,1	51,5	157,6	29,3	88,9	39,1
1 666	144,8	51,5	74,8	13,8	40,0	21,0
2 222	163,9	51,3	84,1	16,4	45,7	22,0
3 333	161,1	52,3	84,3	16,4	41,0	26,0

Como se puede apreciar, en el orden cuantitativo, los mejores resultados se alcanzaron con 1 333 arb/ha. Desde el punto de vista cualitativo los resultados más positivos se obtuvieron con la madera procedente de las plantaciones establecidas con mayor densidad de árboles por hectárea. Finalmente, conociendo los precios que tienen la madera aserrada para los vitolajes obtenidos en coníferas, se obtiene que el tratamiento que más valores produce es el de 2.5 x 3 m (1333 arb/ha) con \$ 25550.9. A partir de este análisis se puede concluir que los resultados obtenidos dependen fundamentalmente de los volúmenes maderables que en cada una de las densidades de plantación se pueden producir en el bosque.

Por ello, todos los esfuerzos deben ir encaminados a producir madera en bolo con un máximo de calidad y con fuste cilíndricos. Esto sólo se consigue mediante la realización de la poda temprana. Este factor, según Vignote (1996), además de garantizar madera con nudos reducidos y sanos, posibilita mejorar la forma del fuste aumentando con ello la cilindrada del mismo y por ende asegurar mayores rendimientos de madera aserrada.

Hasta hace pocos años en Cuba, la totalidad de la madera de calidad que se utilizaba en nuestros aserraderos, procedía de los montes integrados por árboles cuya edad se podría cifrar en algunos casos en centenares de años, lo que traía como consecuencia que los árboles tuvieran considerables diámetros y los defectos fueran muy reducidos.

En este sentido la actividad forestal en el país ha presentado como deficiencias la selección no adecuada de las densidades iniciales a la hora de establecer las plantaciones, al no tener las mismas un objetivo determinado y la aplicación no correcta, en el tiempo establecido de los tratamientos silvícolas. Esta situación, aparejada a la alta demanda de madera aserrada que el país prevé en el plan de desarrollo hasta el 2 015 (Plasencia, 1998), conjuntamente con las afectaciones de los ciclones que han azotado sobre todo a la parte occidental de Cuba en los últimos años, exige de la rama forestal un trabajo de recuperación altamente tecnificado y a largo plazo.

Por lo antes expuesto, no resulta factible en el orden económico someter a los bosques productores del país, a turnos de cortas muy largos, con el objetivo de obtener madera sin nudo de alta calidad. En la actualidad, la obligada utilización de madera más delgada para determinados fines, exige de ésta la ausencia de nudos que disminuirían su resistencia mecánica y calidad (Gastéis, 1986).

La silvicultura ha sido siempre utilizada para fines de adecuar las características de la madera a las exigencias del mercado por lo que sigue siendo válida la concepción de la selvicultura como la principal herramienta para conseguir una calidad de los árboles en función del destino que se le reserve (Vignote *et. al.* 1988).

Silvicultores cubanos señalan el alto costo de la poda para justificar su no realización, sin embargo Hubert y Courrant (1983), citado por Vignote (1996), señalan que la poda en la madera de conífera aumenta su valor en más del 200% y en latifolia, más del 500%. Por otra parte, Worman (1975), citado por Vignote (1988), define que la poda supone para el monte una inversión

económica a largo plazo, por lo tanto el retorno financiero de la misma estaría altamente determinado por el producto final de la madera.

Sobre esta temática autores como Whiteside *et. al.* (1989) citado por Masatoshi y Vélez (1991) plantean, que la madera de aserrío procedente de plantaciones de coníferas manejadas con poda es en general más rentable que las manejadas sin poda. Otros autores como Vignote (1988 y 1996); Masatoshi y Vélez (1991); O'Hara (1991) y Large *et. al.* (1997), señalan los beneficios que la poda tiene sobre el mejoramiento de la calidad de la madera aserrada, la durabilidad de la misma y la cilindrada del fuste, lo cual influye decisivamente sobre el rendimiento industrial.

Por otro lado, si se aplican los resultados de los trabajos de mejora genética desarrollados en Cuba con *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*, los cuales han reportados avances muy significativos en el incremento de los rendimientos maderables tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, relacionado este último con la calidad de la madera, pues se han obtenido semillas de árboles con fuste rectos y cilíndricos de ramas finas, cortas y horizontales que disminuyen la presencia de nudos en la madera e incrementan su valor comercial (Pérez, 2005). En tal sentido los resultados que se reportan en este trabajo justifican la disminución del número de árboles por hectáreas a la hora de establecer las plantaciones destinadas a la industria del aserrado.

Los precios utilizados para determinar el efecto económico, están establecidos en la resolución 426/97, que señala que la clase I en madera aserrada de 13 a 38 mm de grueso por 75 a 300 mm de ancho por más de 1,25 m de largo, el m³ tiene un precio de 204 USD; para la clase II con las mismas características el precio es de 163 USD y para la clase III el precio es de 130 USD. De forma general se utilizarán estos valores para comparar las densidades de plantación estudiadas sin considerar dentro del precio la moneda nacional.

A partir de los elementos calculados en la tabla 22, en la tabla 23 se efectúa la multiplicación de los volúmenes de madera aserrada por clase obtenidos por los precios antes señalados.

Tabla 23- Análisis económico en la fase industrial.

Efecto Económico				
Densidades (arb/ha)	Valor/ Calidades (USD)			Total (USD)
	I	II	III	
1 111	4080,0	10676,5	3822,0	18578,5
1 333	5977,2	14490,7	5083,0	25550.9
1 666	2815,2	6520,0	2730,0	12065,2
2 222	3345,6	7449,1	2860,0	13654,7
3 333	3345,6	6683,0	3997,0	13525,6

Como se puede apreciar el mejor tratamiento correspondió a la densidad de 1 333 arb/ha distribuidos espacialmente a 3 x 2,5 m, con 25550,9 USD. Como se observa, estos resultados dependen fundamentalmente de los volúmenes maderables obtenidos por hectárea en cada uno de los espaciamientos, lo que muestra que los trabajos silvícolas deben estar dirigidos a lograr un objetivo final preestablecido. En el presente estudio, este objetivo final se puede definir como la producción de madera para la industria del aserrado de forma sostenida y sostenible; el manejo silvícola que se aplique debe estar dirigido a producir madera de grandes dimensiones, técnicamente madura y de buena calidad.

IV. 2- Influencia de la densidad de inicial de árboles por hectárea en algunos aspectos de la ecología de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río.

IV.2.1- Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silvícolas en el microclima local.

Cuba por sus características insulares, se recibe una gran influencia marina, encontrándose bajo la acción de las tormentas tropicales en el verano y de frentes fríos en invierno, lo que garantiza un régimen climático, que se divide en dos épocas bien diferenciadas, la lluviosa y la seca. Por esto, tiene mucha importancia el estudio de la influencia del bosque en las variables climáticas, ya que pueden afectar a procesos relevantes como la descomposición de la hojarasca y su posterior incorporación al suelo, la producción vegetal, etc. Cabe destacar que parte de las plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea* de esta zona están establecidas sobre suelos esqueléticos, con muy baja capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes.

En este estudio se montaron 17 parcelas, dirigidas a determinar la influencia de la densidad inicial de árboles por hectárea y los posteriores manejos silvícolas de las plantaciones en el microclima local (Anexo 19)

En la tabla 24, se muestran los valores promedios mensuales por tratamientos de varias variables climáticas analizadas:

Tabla 24. Valores promedios de las principales características climáticas de las plantaciones experimentales estudiadas. TS: temperatura seca del aire, HR: humedad relativa, e: Tensión de vapor de agua, T_d: temperatura del punto de rocío, D: déficit de saturación de vapor de agua.

Parcelas	T.S	T. H	Hr (%)	e (mm)	T _d (°C)	D (mm)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
R a-b-c (1333 arb/ha)	27,5	27,4	94,8	26,0	28,8	1,5	24,7	23,9	4,0
1-10 (1111 arb/ha)	26,8	26,4	95,8	25,7	26,2	1,4	24,1	23,5	1,3
3-8 (1333 arb/ha)	26,6	26,3	96,0	25,4	26,1	0,9	23,6	23,1	1,3
5-9 (1666 arb/ha)	26,7	26,6	96,0	25,4	26,1	0,9	23,4	22,8	1,5
2-7 (2222 arb/ha)	26,8	26,7	96,3	25,8	26,3	1,1	23,7	23,2	1,8
4-6 (3333 arb/ha)	26,9	24,4	95,8	25,7	26,2	1,4	23,7	23,3	2,0
C- a (1333 arb/ha)	26,6	26,0	94,0	24,7	25,6	1,7	24,1	23,9	1,3
C- b (1333 arb/ha)	26,2	25,6	95,3	24,4	25,4	1,2	24,0	23,9	1,2
C- c (1333 arb/ha)	25,9	25,5	94,8	24,1	25,2	1,5	23,8	23,4	1,0
C – Media	26,2	25,7	94,7	24,4	25,4	1,5	23,9	23,6	1,2
Galería	25,6	25,4	98,0	24,3	25,4	0,4	23,8	21,5	0,8

Leyenda:

- **Parcelas (R)-** Estas parcelas se establecieron en plantaciones a las cuales durante su desarrollo se le aplicaron mantenimientos silvícolas intensivos, solo dejando a la especie plantada (*P. Caribaea* Morelet).

- **Parcelas (1,2,3,4 y 5)-** Parcelas montadas en plantaciones establecidas con diferentes densidades de plantación, a las cuales pasado los 18 años de edad se les realizaron manejos silvícolas con criterios sostenibles.
- **Parcelas (C-a, C-b y C-c)-** Parcelas montadas en una plantación a la cual pasado los 18 años de edad se les realizaron manejos silvícolas con criterios sostenibles. Esta plantación posee un área similar a la plantación donde se montaron las parcelas (R).
- **Parcelas (C- Media)-** Valor medio de las parcelas **(C)**.
- **Parcelas (Galería)-** Parcelas establecidas en el bosque de galería y unidas por el extremo inferior a las parcelas **(C)**.

Al analizar el comportamiento de las variables climáticas se observó que en el interior de los rodales establecidos con una densidad de árboles elevada, (tratamientos 3, 4 y 5), hubo mejoría en algunas variables como: la temperatura del suelo y del aire, al no dejar que los rayos del sol lleguen con toda su intensidad sobre el suelo provocando su calentamiento y en el caso del viento impidiendo que el mismo fluya libremente y ejerza su poder desecador sobre el suelo y demás componentes del medio ambiente (Tabla 24).

En los rodales establecidos con baja cantidad de árboles por hectárea, en los cuales a lo largo del desarrollo de la plantación se han practicado mantenimiento y tratamientos silvícolas intensivos, dejando sólo a la especie plantada (Parcelas R), las copas de los árboles tardaron numerosos años para cubrir la superficie del suelo, influyendo ese hecho sobre variables tan importantes como: la velocidad del viento, la temperatura del suelo y del ambiente, la humedad relativa, las cuales elevan sus valores a un punto, que ocasionan que sólo puedan habitar en estos sitios, los árboles que se plantaron.

Concluyendo, podemos plantear que los extremos se deben evitar por lo que es necesario garantizar en las plantaciones una densidad adecuada, que incluya otras especies nativas de interés económico y ambiental. Este es el caso del estudio realizado en las parcelas 3 y 8 y en las parcelas Ca, Cb y Cc, en todos los casos establecidas con 1 333 arb/ha. En ambos casos los tratamientos silvícolas que se realizaron fueron con criterios sostenibles, sin perder de vista la función productora intensiva de estos bosques. En esas parcelas la temperatura ambiental es agradable, la temperatura del suelo es baja, los diferentes valores de humedad y la velocidad del aire son adecuados. Todo esto contribuye en gran medida a que haya una mayor descomposición de hojarasca y por ende mayor aporte de nutrientes, aumentando la fertilidad de los suelos tan alterados, pobres y ácidos en un inicio. En la actualidad, el pH sigue siendo bajo pero de menor cuantía, convirtiéndose esos ecosistemas en zonas ricas en diversidad florística y faunística como se pudo observar durante los inventarios. Sobre los valores de pH bajos en los suelos forestales, específicamente los ferralíticos cuarsíticos en la provincia de Pinar de Río, se plantea que es una propiedad inherente a los mismos (Instituto de Suelo, 1999), lo que entre otras causas edáficas determinó la presencia de los pinos en la región occidental del archipiélago cubano (Bisse, 1988).

Lo expuesto anteriormente refleja la marcada influencia de la vegetación en el mejoramiento de las condiciones ambientales, contribuyendo de forma directa con la acumulación de follaje y su posterior incorporación al suelo. Sobre esta temática el Instituto de Suelo (1999) y Hemando (2003), demostraron en estudios realizados que la materia orgánica de los suelos, con la participación de los factores: clima, material de origen, etc. participan en el proceso de humificación que ocurre en los sistemas agrícolas y forestales, incidiendo de forma directa en el desarrollo de los ciclos biogeoquímicos

Este comportamiento ha servido para guiar a especialistas forestales y ecólogos a estudiar las hojarascas forestales como material de origen del humus en los suelos forestales, pues representa un almacén natural de

nutrientes que las plantas toman del sitio y que puede contener la mayoría del potencial nutritivo en forma no asimilable, si por alguna razón la descomposición se ve retardada (Scott, Davies, 1955) citado por Plasencia (2005).

Benítez (2002) plantea que en el crecimiento de los árboles y la acumulación de biomasa es notable la influencia de la luz, especialmente en las etapas iniciales de establecimiento del bosque, este planteamiento se reafirma con este estudio, pudiéndose observar que en los tratamientos menos densos de forma general al haber recibido en un inicio mayor incidencia de la luz sobre el suelo, debido a que los árboles están más espaciados y sus copas permitir una mayor entrada de la misma, provocó la germinación de las semillas de un número considerable de especies que se encontraban en estado de latencia y su posterior crecimiento.

IV.2.2- Aporte y características de la hojarasca

- **Aporte de hojarasca**

Al analizar la composición de las diferentes parcelas de colecta de follaje al finalizar la época de seca (Anexo 20), se comprobó que de forma general en la hojarasca colectada, la diversidad de especies es grande. Existiendo una dominancia de acículas de *Pinus caribaea*, el segundo lugar lo ocupa la hojarasca de las especies latifoliadas que se encuentran en el estrato arbustivo. Estas especies son: *Xylopia aromatica* (Malagueta), *Calophyllum pineterum* (Ocuje de Pinar), *Matayba apetala* (Macurige), *Clusea rosea* (Copey), *Andira inermis* (Yaba) y *Didymopanax morototoni* (Yagrumón). Especies nativas de esta formación, que al efectuarse las plantaciones de pinos y la realización posterior de los manejos y tratamientos silvícolas, donde se eliminó todo el estrato arbustivo, con la consiguiente alteración edafoclimática de estas áreas, quedaron restringidas a vivir a orillas de las cañadas, donde se mantenían las condiciones adecuadas para su normal desarrollo. En la actualidad con el manejo con criterios sostenibles de los

ensayos establecidos, dichas especies han ido regresando a su arial natural, en dependencia y en la medida que las condiciones del suelo se lo permitan.

En tercer lugar en la composición por especies en la hojarasca, lo ocupan los individuos de la familia *Melastomatácea*, es decir los cordobanes, representados en este caso por tres especies principalmente: *Tetrazygia bicolor*, *Clidemia hirta* y *Henriettella fascicularis*, plantas típicas de la formación pinar en compañía de los encinos.

Haciendo un análisis de la influencia de las diferentes densidades de plantación, sobre el aporte y diversidad de la hojarasca, se pudo comprobar que existe una estrecha relación entre ésta y el volumen y diversidad de especies presentes en la hojarasca colectada, tanto en la época de sequía, como en la de lluvia en el estrato I (H-I) (Anexo 20 y 21); obteniendo los mayores valores en ambos aspectos en los tratamientos 2 (1 333 arb/ha y 1 (1111 arb/ha) en este orden. Estos resultados corroboran los obtenidos por Geigel (1977) cuando planteó que el aporte de hojarasca al suelo, aumenta con el mayor espaciamiento, hasta ciertos límites de este, que permitan que las copas de los árboles no queden demasiado separadas. En las parcelas del tratamiento 2, se obtuvo el mayor valor de humedad. Dicho comportamiento está dado por la presencia en este de una mayor diversidad de hojarasca, en su mayoría hojas de gran porte, lo que permite que las mismas guarden más la humedad del suelo.

Al analizar la composición por especie de la hojarasca presente en el primer estrato, de las parcelas de aporte y deposición de hojarasca, colectadas al finalizar la época de lluvia (Anexo 21), se reafirmaron los resultados obtenidos en el análisis de las muestras de la época de sequía, donde los mayores valores de aporte de hojarasca lo alcanzó *Pinus caribaea*, seguido en segundo lugar por las especies *Matayba apetala* y *Clusia rosea*; las cuales, por el mismo fenómeno que se explicó en el caso anterior, han ascendido en la medida que las condiciones edafoclimáticas se lo han permitido.

En este caso, en tercer lugar se encuentra las especies: *Alsophilia myosuroides* y *Amaioua corymbosa*. Estas son nativas de esta área, pero al ser mucho menos exigentes a buenas condiciones ambientales y al tener un estatus cosmopolita, han permanecido formando parte del estrato arbustivo y herbáceo, a pesar de ser eliminadas en los mantenimientos. En orden de aporte de hojarasca le siguen las especies de la familia *Melastomatacea* (Cordobanes).

Los picos de aporte de hojarasca en *Pinus caribaea* y en las especies latifolias suceden al finalizar la época de sequía y comenzar la época de lluvias. Coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Plasencia (2005) en los bosques de una microcuenca del río San Diego en Pinar del Río.

Según Hartwing (1994) y González y Pardo (1989), la nutrición del bosque depende, en gran medida, del reciclado de su propia biomasa y en menor cantidad, de los aportes externos (meteorización, lluvia), aunque estas proporciones dependen del elemento considerado. Por lo antes expresado, se justifica el manejo de ciertas especies forestales en el interior de las plantaciones, que al final de la cosecha y al ser aprovechadas éstas, puedan contribuir con la economía de estos bosques y con la restauración o conservación del ecosistema, principalmente el componente suelo.

Sobre este tema, Rapp (1969) citado por Plasencia (2005), argumenta que en el ciclo biogeoquímico de la materia orgánica y de los elementos minerales, la descomposición de la materia orgánica es uno de los aspectos más importantes de las complejas relaciones existentes entre la vegetación y el ambiente, constituyendo esto uno de los fenómenos más esenciales de la biocenosis de las plantaciones forestales. El análisis cuantitativo de follaje que cae y por consiguiente, el aporte de nitrógeno y elementos minerales es uno de los parámetros más inmediatos y de fácil estimación.

La presencia de hojarasca y la diversidad de esta en los bosques y especialmente en los pinares, juega un papel importante para el aporte de

aqueellos elementos químicos deficientes en el suelo y necesarios para el buen desarrollo del arbolado. Según Perakis y Hedin (2001 y 2002), citado por Jandel (2004), en muchos tipos de bosques el nitrógeno es el elemento químico más escaso y por lo tanto, es el factor más limitante para el crecimiento de los mismos. No obstante, los árboles suelen estar bien adaptados a bajos niveles de nitrógeno, la fijación de este elemento químico de la atmósfera al sistema es muy reducida y la rocas tampoco suelen contenerlo en cantidades apreciables. La fuente principal de este elemento en los suelos lo constituye la mineralización de la materia orgánica mediante la actividad de los microorganismos de los suelos. He aquí la importancia de la materia orgánica. En los suelos forestales tropicales el fósforo y el nitrógeno son los nutrientes esenciales más deficientes para la nutrición de los árboles. En los suelos pizarrosos de Pinar del Río el fósforo es uno de los elementos químicos más deficientes (Awan *et al.* 1970; Herrero, 2000). El mismo no se encuentra presente en el material formador de los suelos ferralíticos cuarcíticos, esto significa que, si no se practica una fertilización en el establecimiento de la plantación, su suministro debe realizarse mediante el ciclo biogeoquímico de ese elemento, lo que puede remediarse por un adecuado manejo de la vegetación debajo del dosel.

Según Herrero *et al.* (1975), Perera (1976), Herrero y Melchanov (1981), Herrero *et al.* (1983), citados por Plasencia (2005), los árboles no sólo aportan hojarasca, y con estos nutrientes, también definen propiedades importantes del suelo. Por otra parte lo protegen contra los fenómenos de erosión externa e interna, y funcionan en la protección de la calidad de las aguas. Todo esto reafirma la necesidad de manejar la diversidad florística dentro de estos ecosistemas tan degradados.

Según Hartwing (1994), las plantaciones manejadas con criterios sostenibles contribuyen de forma decisiva a mantener un recurso irremplazable y esencial del medio ambiente, el suelo, sin el cual no hubiera producción de alimentos, ni madera y como se forman por la acción del clima y la vegetación sobre el

sustrato geológico, el país debe, en materia de conservación del medio ambiente, poner más esfuerzo y recursos para la debida conservación de este.

IV. 2.3- Relación composición químico del humus -- composición química del follaje verde de las especies presentes

Las áreas de la Estación Experimental Forestal de Viñales estaban cubiertas de pinares de *Pinus caribaea* y *Pinus tropicales* originalmente. Esos bosques fueron talados y reemplazados por cultivos agrícolas. El cambio de uso de la tierra y su uso inadecuado determinó la degradación de los suelos, los que una vez improductivos para la explotación agrícola fueron devueltos al patrimonio forestal (Herrero, 2000). Los estudios acerca de los suelos de la Estación Experimental Forestal de Viñales, Awan y Frías (1970) mostraron, la alta deficiencia de nutrimentos y de materia orgánica de los suelos donde se establecieron los experimentos (Tabla 25).

Tabla 25 - Análisis químico realizado en 1970 en los suelos que actualmente ocupan las parcelas experimentales. Las letras R, M, B y MB corresponden a valores regular, medio, bajo y muy bajo, respectivamente.

Sitio	Prof. (cm)	Nutrientes asimilables		M. Org. (%)	pH ClK	Bas. Cambiables				S mg/kg
		P ₂ O ₅ (Mq./100 g de suelo)	K ₂ O			Ca ⁺	Mg ⁺	K ⁺	Na ⁺	
I	0-20	0,48 B	3,3 B	1,98 B	4,3	0,64	-	0,10	-	-
	20-45	0,76 B	3,3 B	0,45 MB	4,2	0,40	1,31	0,06	-	1,77
II	0-20	1,42 M	11,0 R	3,21 M	4,2	1,84	0,03	0,10	0,08	2,05
	20-45	0,48 B	5,0 B	0,45 MB	4,2	0,80	1,67	0,08	0,04	1,87
X		0,78	5,65	1,52	4,25	0,92	0,75	0,08	0,06	2,33

Pasado 18 años de haberse efectuado la plantación las características de esos suelos experimentaron algunos cambios (Tabla 26).

Tabla 26- Análisis químico del suelo a los 18 años de haberse establecido la plantación.

Sitio	Densid. (árb/ha)	Nutrientes asimilables		M. Org. (%)	pH CIK	Bas. Cambiables			S (mg/kg)	I	
		P ₂ O ₅ (Mq./100 g de suelo)	K ₂ O (Mq./100 g de suelo)			Ca ⁺	Mg ⁺	K ⁺			Na ⁺
1	(1111)	1,17	3,31	5,4	3,0	1,00	0,38	0,12	0,04	1,54	3,18
2	(1 333)	1,54	3,20	5,6	3,5	1,66	0,38	0,10	0,04	2,18	3,10
3	(2 222)	0,66	3,67	4,0	2,7	0,49	0,19	0,14	0,02	0,84	4,35
4	(1 666)	0,77	3,35	5,0	3,0	0,96	0,20	0,13	0,05	1,34	3,17
5	(3 333)	1,16	4,10	4,1	2,6	0,37	0,38	0,13	0,07	0,95	4,19
(0)		1,2	4,9	2,7	2,9	0,2	1,3	0,2	0,3	1,4	4,5

0- Parcela Inforestal

Los resultados del análisis de suelo en ambos casos reflejó lo siguiente:

- La materia orgánica aumentó notablemente después de 18 años de establecida la plantación experimental.

- El pH disminuyó en la plantación, debido a que el principal componente de la hojarasca está costituido por acículas que forman en el proceso de humificación ácidos fulvicos (Ortega, 1982) que son ácidos orgánicos de relativa fortaleza, los cuales aumentan la acidez del suelo y por consiguiente disminuye el pH. Cuando la vegetación acompañante a la formación pino no es removida, su descomposición y humificación contrarrestan la concentración de iones hidrógeno de los ácidos fúlvicos.

La Capacidad de Cambio de Bases (S), en general, disminuye. Pudiera inferirse, teniendo en cuenta que la materia orgánica aumenta en el tiempo, que la (S) debe seguir la misma tendencia, pero en este caso en el complejo absorbente del suelo en cantidad de iones hidrógeno es mayor, lo que se corrobora con la disminución del pH.

Pasado 18 años de establecido el experimento, al determinarse que en los tratamientos menos densos se van obteniendo los mejores resultados de incrementos desde el punto de vista dasométrico y al comprobarse que en ese momento comienza la competencia entre los árboles, y por consiguiente se debía realizar el primer raleo y por otro lado la detección de la acidificación del suelo, mediante su análisis químico en el tiempo; se decide manejar en el interior de estas plantaciones especies latifoliadas nativas de la formación con el objetivo de determinar la influencia de estas sobre la composición química de los suelos de forma general y sobre el pH en particular.

No obstante, se comienza a observar que los suelos correspondientes a los tratamientos menos densos presentan los valores más altos de pH, materia orgánica, fósforo y en general las mejores condiciones de desarrollo de los árboles.

Pasado 34 años de haberse establecido las diferentes plantaciones y 16 de haberse comenzado a manejar dichos rodales con criterios sostenibles, se repite este análisis en todos los tratamientos utilizados (Tabla 27).

Tabla 27- Análisis químico al suelo de las parcelas con diferentes tratamientos utilizados a los 34 años de haberse establecidos los mismos.

Parcelas (arb/ha)	pH	mg./100g de suelo		M.O %	meq/100g de suelo						
	CLK	P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ²⁺	S	T	T-S
(1-10) 1111	3,1	2,00	10,00	8,4	3,07	0,79	0,12	0,19	3,64	9,74	6,10
(3-8) 1333	3,9	4,00	8,00	8,7	3,48	0,68	0,08	0,19	4,43	9,50	5,48
(5-9) 1666	3,5	5,00	10,83	8,3	2,99	0,74	0,08	0,22	3,32	9,86	5,40
(2-7) 2222	3,2	2,00	9,00	8,0	2,51	0,61	0,08	0,24	3,92	9,62	5,70
(4-6) 3333	3,2	3,00	7,00	8,0	2,43	0,62	0,08	0,16	3,29	9,16	5,84

Al establecer una comparación de los valores de las características de los suelos por tratamientos a los 18 y 34 años de edad de la plantación, de forma general se aprecia un enriquecimiento de estos suelos debido a la incorporación en mayor o menor medida de follaje y otras partes de las diferentes especies vegetales existentes en el interior de esta formación. Pasado unos años de haberse comenzado este tipo de manejo, se comienza a recuperar la fertilidad de estos suelos, al restablecerse las condiciones del ecosistema e incorporarse la vegetación de latifolias, principalmente en el sotobosque, las cuales contribuyen de inmediato con el aporte de materia orgánica y de bases.

Al comparar los resultados del análisis químico obtenido en los diferentes tratamientos, se puede apreciar que los menos densos, presentan los mayores valores, de materia orgánica y mayor valor de (S), a lo cual contribuye en mayor medida el calcio, destacándose en este sentido el suelo de la plantación establecida con 1333 arb/ha inicialmente (Tabla 28). Este resultado está influenciado directamente por la diversidad florística presente en cada tratamiento, encontrándose en estos la mayor diversidad, predominando especies de gran porte como el Yamao, Yagrumón, Copey, etc. (Anexo 22); las cuales al aportar sus hojas, frutos y flores, se descomponen pasando a ser parte del suelo a través del proceso de mineralización y se incorporan al mismo, mejorando su composición.

Tabla 28- Caracterización química del humus de las parcelas a los 34 años de establecidas las plantaciones.

Parcela (arb/ha)	pH	mg./100g de suelo		M.O %	Meq./100 g de suelo						
	CL K	P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ²⁺	K ²⁺	S	T	T-S
(1-10) 1111	3,1	2,00	10,00	8,4	3,07	0,79	0,12	0,19	3,64	9,74	6,10
(2-7) 2222	3,2	2,00	9,00	8,0	2,51	0,61	0,08	0,24	3,92	9,62	5,70
(3-8) 1333	3,9	4,00	8,00	8,7	3,48	0,68	0,08	0,19	4,02	9,50	5,48
(4-6) 3333	3,2	3,00	7,00	8,0	2,43	0,62	0,08	0,16	3,29	9,16	5,84
(5-9) 1666	3,5	5,00	10,83	8,3	2,99	0,74	0,08	0,22	3,32	9,86	5,40
R	2,6	2,00	18,00	7,1	2,51	0,56	0,08	0,35	3,50	7,60	4,10
G-a 1333	3,4	2,00	16,00	8,0	5,34	0,66	0,16	0,37	6,53	11,65	4,72
G-b 1333	3,2	1,00	14,17	8,5	3,24	0,72	0,16	0,28	4,40	9,72	5,32
G-c 1333	3,7	1,00	7,00	8,8	1,70	0,68	0,04	0,13	2,55	6,91	4,36
G (galería)	4,2	3,00	8,00	8,8	1,70	0,60	T	0,13	2,43	5,76	3,33
Área Natural	3,9	6,00	7,00	9,6	1,68	1,0	0,12	0,16	2,96	6,62	3,66
Área cero	2,3	6,00	3,75	2,2	0,88	0,42	0,04	0,05	1,39	4,21	2,82

Área 0- Muestra tomada en un área Inforestal

Estos resultados manifiestan la importancia de mantener el sotobosque en las plantaciones de pinos por dos razones cruciales:

- 1- Se evita la disminución del pH de los suelos y de esa manera el lavado de las bases que ocurre cuando las mismas pasan a la solución del suelo por intercambio con los iones H^+ que saturan el complejo absorbente, al mismo tiempo una mayor concentración de los cationes intercambiables, especialmente el calcio, favorecen la formación de los ácidos húmicos y por consiguiente que el complejo órgano mineral sea más estable y las sales menos proclives a la lixiviación además de mejorar sus propiedades (González – Abreu, *et. al.* 1989).
- 2- Se mantiene cubierta la superficie del suelo forestal, con lo que la erosión por escorrentía superficial se minimiza.

En el caso de los tratamientos más densos, sucede el mismo fenómeno, pero debido a que al ser menor el número de especies latifolias presente es menor y de igual forma la variedad de estas, el aporte a la fertilidad química del suelo es menor. No obstante en toda la formación evaluada se observa un enriquecimiento general y la diferencia entre tratamientos tiende a ser mínima, beneficiándose todo el arbolado por el manejo sostenible.

Al comparar la composición química de las parcelas **R**, la cuales fueron establecidas con una densidad de 1333 árboles por hectárea, igual al tratamiento 2, el cual como se explicó anteriormente, resultó ser el de los mejores resultados desde el punto de vista silvícola, podemos observar como en la primera el porcentaje en que se encuentran representados los compuestos químicos es mucho menor. Esto está causado por el manejo que se le ha dado a la plantación durante su desarrollo, en esta siempre se han realizado los mantenimientos y raleos silvícolas con el criterio de dejar solamente en pie los pinos. Como se puede observar en la Tabla 29, las coníferas de forma general

tienen muy baja la concentración de nutrientes, por lo que la incorporación de los mismos al suelo es baja. Por otro lado su follaje tarda mucho en descomponerse por la cantidad de resina, ceras y lignina que posee en su composición, por lo que la descomposición y mineralización y posterior incorporación de la materia orgánica al suelo es un proceso lento y con tendencia a la acidificación, como se apuntó anteriormente.

Tabla 29- Caracterización química del follaje verde de las especies representadas en el área.

No.	Muestras	Nombre Vulgar	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
	Nombre Científico						
1	Matayba apetala (Marcf.) Radkl.	Macurije	1,05	0,08	0,50	0,60	0,30
2	Clusia rosea Jacq.	Copey	0,7	0,08	0,77	1,80	0,26
3	Didymopanax morototoni (Aubl.) DC.ex Planch.	Yagrumón	2,70	0,29	1,04	1,30	0,19
4	Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	Malagueta	1,60	0,10	0,40	1,10	0,11
5	Calophyllum pineterum Bisse	Ocuje	2,00	0,08	0,60	0,90	0,04
6	Conostegia xalapensis D.	Cordobán grande	1,25	0,09	0,47	0,09	0,10
7	Tetrazygia bicolor (Mill.) Cogn.	Cordobancillo	1,60	0,05	0,57	0,06	0,04
8	Amaioua corymbosa HBK.	Cafetillo	1,20	0,08	0,83	0,92	0,37
9	Cupania glabra Sw.	Guara americana	1,21	0,09	0,90	1,24	0,74
10	Colubrina ferruginosa Brongn.	Bijáguara	1,10	0,18	1,00	0,55	0,31
11	Pinus caribaea Morelet var. Caribaea	Pino macho	0,70	0,08	0,50	0,60	0,22

Continuación

No.	Muestras	Nombre Vulgar	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
	Nombre Científico						
12	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Bejuco colorado	1,10	0,10	0,32	0,40	0,05
13	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. var. <i>pellocarpus</i>	Icaco	3,2	0,11	0,83	0,70	0,05
14	<i>Quercus oleoides</i> A.Rich	Encino	1,10	0,09	0,50	0,50	0,11
15	<i>Casearia mollis</i> Sw.	Raspa lengua	3,30	0,27	1,17	0,60	0,50
16	<i>Smilax havanensis</i> Jacq.	Bejuco alambriillo	1,20	0,08	0,63	0,62	0,16
17	<i>Odontosoria wrightiana</i> Sw.	Bejuco parra	1,05	0,11	0,32	0,45	0,25
18	<i>Sphaeropteris myosuroides</i> (Liebn.) R. T. Tryon	Rabo de Mono	1,05	0,36	0,51	0,63	0,19
19	<i>Wualtheria americana</i> Lin.	Malva blanca	1,00	0,32	0,30	0,45	0,10
20	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Sarnilla	1,74	0,13	1,45	1,20	0,05
21	<i>Sorghastrum stipoides</i> H.B.K.	Pajón macho	0,70	0,13	0,50	0,46	0,14
22	<i>Lygodiun cubensis</i> L.	Helecho de río	1,30	0,06	1,04	0,64	0,28
23	<i>Andropogum virgininalis</i> L.	Pajón hembra	0,65	0,11	0,51	0,43	0,10
24	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Yamao	2,00	0,14	1,29	0,62	0,50
25	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) HBK	Peralejo de pinar	1,50	0,10	0,70	0,82	0,42
26	<i>Bourreria succulenta</i> Jacq.	Jazmín de pinar	1,08	0,08	0,83	0,24	-
27	<i>Citharexylum fruticosum</i> Lin.	Canilla de venado	0,70	1,00	0,75	0,70	0,25
28	<i>Cocosylum guionensis</i> Sw.	Bejuco azul	0,10	0,25	0,13	0,31	0,21

Continuación

No.	Muestras	Nombre	N	P	K	Ca	Mg
	Nombre Científico	Vulgar	%	%	%	%	%
29	<i>Eugenia faramaeoides</i> Sw.	Eugenia	1,30	0,08	1,60	0,66	0,90
30	<i>Loira lalifolia</i> Lin.	Tibisi	1,01	0,90	0,55	0,23	0,30
31	<i>Andira inermis</i> Sw.	Yaba	3,30	0,39	1,50	0,88	0,38
32	<i>Paspalum virgatum</i> Lin.	Cortadera	1,00	0,50	0,50	0,65	0,70
33	<i>Dychrostachys cinerea</i> Forsk.	Marabú	0,90	0,06	0,45	0,35	0,31
34	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i> L.	Huevo de gallo	1,80	0,07	0,70	0,88	0,38
35	<i>Clidemia hirta</i> L.	Cordobán peludo	1,10	0,07	0,53	0,84	0,26
36	<i>Alibertia edulis</i> (L. C. Rich.) A. Rich. ex DC.	Pitajoní hembra	1,00	0,50	0,34	0,90	0,75
37	<i>Bursera simaruba</i> L.	Almácigo	2,70	0,21	1,65	1,00	0,30
38	<i>Pithecellobium abovale</i> (A.Rich.) C. Wr.	Encinillo	1,50	0,06	0,63	0,46	0,12
39	<i>Alophylus cominia</i> Sw.	Palo de caja	0,22	0,19	0,15	0,33	0,11
40	<i>Cassytha filiformis</i> L.	Bejuco fideo	0,90	0,07	0,83	0,58	0,24
41	<i>Psidium salutare</i> HBK.	Guayabita del Pinar	1,50	0,80	0,50	0,95	0,80
42	<i>Thillansea habanensis</i> L.	Curujey	0,21	0,19	0,33	0,24	0,30
43	<i>Bauhenia silvestre</i> Lin.	Orquídeas de río	0,09	0,21	0,11	0,21	0,19
44	<i>Parathesis cubana</i> Grises	Agrancejo	2,00	0,08	1,37	1,14	0,65
45	<i>Spathodea campanulata</i> Lin.	Roble mejicano	2,30	0,28	1,37	1,06	0,60
46	<i>Myrica cerifera</i> Sw.	Arraigán	1,10	0,04	0,40	0,92	0,18

Al analizar el caso específico de las parcelas R (Anexos 20 y 21), donde predomina como hojarasca depositada sobre el suelo, las acículas de *Pinus caribaea*, se observó el bajo contenido de materia orgánica existente debajo de la capa de acículas y la baja composición química del humos presente. Apoyándonos en lo planteado por Kanonova (1967); Orlov (1969); Tiulponov (1970); Ferberk (1971); Sánchez (1976); Ortega (1982); Sehitzer (1972). y Ortega (1985) citado por Benítez (2002), el hecho de que el humus sirve como fuente de material nutriente y energía para la mayoría de los microorganismos, sin cuya actividad bioquímica el suelo perdería gran parte de su fertilidad, se deduce claramente la poca diversidad bacteriana que debe existir en esos suelos, lo que trae aparejado un pobre proceso de descomposición de la materia orgánica acumulada, afectando de esta forma la fertilidad natural del suelo y por ende el normal desarrollo de los pinos. Este resultado corrobora lo planteado por Schlatter, J. E. y L. Otero (1995) y citado por Benítez (2002), cuando demostraron que bajo las plantaciones de pino, el límite entre el mantillo y suelo mineral es claro y se observa una disminución de la actividad de fauna, con un menor ritmo de descomposición. La causa se encuentra en las características químico-nutritivas de la hojarasca del pino, más pobre en calcio y nitrógeno y más rica en compuestos inhibidores como resina, ceras y lignina. Estas características y la mayor actividad fungosa en el mantillo de pino son causantes de un medio más ácido, que se proyecta en su efecto sobre el suelo mineral. En suelos de altas reservas en bases y capacidad de intercambio catiónico, el efecto ácido es neutralizado en el límite mantillo / suelo mineral como se explicó anteriormente. Sin embargo, en suelos de menores reservas en bases el efecto ácido se extiende al suelo mineral superficial, pudiendo afectar a mediano plazo la fertilidad del suelo.

Es importante destacar que la parcela R, es inferior en todos los elementos, incluyendo en materia orgánica (Tabla 28).

Como se observa en este análisis el manejo que se le ha dado a estos rodales (parcelas R), ha transformado el paisaje típico de esta formación, alterando el ciclo bioquímico de estos suelos (Bonet, 2003). El mismo autor plantea que

tales alteraciones causan anualmente la pérdida de miles de millones de toneladas de suelo, al quedar este como en este caso desprovisto de la protección que brinda el follaje y otras partes de las plantas depositadas.

Al comparar los resultados anteriores con los obtenidos en las parcelas G a-b-c, se observa lo siguiente:

Entre las parcelas 3-8 y las G a-b-c, establecidas todas con la misma densidad inicial (1333 arb/ha), pero en el último de los casos ocupando una mayor área, existe una cierta similitud en los resultados en cuanto a la caracterización del humus (Tabla 28).

La pequeña superioridad en valores de los compuestos químicos presentes y en contenido de materia orgánica, está dada por que al ocupar las últimas mayor área, como se explicó anteriormente, existe una mayor diversidad florística, lo que trae consigo un mayor aporte de hojarasca, ramas, frutos, flores etc, las cuales al descomponerse tienen un mayor aporte de materia orgánica.

De igual forma existe una similitud en cuanto a composición química del humos (Tabla 28) y diversidad florística entre las dos parcelas y las parcelas montadas en el área natural de *Pinus caribaea* (Anexos 22 y 23). La pequeña diferencia que existe está relacionada con el número de individuos por especie, siendo en esta mayor, lo que se ve reflejado en la composición química.

Al establecer esta comparación con el área natural, se observa que los cationes de fósforo, materia orgánica y el pH tienen valores superiores en el área natural, por el contrario, la capacidad de intercambio catiónico (T) y la saturación por H^+ (T-S) son más altos en los suelos de las parcelas establecidas con 1333 arb/ha inicialmente.

La superioridad del valor (T) indica que en el complejo absorbente orgánico predominan los iones H^+ . Esto corrobora los resultados del análisis del suelo y la importancia de mantener el sotobosque para el mejoramiento edáfico.

Específicamente en estas formaciones pizarrosas, donde los suelos son pobres, extremadamente ácidos y muy degradados, se hace importante un manejo silvícola adecuado, que mantenga la fertilidad del suelo, para de esta forma garantizar las rotaciones futuras de plantaciones. Todo esto hace que se le conceda suma importancia al follaje depositado por las plantas sobre el suelo, al contribuir en gran medida con el aumento de la fertilidad de los mismos, en la protección de estos sobre el efecto erosivo de las lluvias y el viento y en el mantenimiento de la humedad, al cubrir la superficie, minimizando el efecto desecante de los rayos del sol y el viento.

El análisis químico del suelo y del follaje verde de las especies presentes, mostró que hay especies que se destacan en el aporte de macro elementos al suelo, específicamente nitrógeno, fósforo y potasio (Tabla 29). Este es el caso de las siguientes especies latifoliadas, que de forma integrar son las de mayor aporte.

- *Andira inermis* .- Yaba
- *Didymopanax morototoni* .- Yagrumón
- *Bursera simaruba*- Almácigo
- *Casearia hirsuta* - Raspa lengua
- *Guarea guidonia*.- Yamao
- *Calophyllum pineterum*- Ocuje
- *Chrysobalanus icaco*- Icaco

Es interesante resaltar el contenido de fósforo presente en las especies *Loira latifolia*, *Psidium salutare*, *Paspalum vergatum*, *Andira inermis* , *Didymopanax morototoni* , *Alsophilia myosuroides* y *Wualtheria americana* como un factor importante para el enriquecimiento de los suelos, teniendo en cuenta que los suelos tropicales en general (Thomas y Ayanza, 1999) y los suelos forestales

cubanos en particular son extremadamente pobres en fósforo. Con mayor motivo si tenemos en cuenta que la única fuente natural de este elemento químico para las plantas, se encuentra en el suelo derivado de la roca madre. De esa forma las especies mencionadas realizan una fertilización natural al suelo, garantizando de esa manera el ciclo bioquímico del fósforo y una mejor nutrición de las plantaciones de pinos (Herrero, 2000).

Una especie, que aunque no es típica de esta formación, más bien encontrándose con más frecuencia en los bosque de galería, pero que por otras razones que se explicarán en otro capítulo, ha ascendido, lo es el *Alsophilia myosuroides*. Esta por sus características mantiene mucho la humedad y su fuste tiene diversos usos, por lo que se justifica manejarla también en lo posible en el interior de este bosque.

A estas especies mencionadas anteriormente y descritas sus principales características y usos en el anexo 24, a la hora de efectuar los mantenimientos y tratamientos silvícolas, se les debe dar un manejo especial, seleccionar aquellos mejores fenotipos y con la mejor distribución posible, garantizando que no lleguen a amenazar el correcto desarrollo de los pinos, pues, a mediano y largo plazos lejos de perjudicar su normal desarrollo lo beneficiarán. En primer lugar como se ha demostrado anteriormente, contribuyen con el aumento de la fertilidad de estos suelos esqueléticos, en segundo, contribuyen en conservar la humedad de los suelos y en tercer lugar contribuyen a aumentar la biodiversidad de este ecosistema, convirtiéndose en hospederos de muchos insectos y aves que en la mayoría de los casos son controladores biológicos por excelencia, elevando las defensas de las plantaciones monoespecíficas, ante la aparición de plagas y enfermedades, restableciéndose el proceso de resiliencia, al ecosistema comenzar a regresar a su estado original después de ser perturbado y desplazado de su estado natural inicial (Begonet al, 1996), citado por (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>), 2003- A).

En las plantaciones estudiadas también se constataron otras especies como: *Dichrostachys cinerea* y *Sphathodea campanulata*, que poseen un porcentaje considerable de nutrimentos en su follaje, pero en ambos casos constituyen especies invasoras y de poco valor económico, por lo cual se recomienda eliminarlas totalmente a la hora de efectuar los manejos.

Entre los arbustos, se destaca por su contenido de fósforo en el follaje *Psidium salutare* (Guayabita del Pinar). A partir de la deficiencia en estos suelos pizarrosos de este elemento químico (Herrero, 2000) y por la importancia económica de su fruto como materia prima para la elaboración del licor “Ron Guayabita del Pinar”, siempre que se encuentre en este ecosistema, se debe manejar para favorecer su desarrollo. Por otro lado, en esta formación es característico encontrarse otro grupo de especies arbustivas nativas: los peralejos, cordobanes, cafetillos, que poseen bajo valor económico y de forma individual presentan bajos contenidos de elementos químicos foliares, pero por su gran abundancia, representan un importante aporte a la fertilidad de estos suelos, además juegan un importante papel dentro del nicho trófico de variadas especies de la fauna en el ecosistema de pinares, por lo tanto se deben controlar dentro de plantaciones y mantenerlas formando parte del ecosistema donde las mismas se desarrollan.

Las gramíneas no son un problema para el desarrollo del arbolado y en la medida que mejoren las condiciones edáficas se incrementa su presencia, destacándose *Paspalum vergatum* como un gran portador de fósforo.

Por otro lado las lianas presentes, como *Davilla rugosa*, famoso por su característica de trepador, que llega hasta a estrangular y ahogar a los árboles que atrape y que por otra parte, obstaculiza las labores de mantenimiento y favorece el paso de los incendios de rastreros a los de copas, se debe eliminar o controlar.

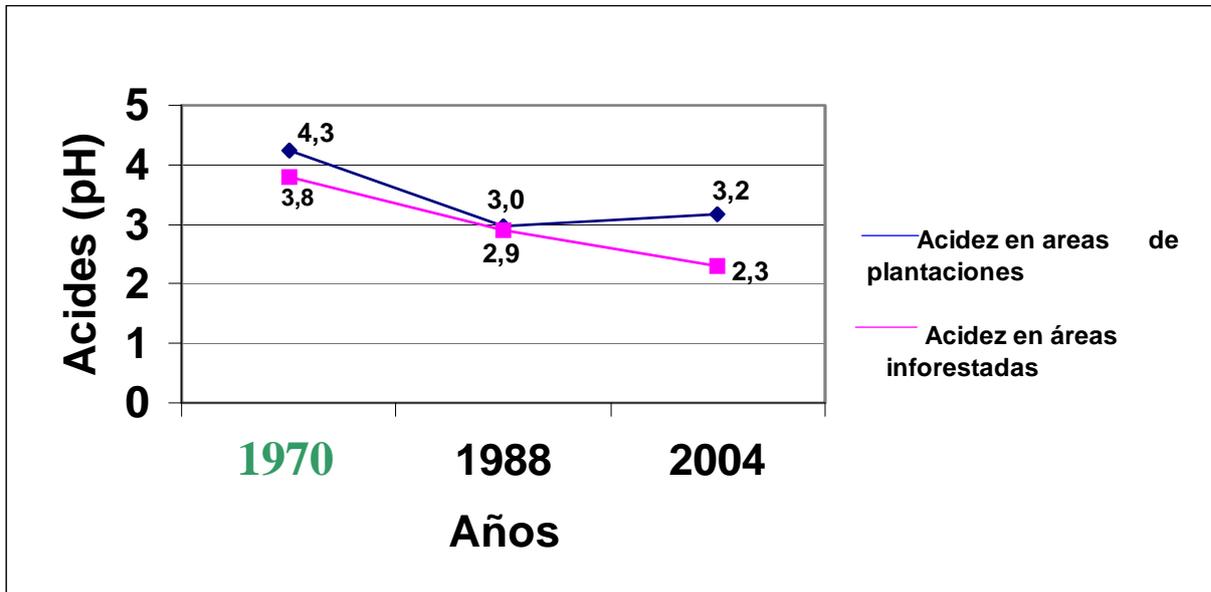
En la medida que se manejen las especies latifolias existentes dentro de las plantaciones, siempre con los criterios expuestos anteriormente, se aprecia una

mejoría considerable en las condiciones edáficas y en la diversidad florística de las áreas. Lo anteriormente planteado se puede apreciar, al comparar las parcelas G a-b-c con las establecidas en el área natural, donde se observa que la diversidad florística que existe en las primeras, estas establecidas con 1333 arb/ha, tiende a semejarse a la del área natural (Anexo 22 y 23).

IV.2.4- Comportamiento de la acidez en el tiempo en los ecosistemas de pinares de Alturas de Pizarras.

Debido a la importancia del factor acidez, para el desarrollo de la vida tanto microbiana como de las diferentes especies vegetales que conviven en estos ecosistemas de pinares, se analiza este aspecto de forma independiente. En este, de forma general los suelos se han acidificado considerablemente con el transcurso de los años. De forma específica, se observa como la situación más crítica de acidificación ocurre durante los primeros años de la plantación (1970- 1988). Esta situación es producida en gran medida a la poca presencia o ninguna de otras especies de hojosas en el sotobosque, sólo encontrándose en gran cantidad acículas de pino, que como se explico anteriormente, producen ácidos fúlvicos en mayor cuantía en el proceso descomposición (Tabla 29).

Una vez transcurridos 16 años de haberse comenzado a manejar la diversidad florística, en el interior de estas plantaciones, se repitió el análisis químico a estos suelos. Como se observa en el Gráfico 8, el nivel de acidez sigue siendo alto, pero se observa una tendencia al aumento del pH..

Gráfico 8- Comportamiento de la acidez en el tiempo.

Es importante destacar como en la medida en que ha aumentado la diversidad florística, con la disminución de la densidad de plantación, disminuye este factor (Tabla 28 y Anexo 22). Por el contrario, en las parcelas inforestales el grado de acidez de estos suelos con el tiempo se ha agudizado, siendo una de las causas de este comportamiento la no influencia del bosque sobre la composición química de estos suelos (Gráfico 8).

Estos resultados corroboran los obtenidos por Awan y Frías (1970) y por García (2001- B), Tablas 30 y 31, cuando en experimentos próximos a los estudiados, establecidos con diferentes objetivos, al analizar químicamente los suelos, obtuvieron los siguientes resultados en diferentes años:

Tabla 30- Composición química de los suelos de la EEF de Viñales, Según Awan y Frias (1970):

Prof. Cm	Análisis mecánico (%)			pH		MO (%)	Nutrientes asimilables (kg. ha)			
	Arena	Limo	Arcilla	H ₂ O	KCl		P	K	Ca	Mg
0 – 20	61,5	9,5	29,0	4,4	3,9	1,98	7	30	2500	25
	Loam arcilloso									
20 – 45	20,0	19,0	61,0	4,2	3,7	0,47	8	25	2000	18
	Arcilloso									

Tabla 31- Composición química de los suelos de la EEF, de Viñales, según García (2001- B):

Sitio	Nutrientes asimilables		pH (C/K)	Bases Cambiables			
	P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ⁺	K ⁺	Mg ⁺	Na ⁺
	(mg./100g de suelo)			(meq./100g de suelo)			
1	1,54	4,17	3,5	1,28	0,48	0,09	0,14
2	0,77	4,17	3,8	0,48	0,20	0,02	0,18
3	0,16	2,50	3,9	0,72	0,48	0,07	0,11
4	0,77	3,33	3,8	0,40	0,20	0,07	0,14
X 1-4	0,81	3,54	3,75	0,72	0,34	0,06	0,14

Cuando analizamos de forma conjunta, los resultados obtenidos por los autores mencionados anteriormente y construimos una curva imaginaria de desarrollo de este proceso en el tiempo, observamos el mismo comportamiento, es decir, la acidificación de estos suelos con el pasar de los años.

Analizando la evolución de la acidez en las áreas estudiadas y los resultados obtenidos y al contarse con los análisis químicos de los suelos de las mismas en varias etapas del desarrollo de estas plantaciones, y por otro lado contar con la información de los aportes de lluvias en la zona, desde el año 1988; se plantea una cuestión muy interesante.

Resulta que en el pasado de esta formación pizarrosa, el fuego jugó un papel muy determinante en la existencia de los pinares. Del Risco (1990) planteó, que la presencia de los pinares en la región es un problema edafológico, siendo el fuego una de las causas fundamentales de la pobreza de estos suelos, al destruirse el material existente en la superficie del terreno. Pero por otro lado, las cenizas resultantes de la combustión del material vegetal en superficie aportaban sales (cationes) que contrarrestaban la acidez de los suelos.

Antes del triunfo revolucionario en el año 1959, la práctica de los incendios en estos terrenos por parte de los dueños de las tierras, para favorecer el crecimiento de nuevos pastos para el ganado, era algo muy frecuente; por otro lado en nuestro pueblo no existía la cultura que existe hoy sobre la protección de los bosques contra los incendios y una vez que surjan cómo sofocarlos. Por lo cual era muy común, que los mismos al existir por cualquier forma de inicio, natural o artificial, afectaran grandes zonas, degradando por un lado los suelos por lo anteriormente explicado y encalando los suelos por otra parte elevando de esa forma el pH de los mismos..

Al comenzarse los procesos de reforestación en la década de los 60, era una práctica normal el apilado o acordonado de las brozas y su posterior fogoneo, lo cual de alguna forma contribuía a contrarrestar la acidez de los suelos. Con el pasar del tiempo y el aumento de la cultura respecto a la temática, esta práctica se ha dejado de efectuar. Si a esta situación, se suman los aportes acumulados de acidez de las lluvias, reportadas por el Centro Meteorológico de Pinar del Río en la zona norte de la provincia, como resultado del azote de los frentes fríos provenientes del **N** de México y de la Florida (Centro Meteorológico de Pinar del Río, 2004), tenemos una causa probable de la situación que se presenta actualmente.

Por lo antes expuesto, hasta que no se compruebe el efecto del fuego sobre la acidez, se debe optar por lo siguiente. Con los estudios químicos realizados a varias especies latifoliadas en las áreas de plantación y en sitios naturales, se ha comprobado que varias de estas tienen un aporte importante de los cationes

de Ca, Mg y K, elementos que de alguna manera interfieren el efecto de la acidificación que se desarrolla en los pinares por las causas descritas anteriormente.

Para este análisis se tomaron los resultados del tratamiento 2, es decir las parcelas 3, y 8; con un área cada una de 28,26 m² y las G a-b-c; con un área por parcela de 78.5 m², al manifestar este los mejores resultados como se ha explicado anteriormente (Tabla 32).

Tabla 32- Especies de latifolias presentes en el sotobosque de los pinares que más aportan cationes al suelo.

Especies	Aporte (g)			Abundancia (arb.) (292.02m ²)	Abundancia (arb/ ha)
	K	Ca	Mg		
Andira inermes	1,50	0,88	0,38	2	85
Parathesis cubana	1,37	1,14	0,65	3	103
Guarea guidonia	1,29	0,62	0,50	4	136
Didymopanax morototoni	1.04	1,30	0,19	3	103
Bursera simaruba	1,65	1,00	0,3	1	55
Cupania glabra	0,90	1,24	0,74	3	103
Amaioua corymbosa	0,83	0,92	0,37	13	444
Casearia sylvestris	1,45	1,2	0,05	8	274

En la tabla anterior se observa que en el caso de *Amaioua corymbosa* y *Casearia sylvestris*, el aporte de cationes no es importante de forma individual, comparado con las demás especies que se describen, pero al analizar la abundancia de las mismas en una hectárea, el aporte se hace significativo. Por lo cual siempre que se realicen los tratamientos silvícolas, se debe favorecer su desarrollo, ya que las mismas por sus características de arbustos no competirán con los pinos y si contribuirán con su buen desarrollo al encalar de forma natural estos suelos.

Los resultados anteriores corroboran lo planteado por Landeweer *et. al.* (2001) y Blum (2002), cuando al referirse al déficit de calcio en los suelos forestales plantean, que la presencia del mismo en forma natural en los suelos forestales no es tan importante, puesto que algunas plantas son capaces de aportarlo al suelo a través de la descomposición de sus ramas.

IV.2.5. Influencia de la densidad de plantación y los posteriores manejos silvícolas en la diversidad florística.

Para realizar este estudio se establecieron parcelas circulares en cada uno de los tratamientos en estudio, en el bosque de galería y en las áreas naturales de la especie *Pinus caribaea* Morelet.

A continuación se brinda una lista de las especies presentes en estas parcelas (Tabla 33).

Tabla 33- Código dado a las especies latifolias presentes en las parcelas de diversidad florística.

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar
1	<i>Matayba apetala</i> (Marcf.) Radkl.	Macurije
2	<i>Clusea rosea</i> Jacq.	Copey
3	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Dc.ex Planch.	Yagrumón
4	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Malagueta
5	<i>Calophyllum pineterum</i> Bisse	Ocuje
6	<i>Conostegia xalapensis</i> D.	Cordobán Grande
7	<i>Tetrazygia bicolor</i> (Mill.) Cogn.	Cordobancillo
8	<i>Amaioua corymbosa</i> HBK.	Cafetillo
9	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara americana
10	<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn.	Bijáguara
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho
12	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	Bejuco colorado
13	<i>Spathodea campanulata</i> Lin.	Roble mexicano
14	<i>Quercus oleoides</i> C. – S.subp.Sagreana (Nutt.) Borhidi	Encino
15	<i>Casearia hirsuta</i> Sw.	Raspa Lengua
16	<i>Nephrolepis</i> ssp. Sw.	Helecho
17	<i>Odontosoria wrightiana</i> Sw.	Bejuco parra
18	<i>Sphaeropteris myosuroides</i> (Liebn.) R. T. Tryon	Rabo de mono
19	<i>Wualtheria americana</i> Lin.	Malva blanca
20	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Sarnilla
21	<i>Sorghastrum stipoides</i> H.B.K.	Pajón macho
22	<i>Chrysobalanus icaco</i> L. var. <i>pellocarpus</i>	Icaco
23	<i>Lygodium cubensis</i> L.	Helecho de Río
24	<i>Andropogum virginicus</i> L.	Pajón hembra
25	<i>Guarea guidoni</i> (L.) Sleumer	Yamao

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar
26	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) HBK	Peralejo de Pinar
27	<i>Bourreria succulenta</i> Jacq.	Jazmín de Pinar
28	<i>Citharexylum fruticosum</i> Lin.	Canilla de Venado
29	<i>Coacasypselum guianensis</i> Sw.	Bejuco azul
30	<i>Eugenia faramoides</i> Sw.	Eugenia
31	<i>Olyra latifolia</i> Lin.	Tibisí
32	<i>Andira inermis</i> Sw.	Yaba
33	<i>Paspalum virgatum</i> Lin.	Cortadera
34	<i>Dyrostachys cinerea</i> Forsk.	Marabú
35	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i> L.	Huevo de gallo
36	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Cordobán peludo
37	<i>Alibertia edulis</i> (L. C. Rich.) A. Rich. ex DC.	Pitajoní hembra
38	<i>Bursera simaruba</i> L.	Almácigo
39	<i>Pithecellobium abovale</i> (A.Rich.) C. Wr.	Encinillo
40	<i>Alophylus cominia</i> Sw.	Palo de caja
41	<i>Cassytha filiformis</i> L.	Bejuco Fideo
42	<i>Psidium salutare</i> HBK.	Guayabita del Pinar
43	<i>Thillandsia habanensis</i> L.	Curujey
44	<i>Bauhenia silvestre</i> Lin.	Orquídeas de río
45	<i>Parathesis cubana</i> Grises	Agrancejo
46	<i>Spathodea campanulata</i> Lin.	Roble mejicano
47	<i>Myrica cerifera</i> L.	Arraigán

Partiendo de que la diversidad florística es uno de los temas centrales de la ecología y su medición es un tema polémico (Magurran, 1988) citado por Alcolado (1998), se hace necesario comenzar el estudio con la determinación de la riqueza de especie como el concepto más viejo y usado de la diversidad (Tabla 34).

Tabla 34- La riqueza de especie presente en las diferentes parcelas establecidas

Parcelas (arb/ha)	1-10	3-8	5-9	2-7	4-6	G a-b-c 1333	G	Área Nat.	R. a-b-c 1333
Riqueza	15	20	13	12	10	25	14	30	11

El número de especie por muestra, es la forma más básica y general de medir la diversidad. Sin embargo es afectada por la selección arbitraria del tamaño de la muestra y por el error potencial en la determinación del número de especies. Una alternativa es comparar el número de especies de una muestra, con el número de especies de otra muestra de igual número de individuos (Ludwing y Reynoldn, 1988) citado por Alcolado (1998).

En la diversidad existente en las parcelas R (Anexo 22), se pudo constatar la pobreza de éstas. Sólo se encontraron escasos ejemplares de la especie *Casearia hirsuta*, *Byrsonima crassifolia* y una invasión natural de *Spatodea campanulata* y alguna plantitas en estado herbáceo de *Dichrostachys cinerea*. Esta escasa diversidad da muestra de que cuando se le da un manejo intenso a plantaciones establecidas con una baja densidad de árboles por hectárea, se crean las condiciones de hábitat, a aquellas especies invasoras introducidas que lejos de ayudar al normal desarrollo de la plantación, la perjudican desde el punto de vista económico por el bajo valor que tienen las mismas y la poca diversidad de usos y por tener la cualidad de ocupar rápidamente toda el área y

competir con la especie principal, privando a otras de ocupar este lugar (Figura 11).

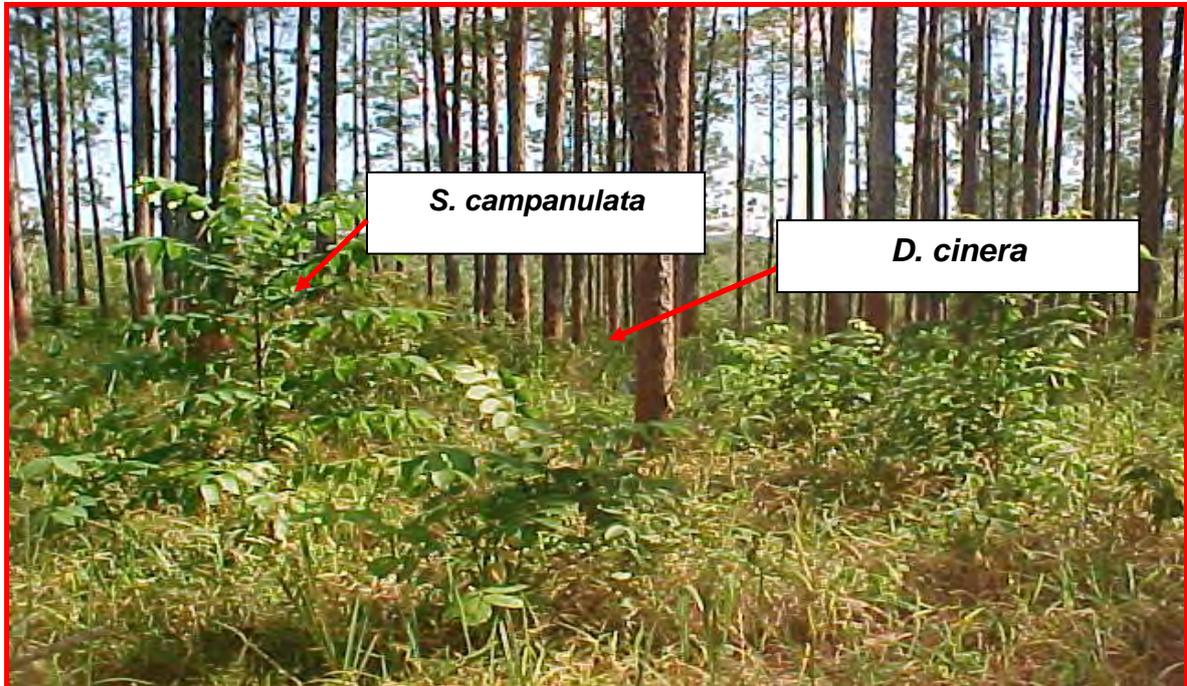


Figura 11- Pobre diversidad florística en áreas de plantaciones manejadas.

La sistematicidad de este tipo de tratamiento en plantaciones atenta contra la conservación de la diversidad natural de este ecosistema, pues se está contribuyendo con la realización de cambios en las condiciones ecológicas óptimas para el desarrollo de las especies naturales de este ecosistema, constituyendo este un serio problema que ha ocasionado la desaparición de numerosas especies de la flora mundial (Bonet, 2003 y FAO. 2003- A).

En los tratamientos más densos: 3, 4 y 5, la diversidad florística es muy pobre y se encuentra dominado por especies arbustivas, fundamentalmente de las familias Melastomatáceae y Fabaceae, corroborando de esta forma los resultados alcanzados por Del Risco y González (2004), cuando al realizar estudios tipológicos en pinares, comprobaron que en los rodales establecidos con grandes densidades de árboles en la esfera productiva, la diversidad

florística presente dentro de los pinares era muy pobre, prevaleciendo especies de pequeño porte, como los cordobanes, cafetillos, eugenias, entre otros.

En los tratamientos menos densos, el 1 (1111 arb/ha) y 2 (1333 arb/ha), la situación es diferente. En estos existe mayor número de especies y estas de mayor valor económico y ecológico, como lo son: Yagrumón, Yamao, Yaba, Ocuje y Macurige Figura 12.



Figura 12 - Diversidad Florística en el Tratamiento 2 (1 333 arb/ha)

En los últimos decenios, los valores que la sociedad atribuye a los diferentes bienes y servicios forestales han cambiado más rápido y profundamente que nunca (FAO, 2001 A-1). Las prácticas forestales pueden tener diferentes repercusiones en los distintos componentes de la biodiversidad, como se ha observado en los análisis realizados hasta el momento, pudiendo beneficiar a unos mientras perjudican a otros (FAO. 2003-B). Por lo cual es importante que a la hora de realizar los manejos silvícolas y el aprovechamiento de los diferentes productos que nos ofrecen las plantaciones forestales, en aras de lograr un desarrollo forestal sostenible, se debe hacer un uso racional del

recurso boscoso y conservar la biodiversidad, en aras de mitigar las necesidades de las generaciones actuales, no poniendo en peligro la supervivencia de las poblaciones futuras, al degradarle el medio ambiente en que vivirán. Por otro lado en el marco de lograr una silvicultura ambiental, social y económicamente sostenible, es posible combinar equilibradamente diferentes formas de usos de la tierra como producción de madera, actividades recreativas y promoción de la actividad ecológica.

IV.2.6 – Relación diversidad florística de las plantaciones y diversidad de áreas naturales.

Al realizar un análisis minucioso de la diversidad existente en los diferentes tratamientos de densidades de árboles por hectárea y la diversidad existente en las áreas naturales de la especie en estudio (Anexos 22 y 23) , se observó lo siguiente:

Existe cierta similitud entre la diversidad florística de las parcelas establecidas con menos densidad (Parcela 3 y 8 (trat. 2- 1333 arb/ha) y Parcelas 1 y 10 (trat. 1- 1111 arb/ha), y las parcelas montadas en las áreas naturales. No obstante, en el área natural se localizan algunas especies que no se encuentran en las plantaciones y la abundancia, en general, es mayor. Este resultado muestra las bondades de este manejo inicial, el cual favorece entre otros factores, a la mejoría de las condiciones edafoclimáticas, mitigando la aparición de especies invasoras de poco interés económico y ecológico y favoreciendo el desarrollo de especies nativas de este ecosistema como lo son el Icaco, el Encino y otras de interés.

Debido a que los bosques son ecosistemas dinámicos y complejos que requieren de una ordenación y de un manejo equilibrado, ambos de forma sostenible (FAO. 2003 -D). Se ha estado buscando la posibilidad de acercar las plantaciones forestales productivas, a través de un manejo con criterios sostenibles, a las condiciones presentes en un ecosistema natural de la especie en estudio. Al establecer una comparación en cuanto a la diversidad

florística entre los diferentes tratamientos y el área natural, se ha comprobado que el tratamiento 1333 arb/ha (Parc. 3 y 8) y su réplica G a-b-c, manejados estos de la forma que se mencionó anteriormente, presentan los valores más altos en este índice: 0.32 y 0.34 respectivamente en relación con el área natural (Tabla 35).

Tabla 35 - Coeficiente de comunidad o Similitud

		PARCELAS (arb/ha)								
		1-10 1111	3-8 1333	5-9 1666	2-7 2222	4-6 3333	Ga-b-c 1333	Galería	Área Nat.	R a-b-c 1333
P A R C E L A S	1-10 1111 (arb/ha)		0,52	0,33	0,25	0,27	0,29	0,60	0,30	0,18
	3-8 1333 (arb/ha)	0,52		0,27	0,28	0,26	0,41	0,26	0,32	0,14
	5-9 1666 (arb/ha)	0,33	0,27		0,28	0,35	0,27	0,12	0,29	0,14
	2-7 2222 (arb/ha)	0,25	0,28	0,28		0,37	0,27	0,13	0,28	0,21
	4-6 3333 (arb/ha)	0,27	0,26	0,35	0,37		0,21	0,15	0,26	0,31
	Ga-b-c 1333 (arb/ha)	0,29	0,41	0,27	0,27	0,21		0,26	0,34	0,14
	Gal.	0,60	0,26	0,12	0,13	0,15	0,26		0,22	0,10
	Área Nat.	0,30	0,32	0,29	0,28	0,26	0,34	0,22		0,12
	R a-b-c 1333 (arb/ha)	0,18	0,14	0,14	0,21	0,31	0,14	0,10	0,12	

Se comprobó, además que las parcelas R, presentan los valores más bajos con respecto al resto de las parcelas, siendo uno de los más inferiores el obtenido respecto al área natural (0,12). Este resultado es consecuencia del tipo de manejo aplicado en estas parcelas.

IV. 3- Síntesis

La distribución vegetativa que se muestra en los transeptos realizados en el área de plantación, establecida con 1333 árboles por hectárea inicialmente y manejada con criterios silvícolas sostenibles (Anexo 25), demuestra claramente y respaldado por los análisis químicos efectuados al área, en 4 puntos distribuidos en sentido de la pendiente, el poder irremplazable e insustituible que tiene el bosque como restaurador de ecosistemas degradados, al mejorar las condiciones edafoclimáticas, siempre que se maneje de forma adecuada.

Esta plantación fue realizada con la densidad de árboles por hectárea que rindiera resultados económicos en sentido de producir madera de buenas dimensiones y de calidad, destinada a la industria del aserrado. Es decir a la hora de realizar los mantenimientos y raleos al pinar, conjuntamente se favorecieron algunas especies latifoliadas como: *Andira inermis*, *Guarea guidoni*, *Didymopanax morototoni*, *Matayba apetala*, *Clusia rosea*, *Xylopia aromatica*, *Calophyllum pineterum*, *Pithecellobium abovale*, *Psidium salutare* entre otras. Especies estas en su mayoría típicas de esta formación.

Como consecuencia del manejo que se le brindó a las plantaciones, las condiciones edafoclimáticas mejoraron sustancialmente, como lo muestran las Parcelas 3-8 y Ga-b-c en la tabla 28 y las parcelas 3-8 y C. media en la tabla 24. En el primero de los casos, la fertilidad de los suelos aumentó considerablemente comparado con otra plantación establecida en las mismas condiciones de sitio y con la misma densidad inicial, pero sometida a manejos silvícolas intensivos (parcelas R). En esta última, la fertilidad es extremadamente baja, el grado de acidez es alto y se presenta poca

regeneración natural, llamando la atención la presencia de especies invasoras como: *Spatodea campanulata* y el *Dycrosttachys cinerea*, que colonizan los espacios vacíos llegando a convertirse en plagas en muchos casos. Por otro lado, las variables climáticas son el reflejo de lo agresivo e intolerable que se vuelve el ecosistema, predominando las altas temperaturas, la velocidad del viento es extrema, reseca el medio, haciendo estos bosques lugares biológicamente pobres tanto en diversidad florística y faunística, expuestos a plagas y enfermedades, corroborando lo planteado por Herrero *et. al.* (2003), cuando demostraron que cuando la intensidad de las perturbaciones ocurridas a un ecosistema son de gran magnitud o se prolongan por largos períodos de tiempo, estas pueden llegar a abatir las características físicas o bióticas del mismo, impidiendo que recupere su estructura, composición de especies y funcionalidad, provocando con esto su degradación

Una muestra fehaciente del poder constructivo de un bosque productor manejado con criterios sostenibles, se puede apreciar cuando especies como: *Andira inermis*, *Guarea guidoni*, *Didymopanax morototoni*, *Matayba apetala*, *Clusia rosea*, *Xylopia aromatica*, *Calophyllum pineterum*, *Pithecellobium abovale*, han ascendido hasta alrededor de 35 m de distancia pendiente arriba, a partir de la cañada, después del impacto de la plantación (Anexo 25), como muestra de que las condiciones tanto de suelo, como de clima han mejorado sustancialmente, logrando alcanzar estas especies alturas considerables. Como se aprecia este tipo de manejo se brinda la posibilidad de regenerar la flora nativa, contribuyendo al aumento de la diversidad biológica, mitigando el proceso de acidificación de estos suelos, y elevando, por otro lado, las defensas de estas plantaciones mono- específicas, tan vulnerables al ataque de plagas y enfermedades (Hartwing, 1994).

Al analizar estos resultados y relacionarlos con las parcelas establecidas en las áreas naturales, se observa que existe una tendencia a semejarse esta plantación manejada con criterios sostenibles, con el área natural, en cuanto a diversidad y fertilidad de los suelos.

En la primera parte de esta investigación, se obtuvo que los mejores resultados, en lo que a incremento de los volúmenes de madera se refiere, se alcanzaron con el empleo de 1333 arb/ha. Una vez realizado el estudio ecológico, se pudo comprobar que tal resultado estuvo influenciado por la mejoría de las condiciones edafoclimáticas. A través del análisis de las diferentes variables ecológicas evaluadas, se comprobó, que se logra una estrecha relación entre área útil por árbol-diversidad florística-distribución de las copas, de tal forma que se logran las condiciones adecuadas para el mejor desarrollo del arbolado, al tener posibilidad de tomar mayor cantidad de nutrientes y de agua. Por otro lado el estudio reafirma lo planteado por la BBC MUNDO (2003- A), acerca de que un bosque manejado de forma adecuada, genera un microclima particular, que ejerce influencia en el sistema hidrológico y que colabora a la supervivencia del ecosistema, ejerciendo un efecto benéfico en el medio ambiente al proteger los suelos de erosiones y al posibilitar la concentración de humedad que servirá al crecimiento de los árboles, de la flora y fauna que conviven en el hábitat. Si tenemos en cuenta los resultados alcanzados por Herrero (2000) sobre la deficiencia característica de fósforo en estos suelos pizarrosos y los logrados por Perakis y Hedin (2001 y 2002), citados por Jandel (2004), donde demostraron que el nitrógeno es el elemento químico más escaso en los suelos forestales y por lo tanto es el factor más limitante para el crecimiento de los mismos y la fijación de este elemento al sistema, a partir del existente en la atmósfera, es muy reducido y las rocas tampoco suelen contenerlo convirtiéndose en la fuente principal de este elemento a los suelos, la mineralización de la materia orgánica mediante la actividad de los micro-organismos de los suelos. Se deduce, que si en este tratamiento se alcanza una mayor acumulación de hojarasca de especies ricas en estos y otros elementos químicos importantes, lo que se traduce en mayor contenido de materia orgánica y por ende mayor aporte de nitrógeno y de fósforo, se tendrá como resultado, mayor desarrollo del arbolado.

En la actualidad el incremento de la actividad constructiva, el aumento del nivel de vida de la población y el desarrollo de la agricultura que se ha venido produciendo en los últimos tiempos, ha traído consigo el aumento de la

demanda de madera. Todo ello unido a la explotación irracional a que han sido sometidos los bosques, ha hecho que los volúmenes y disponibilidad de madera de usos tradicionales se hayan visto reducidos. Por lo cual se hace necesario, tanto por las razones económicas antes expuestas, como por razones ecológicas, también evaluadas anteriormente, manejar dentro de estas plantaciones, ciertas especies nativas de estos ecosistemas de pinares (Anexo 24), apoyando lo planteado por la FAO (2000- B) sobre que si los principios del manejo sostenible del bosque se aplican, las plantaciones forestales pueden proporcionar un sustituto fundamental para el suministro de materia prima que suele provenir de los bosques naturales, aliviando la actual presión que se está ejerciendo sobre los mismos. Por otro lado se demostró, coincidiendo con lo planteado por la FAO (2000- A), que no sólo es posible mantener, sino también incrementar la productividad de una plantación en el curso de los períodos de rotación sucesiva, pero esto requiere mantener una situación clara del objetivo final del uso de las plantaciones forestales, así como un enfoque integral de su manejo.

Los resultados obtenidos definen que en el ecosistema, aunque no se hayan evaluado todos sus componentes, se encuentra en proceso de rehabilitación, lo cual se demuestra por el retorno de su vegetación nativa, mejoramiento de la fertilidad y mitigación de la acidez de estos suelos, aumento de la riqueza de especies y incrementos de los rendimientos de las especies plantadas.

Al mismo tiempo estos aspectos mencionados anteriormente constituyen una contribución enriquecedora a la Iniciativa Cubana de Determinación de Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible (Herrero, 2005), particularmente al criterio III: Contribución de los ecosistemas forestales y dentro de este criterio las acciones orientadas a la protección de la biodiversidad. Además puede contribuir con el criterio IV: Funciones productivas de los ecosistemas forestales, a través del indicador "Índice de Rendimiento Sostenido".

Por otro lado también estos resultados constituyen un aporte a la Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de acción de la República de Cuba (Instituto de Ecología y Sistemática , 2002), a través de algunos de sus objetivos metas y lineamientos que plantean:

Objetivos básicos:

- Implementar un sistema armónico que relacione el conocimiento de la Diversidad Biológica y acciones para su conservación a través de la complementación de los enfoques “in-situ” y “ex - situ” y la potencialidad para su utilización garantizando su aprovechamiento actual y futuro.
- Establecer un programa nacional de monitoreo y evaluación de la diversidad biológica.

Metas:

- Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica. Específicamente en el acápite referido a “Desarrollar programas de manejo para taxas, poblaciones silvestres y domesticadas.
- Restaurar y/o rehabilitar ecosistemas degradados.

Después de haber efectuado un detallado estudio sobre la influencia de la densidad de plantación sobre la economía y la ecología de las plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en la Alturas de Pizarras, se llega a la conclusión, coincidiendo con Báez (1997), que el bosque es un ecosistema dinámico y complejo por naturaleza, que por su estructura y por los niveles de interacción de sus diferentes componentes requiere de un manejo dinámico, que esté basado en la más alta valoración bioecológica del rol que están llamando a jugar cada uno de sus componentes en la macro estabilidad de la integridad de dicho ecosistema, visto éste como una unidad bioproductiva, multiestructural y multifuncional. El manejo forestal basado en criterios científico-técnicos es la

base para el mejoramiento de la productividad de los bosques naturales y de las plantaciones.

En aras de garantizar el desarrollo sostenible de nuestras plantaciones, es muy importante tener en cuenta, que no existe un método silvícola universal, sino que es necesario considerar las condiciones particulares de cada rodal, tales como: calidad de la estación, composición florística y edad, además de los objetivos de la plantación, para definir cuál es la forma de manejo más adecuada. Por otro lado, al manejar los bosques productores de forma general, se debe buscar un equilibrio entre la función, los valores económicos, los valores ambientales y sociales de los mismos. Con el firme propósito de satisfacer las necesidades crecientes de las poblaciones presentes, sin comprometer las necesidades de las poblaciones que están por nacer.

CAPÍTULO

V

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

V- Conclusiones y recomendaciones.

V. 1- Conclusiones.

Una vez realizadas las valoraciones y análisis del trabajo investigativo realizado, se ha llegado a conclusiones sobre la influencia de la densidad inicial de plantación, en la economía y ecología de los ecosistemas de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, CUBA. Las mismas se exponen en este orden:

- 1- El número inicial de árboles por hectárea tiene una influencia significativa sobre las variables dasométricas estudiadas a partir de los 10 años, con la excepción de la altura. Con la densidad 1333 árboles por hectárea, se obtienen los mejores valores promedio de diámetro, altura, volumen maderable total (21 y 27 años), volumen y por ciento de madera para la industria, volumen de madera aserrada, en valores producidos y el segundo lugar en rendimiento industrial. Se observa además una relación directamente proporcional entre el diámetro y la altura, en los árboles mayores del rodal.
- 2- Los mayores valores de volumen maderable total a los 14 años de edad se encuentran en los tratamientos más densos: 2222 arb/ha y 3333 arb/ha.
- 3- En los diferentes tratamientos evaluados, el rendimiento volumétrico total y la proporción de calidades favorecen a la mayor densidad de plantación (3333 arb/ha), lo cual se debe a las condiciones de crecimiento de los árboles en estas densidades en las plantaciones.
4. La poda natural disminuye con la disminución del número de árboles por hectáreas, el tratamiento 1333 arb/ha, manifestó un comportamiento superior con relación a los marcos más amplios y comparables con los marcos más estrechos.

- 5- Los valores de incremento promedio anual (IPA) no presentaron diferencias entre los tratamientos en el período de 1 a 14 años de edad. En el período de 14 a 27 años, con la densidad 1333 arb/ha se manifestó el mayor valor de incremento promedio anual (IPA) con 24. 2 m³/ha seguido por los siguientes en orden descendente: 1 (20,1 m³/ha), 5 (9,86 m³/ha), 4 (9,7m³/ha) y el 3 (9,1 m³/ha).
- 6- En los tratamientos más densos (2222 y 3333 arb/ha), se observa una temprana opresión de los árboles (alrededor del 2^{do}. año de vida), no manifestándose esto en los más amplios hasta pasados los 12 años (1, 2 y 3).
- 7- Las plantaciones establecidas con la densidad inicial de 1 333 arb/ha, resultaron económicamente más factibles que las que se han venido realizando en la producción con 2000 arb/ha, pues las primeras presentan mayor ganancia expresada en pesos dejados de invertir tanto en el establecimiento de la plantación, como para los tratamientos silvícolas.
- 9- Las especies que tuvieron un mayor aporte de hojarasca en la época de sequía fueron: *Pinus caribaea*, *Xylopia aromatica*, *Calophyllum pineterum*, *Matayba apetala*, *Clusia rosea*, *Andira inermis* y *Didymopanax morototoni*. En la época de lluvia el mayor aporte correspondió a: *Matayba apetala* y *Clusia rosea*.
- 10- La composición química del humus depende en gran medida de la diversidad florística presente en estos ecosistemas. Desde el punto de vista integral del aporte de nutrientes, principalmente nitrógeno, fósforo, potasio y calcio las especies que tienen mejor comportamiento son: *Andira inermis*, *Guarea guidonia*, *Didymopanax morototoni*, *Calophyllum pineterum*, *Chrysobalanus icaco*, *Casearia hirsuta*, *Bursera simaruba*, *Loira latifolia* y *Psidium salutare*.. Las especies que

aportan mayor número de cationes al suelo por su abundancia son: *Amaioua corymbosa*, *Casearia sylvestris*.

- 11- La realización de manejos silvícolas inadecuados a la especie *Pinus caribaea* Morelet en los ecosistemas de plantaciones en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río, han contribuido en gran medida con la acidificación y el deterioro de la capacidad productiva de estos suelos.
- 12- El manejo de la diversidad florística, especialmente de especies latifoliadas nativas contribuyen en gran medida con la mitigación del proceso de acidificación de los suelos, provocada principalmente por la humificación de las acículas de los pinos.
- 13- En La plantación establecida con 1333 arb/ha inicialmente se logran las condiciones climáticas más adecuadas para el desarrollo del pinar. La temperatura ambiental es agradable, la temperatura del suelo es baja, los diferentes valores de humedad y la velocidad del aire son adecuados.
- 14- El mejoramiento de las condiciones edafoclimáticas en las áreas de plantación, por el empleo de densidades adecuadas (1333 arb/ha) y la aplicación de manejos silvícolas con criterios sostenibles, favorecieron la rehabilitación del ecosistema, lográndose aumentar la riqueza de especies aproximadamente a los valores de los rodales naturales, el rendimiento en volumen maderable, el rendimiento industrial y la calidad de la madera.
- 15- Los aspectos mencionados anteriormente constituyen una contribución enriquecedora a la Iniciativa Cubana de Determinación de Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible.

16- Por otro lado también estos resultados constituyen un aporte a la Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de acción de la República de Cuba.

IV. 2- Recomendaciones.

En aras de contribuir con el manejo sostenible de la especie *Pinus caribaea* Morelet, en plantaciones establecidas con el objetivo de obtener madera de grandes dimensiones para la industria del aserrado, en los ecosistemas de Alturas de Pizarras de Pinar del Río, Cuba, hacemos las siguientes recomendaciones:

- 1- Establecer plantaciones de *P. caribaea* var. *caribaea* con 1 333 arb/ha inicialmente con el objetivo de obtener madera de grandes dimensiones.
- 2- Realizar el primer raleo a plantaciones establecidas con 1 333 arb/ha inicialmente pasado los 10 años de edad.
- 3- En aras de aumentar los volúmenes por árbol, el rendimiento industrial, la calidad de la madera, y obtener en menor tiempo madera técnicamente maduras, se recomienda realizar las podas forestales tempranas como tratamiento silvícola.
- 4- Continuar realizando estudios encaminados a determinar el número inicial de árboles por hectárea más adecuado para establecer plantaciones de *P. caribaea* var. *caribaea* con otros fines.
- 5- Para aumentar la fertilidad y conservación de los suelos en que se encuentran las plantaciones de la especie, así como para mejorar las condiciones climáticas locales y la aparición de plagas y enfermedades, se recomienda el manejo con criterios silvícolas sostenibles de aquellas especies nativas de interés económico y ecológico que surjan de forma espontánea dentro de ellas.

- Las especies que por su interés económico y ecológico se recomiendan manejar siempre que por la mejoría de las condiciones edafo- climáticas surjan dentro de estos ecosistemas son las siguientes: *Andira inermi*, *Guarea guidonia*, *Didymopanax morototoni*, *Calophyllum pineterum*, *Chrysobalanus icaco*, *Bursera simaruba*, *Casearia hirsuta*, *Casearia sylvestris*, *Amaioua corymbosa*.
- 6- Realizar estudios encaminados a determinar el efecto de los fuegos en la acidez de los suelos forestales.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.

1. Academia de ciencia de Cuba. (1980): Instituto de suelo. II Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Habana: Ed. Academia, 20 pág.
2. Alcolado P. M. (1998): Conceptos e Índices relacionados con la diversidad. Revista de Ecología. Oceanología y Biodiversidad Tropical. AVICENNIA. No. 8 –9, pág. 7.
3. Acosta, J. y F. A. Romero. (1976): Desarrollo de 6 especies Pinus en distintos espaciamento en los suelos montañosos esqueléticos de Viñales. Baracoa, (3) 4, pág. 3 – 11.
4. Aluko, A. P. (1993): Soil properties and nutrient distribution in *Terminalia superba* stands of different ege sinie gronw in two soil types of southwestm Nigeria. Forest Ecology and Management, 58(1 – 2), 153 – 161.
5. Araujo, S. (1997): Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal Sostenible. Boletín Informativo de los programas forestales nacionales.-- Santiago de Chile.--Chile. FAO, pág. 12.
6. Arias, F. R. (1997): Diversidad biológica y su uso sostenible. La biodiversidad, la agricultura sostenible y el desarrollo sostenible: Un triangulo de oro. Seminario nacional sobre reforestación y manejo de bosques. Plan Sierra. Santo Domingo. República Dominicana, pág.19 –21.
7. Ávila, J.; L García; E. González y A. Duran. (1979): Ecología y Silvicultura.-- Ciudad de la Habana: Ed. Científico - Técnico. 299 pág.
8. Awan, A.B. y Frías, G. (1970): Los suelos de la Estación Experimental Forestal de Viñales, Pinar del Río. Baracoa. 2(1), pág. 19 - 30.

9. Báez, J. E. (1997): El bosque es un bio – ecosistema. Reflexión crítica sobre la experiencia de la dirección general forestal en el manejo forestal. Cuba.
10. Barrera, L. A y M. Valdés. (1998): Ficha de Costo Tecnológica de la actividad de silvicultura de la E. F. I. Viñales, 7 pág.
11. BBC MUNDO (2003- A): El medio ambiente_¿qué son los bosques? [.www.papelnet.cl/ambiente/queson_bosques](http://www.papelnet.cl/ambiente/queson_bosques).
12. BBC MUNDO (2003- B): Las plantaciones forestales y el medio ambiente. www.bbc.co.uk/spanish/especiales/clima/ghouse.
13. Begon, M., J. L. Harper y C. R. Townsend, (1996): Ecology: Individuals, populations and communities. Blackwell Science 3a. Ed. Cambridge, Massachusetts. <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>.
14. Benítez. L. (2002): Regeneración natural de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* mediante talas razas alternas. Tesis en Opción del Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Ecología. Universidad de Alicante España/ Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba.
15. Berger J. J. Ed. (1990): Environmental Restoration. Science and strategies for restoring the Earth. Island Press. Covelo, California. (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>).
16. Bisse, J. (1988): Árboles de Cuba. Ciudad de la Habana Editorial Científico-Técnico. 369 pág..
17. Blanco, J. L. y L. Ramos. (1989): Comportamiento de *P. caribaea* var. *Caribaea* en espaciamiento de plantaciones en suelos

- Ferralíticos Cuarcíticos amarillos de Viñales. Revista Forestal Baracoa, 1 (19), pág. 43 –53.
18. Blum, J.D.;Klaue, A.; et. Al. (2002): Maycorrhizol Weatherin of apalite as an important calcium Source in base – poor forest ecosystems. *Nature* 417, 729-731.
 19. Bonet, A. (2003): Fundamentos ecológicos para la gestión de espacios naturales protegidos. *Gestión de Espacios Protegidos*. Universidad de Alicante. Departamento de Ecológica. Alicante. España. pág 1-3.
 20. Bosch, D; Camacho, E. y Ruiz, J. (1980): Nuevo tipo y Genero del suelo Fersialitico Cubano. *Agr. 7*. 65 – 74.
 21. Brown, S. y A. E. Lugo. 1990. Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration Ecology* 2 (2). 97-111.
 22. Cándano, F. (1998): Propuestas para el perfeccionamiento de las técnicas de aprovechamiento de madera de rodales de *P. caribaea* en la provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.-- Pinar del Río.—Cuba. 97 pág..
 23. Castañeda F. (2006): Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Avances en el Manejo Forestal Sostenible. Bosques Plantados. Conferencia Magistral (experto de la FAO) Memorias 4^{to} Simposio internacional sobre manejo forestal sostenible de los recursos forestales. “SIMFOR 2006”. Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba.
 24. Centro Meteorológico de Pinar del Río (2004): Reporte de lluvias ácidas en la zona Norte de Pinar del Río. EFI. La Palma. Academia de Ciencias de Pinar del Río. Pinar del Río. Cuba.

25. CITMA 1997. Estrategia Ambiental Nacional. La Habana, CITMA. 27p
26. CITMA (2000): Programa Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en la República de Cuba. Ciudad de La Habana, CITMA/CCD/FAO/FIDA, 137 p.
27. Cochran W. y Cox G.(1983): Diseños Experimentales. Editorial Trillas. México. P.121.
28. Del Risco, E. (1990): Los bosques de Cuba, su historia y características. La Habana: Editorial Ciencia y Técnica. Pinos nuevos. Pág. 9.
29. Del Risco, E. Y M. González, (2002): Tipología de los pinares de *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* de las Arenas Blancas de Pinar del Río. AGRINFOR. La Habana. Cuba.
30. Del Risco, E. Y M. González, (2004): Tipología de los pinares de *Pinus caribaea* Morelet var. *Caribaea* de las Alturas de Pizarras de Pinar del Río. FAO (www.fao.org), (www.fao.org/docrep). La Habana. Cuba.
31. Del Risco, E. Y M. González, (2005): Tipología de la Selva Pluvial Tropical Montana Central. Cd. Memorias del DEFOR. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. Cuba. 18 pág.
32. Dobler, G. y J. G. Torres. (1995): *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Descripción de las especies maderables en manejo. Investigaciones y manejo de especies maderables. Investigaciones y manejos de especies de uso común en la Sierra. Una guía técnica. República Dominicana. Pág. 97- 100.
33. Dobler, G. (1999): Selección de árboles futuros. Como se maneja el *Pinus occidentalis*. Manejo y Tablas de Rendimiento de *Pinus occidentalis*. Plan Sierra. República Dominicana. Pág. 41- 53.

34. Dossier, L. (1998): Diversidad biológica. XI Congreso Forestal Mundial. Antalya, 1997. Unasyuva. FAO. Vol. 49, pág. 192.
35. Dhôte, Jean Francois y Elvire Hatsch, (1994): Modelo de conicidad para Sessile Oak (*Quercus petrea* (Matt.) (Liebl.)). Unite ENGREF-INRA de Sciencies Foresttieres, Equipe Dynamique des Systemes Forestiers, Francia, pág. 4-6.
36. Egas, A. F. (1998): Consideraciones para el incremento de la eficiencia de conversión de madera en rollo de *Pinus caribaea var. caribaea* en sierras de bandas. Tesis presentada en opción de grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, 116 pág.
37. Ehrlich, P. (1990): Hábitats en crisis: Why we should care about the loss specie. *Forest Ecology and Managment*, 35 (1 –2), 5 – 11.
38. Evans, J. (1998): La importancia de las plantaciones y la sostenibilidad. La producción sostenible de madera en las plantaciones forestales. Unasyuva, 49 (192), 47 – 52. FAO. Roma. Italia
39. Fahler, J. (1991): Aspectos comparativos sobre el crecimiento de *Pinus caribaea* y sus variedades. Factores que influyen en su uso como especie de uso masivo. Argentina. Pág. 257 – 267.
40. FAO (1995): Estadística ahora para mañana. Montes.-- Roma.—Italia. Pág. 3 – 7.
41. FAO (1997): Simposio internacional sobre posibilidades para el manejo forestal sostenible en América Tropical. Boletín Informativo de los programas forestales nacionales. Santiago. – Chile. Roma. Italia. Pág. 18.

42. FAO (2000- A): Impacto de las plantaciones forestales. Plantaciones Forestales. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe Principal. Roma. Italia. No. 140, pág. 28.
43. FAO (2000- B): Plantaciones Forestales. Temas Mundiales. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe Principal. Roma. Italia. No. 140, pág. 23.
44. FAO (2000- C): Incremento Promedio Anual de especies industriales seleccionadas. Temas seleccionados sobre las plantaciones forestales. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Informe Principal. Roma . Italia. No. 140, pág. 31.
45. FAO (2000 – D): Mantenimiento de la productividad. . Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe Principal. Roma. Italia. No. 140, pág. 32.
46. FAO (2000- E): Plantaciones forestales y captura de carbono. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe Principal. Roma Italia. No. 140, pág. 37.
47. FAO (2001- A): Plantaciones. Situación de los bosques del mundo. Boletín Informativo. SAFO. Pág. 3.
48. FAO (2001- A-1): Bosque modelo: Un concepto de programa forestal del mundo. Boletín Informativo de los programas forestales nacionales. Santiago de Chile. Diciembre del 2001. año 5, No. 12, pág. 11.
49. FAO (2001- B): El cambio Climático y los Bosques. Situación de los bosques del mundo. Boletín Informativo. SAFO. Pág. 6.

50. FAO (2003- A): Problemas ambientales que aceleran la degradación de la especies. Biodiversidad. Roma. Italia.
51. FAO (2003- B): Contribución del aprovechamiento sostenible de los bosques a la conservación de la diversidad biológica. Situación de los bosques en el mundo. Roma. Italia.
52. FAO (2003- C): Evaluación de los recursos forestales mundiales. Recursos forestales. Situación de los bosques en el mundo. Roma. Italia. Pág. 1.
53. FAO (2003- D): Ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques. Situación de los bosques en el mundo. Roma. Pág. 12.
54. FAO (2003- E): Novedades relativas a los bosques y el cambio climático. Situación de los bosques en el mundo. Roma. Pág. 25.
55. Fernández-Golfin Seco, Juan I.; A. Gutiérrez; V. Baonza; R. Diez; H. Alvarez y E. Rodríguez, (1999): Metodología usada en el laboratorio de maderas de CIFOR-INIA para la caracterización de la madera. CIFOR-INIA, Madrid, Septiembre. 38 pág.
56. Figueroa, C. (2002): Ecología y Conservación de *Pinus tropicalis* en bosques naturales de las alturas de pizarras. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca.
57. FISRWG. (1998): Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices. The Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG)(15 Federal agencies of the US government. <http://www.usda.gov/>

58. García, L. G. y G. Vázquez. (1984): Comportamiento de *Pinus tropicalis* Morelet en 5 espaciamiento de plantaciones en los suelos montañosos de Viñales. Trabajo Diploma.-- Centro Universitario de Pinar del Río.-- Faculta Forestal. 11 pág.
59. García, J. M. (1984): Mejoramiento de la producción de madera en el troceado de los bolos y el aserrado de las trozas de *Pinus cubensis* y *Pinus tropicalis*, Tesis el Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales, Instituto Técnico Forestal de Voronezh. URSS.
60. García, J. M. (1999): Servicio Científico-Técnico a la Organización Económica Forestal: Clasificador de madera aserrada de coníferas y Latifolias. Ciudad de Habana. Instituto de Investigaciones Forestales,.
61. García, J. M. (2001- A): Comunicación personal. Especialista en Tecnología de la madera. Instituto de Investigaciones Forestales. Cuba. Ciudad Habana.
62. García, Y. (2001- B): Análisis de la variabilidad genética en pruebas combinadas de procedencias / progenies y perspectiva de mejoramiento genético forestal en *Pinus caribaea* var. *Caribaea*. Tesis opción de titulo Académico de Master en Ciencias Forestales. UPR. Pinar del Río. Cuba. 100 pág.
63. García, C. I. (2003): Evaluación de los Índices de Sitio del *Pinus caribaea* en la provincia de Pinar del Río. Tesis opción de titulo Académico de Master en Ciencias Forestales. UPR. Pinar del Río. Cuba.
64. Gastéis, V. (1986): La poda de las especies forestales. Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, España, 1985. Pág. 6.

65. Gates, D. J.; R. Memurtrie and C. J. Boroligh. (1983): Sknness reversal of distribution of stem diamater in plantation of *Pinus radiata*. Australian Forest Researt 13 (3/4), 267- 270.
66. Gazteturrutia y G. Montero, (2001): Modelo de simulación de los claros en las masas de *Pinus sylvestris* (L). Monografía, CINFOR. INIA. Forestal No.3. Madrid.
67. Geigel, F. B. (1977): Materia orgánica y nutrientes devueltos al suelo mediante la hojarasca de diversas especies forestales. *Revista Forestal Baracoa*. 7. (3-4). La Habana. Cuba. 15.
68. Gilman, H. (1997): Manejo Comunal. Comunidades y Bosques. La reforestación comunitaria en la FAO. 10 pág.
69. González, M. y F. J. Pardo, (1989): Producción de hojarasca en Eucalyptales, Pinares y Roblegares del noreste de la Península Ibérica (Galicia), España. I Congreso Forestal de Cuba. Libro Resumen. Habana Cuba.
70. González- Abreu, A; Ancízar, A; E. Calzadilla; Gra. H; Valle; Renda A y C. Fuigueroa, (1989): Valoración de la influencia de algunos factores edáficos en el desarrollo de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en la región de Macurijes. Provincia de Pinar del Río. I Congreso Forestal de Cuba y Simposio Internacional sobre Técnicas Agroforestales. Memorias. Noviembre 1989. La Habana Cuba.
71. González, H. R. (1998): Manejo silvicultural del *Pinus patula* para la obtención de postes. El Manejo sostenible de los recursos forestales. Desafío del siglo XXI. Acta Primer congreso Latinoamericano. Chile.

72. Gonzáles, M, (1999): Determinación del número inicial de árboles por hectárea más adecuado para el establecimiento de plantaciones de *Pinus caribaea* Morelet en las Alturas de Pizarras. Tesis en opción al grado académico de Master en Ciencias Forestales. Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba. 60 p.
73. González, H, O. (2000): Influencia de factores naturales sobre el rendimiento y calidad de la madera aserrada de *Pinus caribaea* Morelet var *caribaea*. Tesis en opción al grado académico de Master en Ciencias Forestales. Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba.
74. Goolldall, D. W. (1973): Sample similitary and especies correlation. En: Handbook of Vegetation Science (R. H. Wittaker, ed.), Vol. 5, W. Jank, La Hague, Nitherlang, 106-156.
75. Gra, H. R. (1990): Tablas de Volumen, Surtido y Densidad de *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba:-- IIF.-- Ciudad de la Habana.
76. Gra, H. R. (1995- A): Influencia del marco de plantación sobre el crecimiento en diámetro en *Pinus caribaea* var. *caribaea*:--IIF. -- Ciudad de la Habana. (Inédito).
77. Gra, H. R. (1995- B): Influencia del marco de plantación sobre el crecimiento en altura en *Pinus caribaea* var. *caribaea*: IIF. Ciudad de la Habana. (Inédito).
78. Hartwing, F. C. (1994): La tierra que recuperamos: Editorial los Andes. Serie Medio ambiente y Desarrollo. Santiago de Chile. Chile. 17 – 21.

79. Herrero J.A. y Col. (1993): Manejo Integrar de *Pinus caribaea* Morelet en las Alturas de Pizarras de Pinar del Río. Boletín de Reseñas Forestales. CIDA.
80. Herrero, G. (2000): Nutrición de plantaciones de *Pinus caribaea* var. *caribaea*: Respuesta a la fertilización y Métodos de diagnóstico. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Ministerio de Educación Superior, Cuba.
81. Herrero J.A; Geigel, S.B; Herrero, P; Bruzon, N; Noda, N. y Peña N. (2003): Revegetation and Rehabilitation open mined land in Cuba. Abstract. IV International Conference on Serpentine Ecology. Natural Botanical Gardin. Habana. Abril. Cuba.
82. Herrero J.A. (2005): Criterios e Indicadores en el manejo forestal sostenible. Una visión del futuro. La Habana. AGRINFOR. 55 pág..
83. Herrero J. A. (2006): El sector forestal en Cuba. Actualidad y perspectivas. Los recursos forestales cubanos. Evolución del índice de boscosidad. Conferencia Magistral (experto de la Dirección Nacional Forestal). Memorias. 4^{to} Simposio internacional sobre manejo forestal sostenible de los recursos forestales. "SIMFOR 2006". Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba.
84. Hemando, I; Hemando, J. y Ares, A. (2003): Caracterización del humus del suelo del macizo de Ayllón. Ecología. No. 17, pág. 77.
85. Henry, P. P. (1999). Elaboración de tablas de cubicación de madera en bolo de *Lysiloma latisiliquum* Benth. (Soplillo) y *Calophyllum antillanum* Britton. (Ocuje) en la Ciénaga de Zapata. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. 46 p.

86. Henry, P. P. (2003): Elaboración de tablas de volumen para 4 especies de latifolias de interés económico de la Ciénaga de Zapatas: *Lysiloma latisiliquum* Benth. y *Calophyllum antillanum* Britton, *Bursera simaruba* Salgent. y *Bucida palustris* Borhidi. en la Ciénaga de Zapata. Tesis en Opción del Grado Científico de Doctor en Ciencias de la Ecología. Universidad de Alicante España/ Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca. Pinar del Río. Cuba. 160 p.
87. <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html> (2003)-A: Conservación de ecosistemas. Conservación de Hábitat y Comunidades. Delegación Coyoacan, México. D.F. Última Actualización: 04/09/2003.
88. <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html> (2003)-B: Ley General de Vida Silvestre. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAP, México.
89. Instituto de Ecología y Sistemática (2002): Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción de la República de Cuba. Ciudad de la Habana. CITMA. 88. Pág.
90. Instituto de Suelos (1999): III Clasificación. Nueva Visión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ciudad de la Habana. AGRINFOR. 64 pág.
91. Jandel, R; Agustín. R. Y B. Alfredo, (2004): Eutroficación. Cambios en la Química de los suelos forestales. Acidificación y Eutroficación. Ecología. No. 18. 250.
92. Landweer, R; Haffland, E.; Finlay, R. D. ; Kayper, T.W. (2001): Linking plants to rocks: ectosycarrizol fingi mobilize nutrients from minerals. Trends in Ecology and Evolution 16, 248- 254.

93. Lanly, J. P.(1997): Las modificaciones de las cubiertas forestales y el cambio del clima. Recursos forestales mundiales: situación y perspectivas. Undécimo Congreso Forestal Mundial. Unasyva. 48 (190/191). pág. 9-18.
94. Large, P.W., C. Randi and B. V. Bredenkamp, (1997): The effects of different intensities of pruning on the growth of *Pinus radiata* in South Africa. *Afric. Forests Journal*, 143, pág. 30-36.
95. Leangzhong, Z. (1994): Soil factors limiting the growth of chinese for plantation. *Jornal of Fujion College of Forestry*. 14 (1), 11 – 15.
96. Lerch, G. (1977): La experimentación en las ciencias biológicas y Agrícolas. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana.
97. Lowe S., M. Browne y S. Boudjelas, (2001): 100 of the world's worst invasive alien species. A selection from the global invasive species database. Global Invasive Species Programme (GISP). <http://www.iucn.org/biodiversityday/100booklet.pdf>
98. Luna, A. L (1998): El bosque joven necesita consumir más CO₂. Bosque y cambios climáticos. *Desarrollo Forestal. Periódico Mensual del Sector Forestal Industrial*. Julio 1998, año 6- No. 68, pág. 9.
99. Madeira, M.; Araujo, M. G.; Pereira, J. S. (1995): Effect of water and nutrient supply an amount and nutrient concentration of litterfall and forest floor litter in *E. globulos* plantation. *Plant and soil*, (168/ 169). Pág. 287 – 295.
100. Martínez, E. (1996): Restauración ecológica y biodiversidad. *Ciencias* 43: 56 - 59. México. <http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/restaura.htm>.

101. Masatoshi, Endo y G. Vélez Mesa,(1991): Resultados de un ensayo de poda de *Pinus patula*. Informe de Investigación No. 133, Cartón de Colombia, noviembre. Pág. 1.
102. Marin, M. (1998): Explosión sin detonantes ni mechas, pero con víctimas. Gigantes despiertos. Revista Bohemia. 27 de marzo. No. 7, pág. 54.
103. Márquez-Huitzil, R. y C. Chiappy, (1999): Contribución a la Restauración ecológica en las canteras de APASCO-Orizaba. (En preparación). <http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>.
104. Meffe, G. K. y Carroll, C. (1994): Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>).
105. Mery, G. (1998): Plantaciones forestales y el secuestro de Dióxido de Carbono (CO₂) en Chile. El manejo sustentable de los recursos forestales. Desafío del siglo XXI. Acta del Primer Congreso Latinoamericano. IUFRO 1998.
106. Miller, G. T. Jr. (1994): Ecología y Medio Ambiente. Grupo editorial Iberoamérica, S. A. de C. V., México. (<http://www.ine.gob.mx/dgoece/con-eco/index.html>).
107. MINAG. (1986): NRAG-837. Determinación de las formulas móviles de fósforo y potasio. Suelos. Análisis químicos. Cuba.
108. MINAG. (1987- A): NRAG- 878. Determinación de los índices del grado de acidez. Suelos. Análisis químicos. Cuba.

109. MINAG. (1987- B): NRAG- 879. Determinación de los cationes intercambiables y de la capacidad de cambio catiónico. Suelos. Análisis químicos. Cuba.
110. MINAG. (1989): NRAG- 905. Tejido vegetal. Método para el análisis químico foliar. Cuba.
111. MINAG. (1993): Catalogo de normas forestales. Cuba.
112. MINAG. (1996): Dinámica y Manejo de los bosques de coníferas. Servicio Estatal Forestal. Ordenación de Montes.-- Pinar del Río. Cuba.
113. MINAG. (1999): Dinámica y Manejo de los bosques. Servicio Estatal Forestal. Ordenación de Montes. Pinar del Río. Cuba.
114. MINAG. (2005): Resumen de la Dinámica 2005. Servicio Estatal Forestal de Pinar del Río. Cuba.
115. Morales, E. (2003): Conceptos y Herramientas Estadísticas. Curso Genética Forestal y Silvicultura 114. Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile.
116. Musalen, M. R y P. Rosero. (1973): Comportamiento de variedades y procedencia de *Pinus caribaea* Morelet introducidas en Turrialba. Turrialba Costa Rica, 23 (3), pág. 327 – 333.
117. Nacimiento, J y J. Arias. (1983): Estudio del tronco en los pinos cubanos. No.2, Revista Forestal Baracoa.
118. Obregon, A. Morleno, F. et al. (1991): Características de los suelos de las Alturas de Pizarras, Pinar del Río. Primer taller científico sobre el

desarrollo integrar de las montañas y la utilización de los recursos forestales. Pinar del Río. Resúmenes.

119. O'Hara, K. L. A.(1991): Biological justification for pruning in Coastal Douglas-Fir Stand. W. Jour. of Appl. For. 6(3), 59-62.
120. OIMT. (1993): Directrices para el establecimiento y la ordenación sostenible de bosques tropicales plantados. Serie de políticas forestales (4). Yakohama.-- FAO.
121. Olay, Albert. (1996): Modelación de los nudos y características de los nudos de Norway Spruce (*Picea abies* (L.)) Agricultural University of Norway. Department of Forest Science, Norway. 17-18
122. Orquin, J. F, E. Rodríguez y R. Sánchez. (1984): Influencia de diferentes densidades de plantaciones de 10 años de la zona de Topes de Collantes. La Habana:-- Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. Cuba. 9 pág.
123. Ortega, F.S. (1982): La Materia Orgánica de los Suelos y El humus de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencia de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana. Editorial Academia. Cuba. 126 pág.
124. Peñalver, A. R. (1991): Densidad inicial de las plantaciones. Estudio del crecimiento y rendimiento de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. De la provincia de Pinar del Río. Trabajo presentado en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Pinar del Río. 98 pág.
125. Pérez, M. H. y J. J. Banco. (1990): Manejo integral de *Pinus caribaea* var. *caribaea* para la producción de madera de grandes dimensiones. Revista Forestal Baracoa, (2). 57 – 62.

126. Pérez, M. H. (2000): Manual practico para vivero forestales. Agencia Forestal Plan Sierra. San José de las Matas. Santiago. Republica Dominicana. 21 pag.
127. Pérez, M. H. (2005): Especialista en Genética Forestal. Estación Experimental Forestal de Viñales. Instituto de Investigaciones Forestales Comunicación personal.
128. Petrobskii, V. S. (1970). Optimización automatizada del corte de bolos. Industria Forestal, Moscú. 110 p.
129. Plasencia, R. (1998): Programa de desarrollo forestal 2000-2015. Forestal. La Habana. Cuba 1(0). Pág. 30-31.
130. Plasencia, T. (2005): Balance de agua y nutrientes de los pinares de las alturas de Pizarra de Pinar del Río. Tesis en opción del grado científico de Doctor en Ciencias de la Ecología. Programa de Desarrollo Sostenible de Bosques Tropicales "Manejo Forestal y Turístico". Alicante. España/ Universidad Hermanos Saiz Montes de Oca. Cuba. (Inedita).
131. Renda, A. S. (1996): Particularidades edafológicas forestales de la región central de la Sierra Maestra. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Departamento de Génesis y clasificación de suelos (Instituto de Suelo), MINAG. -- Ciudad Habana. 94 pág .
132. Rhoades, C. (1995): Seasonal pattern of nitrogen mineralization and soil moisture beneath *Faidherbia albida* (syn *Acacia albedea*) in central Malawi. Agroforestry Systems, No. 29, 133- 145.

133. Rodríguez. G.; J. Fahler. (1991): Crecimiento hasta los 8 años de variedades y orígenes de *Pinus caribaea*. El Dorado. Misiones.— Argentinas. 63 – 73.
134. Roing, J. T. (1967): Diccionario Botánicos de nombres vulgares. La Habana.
135. Salminen, H. and M. Varmola (1993): Influencia of inicial spacing and planting design on the development of young. Scots pine. *Pinus silvestres*. Stand Selva Finica 27 (19), 21 – 28.
136. Salleh, A. S. (1997): Plantaciones forestales. La mejora de las funciones productivas de los bosques pluviales tropicales. Unasyuva. Undécimo Congreso Forestal Mundial. 48 (190/191), pág. 38 – 46.
137. Salmon, J U. (2003): Socio-economic benchmarks and indicators of land degradation and nexus to poverty in the Caribbean. In UNCCD Workshop on “Development of Benchmarks & Indicators on Land Degradation and Drought in the Caribbean”. Castries, St. Lucia, UNCCD.
138. Samek, V. (1967): Elementos de silvicultura de los pinares.--Ciudad de la Habana.-- Universidad de la Habana. La Habana. Cuba. 102 pág.
139. Saval, S. (1998): La reparación del daño. Aspectos técnicos: Remediación y restauración. <http://www.bibliojuridica.org/libros/1/141/9.pdf> . En: La responsabilidad jurídica en el daño ambiental (Estudios Varios). Biblioteca jurídica Virtual, UNAM. <http://www.bibliojuridica.org/libros>.
140. Shaxson, T. F. (1994): Introducción al concepto moderno de manejo integrado y conservación de suelo. Memorias del taller sobre planificación participativa de conservación de suelos y aguas. Santiago de Chile. Chile, FAO. Pág. 27- 274.

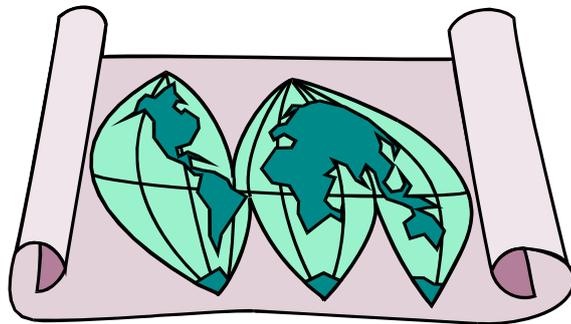
141. Tejada, L. D. (1995): Marcos de plantación. Plantación. Investigaciones y manejo de especies maderables de uso común en la sierra. Una Guía Técnica. Plan Sierra. República Dominicana. Pág. 177- 180.
142. Thomas, R. And Ayansa, M. A. (1999): Sustainable land Managment for the Latin American Savanannas. Cali. CIAT. 231 pág.
143. UNCCD (2003): United Nation Convention to Combat Desertification and Drought in those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particulary in Africa. CD Presentado en la VI COP celebrada en La Habana, Agosto 2003. www.unccd.int
144. Vidal, A. C. (1995): Estudio de las posibilidades de la biomasa de copa de coníferas de la Provincia de Pinar del Río. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Pinar del Río.-- Pinar del Río.— Cuba. 107 pág.
145. Vignote, S.; José M. Collado; Javier Zazu y Santiago Soria (1988): Análisis de la influencia de las características de la madera en la calidad de los productos. Aplicaciones a la selvicultura y a la industria de la madera. AITIM. Boletín de Información Técnica, Nº 135, Octubre- Noviembre-Diciembre. Pág: 36-45.
146. Vignote, S. y F. Jiménez, (1996): Tecnología de la madera. Ministerio de la Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España. Pág.205. CMPCPAPELMET.cl.
147. Willian, E. M. (1998): Definición de la Ordenación Forestal Sostenible. Actualidad forestal tropical. Boletín de la Organización

Internacional de las Maderas Tropicales para fomentar la conservación y desarrollo sostenible. 6 (3). 7 pág.

148. Woodfin, R. O.(1978): Ponderosa pine lumber recovery young growth in Nortlem California. USDA Forest Service Research paper PNW-237. Pacific North west Forest and Range Experiment Stación. Portland, Ove,1978, 13 pág.

149. Yero. L. Estudio sobre el desarrollo de *Pinus maestrensis* bajo nuevo tipo de espaciamiento en hábitat natural, la Sierra Maestra. Revista Forestal Baracoa 1 (75 – 80). 1992.

ANEXOS



Anexo 1 - Experimento 1- Análisis estadístico para la variable Altura en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Altura a los 5 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,661	4

Altura a los 10 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,094	4

Altura a los 14 años de establecida la plantación

Sig.	GI
0,610	4

Altura a los 27 años de establecida la plantación

Sig.	GI
0,935	4

Anexo 2 - Experimento 2- Análisis estadístico para la variable Altura en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Altura a los 1 año de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,693	4

Altura a los 10 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,517	4

Altura a los 14 años de establecida la plantación

Sig.	GI
0,278	4

Altura a los 21 años de establecida la plantación

Sig.	GI
0,935	4

Anexo 3 - Experimento 1- Análisis estadístico para la variable altura de fuste limpio a los 14 años del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Altura de fuste limpio a los 14 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Alt. Fuste limpio

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
1111	75	6.667			
3333	75		7.227		
1666	75		7.347		
1333	75			7.773	
2222	75				8.160
Sig.		1.000	.418	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Anexo 4 - Experimento 2- Análisis estadístico para la variable altura de fuste limpio a los 14 y 21 años del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Altura de fuste limpio a los 14 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,001	4

Post Hoc Tests

Alt. De fuste limpio

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
TRAT		1	2
1111	75	7.947	
1666	75		8.376
3333	75		8.474
2222	75		8.530
1333	75		8.540
Sig.		1.000	.366

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Altura de fuste limpio a los 21 años de establecida la plantación**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Atura de fuste limpio****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05		
TRAT		1	2	3
1111	75	10.453		
1333	75	10.493		
1666	75		11.853	
2222	75			12.432
3333	75			12.689
Sig.		.828	1.000	.162

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Anexo 5- Experimento 1- Análisis estadístico para la variable Diámetro en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Diámetro a los 5 años de establecida la plantación.

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Diámetro

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
3333	64	4.703			
1333	64		5.203		
1111	64			5.750	
1666	64			5.953	5.953
2222	64				6.219
Sig.		1.000	1.000	.367	.238

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Diámetro a los 10 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	Gl
0,000	4

Post Hoc Tests**Diámetro****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05		
TRAT		1	2	3
3333	64	9.391		
2222	64		11.531	
1111	64		11.813	
1666	64		12.141	
1333	64			13.656
Sig.		1.000	.150	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Diámetro a los 14 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Diámetro****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
3333	64	10.531			
2222	64		13.250		
1666	64			14.219	
1111	64			14.813	
1333	64				16.063
Sig.		1.000	1.000	.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Diámetro a los 27 años de establecida la plantación**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Diámetro****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
3333	64	18,078			
2222	64		20,047		
1666	64		20,453		
1111	64			23,438	
1333	64				25,281
Sig.		1,000	,229	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64,000.

Anexo 6- Experimento 2- Análisis estadístico para la variable Diámetro en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Diámetro a los 10 años de establecida la plantación.

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Diámetro

Duncan

	N	Subset for alpha = .05		
TRAT		1	2	3
3333	75	10,307		
2222	75		14,160	
1111	75		14,533	14,533
1666	75		14,653	14,653
1333	75			14,867
Sig.		1,000	,099	,269

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Diámetro a los 14 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Diámetro****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05		
TRAT		1	2	3
3333	75	12,120		
2222	75		14,893	
1333	75			16,640
1111	75			16,667
1666	75			16,773
Sig.		1,000	1,000	,720

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Diámetro a los 21 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Diámetro****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
3333	75	17,640			
2222	75		18,467		
1666	75			20,320	
1111	75			20,493	
1333	75				23,907
Sig.		1,000	1,000	,666	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Anexo 7- Experimento 1- Análisis estadístico para la variable Volumen maderable total en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Volumen maderable total a los 14 años de establecida la plantación.

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig. **GI**
0,000 4

Post Hoc Tests

Volumen Maderable Total

Duncan

	N	Subset for alpha = .05			
TRAT		1	2	3	4
1111	64	95.625			
3333	64		135.703		
1666	64		135.922		
1333	64			153.781	
2222	64				164.906
Sig.		1.000	.792	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Volumen maderable total a los 27 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig. **GI**
 0,000 4

Post Hoc Tests**Volumen Maderable Total****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
1666	64	254.141				
2222	64		292.141			
3333	64			329.594		
1111	64				357.250	
1333	64					468.797
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Anexo 8- Experimento 2- Análisis estadístico para la variable Volumen maderable total en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Volumen maderable total a los 14 años de establecida la plantación.

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Volumen Maderable Total

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
1111	75	116,080				
2222	75		148,907			
1333	75			152,587		
1666	75				158,787	
3333	75					178,267
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Volumen maderable total a los 21 años de establecida la plantación.**Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación**

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests**Volumen Maderable Total****Duncan**

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
3333	75	190,960				
2222	75		200,813			
1666	75			223,640		
1111	75				243,560	
1333	75					265,187
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Anexo 9- Experimento 1- Análisis estadístico para la variable Volumen maderable en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Volumen maderable (d >14,5 cm) a los 27 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Volumen Maderable

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
3333	64	201.094				
1666	64		226.078			
2222	64			288.531		
1111	64				356.344	
1333	64					467.141
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 64.000.

Anexo 10- Experimento 2- Análisis estadístico para la variable Volumen maderable en diferentes momentos del desarrollo del arbolado, en función de la densidad de plantación.

Volumen maderable (d >14,5 cm) a los 14 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig.	GI
0,000	4

Post Hoc Tests

Volumen Maderable

Duncan

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
2222	75	110,600				
1111	75		114,973			
3333	75			124,627		
1666	75				131,080	
1333	75					140,693
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75.000.

Volumen maderable (d >14,5 cm) a los 21 años de establecida la plantación

Análisis de varianza (Anova) – 95 % de Significación

Sig. **GI**
0,000 4

Post Hoc Tests

Duncan

Volumen Maderable

	N	Subset for alpha = .05				
TRAT		1	2	3	4	5
3333	75	140,800				
2222	75		155,000			
1666	75			195,600		
1111	75				230,480	
1333	75					259,907
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 75,000.

Anexo 11- Agrupamiento de las trozas en, bases, medias y rabizas por densidades de plantación.

Densidades (arb/ha ⁻¹)	Tipo troza	Nº Troza	Volumen troza (m ³)	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Nº Pieza	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)
3333	Base	34	0,130	0,184	4	0,0636	48,9
		37	0,094	0,159	5	0,0482	51,2
		7	0,146	0,2	5	0,0607	41,6
		80	0,191	0,206	8	0,0888	46,5
		51	0,203	0,231	9	0,1165	57,4
		22	0,111	0,174	6	0,0826	74,4
		105	0,172	0,211	6	0,0779	45,3
		111	0,124	0,174	6	0,0602	48,5
			1,171		49	0,598	51,1
	Medio	35	0,092	0,157	4	0,0504	54,8
		8	0,105	0,162	5	0,0667	63,5
		81	0,127	0,173	6	0,0683	53,8
		52	0,125	0,187	6	0,0624	49,9
		23	0,078	0,141	5	0,0446	57,1
		106	0,121	0,176	6	0,0671	55,5
				0,648		32	0,360
	Rabiza	36	0,062	0,127	3	0,0294	47,4
		38	0,062	0,118	5	0,0296	47,7
		9	0,073	0,145	4	0,0366	50,2
		82	0,074	0,142	5	0,0416	56,2
		53	0,096	0,155	3	0,0423	44,1
		24	0,046	0,113	2	0,0341	74,1
		107	0,078	0,143	5	0,0335	43,0
		112	0,076	0,14	5	0,0426	56,1
			0,567		32	0,290	51,1
		Total densidad	2,386		113	1,248	52,3

Continuación – Anexo 11

Densidades (arb/ha ⁻¹)	Tipo troza	Nº Troza	Volumen troza (m ³)	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Nº Pieza	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)	
2222	Base	31	0,136	0,182	5	0,0621	45,6	
		73	0,095	0,164	6	0,0485	51,0	
		101	0,129	0,185	7	0,0644	49,9	
		54	0,140	0,194	5	0,0734	52,4	
		83	0,072	0,145	7	0,0498	69,2	
		10	0,139	0,185	5	0,0722	52,0	
		13	0,143	0,187	5	0,0691	48,3	
		95	0,240	0,223	8	0,0988	41,2	
				1,094		48	0,538	49,2
	Medio	55	0,102	0,165	6	0,0672	65,9	
		11	0,081	0,152	6	0,0561	69,3	
		96	0,115	0,177	5	0,0553	48,1	
				0,298		17	0,179	59,9
	Rabiza	32	0,085	0,146	5	0,0526	61,8	
		74	0,075	0,142	4	0,0387	51,6	
		102	0,091	0,145	6	0,0440	48,3	
		56	0,064	0,125	3	0,0310	48,4	
		84	0,054	0,122	4	0,0257	47,6	
		12	0,058	0,128	4	0,0276	47,6	
		14	0,083	0,142	5	0,0386	46,5	
		97	0,063	0,145	7	0,0340	54,0	
			0,573		38	0,292	51,0	
	Total densidad			1,965		103	1,009	51,3

Continuación – Anexo 11

Densidades (arb/ha ⁻¹)	Tipo troza	Nº Troza	Volumen troza (m ³)	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Nº Pieza	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)
1666	Base	19	0,148	0,192	7	0,0712	48,1
		108	0,193	0,229	6	0,0861	44,6
		98	0,295	0,251	11	0,1541	52,2
		39	0,159	0,193	6	0,0727	45,7
		63	0,221	0,246	9	0,1101	49,8
		113	0,230	0,245	10	0,1169	50,8
		57	0,162	0,207	7	0,0882	54,4
		93	0,079	0,152	3	0,0316	40,0
				1,487		59	0,731
	Medio	20	0,081	0,156	4	0,0473	58,4
		109	0,138	0,187	5	0,0814	59,0
		99	0,150	0,201	9	0,0680	45,3
		40	0,094	0,155	6	0,0646	68,7
		64	0,158	0,211	7	0,0736	46,6
		114	0,151	0,202	9	0,0748	49,5
		58	0,114	0,178	5	0,0819	71,9
				0,886		45	0,492
	Rabiza	21	0,052	0,115	3	0,0240	46,2
		110	0,094	0,158	5	0,0582	61,9
		100	0,092	0,16	6	0,0446	48,4
		41	0,063	0,125	3	0,0270	42,9
		65	0,115	0,174	5	0,0580	50,4
		115	0,106	0,16	7	0,0703	66,3
		59	0,089	0,153	3	0,0374	42,0
		94	0,055	0,128	3	0,0228	41,5
			0,666		35	0,342	51,4
		Total densidad		3,039		139	1,565

Continuación – Anexo 11

Densidades (arb/ha ⁻¹)	Tipo troza	Nº Troza	Volumen troza (m ³)	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Nº Pieza	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)
1333	Base	25	0,188	0,213	9	0,0899	47,8
		77	0,162	0,214	7	0,0762	47,1
		70	0,206	0,202	6	0,0832	40,4
		85	0,199	0,214	7	0,0929	46,7
		88	0,120	0,159	6	0,0630	52,5
		15	0,154	0,216	7	0,0938	60,9
		66	0,171	0,21	6	0,0918	53,7
		42	0,265	0,268	8	0,1402	52,9
				1,465		56	0,731
	Medio	29	0,114	0,178	4	0,0591	51,9
		78	0,111	0,163	7	0,0526	47,4
		71	0,107	0,163	7	0,0564	52,7
		86	0,115	0,175	9	0,0794	69,1
		16	0,128	0,184	6	0,0787	61,5
		17	0,091	0,156	4	0,0459	50,4
		67	0,110	0,178	7	0,0638	58,0
		43	0,169	0,215	10	0,0870	51,5
				0,945		54	0,523
	Rabiza	30	0,083	0,15	4	0,0405	48,8
		79	0,069	0,14	4	0,0357	51,7
		72	0,070	0,135	3	0,0422	60,3
		87	0,070	0,142	5	0,0407	58,1
		89	0,060	0,14	3	0,0267	44,5
		18	0,068	0,141	4	0,0398	58,5
		68	0,084	0,142	3	0,0361	43,0
		44	0,112	0,178	3	0,0414	37,0
			0,616		29	0,303	49,2
Total densidad			3,026		139	1,557	51,5

Continuación – Anexo 11

Densidades (árb/ha)	Tipo troza	Nº Troza	Volumen troza (m3)	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Nº Pieza	Volumen Madera Aserrada (m ³)	Rendimiento (%)	
1111	Base	75	0,118	0,178	7	0,0527	44,7	
		1	0,31	0,247	10	0,1249	54,0	
		4	0,129	0,247	5	0,0612	47,5	
		45	0,201	0,209	7	0,1120	55,7	
		90	0,139	0,187	5	0,0705	50,7	
		48	0,180	0,211	7	0,0851	47,3	
		60	0,262	0,255	9	0,1371	50,6	
		25	0,136	0,183	7	0,0620	45,6	
				1,396		57	0,706	50,5
	Medio	2	0,146	0,205	7	0,0847	58,0	
		5	0,086	0,15	6	0,0530	61,6	
		46	0,122	0,183	5	0,0657	53,9	
		91	0,091	0,152	5	0,0450	49,5	
		49	0,119	0,177	5	0,0647	54,4	
		61	0,171	0,218	10	0,0733	42,9	
		26	0,091	0,157	4	0,0516	56,7	
				0,826		42	0,438	53,0
	Rabiza	76	0,078	0,145	4	0,0525	67,4	
		3	0,085	0,154	4	0,0369	43,4	
		6	0,049	0,115	3	0,0228	46,5	
		47	0,083	0,15	4	0,0468	56,4	
		92	0,057	0,122	5	0,0282	49,5	
		50	0,084	0,145	4	0,0357	42,5	
		62	0,116	0,168	3	0,0485	41,8	
		27	0,061	0,125	3	0,0358	58,7	
			0,613		30	0,307	50,1	
	Total densidad			2,835		129	1,451	51,2

Anexo 12- Cubicación de las trozas por densidades de plantación.

Densidades (árbs/ha)	Nº Bolo	Nº troza	Dm (m)	Dr (m)	Largo (m)	Volumen (m3)	Conicidad (%)
3333	1	34	0,2	0,18	4	0,13	1.833
		35	0,17	0,15	4	0,092	
		36	0,14	0,13	4	0,062	
	2	37	0,17	0,16	4	0,094	1.964
		38	0,14	0,12	4	0,062	
	3	7	0,2	0,2	4	0,145	1.571
		8	0,18	0,16	4	0,105	
		9	0,15	0,14	4	0,073	
	4	80	0,23	0,21	4.5	0,191	2.175
		81	0,18	0,17	4.5	0,127	
		82	0,15	0,14	4	0,074	
	5	51	0,25	0,23	4	0,203	2.618
		52	0,2	0,18	4	0,125	
		53	0,17	0,15	4	0,096	
	6	22	0,18	0,17	4	0,111	1.912
		23	0,15	0,14	4	0,077	
		24	0,13	0,11	3.5	0,046	
	7	105	0,23	0,21	4	0,172	2.356
		106	0,19	0,17	4	0,121	
		107	0,15	0,14	4	0,078	
	8	111	0,19	0,17	4	0,123	1.964
		112	0,15	0,14	4	0,076	
							2.049

Continuación - Anexo 12

Densidades (árbo/ha)	Nº Bolo	Nº troza	Dm (m)	Dr (m)	Largo (m)	Volumen (m3)	Conicidad (%)
1666	1	19	,21	0,19	4	0,147	2.459
		20	0,17	0,15	3.5	0,081	
		21	0,12	0,12	4	0,052	
	2	108	0,24	0,22	4	0,193	2.356
		109	0,21	0,18	4	0,138	
		110	0,17	0,15	4	0,094	
	3	98	0,27	0,25	5	0,295	2.658
		99	0,21	0,2	4	0,15	
		100	0,18	0,16	4	0,092	
	4	39	0,22	0,19	4	0,159	2.356
		40	0,17	0,15	4	0,094	
		41	0,14	0,13	4	0,063	
	5	63	0,26	0,24	4	0,221	2.356
		64	0,22	0,21	4	0,158	
		65	0,19	0,17	4	0,115	
	6	113	0,27	0,24	4	0,23	2.880
		114	0,21	0,2	4	0,151	
		115	0,18	0,16	4	0,106	
	7	57	0,22	0,2	4	0,162	1.833
		58	0,19	0,17	4	0,114	
		59	0,17	0,15	4	0,089	
	8	93	0,16	0,15	3,5	0,079	1.346
		94	0,14	0,13	3,5	0,055	
							2.281

Continuación - Anexo 12

Densidades (árbs/ha)	Nº Bolo	Nº troza	Dm (m)	Dr (m)	Largo (m)	Volumen (m3)	Conicidad (%)
1333	1	28	0,24	0,21	4	0,188	2.356
		29	0,18	0,17	4	0,114	
		30	0,16	0,15	4	0,083	
	2	77	0,22	0,21	4	0,163	2.094
		78	0,18	0,16	4	0,111	
		79	0,14	0,14	4	0,069	
	3	70	0,22	0,2	5	0,206	1.933
		71	0,18	0,16	4	0,107	
		72	0,15	0,14	4	0,07	
	4	85	0,23	0,21	4.5	0,199	2.356
		86	0,19	0,17	4	0,115	
		87	0,16	0,14	3.5	0,07	
	5	88	0,18	0,16	4.5	0,12	1.571
		89	0,14	0,14	3.5	0,06	
	6	15	0,23	0,21	4	0,154	1.767
		16	0,2	0,18	4	0,128	
		17	0,17	0,15	4	0,091	
		18	0,14	0,14	4	0,069	
	7	66	0,22	0,21	4	0,17	2.094
		67	0,18	0,17	4	0,11	
		68	0,16	0,14	4	0,084	
	8	42	0,28	0,26	4	0,265	2.880
		43	0,23	0,21	4	0,169	
		44	0,18	0,17	4	0,112	
						2.417	

Continuación - Anexo 12

Densidades (árbo/ha)	Nº Bolo	Nº troza	Dm (m)	Dr (m)	Largo (m)	Volumen (m3)	Conicidad (%)
1111	1	75	0,19	0,17	4	0,118	1.964
		76	0,15	0,14	4	0,078	
	2	1	0,26	0,24	4	0,231	3.005
		2	0,21	0,2	4	0,146	
		3	0,17	0,15	3.5	0,085	
	3	4	0,2	0,17	4	0,129	2.185
		5	0,16	0,15	4	0,086	
		6	0,13	0,12	3.5	0,049	
	4	45	0,24	0,2	4	0,201	2.356
		46	0,19	0,18	4	0,122	
		47	0,16	0,15	4	0,083	
	5	90	0,2	0,18	4	0,139	2.094
		91	0,17	0,15	4	0,091	
		92	0,13	0,12	4	0,057	
	6	48	0,23	0,21	4	0,18	2.356
		49	0,19	0,17	4	0,119	
		50	0,16	0,14	4	0,084	
	7	60	0,27	0,25	4	0,262	2.880
		61	0,23	0,21	4	0,171	
		62	0,19	0,16	4	0,116	
	8	25	0,2	0,18	4	0,136	2.094
		26	0,17	0,15	4	0,091	
		27	0,14	0,12	4	0,061	
							2.367

Anexo 13- Datos para la caracterización cuantitativa de los nudos por densidades de plantación.

Densidades (árbs/ha)	Tipo Troza	Nº Troza	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Total de Piezas	Promedio nudos por pieza	Diámetro promedio nudo (mm)
3333	Base	34	0,184	3	2,333	5,917
		37	0,159	5	5,800	11,422
		7	0,2	5	7,200	8,427
		80	0,206	8	7,625	7,269
		51	0,231	9	6,444	10,753
		22	0,174	6	3,833	8,644
		105	0,211	6	5,333	9,979
		111	0,174	7	5,571	9,529
						5,518
	Medio	35	0,157	4	4,000	9,594
		8	0,162	5	2,800	6,000
		81	0,173	6	5,000	15,517
		52	0,187	6	5,000	12,129
		23	0,141	5	4,500	13,198
		106	0,176	4	4,885	12,744
						4,364
	Rabiza	36	0,127	3	9,333	13,604
		38	0,118	5	6,800	11,103
		9	0,145	4	8,250	13,467
		82	0,142	5	10,000	11,491
		53	0,155	3	8,000	13,456
		24	0,113	3	8,000	13,456
		107	0,143	5	6,200	9,780
		112	0,14	5	9,800	12,350
					8,298	12,339

Continuación – Anexo 13

Densidades (árb/ha)	Tipo Troza	Nº Troza	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Total de Piezas	Promedio nudos por pieza	Diámetro promedio nudo (mm)
2222	Base	31	0,182	5	4,200	11,280
		73	0,164	5	6,000	10,050
		101	0,185	7	7,143	10,112
		54	0,194	5	5,600	13,770
		83	0,145	7	8,143	12,353
		10	0,185	5	4,000	7,713
		13	0,187	5	12,600	9,484
		95	0,223	8	13,125	11,599
					7,601	10,795
	Medio	55	0,165	6	3,333	10,831
		11	0,152	6	6,000	11,473
		96	0,177	5	9,400	16,303
						6,244
	Rabiza	32	0,146	5	3,000	4,256
		74	0,142	4	6,250	10,388
		102	0,145	6	7,500	9,431
		56	0,125	3	11,000	12,274
		84	0,122	4	6,500	10,223
		12	0,128	4	6,500	10,731
		14	0,142	5	9,000	11,863
		97	0,145	7	5,200	12,314
					6,105	10,185

Continuación – Anexo 13

Densidades (árb/ha)	Tipo Troza	Nº Troza	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Total de Piezas	Promedio nudos por pieza	Diámetro promedio nudo (mm)
1666	Base	19	0,192	7	6,571	11,900
		108	0,229	6	2,000	5,630
		98	0,251	11	10,545	13,588
		39	0,193	6	6,500	8,600
		63	0,246	9	4,000	4,976
		113	0,245	10	8,500	8,533
		57	0,207	7	3,143	7,212
		93	0,152	3	4,667	8,608
						5,741
	Medio	20	0,156	4	6,500	9,403
		109	0,187	5	5,000	10,267
		99	0,201	9	7,111	20,007
		40	0,155	6	4,500	11,764
		64	0,211	7	5,714	16,859
		114	0,202	9	7,111	19,698
		58	0,178	5	3,600	13,671
					5,648	14,524
	Rabiza	21	0,115	3	4,667	7,444
		110	0,158	5	6,400	13,208
		100	0,16	6	6,500	16,653
		41	0,125	3	10,000	11,633
		65	0,174	5	6,400	14,986
		115	0,16	7	7,714	15,001
		59	0,153	3	7,333	13,167
94		0,128	3	10,667	9,245	
				7,460	12,667	

Continuación – Anexo 13

Densidades (árb/ha)	Tipo Troza	Nº Troza	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Total de Piezas	Promedio nudos por pieza	Diámetro promedio nudo (mm)
1333	Base	28	0,213	9	6,444	9,232
		77	0,214	7	5,429	10,157
		70	0,202	6	7,500	5,781
		85	0,214	7	9,429	14,061
		88	0,159	6	10,167	13,537
		15	0,216	6	3,500	6,915
		66	0,21	6	4,833	9,939
		42	0,268	8	3,750	9,342
						6,381
	Medio	29	0,178	4	7,000	14,889
		78	0,163	7	7,429	15,371
		71	0,163	7	7,429	15,371
		86	0,175	9	6,889	19,018
		16	0,184	6	4,333	8,986
		17	0,156	4	10,250	12,634
		67	0,178	7	6,286	17,173
		43	0,215	10	4,200	10,980
						6,727
	Rabiza	30	0,15	4	11,250	11,822
		79	0,14	4	5,000	14,896
		72	0,135	3	7,333	14,736
		87	0,142	5	6,600	19,945
		89	0,14	3	7,000	12,289
		18	0,141	4	13,000	14,925
		68	0,142	3	8,667	15,458
		44	0,178	3	7.667	17,435
					8.315	15,188

Continuación – Anexo 13

Densidades (árb/ha)	Tipo Troza	Nº Troza	Diámetro (Extremo menor de la troza) (m)	Total de Piezas	Promedio nudos por pieza	Diámetro promedio nudo (mm)
1111	Base	75	0,178	7	16,143	13,466
		1	0,247	10	4,500	9,692
		4	0,247	5	5,400	6,000
		45	0,209	7	5,571	12,548
		90	0,187	5	6,000	14,350
		48	0,211	7	6,571	11,717
		60	0,255	9	4,444	9,406
		25	0,183	7	3,857	5,377
						6,561
	Medio	2	0,205	7	7,000	18,220
		5	0,15	6	6,833	13,487
		46	0,183	5	6,800	13,793
		91	0,152	5	5,800	10,215
		49	0,177	5	7,800	15,830
		61	0,218	10	5,700	15,030
		26	0,157	4	6,000	10,433
						6,562
	Rabiza	76	0,145	4	6,750	14,628
		3	0,154	4	5,688	12,182
		6	0,115	4	5,688	12,182
		47	0,15	4	3,500	10,793
		92	0,122	5	7,600	12,733
		50	0,145	4	4,750	15,629
		62	0,168	3	8,667	16,263
		27	0,125	3	10,333	9,979
					6,622	13,049

Anexo 14 - Costos tecnológicos para el establecimiento de 1 hectárea de *P. caribaea* con 1 333 arb/ha inicialmente.

Elementos	Vivero	Prepar. Tierra Manual	Plant.	Mant. 1	Mant. 2	Mant. 3	Total Mant.	Costo Total
Salario	53,22	224,7	31, 02	132,57	75,56	75,56	283,7	592,69
Seguridad social	7,45	31,46	4,34	18,56	10,57	10,57	39,71	82,97
Materiales	22,12	1,88	94,89	60,47	7,63	7,63	75,73	194,64
Combustibles	1,20	0,45	1,44	1,20	1,20	1,20	3,60	6,69
Lubricantes	0,06	0,15	0,08	0,08	0,08	0,08	0,24	0,54
Amortización	1,66	5,70	5,61	5,61	5,61	5,61	16,83	29,8
Otros Gastos Monetarios			1,37					1,37
Gastos Ind. Producción	12,25	26,56	15,7	12,62	9,70	9,70	32,03	86,54
Gastos Generales. Dirección							49,21	49,21
Costo Total (\$/ha)	97,7	290,9	154,45	231,11	110,35	110,35	501,06	1044,4

Anexo 15- Costos tecnológicos para el establecimiento de 1 hectárea de *P. caribaea* con 2 000 arb/ha inicialmente.

Elementos	Vivero	Prepar. Tierra Manual	Plant.	Mant. 1	Mant. 2	Mant. 3	Total Mant.	Costo Total
Salario	79,85	337,22	46,54	198,91	113,37	113,37	425,65	889,26
Seguridad social	11,18	47,21	6,52	27,85	15,87	15,87	59,59	124,50
Materiales	33,19	2,83	142,37	90,73	11,46	11,46	113,65	292,04
Combustibles	1,80	0,68	2,16	1,8	1,80	1,80	5,40	10,04
Lubricantes	0.10	0,24	0,12	0,12	0,12	0,12	0,36	0,82
Amortización	2.50	8,56	8,42	8,42	8,42	8,42	25,26	44,74
Otros Gastos Monetarios			2,05					2,05
Gastos Ind. Producción	18.37	39,86	23,55	18,94	14,56	14,56	48,06	129,84
Gastos Generales. Dirección							73,84	73,84
Costo Total (\$/ha)	146,99	435,60	231,73	346,77	165,60	165,60	751,81	1567,13

Anexo 16- Ahorro expresado en pesos por hectárea dejados de invertir en el establecimiento de una plantación de *P. caribaea* con 1 333 árb/ha.

Elementos	Vivero	Prepar. Tierra Manual	Plant.	Mant. 1	Mant. 2	Mant. 3	Total Mant.	Costo Total
Salario	26,63	112,52	15,52	66,34	37,81	37,81	141,7	296,62
Seguridad social	3,73	15,75	2,18	9,29	5,30	5,30	19,88	41,54
Materiales	11,07	0,95	47,48	30,26	3,83	3,83	37,91	97,41
Combustibles	0,60	0,23	0,72	0,60	0,60	0,60	1,80	3,35
Lubricantes	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,12	0,29
Amortización	0,84	2,96	2,81	2,81	2,81	2,81	8,43	14,94
Otros Gastos Monetarios			0,68					0,68
Gastos Ind. Producción	6,12	13,3	7,85	6,32	4,86	4,86	16,03	43,30
Gastos Generales. Dirección							24,63	24,63
Costo Total (\$/ha)	49,03	145,7	77,28	115,66	55,25	55,25	250,75	522,76

Anexo17 - Costos tecnológicos para el tratamiento silvicultural de 1 hectárea de bosques de *P. caribaea* con 2 000 arb/ha.

Elementos	Limpia	Raleo No.1	Raleo No.2	Raleo No.3	Costo total
Salario	106,60	214,98	247,92	291,64	861,14
Seguridad social	14,92	30,1	34,74	40,83	120,59
Materiales	1,81	2,15	2,15	2,15	8,26
Combustibles	2,52	2,52	2,52	2,52	10,08
Lubricantes	0,12	0,12	0,12	0,12	0,48
Amortización	8,27	8,27	8,27	8,27	33,08
Otros Gastos Monetarios		14,85	12,66	13,05	40,56
Gastos Ind. Producción	9,06	9,06	9,06	9,22	36,40
Gastos Generales. Dirección	5,29	5,29	5,29	5,68	21,55
Costo total (\$/ha)	148,59	287,34	322,73	373,48	1132,14

Anexo 17.1 - Costos tecnológicos para el tratamiento silvicultural de 1 hectárea de bosques de *P. caribaea* con 1 333 arb/ha.

Elementos	Limpia	Raleo No.1	Raleo No.2	Raleo No.3	Costo total
Salario	71,04		165,24	194,38	430,66
Seguridad social	9,92		23,15	27,21	60,28
Materiales	1,21		1,43	1,43	4,07
Combustibles	1,68		1,68	1,68	5,04
Lubricantes	0,08		0,08	0,08	0,24
Amortización	5,51		5,51	5,51	16,53
Otros Gastos Monetarios			8,43	8,70	17,13
Gastos Ind. Producción	6,04		6,03	6,15	18,22
Gastos Generales. Dirección	3,52		3,52	3,92	10,96
Costo total (\$/ha)	99,04		215,10	248,92	563.06

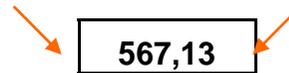
Anexo 18 - Ahorro expresado en pesos por hectárea, dejados de invertir en los tratamientos silvícolas aplicados a una plantación de *P. caribaea* de 1 333 árb/ha.

Elementos	Limpia	Raleo No.1	Raleo No.2	Raleo No.3	Costo total
Salario	35,55		82,72	97,24	215,51
Seguridad social	4,98		11,59	13,62	30,19
Materiales	0,56		0,72	0,72	2,00
Combustibles	0,84		0,84	0,84	2,52
Lubricantes	0,04		0,04	0,04	0,12
Amortización	2,76		2,76	2,76	8,28
Otros Gastos Monetarios			4,26	4,35	8,61
Gastos Ind. Producción	3,02		3,02	3,08	9,12
Gastos Generales. Dirección	1,17		1,17	1,09	3,43
Costo total (\$/ha)	48,92		107,128	123,74	279,79

287,34

279,79

567,13



Anexo 19- Influencia de la Densidad Inicial de árboles por hectárea en el clima local.

Parcelas R a-b-c (1 333

Meses	T.S (°C)	T. H (°C)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°C)	D (mm)	T. del suelo		V. Vient. (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	26,3	25,9	97	24,9	25,8	0,8	24,4	23,0	5,0
Febrero	26,4	26,6	100	26,8	27,4	0,0	23,4	22,3	7,0
Marzo	26,6	26,5	99	25,9	26,5	0,2	23,3	22,7	8,5
Abril	26,3	26,2	99	25,5	26,2	0,2	23,8	23,1	6,5
Mayo	26,1	25,3	94	23,8	25,0	1,6	23,5	23,3	2,0
Junio	28,0	27,0	93	26,3	26,7	2,1	24,7	24,8	1,0
Julio	30,4	30,2	83	27,2	27,3	5,4	26,8	25,5	1,5
Agosto	28,0	26,9	92	26,1	26,6	2,3	25,2	25,0	3,0
Septiembre	29,4	29,2	90	27,7	27,6	3,1	26,9	26,0	5,5
Octubre	27,9	27,8	99	28,0	27,8	0,2	25,8	24,9	4,0
Noviembre	27,7	27,3	97	27,0	27,2	0,9	25,2	24,7	3,0
Diciembre	26,9	26,1	94	25,0	25,9	1,6	23,8	22,2	4,5
PROMEDIO	27,5	27,4	94,8	26,2	28,8	1,5	24,7	23,9	4,0

Parcelas 1 y 10 (1 111 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T.del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	24,0	23,9	99	22,2	23,9	0,2	23,0	22,6	1,0
Febrero	24,6	24,5	100	23,2	24,6	0,0	23,2	22,8	1,5
Marzo	26,0	25,4	95	24,0	25,2	1,2	23,2	22,2	3,0
Abril	27,8	27,5	98	27,4	27,4	0,6	24,2	23,2	2,5
Mayo	27,8	27,6	99	27,6	27,5	0,4	23,6	23,2	1,0
Junio	29,1	29,3	93	27,8	27,8	2,4	25,1	24,7	1,5
Julio	28,0	27,0	93	26,3	26,7	2,1	26,2	25,2	0,5
Agosto	29,0	28,6	94	28,9	28,7	2,2	25,9	25,4	1,0
Septiembre	29,1	28,4	93	28,7	28,2	3,1	25,4	24,8	2,0
Octubre	27,5	27,3	99	27,1	27,2	0,4	24,3	24,3	1,5
Noviembre	26,8	26,9	100	27,5	26,8	0,0	24,6	24,0	1,0
Diciembre	22,2	20,7	87	17,6	20,0	2,5	20,4	20,1	1,0
PROMEDIO	26,8	26,4	95,8	25,7	26,2	1,4	24,1	23,5	1,3

Parcelas 2 y 7 (2 222 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H. (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T. del Suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	25,0	25,0	100	23,8	25,0	0,0	21,0	20,9	1,0
Febrero	25,4	25,4	100	24,4	25,4	0,0	21,8	21,4	1,0
Marzo	26,0	26,0	100	25,2	26,0	0,0	23,4	22,2	3,5
Abril	26,0	26,0	100	25,2	26,0	0,0	21,2	22,6	1,5
Mayo	27,8	27,6	99	27,6	27,5	0,4	23,2	23,0	1,0
Junio	28,7	28,6	96	29,0	28,8	1,7	24,4	24,8	2,0
Julio	29,2	29,0	92	28,8	28,7	2,9	24,8	24,6	2,0
Agosto	28,6	27,9	95	27,9	27,7	1,5	25,9	25,4	2,0
Septiembre	29,2	28,6	91	27,8	27,7	2,7	25,2	24,6	3,5
Octubre	27,4	26,8	95	26,2	26,6	1,3	24,4	24,1	1,5
Noviembre	26,3	26,2	99	25,5	26,2	0,2	24,7	24,3	1,0
Diciembre	22,0	20,9	91	18,0	20,4	1,9	20,3	20,0	1,0
PROMEDIO	2,8	26,7	96,3	25,8	26,3	1,1	23,7	23,2	1,8

Parcelas 3 y 8 (1 333 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	26,0	25,5	96	24,2	25,3	1,0	21,0	20,5	1,0
Febrero	26,0	25,8	98	24,8	25,7	0,4	22,0	21,8	1,0
Marzo	26,1	26,0	99	25,2	26,0	0,2	23,6	22,9	2,0
Abril	27,0	26,4	95	25,5	26,2	1,5	22,8	22,8	0,5
Mayo	27,0	26,9	99	26,6	26,9	0,2	23,0	22,2	0,5
Junio	27,8	27,6	99	27,6	27,5	0,4	23,8	23,2	1,0
Julio	28,0	27,9	99	28,2	27,9	0,2	26,6	25,1	1,0
Agosto	29,7	28,0	88	27,5	27,5	3,8	26,6	25,9	0,5
Septiembre	27,0	27,0	100	26,8	27,0	0,0	24,4	24,0	1,5
Octubre	27,3	27,0	98	26,6	26,9	0,6	24,4	24,2	1,0
Noviembre	24,9	24,5	97	22,9	24,4	0,8	24,0	23,9	1,5
Diciembre	22,1	21,8	92	18,5	23,0	1,7	21,5	21,2	2,0
PROMEDIO	26,6	26,3	96,0	25,4	26,1	0,9	23,6	23,1	1,3

Parcelas 4 y 6 (3 333 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H. (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	d (mm)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	26,3	25,6	95	24,3	25,4	1,4	22,0	21,7	1,0
Febrero	26,6	25,6	92	24,1	25,2	2,0	22,0	21,6	1,5
Marzo	27,7	26,0	88	24,4	25,4	3,5	22,8	22,1	3,5
Abril	26,4	26,3	99	25,6	26,3	0,2	22,4	22,0	2,5
Mayo	27,0	27,0	100	26,8	27,0	0,0	24,2	23,2	1,5
Junio	28,8	28,0	95	28,0	27,8	1,5	24,7	24,7	2,5
Julio	28,8	28,0	94	28,8	27,8	1,8	25,3	24,9	2,0
Agosto	29,0	28,2	93	27,9	27,7	2,2	26,2	25,2	2,5
Septiembre	29,2	28,1	91	27,8	27,7	2,7	25,4	25,0	1,0
Octubre	27,0	26,7	98	26,2	26,6	0,6	24,4	24,3	0,5
Noviembre	26,4	26,2	98	25,4	26,1	0,4	24,7	24,3	2,5
Diciembre	22,2	20,8	88	17,7	20,1	2,4	20,3	20,2	2,0
PROMEDIO	26,9	24,4	95,8	25,7	26,2	1,4	23,7	23,3	2,0

Parcelas 5 v 9 (1666 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T.del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	24,0	23,9	99	22,2	23,9	0,2	23,0	22,6	1.0
Febrero	24,6	24,5	99	23,0	24,5	0,2	23,2	22,8	0.5
Marzo	26,0	25,4	95	24,0	25,2	1,2	23,2	22,2	2.0
Abril	27,8	27,5	98	27,4	27,4	0,6	24,2	23,2	1.5
Mayo	27,8	27,6	99	27,6	27,5	0,4	23,6	23,2	1.0
Junio	29,1	29,3	92	27,8	27,7	2,4	25,1	24,7	0.5
Julio	28,0	27,0	93	26,3	26,7	2,1	26,2	25,2	0.5.
Agosto	29,0	28,6	93	27,9	27,7	2,2	25,9	25,4	1.0
Septiembre	29,1	28,4	92	27,8	27,7	2,4	25,4	24,8	2.0
Octubre	27,5	27,3	99	27,1	27,2	0,4	24,3	24,3	1.5
Noviembre	26,8	26,5	98	25,8	26,4	0,6	24,6	24,0	1.0
Diciembre	21,2	20,7	96	18,1	20,5	0,8	20,4	20,1	1.0
PROMEDIO	26,7	26,6	96	25,4	26,1	0,9	23,4	22,8	1.5

Parcela C-a (1 333 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H. (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	d (mm)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	25,0	25,0	100	23,8	25,0	0,0	22,8	22,6	1,0
Febrero	23,6	23,2	97	21,1	23,0	0,7	21,2	20,2	1,5
Marzo	26,0	24,8	91	22,9	24,4	2,4	23,4	22,2	0,5
Abril	25,6	24,4	91	22,3	23,9	2,3	23,8	22,0	3,0
Mayo	28,8	28,0	94	28,0	27,8	1,8	25,0	24,4	1,0
Junio	30,2	29,4	85	27,3	27,3	5,0	29,2	28,2	1,0
Julio	28,0	27,0	93	26,3	26,7	2,1	25,2	25,2	0,5
Agosto	28,0	27,0	93	26,3	26,7	2,1	25,0	25,0	0,5
Septiembre	27,0	26,6	97	26,0	26,5	0,8	24,0	24,0	1,5
Octubre	26,4	26,0	95	24,9	25,8	1,2	24,3	24,1	2,0
Noviembre	26,6	26,0	95	24,9	25,8	1,2	23,5	23,5	1,5
Diciembre	25,5	24,6	97	23,0	24,5	0,8	23,0	23,0	1,0
PROMEDIO	26,6	26,0	94	24,7	25,6	1,7	24,1	23,9	1,3

Parcela C-b (1 333 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	d (m m)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	24,8	23,8	92	21,6	23,4	1,9	21,4	20,8	0,5
Febrero	27,1	27,0	99	26,7	27,0	0,2	22,0	23,0	1,0
Marzo	26,0	25,0	92	23,3	24,7	2,0	22,4	21,8	2,5
Abril	25,4	25,2	98	24,0	25,2	0,4	23,2	22,0	2,0
Mayo	26,2	26,0	98	25,1	25,9	0,4	24,0	24,0	1,0
Junio	27,0	26,1	93	24,9	25,8	1,8	26,0	25,9	0,5
Julio	28,0	27,6	97	27,5	27,5	0,9	27,0	26,8	2,0
Agosto	28,4	28,0	97	28,2	27,9	0,9	26,2	26,0	1,0
Septiembre	25,4	24,0	89	21,7	23,5	2,7	25,2	25,0	1,5
Octubre	25,7	25,2	96	23,8	25,0	1,0	24,7	24,4	0,5
Noviembre	25,5	25,1	100	23,8	25,0	0,0	23,0	23,0	1,0
Diciembre	25,0	24,0	92	21,9	23,6	1,9	23,5	23,4	1,0
PROMEDIO	26,2	25,6	95,3	24,4	25,4	1,2	24,0	23,9	1,2

Parcela C-c (1 333 arb/ha)

Meses	T.S (°c)	T. H. (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T. del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	23,1	23,0	99	21,0	22,9	0,2	21,4	21,4	10
Febrero	22,0	22,0	100	19,8	22,0	0,0	21,2	20,0	1,5
Marzo	25,2	25,0	99	23,7	24,9	0,2	22	22,6	2,0
Abril	25,0	24,9	99	23,6	24,9	0,2	23,6	21,2	0,5
Mayo	28,2	28,0	99	28,3	28,0	0,4	24,8	24,2	0,5
Junio	30,2	29,8	85	27,3	27,3	5,0	27,0	27,0	1,0
Julio	24,6	24,2	82	21,5	23,3	4,7	24,2	24,0	1,0
Agosto	25,4	25,2	98	24,0	25,2	0,4	25,4	25,3	1,5
Septiembre	27,8	27,6	99	27,6	27,5	0,4	25,8	25,4	1,5
Octubre	27,7	26,6	92	25,6	26,3	2,3	25,4	25,3	0,5
Noviembre	26,1	25,7	97	24,6	25,6	0,8	22,8	22,8	0,5
Diciembre	25,5	24,0	88	21,6	23,4	2,9	22,6	22,2	1,0
PROMEDIO	25,9	25,5	94,8	24,1	25,2	1,5	23,8	23,8	1,0

Parcela G

Meses	T.S (°c)	T. H (°c)	Hr (%)	e (mm)	T _d (°c)	D (mm)	T.del suelo		V. Viento (M/S)
							Prof. (5 cm)	Prof. (10 cm)	
Enero	25,0	24,8	98	23,4	24,7	0,4	21,6	21,2	0,5
Febrero	24,4	24,0	97	22,2	23,9	0,7	22,0	21,8	1,0
Marzo	24,6	23,8	94	21,7	23,5	1,5	21,2	21,2	1,0
Abril	26,0	25,6	97	24,4	25,4	0,8	22,6	22,2	0,5
Mayo	26,2	26,0	98	25,1	25,9	0,4	24,6	24,0	1,0
Junio	27,0	26,2	94	25,1	25,9	1,6	25,0	24,6	0,5
Julio	26,8	26,2	95	25,0	25,9	1,4	25,8	25,2	0,5.
Agosto	27,4	27,4	100	27,4	27,4	0,0	25,4	25,0	1,0
Septiembre	26,2	26,0	98	25,1	25,9	0,4	24,2	24,1	0,5
Octubre	25,9	25,5	97	24,3	25,4	0,8	24,8	24,4	1,0
Noviembre	25,1	25,0	99	23,7	24,9	0,2	24,1	24,0	1,0
Diciembre	25,0	24,0	92	21,9	23,6	1,9	24,1	24,0	1,0
PROMEDIO	25,6	25,4	98	24,3	25,4	0,4	23,8	21,5	0,8

Anexo 20 : Aporte de foliaie en época de seca.

PARCELAS	ESTRATO I															
	ACICULAS				RESTOS Y CONOS				CORTADERA				COPEY			
	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	81,77	66,08	15,59	23,60	33,83	24,61	9,23	37,50	15,1	12,44	6,68	53,60				
1-10 1111 (arb/ha)	159,72	159,61	28,18	17,65	166,43	132,85	33,62	25,31					6,16	5,14	1,02	19,84
2-7 2222 (arb/ha)	298,04	193,13	104,91	54,32	72,06	59,86	12,2	20,38					89,77	75,71	14,00	18,49
3-8 1333 (arb/ha)	106,08	82,99	23,09	2,82	248,05	131,23	116,82	127,12	22,99	16,95	6,04	35,63				
4-6 3333 (arb/ha)	138,05	109,43	28,62	26,15	93,29	74,37	17,22	23,15	7,57	6,39	1,18	18,47				
5-9 1666 (arb/ha)	164,3	136,16	29,87	21,93	12,69	102,23	24,50	23,96								
G a-b-c 1333 (arb/ha)	128,29	101,36	25,83	25,48	102,21	63,1	39,14	62,02					8,62	5,01	3,61	72,05

Continuación- Anexo 20.

	ESTRATO I															
	B. PARRAGA				CORDOBAN GRANDE				BEJUCO AZUL				BIJAGUARA			
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	2,00	0,87	1,13	129,8												
1-10 1111 (arb/ha)	8,2	6,05	2,15	35,54												
G					44,03	25,69	18,34	71,38	39,66	4,78	34,88	729,70	7,22	5,55	1,67	30,09
	GUARA				MACURIJE				PAJON							
2- 7 2222 (arb/ha)									7,49	6,21	1,28	20,61				
C 3-8 1333 (arb/ha)					149	1,10	0,49	44,54								
G	6,64	5,34	1,30	24,34	5,05	2,70	2,35	87,04								

Continuación- Anexo 20.

PARCELAS	ESTRATO I															
	BEJUCO Azul				HELECHO RM				HELECHO RIO				CORDOBAN PEQUEÑO			
	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)	PH	PS	H	H(%)
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	6,61	5,18	1,43	2,60	3,9	0,50	3,40	680	5,32	3,9	1,42	36,41				
1-10 (1111 (arb/ha)													7,64	5,81	1,83	31,32
2-7 2222 (arb/ha)													3,98	2,54	1,44	56,70
3-8 1333 (arb/ha)									7,85	4,37	3,48	79,63				
5-9 1666 (arb/ha)													14,88	13,89	0,99	7,13
G a-b-c 1333 (arb/ha)													2,61	2,04	0,57	27,94
G													44,03	4,99	39,04	4,01

Continuación- Anexo 20.

	ESTRATO I																
	BEJUCO COLORADO				CAFETILLO				OCUJE								
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	5,14	2,17	0,97	44,70													
1-10 1111 (arb/ha)					19,75	16,65	3,10	18,62									
2-7 2222 (arb/ha)	19,45	11,55	3,77	32,64	9,80	6,70	3,10	46,26									
3-8 1333 (arb/ha)	14,97	11,35	3,80	33,48													
4-6 3333 (arb/ha)	49,79	36,60	13,19	36,03	53,95	44,47	9,48	21,32									
5-9 1666 (arb/ha)	29,39	14,03	15,36	109,47	1,60	1,31	0,29	22,14									
G a-b-c 1333 (arb/ha)	7,64	6,74	0,90	13,35	13,65	9,73	4,23	43,47	1,43	1,22	0,21	17,21					

Continuación- Anexo 20.

	SEMI DESCOMPUESTA				HUMUS			
	PH	PS	H	H %	PH	PS	H	H %
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	358,05	308,74	49,31	15,97	260,84	205,12	55,72	27,16
1-10 1111 (arb/ha)	1023,28	694,72	328,56	48,00	579,71	444,9	134,81	30,30
2- 7 2222 (arb/ha)	485,01	332,80	152,21	45,73	612,19	450,67	161,52	35,84
3-8 1333 (arb/ha)	1272,05	792,23	479,82	60,57	879,22	425,29	453,93	106,73
4-6 3333 (arb/ha)	982,07	700,24	281,83	40,24	993,67	537,18	456,49	85,00
C 5-9 1666 (arb/ha)	551,18	420,02	131,16	31,23	764,12	519,60	244,52	47,06
G a-b-c 1333 (arb/ha)	1748,98	643,24	1105,74	171,90	1157,14	532,31	624,83	117,38
G	505,20	309,80	195,40	63,07	1554,56	1353,81	200,75	14,83

Continuación- Anexo 21.

PARCELAS	ESTRATO I											
	HELECHO De RIO				MACURIJE				PAJON			
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	4,05	2,49	1,56	62,65								
1-10 1111 (arb/ha)												
G	5,09	3,69	1,39	37,69	4,95	3,09	1,86	60,19	3,18	0,58	2,61	452,20
	CORDOBAN PEQUEÑO				BEJUCO COLORADO				CAFETILLO			
1-10 1111 (arb/ha)					0,44	0,33	0,11	18,53	10,94	9,23	1,71	18,78
2- 7 2222 (arb/ha)	4,00	3,37	0,63	18,82								
C 3-8 1333 (arb/ha)					2,17	1,90	0,28	14,75	8,81	7,46	1,35	18,16
4-6 3333 (arb/ha)					6,45	5,06	1,39	27,58				
G a-b-c 1333 (arb/ha)					1,58	1,32	0,26	19,43	12,76	9,85	2,91	29,55
G					1,58	1,32	0,26	19,43				

Continuación- Anexo 21.

PARCELAS	ESTRATO I											
	YAGRUMÓN				PUMARROSA				COPEY			
1-10 1111 (arb/ha)									36,44	32,43	4,01	12,38
2-7 2222 (arb/ha)					22,59	2,11	0,48	22,85				
3-8 1333 (arb/ha)	66,4	52,43	13,93	26,64								
G a-b-c 1333 (arb/ha)					10,86	4,43	6,43	144,99	4,97	3,97	0,99	25,16

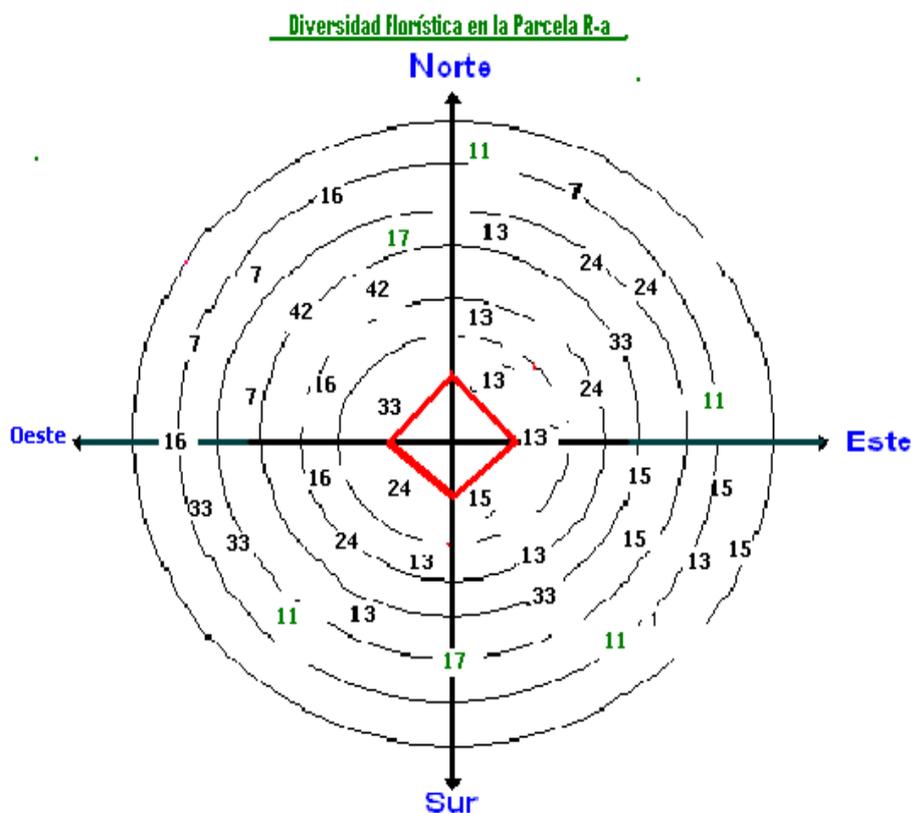
Continuación- Anexo 21.

SEMI DESCOMPUESTA				
	PH	PS	H	H %
R 1-2-3 1333 (arb/ha)	13,79	12,95	0,83	6,42
1-10 1111 (arb/ha)	17,68	13,10	4,58	34,95
2- 7 2222 (arb/ha)	14,90	13,28	1,62	12,22
3-8 1333 (arb/ha)	18,27	14,43	3,84	26,61
4-6 3333 (arb/ha)	5,77	4,85	0,92	18,97
5-9 1666 (arb/ha)	11,49	9,41	2,08	22,08
G a-b-c 1333 (arb/ha)	23,09	19,52	3,58	20,19
G	47,46	41,81	5,64	13,50

Anexo 22- Diversidad Florística.

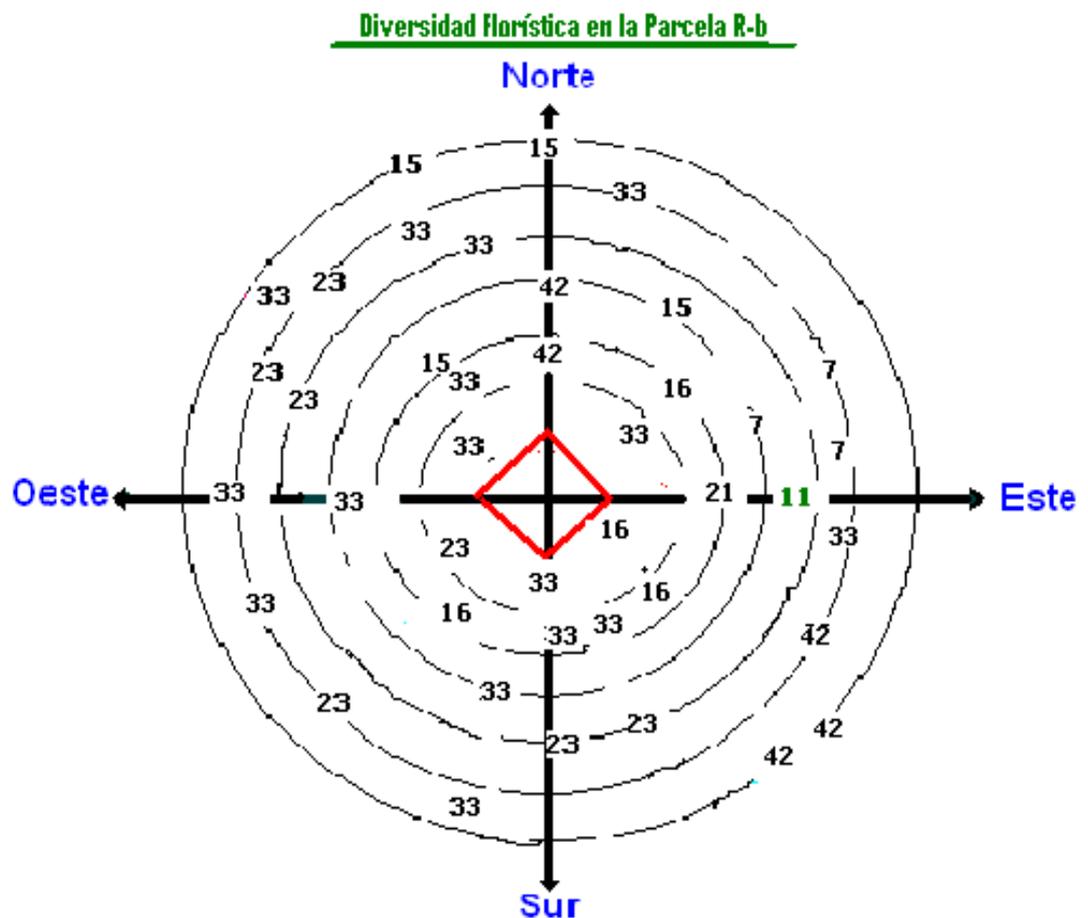
Diversidad Florística en la Parcela R-a (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	3
Estrato arbustivo			
13	Spathodea campanulata	Roble mexicano	2
Estratos Herbáceo			
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	1
13	Spathodea campanulata	Roble mexicano	1
15	Casearia hirsuta	Raspa lengua	1
24	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	1
33	Paspalum vergatun	Cortadera	1
42	Psidium salutare	Guayabita del Pinar	1
Lianas			
16	Nephrolepis ssp.	Helecho	1
17	Odontosoria wrightiana	Bejuco parra	1



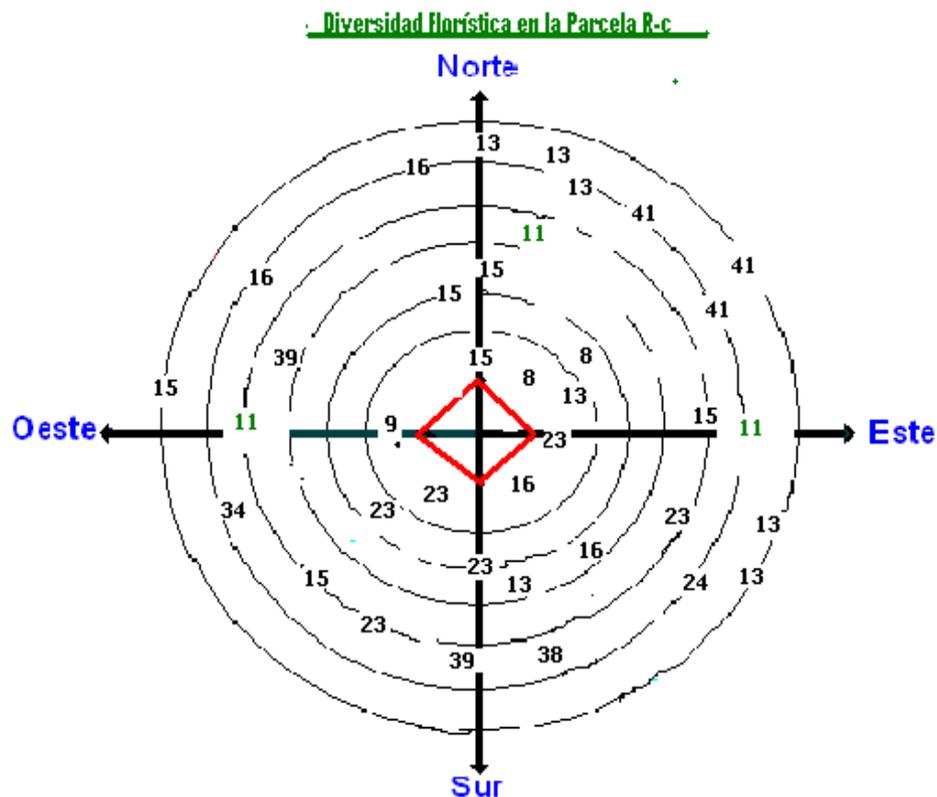
Diversidad Florística en la Parcela R-b.

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2
Estratos Herbáceo			
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	1
15	Casearia hirsuta	Raspa lengua	2
23	Lygodium cubensis	Helecho de río	2
24	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	2
33	Paspalum vergatun	Cortadera	3
42	Psidium salutare	Guayabita del Pinar	1
Lianas			
16	Nephrolepis ssp.	Helecho	1



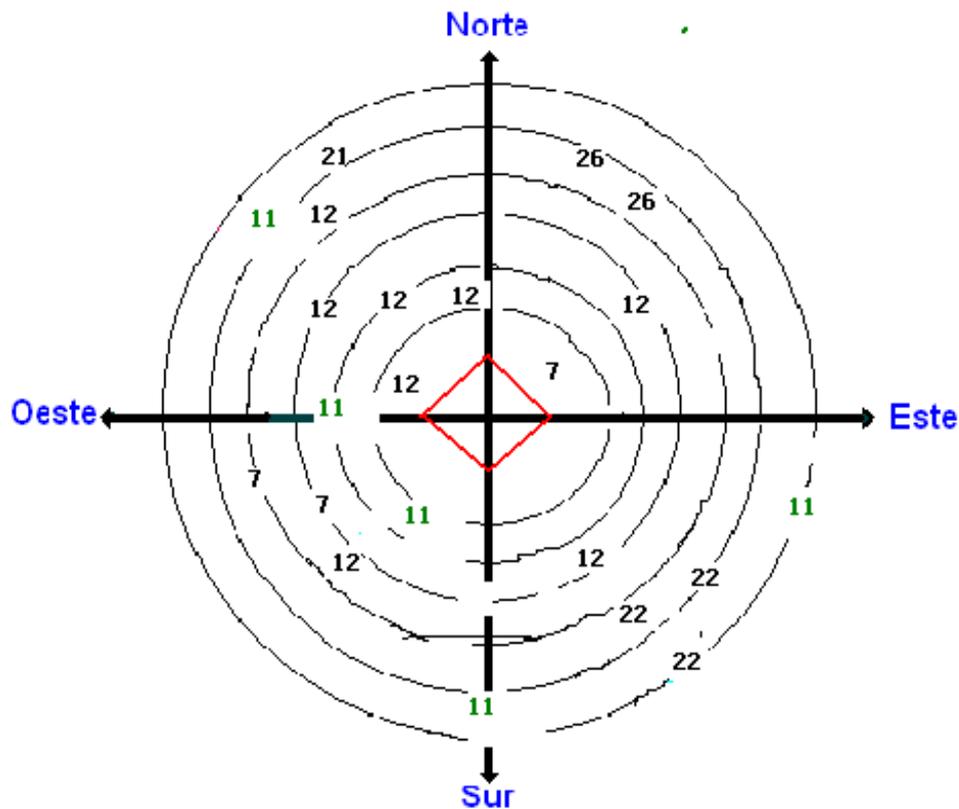
Diversidad Florística en la Parcela R-c.

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	3
Estrato arbustivo			
13	Spathodea campanulata	Roble mexicano	2
Estratos Herbáceo			
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
13	Spathodea campanulata	Roble mexicano	2
15	Casearea hirsuta	Raspa lengua	1
23	Lygodium cubensis	Helecho de río	2
24	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	1
Lianas			
16	Nephrolepis ssp.	Helecho	1
41	Cassytha filiformis	Bejuco fideo	1



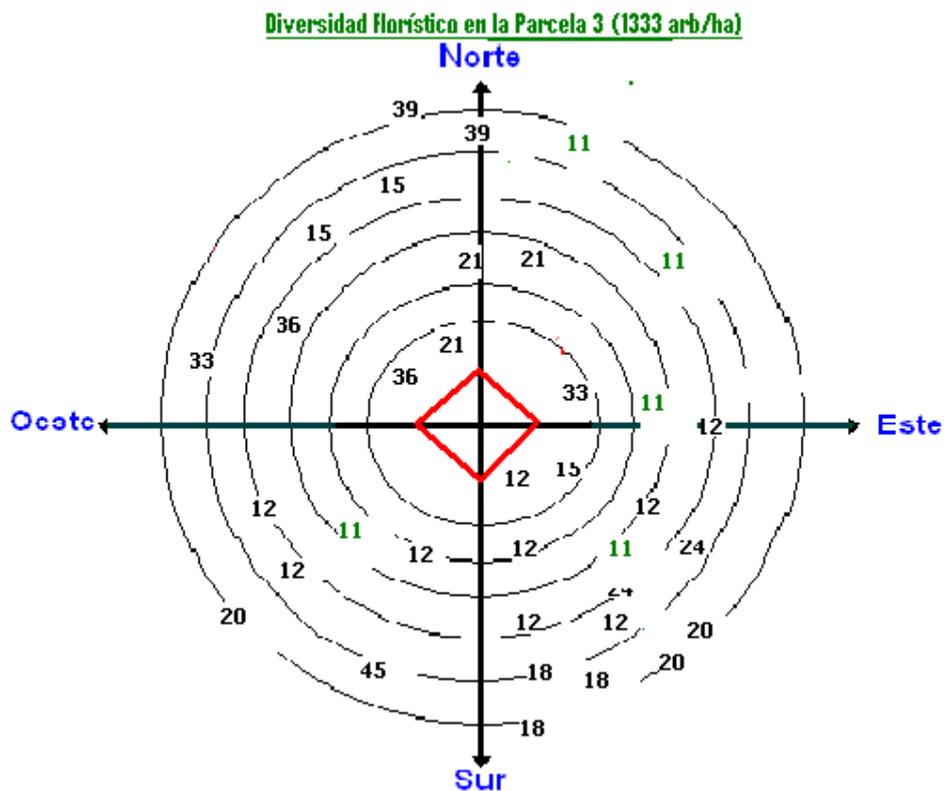
Diversidad Florística en la Parcela 2 (2222 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2-3
Estrato arbustivo			
15	Casearia hirsuta	Raspa lengua	1
22	Chrysobalanus icaco	Icaco	1
Estratos Herbáceo			
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	1
21	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	1
26	Byrsonima crassifolia	Peralejo del pinar	2
Lianas			
12	Davilla rugosa	Bejuco colorado	2

Diversidad Florística en la Parcela 2 (2222 arb/ha).

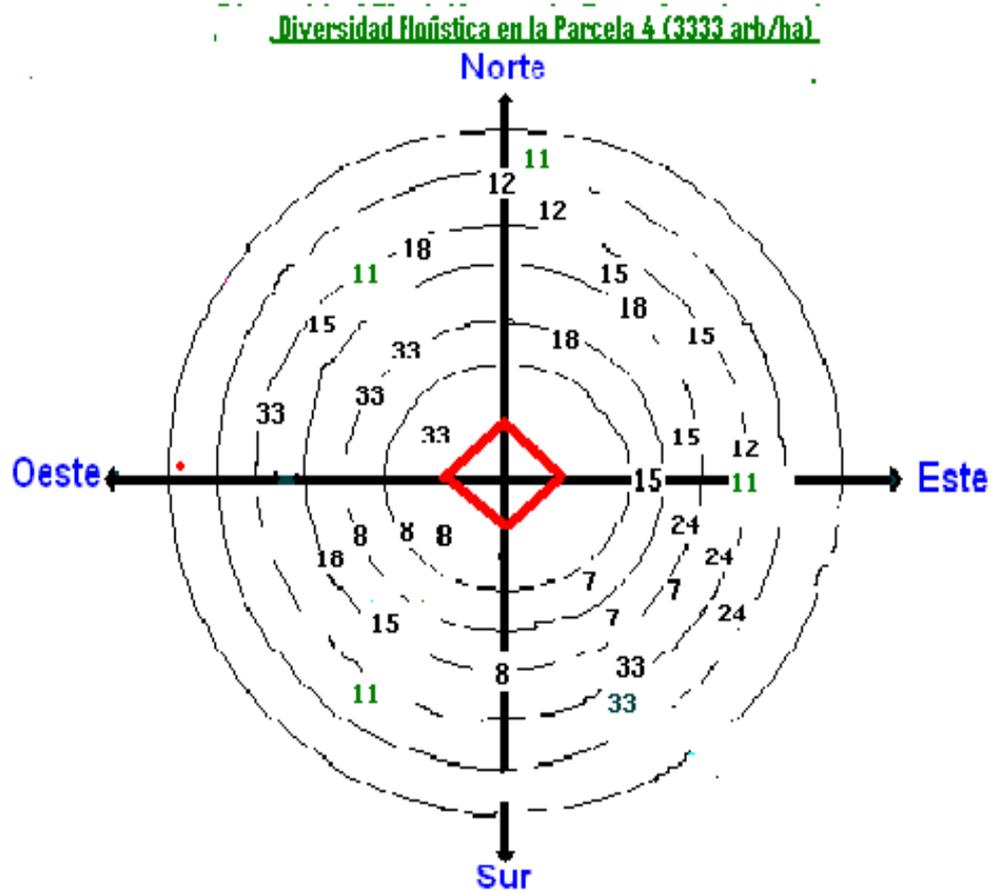
Diversidad Florística en la Parcela 3 (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	3
Estrato arbustivo			
15	Casearea hirsuta	Raspa lengua	1
39	Pithecellobium abovale	Encinillo	1
Estratos Herbáceo			
15	Casearia hirsuta	Raspa lengua	1
21	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	2
24	Andropogum virginicum	Pajón hembra	1
33	Paspalum vergatun	Cortadera	2
36	Clidemia hirta	Cordobán peludo	2
45	Parathesis cubana	Agracejo	1
20	Casearia sylvestris	Sarnilla	2
18	Alsophilia myosuroides	Rabo de Mono	1
Lianas			
12	Davilla rugosa	Bejuco colorado	2



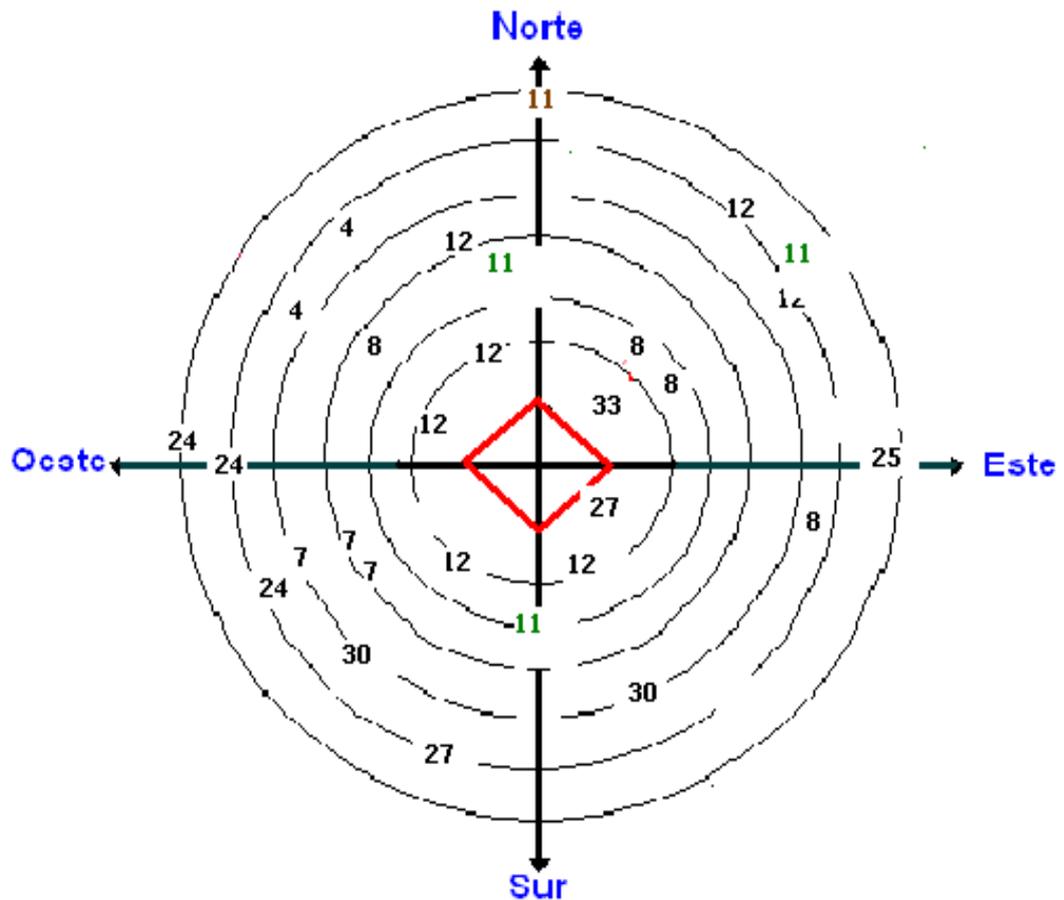
Diversidad Florística en la Parcela 4 (3 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2
Estrato arbustivo			
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2
Estratos Herbáceo			
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	2
15	Casearea hirsuta	Raspa lengua	1
18	Alsophilia myosuroides	Rabo de Mono	1
24	Andropogum virginicum	Pajón hembra	1
33	Paspalum vergatun	Cortadera	3
Lianas			
12	Davilla rugosa	Bejuco colorado	2



Diversidad Florística en la Parcela 5 (1 666 arb/ha).

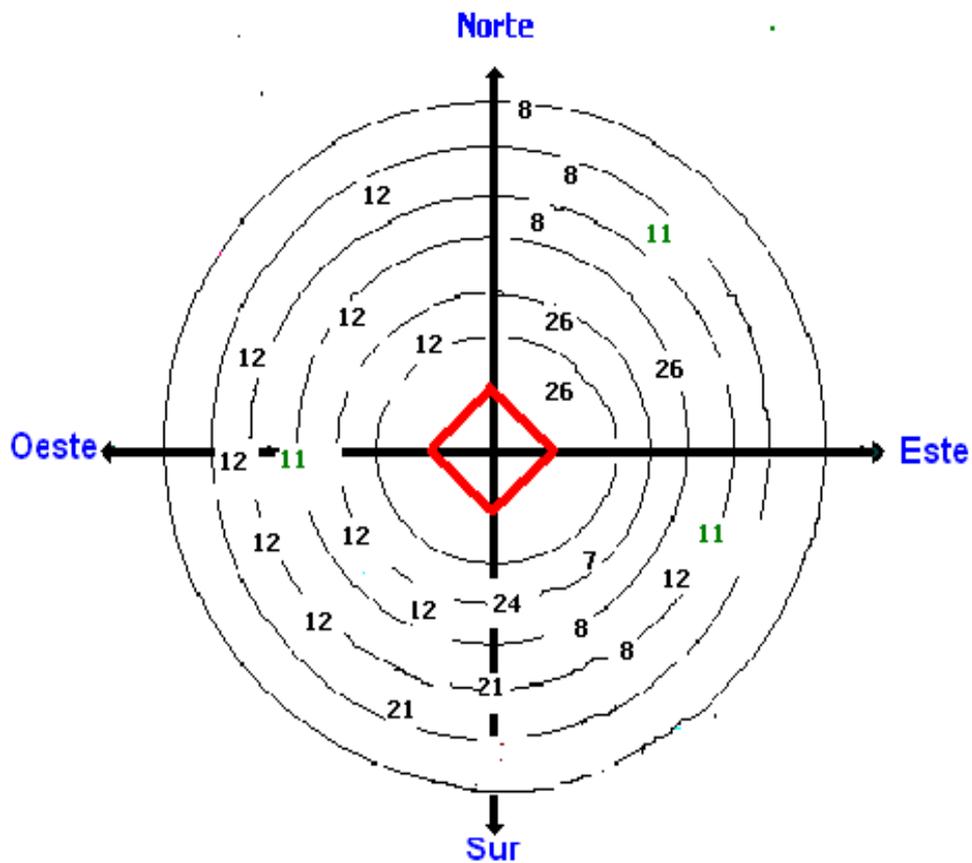
No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	2
Estrato arbustivo			
4	<i>Xylopia oromatica</i>	Malagueta	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i> Sw.	Cafetillo	2
Estratos Herbáceo			
7	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	2
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
24	<i>Andropogum virginicum</i>	Pajón hembra	2
27	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	1
30	<i>Eugenia faramaeoides</i>	Eugenia	1
33	<i>Paspalum vergatun</i>	Cortadera	2
Lianas			
12	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	1

Diversidad Florística en la Parcela 5 (1666 arb/ha)

Diversidad Florística en la Parcela 6 (3 333 arb/ha).

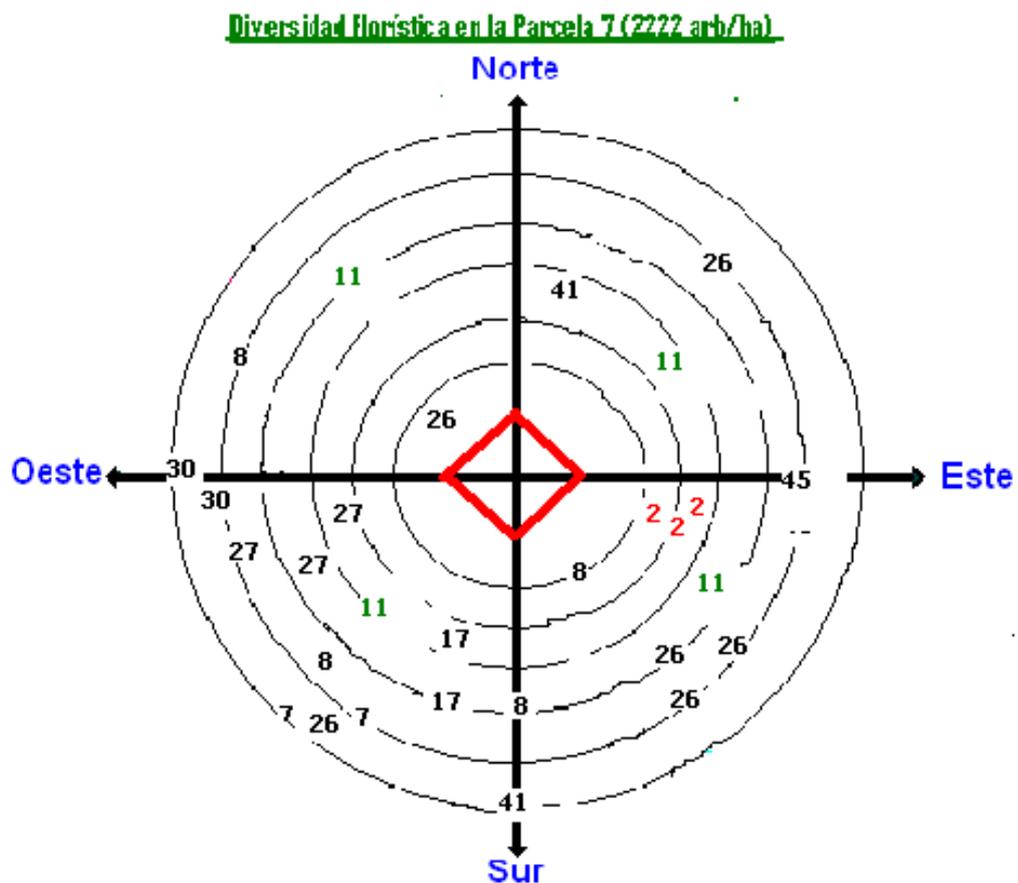
No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2
Estrato arbustivo			
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2
Estratos Herbáceo			
1	Matayba apetala S	Macurije	1
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	1
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
21	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	1
24	Andropogum virginicum	Pajón hembra	1
26	Byrsonima crassifolia	Peralejo del pinar	1
Lianas			
12	Davilla rugosa	Bejuco colorado	2

Diversidad Florística en la Parcela 6 (3333 arb/ha)



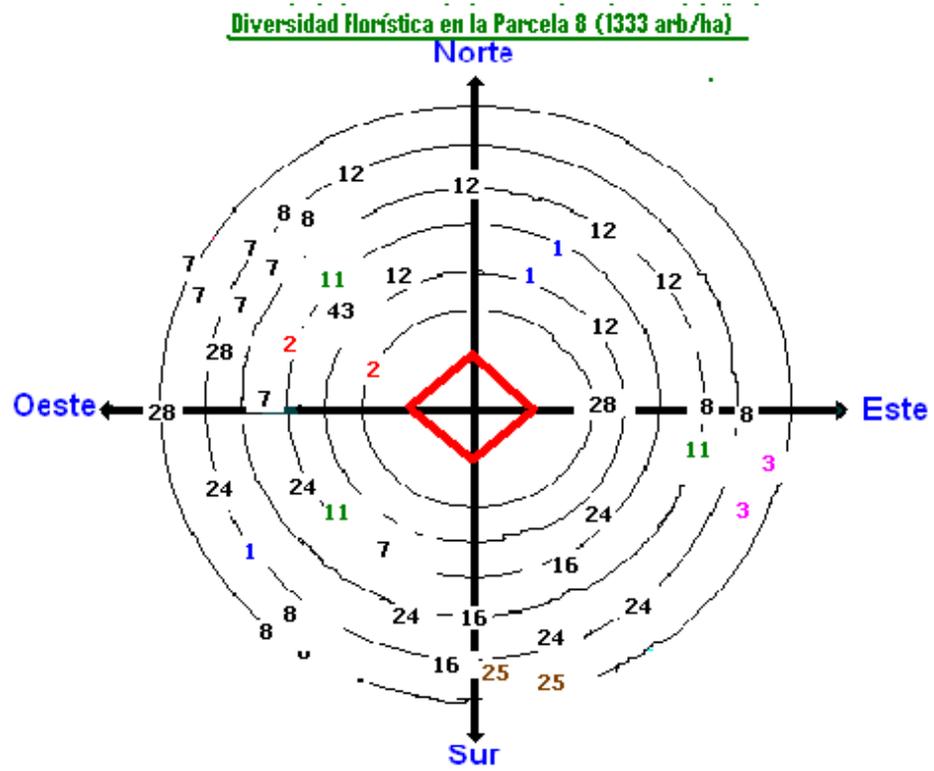
Diversidad Florística en la Parcela 7 (2 222 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2
Estrato arbustivo			
2	Clusia rosea Jacq.	Copey	2
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
Estratos Herbáceo			
2	Clusia rosea	Copey	1
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	2
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2
26	Byrsonima crassifolia	Peralejo del pinar	2
27	Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1
45	Parathesis cubana	Agrancejo	1
Lianas			
17	Odontosoria wrightiana	Bejuco parra	1
41	Cassytha filiformis	Bejuco fideo	1



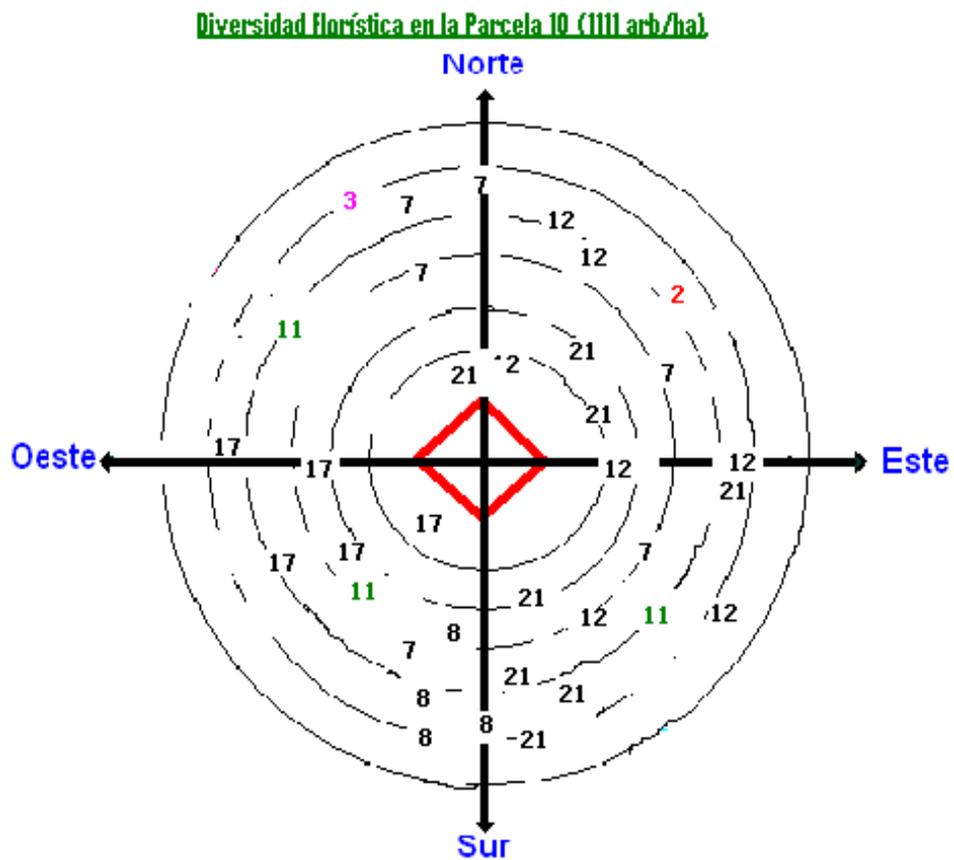
Diversidad Florística en la Parcela 8 (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	3
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
3	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	1
Estrato arbustivo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
2	<i>Clusia rosea</i>	Copey	1
3	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	1
14	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
28	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1
Estratos Herbáceo			
7	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1
25	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	1
28	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
24	<i>Andropogum virginialis</i>	Pajón hembra	1
Lianas			
16	<i>Smilax havanensis</i>	Bejuco alambriillo	1
12	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	2
Epifitas			
43	<i>Thillansea habanensis</i>	Curujey	1



Diversidad Florística en la Parcela 10 (1 111 arb/ha).

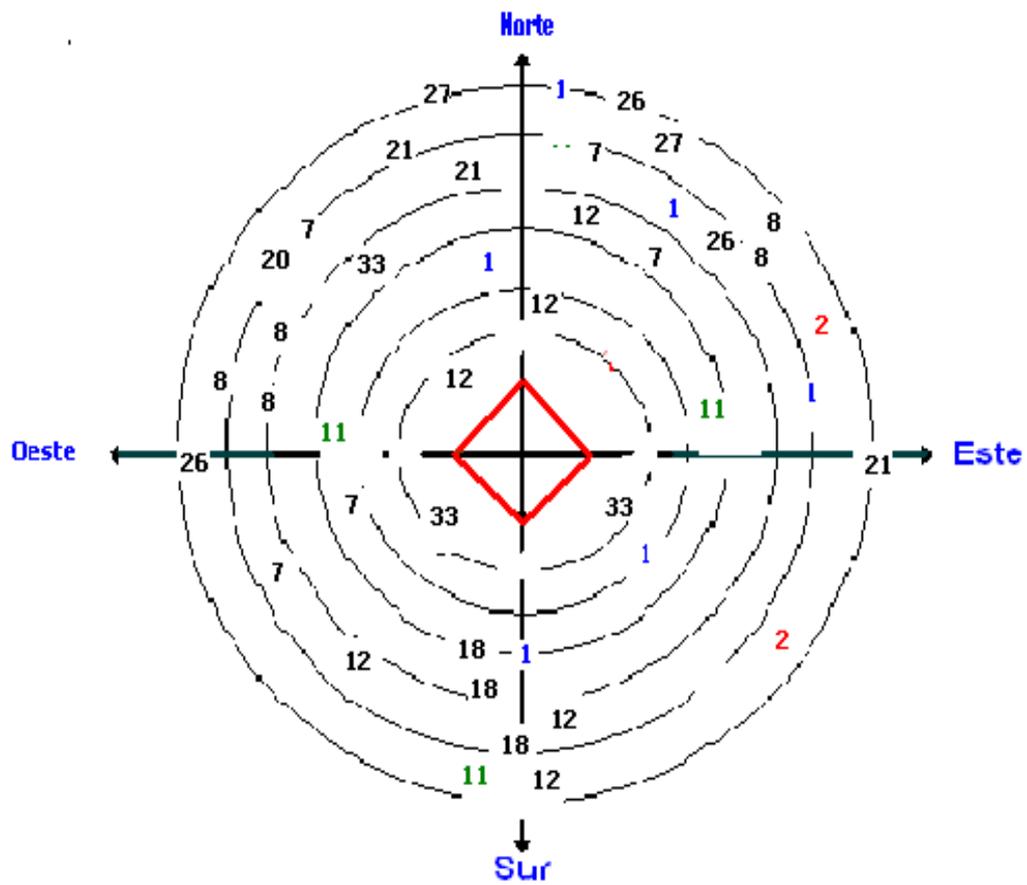
No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	Pinus caribaea Morelet	Pino macho	2
Estrato arbustivo			
2	Clusia rosea	Copey	2
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
Estratos Herbáceo			
3	Didymopanax morototoni	Yagrumón	1
7	Tetrazygia bicolor	Cordobancillo	2
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2
21	Sorghastrum stipoides	Pajón macho	2
Lianas			
12	Davilla rugosa	Bejuco colorado	2
17	Odontosoria wrightiana	Bejuco parra	1



Diversidad Florística en la Parcela G-a (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	3
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3
2	<i>Clusia rosea</i>	Copey	2
Estrato arbustivo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3
2	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Copey	2
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
18	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de Mono	2
Estratos Herbáceo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2- 3
7	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
20	<i>Casearea sylvestris</i>	Sarnilla	1
18	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de Mono	2
21	<i>Sorghastrum stipoides</i>	Pajón macho	2
26	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo del pinar	1
27	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	1
33	<i>Paspalum vergatun</i>	Cortadera	2
Lianas			
12	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	2

Diversidad Florística en la Parcela G-a (1333 arb/ha).



Diversidad Florística en la Parcela G-b (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	3
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
32	<i>Andira inermi</i>	Yaba	1
Estrato arbustivo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
2	<i>Clusea rosia</i>	Copey	2
6	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	1
9	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Guara americana	1
18	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de Mono	1
20	<i>Casearia sylvestris</i>	Sarnilla	1
35	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i>	Huevo de gallo	1
Estratos Herbáceo			
20	<i>Casearia sylvestris</i>	Sarnilla	1
25	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	1
26	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo del pinar	1
28	<i>Citharexylum fruticosum</i> L	Canilla de Venado	1
45	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	
Lianas			
12	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	2
Epifitas			
43	<i>Thillansea habanensis</i>	Curujey	1

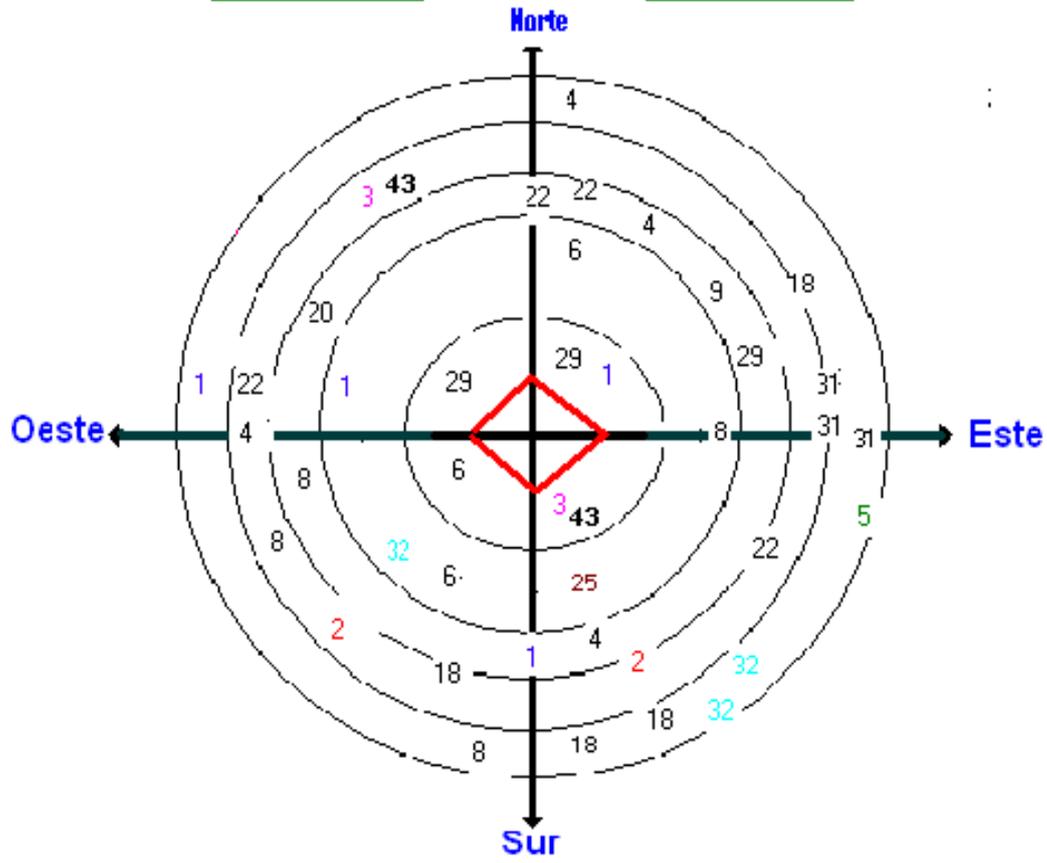
Diversidad Florística en la Parcela G-c (1 333 arb/ha).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
11	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	2-3
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
32	<i>Andira inermis</i>	Yaba	1
3	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	1
Estrato arbustivo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2
2	<i>Clusia rosea</i>	Copey	1
5	<i>Calophyllum pineterum</i>	Ocuje	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1
9	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	1
37	<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoni hembra	1
18	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de Mono	2
Estratos Herbáceo			
1	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	4
2	<i>Clusea rosea</i>	Copey	1
7	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2
9	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	1
18	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de Mono	2
23	<i>Lygodium cubensis</i>	Helecho de río	1
31	<i>Loira lalifolia</i>	Tibisi	1
37	<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoni hembra	1
25	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	1
20	<i>Casearia sylvestris</i>	Sarnilla	2
Lianas			
12	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	1
29	<i>Cocosylum guionensis</i>	Bejuco azul	1

Diversidad Florística en la Parcela G.

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Abundancia Cobertura
Estratos Arbóreo			
1	Matayba apetala	Macurije	3
2	Clusia rosea	Copey	3
4	Xylopia aromatica	Malagueta	2
5	Calophyllum pineterum	Ocuje	2
6	Conostegia xalapensis	Cordobán grande	2
9	Cupania glabra	Guara americana	2
32	Andira inermis	Yaba	2
Estrato arbustivo			
1	Matayba apetala	Macurije	3
2	Clusia rosea	Copey	
4	Xylopia aromatica	Malagueta	2
6	Conostegia xalapensis	Cordobán grande	2
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
9	Cupania glabra	Guara americana	1
20	Casearia sylvestris	Sarnilla	1
18	Alsophilia myosuroides	Rabo de Mono	1
22	Chrysobalanus icaco	Icaco	1
25	Guarea guidonia	Yamao	2
Estratos Herbáceo			
1	Matayba apetala	Macurije	2
4	Xylopia aromatica	Malagueta	1
5	Calophyllum pineterum	Ocuje	1
8	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1
22	Chrysobalanus icaco	Icaco	1
31	Loira lalifolia	Tibisi	1
Lianas			
29	Cocosylum guionensis	Bejuco azul	1

Diversidad Florística en la Parcela del Bosque de Galería



Anexo 23- Diversidad Florística en áreas naturales de *Pinus caribaea* Morelet.

Parcela 1

No .	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
1	Arboreo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	7. 50	2
2		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	7,00	
3		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	6	
4	Arbustivo	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	2. 00	1
5		<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1. 50	
6		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	2. 00	2
7		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	2. 00	
8		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	1. 50	
9		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	3. 00	
10		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	2,00	
11		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	3. 50	
12		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	1. 50	
13		Herbaceo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	0,50
14	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet		Pino hembra	0,30	
15	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet		Pino hembra	0,90	
16	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet		Pino hembra	1,00	
17	<i>Hypericum stypheliodes</i>		Hierba de verraco	1. 00	1
18	<i>Brya ebenus</i>		Granadillo	0. 50	1
19	<i>Brya ebenus</i>		Granadillo	0. 70	
20	<i>Hypericum stypheliodes</i>		Hierba de verraco	1. 00	2
21	<i>Hypericum stypheliodes</i>		Hierba de verraco	1. 00	
22	<i>Cladonia</i> spp.		Lanas de tierra	Colonia	4
23	Lianas	<i>Cassytha filiformis</i>	Bejuco fideo		3

Parcela 2

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
1	Arboreo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	9.50	4
2		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	8.50	
3		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	10.50	
4		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	8.50	
5		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	7.00	
6		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	9.00	
7	Arbustivo	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.50	1
10		<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo del pinar	2.00	2-3
11		<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo del pinar	1.50	
12		<i>Byrsonima crassifolia</i> L	Peralejo del pinar	1.50	
15		<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	2.00	2
16		<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1.50	
17		<i>Myrica cerifera</i>	Arraigan	2.00	2
18		<i>Myrica cerifera</i>	Arraigan	2.50	
19			Agrancejo	1.50	1
20		<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	2.00	1
21		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	2.00	3
22		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	2.00	
23		<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	1.50	

Parcela 2 - Continuación

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.	
24	Herbaceo	Bourreria succulenta J	Jasmin de Pinar	2.00	3	
25		Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1.50		
26		Clidemia hirta	Cordobán peludo	1.50	1	
27		Byrsonima crassifolia	Peralejo del pinar	0,80	1	
28		Clidemia hirta	Cordobán peludo	0,90	1	
29		Hypericum stypheliodes	Hierba de verraco	0.70	3	
30		Hypericum stypheliodes	Hierba de verraco	1.00		
31		Hypericum stypheliodes	Hierba de verraco	1.00		
32		Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1.00	3	
33		Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1.00		
34		Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1.00		
35		Calophyllum pineterum	Ocuje	1,00	1	
36		Brya ebenus	Granadillo	0,50	1	
37		Lianas	Cassytha filiformis	Bejuco fideo		2

Parcela 3

Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
Arboreo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	8.50	2-3
	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	5.00	
	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	8.00	
	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	5.00	
	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	8.50	
	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	7.00	
	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5.50	2
	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	7.50	
	<i>Clusia rosea</i>	Copey	5,50	1
Arbustivo	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin del pinar	1,30	1
	<i>Myrica cerifera</i>	Araigán	3,00	1
	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	1.51	1
	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	4.00	
	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	2.00	2
	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.50	
	<i>Myrica cerifera</i>	Arraigán	2.00	2
	<i>Myrica cerifera</i>	Arraigán	1,50	
	<i>Clusia rosea</i>	Copey	5,00	2
	<i>Clusia rosea</i>	Copey	3,50	
	<i>Zysyguim jambos</i>	Pumarrosa	4,50	1
	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	3,00	1
	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	2,50	1
<i>Zysyguim jambos</i>	Pumarrosa	5.00	1	
Herbaceo	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	0,95	1
	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	0.50	
	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	0,50	1
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de pinar	0,30	1
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de pinar	0,50	
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de pinar	0,90	
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Lana de tierra		3	
Lianas	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	2 colonias	1
	<i>Smilax havanensis</i>	Alambrillo	1 colonia	2

Parcela 4

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert
1	Arboreo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	8.00	3
2		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	6.50	
3		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	9.00	
4		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	7.50	
5		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	6.00	
6		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	5.50	1
7		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	7.50	2
8		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	6.00	
9		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	5,50	
10		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	5,50	
11	Arbustivo	<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin del pinar	1,50	1
12		<i>Myrica cerifera</i>	Araigan	3,00	1
13		<i>Myrica cerifera</i>	Araigan	2,50	
14		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	4,50	2
15		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	5,00	
16		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino macho	4,50	
17		<i>Clusia rosea</i>	Copey	4,00	1
18		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	3,50	1
19		<i>Quercus oleoides</i>	Encino	5,00	
20		<i>Brya ebenus</i>	Granadillo	2,00	1
21	<i>Brya ebenus</i>	Granadillo	0,90		
22	Herbaceo	<i>Calophyllum pineterum</i>	Granadillo	0,50	1
23		<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1,00	
24		<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.00	1
25		<i>Sorghastrum stipoides</i>	Pajón macho	0.50	
26	Lianas	<i>Cassytha filiformis</i>	Bejuco fideo		2
27		<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado		2

Parcela 5

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
1	Arboreo	<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	13,00	1
2		<i>Pinus tropicalis</i> Morelet	Pino hembra	10,00	
3		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	11,00	1
4		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	12,50	
5		<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	9,00	2
6		<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	10,00	
7		<i>Clusia rosea</i>	Copey	6,50	2
8		<i>Clusia rosea</i>	Copey	6,00	
		<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	8,50	1
9		<i>Clusia rosea</i>	Copey	8,50	1
10		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	5,50	1
11		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	7,00	
13		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	6,50	
14	Arbustivo	<i>Bouyeria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	1,50	1
15		<i>Myrica cerifera</i>	Araigan	2,00	1
16		<i>Myrica cerifera</i>	Araigan	2,50	
17		<i>Clusia rosea</i>	Copey	3,50	1
18		<i>Clusia rosea</i>	Copey	4,00	
19		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	2,50	1
20		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3,00	
21		<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3,00	1
		<i>Xylopia aromatica</i>	Malagueta	5,00	1
22		<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoni macho	2,50	1
23		<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	1,50	2
		<i>Calophyllum pineterum</i>	Ocuje	4,00	1
		<i>Pithecellobium abovale</i>	Encinillo	3,50	1
24	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	1,50	1	
25	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3,50	1	
26	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	3,00	1	
27	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	0,60		
28	<i>Clusia rosea</i>	Copey	0,50	1	
29	<i>Clusia rosea</i>	Copey	0,80		
30	herbaceo	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1,00	1
31		<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	0,50	1
32		<i>Paspalum virgatum</i>	Cortadera	0,25	1
33		<i>Sorghastrum stipoides</i>	Pajón macho	0,30	1
34		Lianas	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado	

Parcela 6

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
1	Arboreo	Pinus tropicalis Morelet	Pino hembra	13,00	1
2		Pinus tropicalis Morelet	Pino hembra	10,00	
3		Pinus caribaea Morelet	Pino Macho	11,00	3
4		Pinus caribaea Morelet	Pino Macho	12,50	
5		Pinus caribaea Morelet	Pino Macho	9,00	
6		Pinus caribaea Morelet	Pino Macho	10,00	
7		Clusia rosea	Copey	6,50	2
8		Clusia rosea	Copey	6,00	
9		Clusia rosea	Copey	8,50	
10		Conostegia xalapensis	Cordobán grande	5,50	2
11		Conostegia xalapensis	Cordobán grande	7,00	
12		Didymopanax morototoni	Yagrumón	9,00	1
13		Zysyguim jambos	Pumarrosa	5,50	1
14		Guarea guidonia	Yamao	7,00	1
15		Calophyllum pineterum	Ocuje	5,00	1
16	Arbustivo	Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1,50	1
17		Myrica cerifera	Araigan	2,00	1
18		Myrica cerifera	Araigan	2,50	
19		Clusia rosea	Copey	3,50	2
20		Clusea rosea	Copey	4,00	
21		Conostegia xalapensis	Cordobán grande	2,50	1
22		Conostegia xalapensis	Cordobán grande	3,00	
23		Clidemia hirta	Cordobán peludo	1,50	2

Parcela 6 - Continuación

No.	Estratos	Nombre Científico.	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
24	Arbustivo	Clidemia hirta	Cordobán peludo	1,50	2
25		Amaioua corymbosa	Cafetillo	3,00	1
26		Alibertia edulis	Pitajoni hembra	2,50	1
27		Chrysobalanus icaco	Icaco	2,00	2
28		Chrysobalanus icaco	Icaco	1,50	
29		Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	2,50	1
30		Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	2,00	
31		Pithecellobium abovale	Encinillo	3,50	1
32		Pithecellobium abovale	Encinillo	5,00	
33		Matayba apetala	Macurije	4,50	1
34		Matayba apetala	Macurije	3,50	
35		Xylopia aromatica	Malagueta	5,00	1
36		Xylopia aromatica	Malagueta	4,50	
37		Quercus oleoides	Encino	3,00	1
38	Herbaceo	Clidemia hirta	Cordobán peludo	1,00	1
39		Henriettella ekmanii	Cordobán grande	0,50	1
40		Paspalum vergatun	Cortadera		2
41		Zysyguim jambos	Pumarosa	Colonia	3
42		Andropogum virginalis	Pajón hembra		1
43	Leanas	Davilla rugosa	Bejuco colorado		1

Parcela 7

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
1	Arboreo	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	11,50	3
		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	10,00	
2		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	12,00	
3		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	9,00	
4		<i>Pinus caribaea</i> Morelet	Pino Macho	10,00	
5		<i>Clusia rosea</i>	Copey	6,00	2
6		<i>Clusia rosea</i>	Copey	5,50	
7		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	6,00	1
8		<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	5,50	
9		<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	9,50	1
10		<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	7,50	
11		<i>Zysyguim jambos</i>	Pumarrosa	5,50	1
12	<i>Calophyllum pineterum</i>	Ocuje	5,50	1	
13	Arbustivo	<i>Myrica cerifera</i>	Araigán	3,50	1
14		<i>Myrica cerifera</i>	Araigán	2,50	
15		<i>Clusia rosea</i>	Copey	3,50	1
16		<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	3,00	1
17		<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	2,50	1
18		<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3,00	1
19		<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2,50	
20		<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	3,50	1
21		<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	2,50	
22		<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	3,00	1
23		<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	1,50	
24		<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2,00	
25		<i>Pithecellobium abovale</i>	Encinillo	6,00	1
26		<i>Matayba apetala</i>	Macurije	4,50	1
27		<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3,50	
28		<i>Xylopia aromatica</i>	Malagueta	4,50	1

Parcela 7 - Continuación

No.	Estratos	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Abund. Cobert.
29	Herbaceo	Clidemia hirta	Cordobán peludo	0,50	1
30		Paspalum virgatum	Cortadera		1
31		Zysyguim jambos	Pumarosa	Colonia	1
32		Eugenia faramoides	Eugenia	0,80	1
33		Andropogum virginalis	Pajón hembra		1
34		Smilax havanensis	Alambrillo		1
35	Leanas	Davilla rugosa	Bejuco colorado		1

Anexo 24- Descripción de las principales especies (Roing, 1967), a manejar dentro de las plantaciones de *Pinus caribaea* en ecosistemas de Alturas de Pizarras de Pinar del Río.

Según los resultados de los análisis realizados en capítulos anteriores, siempre que dentro de las plantaciones aparezcan especies nativas de interés económico y ecológico, se justifica el manejo de los mejores fenotipos, sin perder de vista que la plantación de pinos es lo principal.

Desde los puntos de vista económico y ecológico, las especies que se deben manejar son:

- 1- *Guarea guidonia* (Yamao)- Especie de la familia *Meliaceae*, es árbol que llega hasta alcanzar 12 m de altura. Sus hojas son comidas por el ganado vacuno y sus frutos por los cerdos. Su madera, no es muy fuerte, es fácil de trabajar, se utiliza para la construcción de marcos de puertas y ventanas, se sacan tablas y ligazones.
- 2- *Didymopanax morototoni* (Yagrumón)- Especie de la familia *Araleaceae*. hábitat en la provincia de Pinar del Río, crece en los terrenos montañosos, sus hojas son utilizadas en las quebraduras y para ciertos dolores. Su madera es muy utilizada en la elaboración de tablillas de persianas.
- 3- *Calophyllum pineterum* (Ocuje) Árbol que alcanza hasta 15 m de altura. De fuste recto. Esta especie es endémica de Pinar del Río e Isla de Pinos. Su madera es dura y duradera bajo techo, es muy utilizada en todo tipo de construcciones rurales y en la fabricación de carbón.
- 4- *Clusia rosea* (Copey)- Familia *Clusaceae*, crece en las colinas, bosques y márgenes de los ríos en toda la Isla, en buenos suelos llega alcanzar 20 m de altura. Posee un látex de color amarillento, goma resinosa que se endurece rápido con el aire. Se recomienda para el tratamiento de hernias

- recientes. Su madera es dura y compacta de color rojizo parda. Se utiliza en todo de tipo de construcciones rurales e implementos agrícolas. También produce buen carbón vegetal.
- 5- *Andira inermis* (Yaba)- Árbol de la familia *Fabaceae*, alcanza hasta 20 m de altura, se puede encontrar en toda la isla de Cuba e Isla de Pinos. Su madera es fuerte compacta de color rojizo, algo parecido al pino del país. Su madera se emplea en construcciones de carretas y demás construcciones rurales, también se utiliza en construcciones de marcos de puertas y ventanas.
 - 6- *Bursera simaruba* (Almácigo) - Árbol elevado de hasta 15 m de altura de la familia *Burseraceae*. En los últimos años su principal uso ha estado en la madera para lápiz y madera para la construcción con tratamiento preventivo. Se ha demostrado que las chapas que produce la madera tienen condiciones para la producción de muebles. Su fruto lo comen los cerdos, quien, frotándose con la resina que extrae con los colmillos, se cura los piojos, sus hojas son pasto de las cabras y jutías. Sus cogollos y resinas son empleados aplicándose para los resfriados y también como vulnerarios, diaforéticos.
 - 7- *Chrysobalanus icaco* (Icaco). Árbol pequeño de la familia *Chrysobalanaceae*. Se puede encontrar tanto en las costas, como en las Alturas de Pizarras. Sus frutos son muy codiciados por la fauna y por el ser humano. También por las características de su follaje es utilizado como barreras corta incendio.
 - 8- *Amaioua corymbosa* (Cafetillo)- Arbusto o árbol de 2- 15 m de altura de la familia *Rubiaceae*. Se puede encontrar en toda Cuba e Isla de la Juventud. Su fruto es consumido por la fauna silvestre. Esta especie por su abundancia en estos ecosistemas, es importante su aporte al suelo de cationes.
 - 9- *Casearia sylvestris*- (SW.)-Arbusto o arbolito hasta 10 m de altura *Flacourtiaceae*. De igual forma que la especie anterior, los frutillos de esta

especie es codiciado como alimento de muchas aves, de igual forma por su abundancia se hace importante su aporte al suelo de cationes.

10-*Psidium salutare* (Guayabita del Pinar)- Es una especie de la familia Myrtaceae. Su areal está comprendido en la zona del caribe y Centro América. En Cuba solo habita en el extremo Occidental (Pinar del Río) y en la Isla de la Juventud en localidades abiertas de bosques de pinos sobre suelos ferralíticos, cuarcíticos, generalmente lixiviados y pobres en nutrientes. Suele encontrarse formando pequeños grupos e individuos aislados. La recuperación y conservación de esta especie es una tarea de gran importancia para Pinar del Río desde el punto de vista biológico, económico y social. Su fruto es muy codiciado como materia prima para la fabricación del licor “Guayabita del Pinar”, conocido mundialmente por su sabor y aroma característico.

11- *Alsophilia myosuroides* (Rabo de Mono)- Helecho arborescentes de la familia Ciateáceae. Lo podemos encontrar en las montañas de Pinar del Río. Su tronco es muy utilizado para cercas y postes por su alta durabilidad a la intemperie. Sus largas hojas terminan en una punta curva y algo retorcida. Son ricas en fósforo. Lo que lo hacen una fuente importante de este elemento, esencial para el desarrollo de los árboles al incorporarse al suelo.

Anexo 25- Transepto y Matrices de Distribución Vegetativa.**Transepto No.1(Comenzando desde el camino).**

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
1	<i>Bourreria succulenta</i>	Jasmin de Pinar	0,25	1---4 m	10
2	<i>Conostegia xalapensis</i> .	Cordobán grande	2. 00	1---4 m	10
3	<i>Bourreria succulenta</i> .	Jasmin de Pinar	2. 00	1---4 m	10
5	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	0. 80	1---4 m	10
6	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	0. 40	1---4 m	10
7	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	1. 20	1---4 m	10
8	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 70	1---4 m	10
9	<i>Didymopanax morototoni</i> (A	Yagrumón	0. 70	1---4 m	10
10	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0. 60	1---4 m	10
11	<i>Clusia rosea</i>	Copey	0. 80	1---4 m	10
12	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	1,00	1---4 m	10
13	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2,50	1---4 m	10
14	<i>Davilla rugosa</i>	Bejuco colorado		1---4 m	10
15	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	1. 50	1---4 m	10
16	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	1. 40	1---4 m	10
17	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	1. 40	1---4 m	10
18	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3. 00	1---4 m	
19	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	4. 00	1---4 m	10
20	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2. 30	1---4 m	10
21	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	2. 30	1---4 m	10
22	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3. 00	1---4 m	10
23	<i>Didymopanax morototoni</i> Au	Yagrumón	0. 80	1---4 m	10
24	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5. 00	1---4 m	10
25	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3. 00	1---4 m	10
26	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	0. 80	1---4 m	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
27	Conostegia xalapensis	Cordobán grande	3.00	4--7	10
28	Citharexylum fruticosum	Canilla de Venado	0.60	4--7	10
29	Citharexylum fruticosum	Canilla de Venado	0.50	4--7	10
30	Matayba apetala	Macurije	0.50	4--7	10
31	Matayba apetala	Macurije	3.50	4--7	10
32	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	4--7	10
33	Xylopia aromatica	Macurije	0.40	4--7	10
34	Xylopia aromatica	Malagueta	0.30	4--7	10
35	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.40	4--7	10
36	Quercus oleoides	Encino	1.40	4--7	10
37	Byrsonima crassifolia	Peralejo de Pinar	0.80	4--7	10
38	Matayba apetala	Macurije	0.60	4--7	10
39	Byrsonima crassifolia	Peralejo de Pinar	1.00	4--7	10
40	Clidemia hirta	Cordobán peludo	0.70	4--7	10
41	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.60	7---10	10
42	Clidemia hirta	Cordobán peludo	0.70	7---10	10
43	Clidemia hirta	Cordobán peludo	0.70	7---10	10
44	Bourreria succulenta	Jasmin de Pinar	1.75	7---10	10
45	Matayba apetala	Macurije	5.00	7---10	10
46	Clusia rosea	Copey	5.00	7---10	10
47	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	2.00	7---10	10
48	Byrsonima crassifolia	Peralejo de Pinar	2.50	7---10	10
49	Matayba apetala	Macurije	0.60	7---10	10
50	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	1.50	7---10	10
51	Matayba apetala	Macurije	6.00	10---13	10
52	Clidemia hirta	Cordobán peludo	0.50	10---13	10
53	Byrsonima crassifolia	Peralejo de Pinar	0.50	10---13	10
54	Matayba apetala	Macurije	7.50	10---13	10
55	Citharexylum fruticosum	Canilla de Venado	1.60	13--16	10
56	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	13--16	10
57	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	13--16	10
58	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	13--16	10
59	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.40	13--16	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
60	<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoni macho	0.50	13--16	10
61	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	0.80	13--16	10
62	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	2.00	13--16	10
63	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralejo de Pinar	1.40	13--16	10
64	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2.00	16--19	10
65	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.30	16--19	10
66	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.30	16--19	10
67	<i>Amaioua corymbosa</i>	Pitajoni macho	1.20	16--19	10
68	<i>Faramea occidentalis</i>	Cafetillo	1.20	16--19	10
69	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	2.50	16--19	10
70	<i>Clusia rosea</i>	Copey	2.00	16--19	10
71	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.50	16--19	10
72	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Peralajo del pinar	1.30	16--19	10
73	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3.00	16--19	10
74	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.05	16--19	10
75	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.05	16--19	10
76	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.20	16--19	10
77	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	0.80	16--19	10
78	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	0.80	16--19	10
79	<i>Clusia rosea</i>	Copey	4.00	19--22	10
80	<i>Clusia rosea</i>	Copey	1.00	19--22	10
81	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3.50	19--22	10
82	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3.50	19--22	10
83	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	0.80	19--22	10
84	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3.00	19--22	10
85	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa Lengua	2.00	22--25	10
86	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	3.00	22--25	10
87	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3.00	22--25	10
88	<i>Clusia rosea</i>	Copey	5.00	22--25	10
89	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	1.30	22--25	10
90	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	3.00	22--25	10
91	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana		22--25	10
92	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3.00	25--28	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
93	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	1.30	25--28	10
94	<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoní hembra	0.60	25--28	10
95	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3.00	25--28	10
96	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	5.00	25--28	10
97	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.30	25--28	10
98	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.20	25--28	10
99	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.40	25--28	10
100	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.40	28--31	10
101	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2.50	28--31	10
102	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3.00	28--31	10
103	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	3.00	28--31	10
104	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	1.10	28--31	10
105	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	2.50	28--31	10
106	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	6.00	28--31	10
107	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2.00	28--31	10
108	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	2.50	31--34	10
109	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	2.50	31--34	10
110	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	1.20	31--34	10
111	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3.50	31--34	10
112	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	6.00	31--34	10
113	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i>	Huevo de gallo	3.50	31--34	10
114	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa lengua	5.00	31--34	10
115	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3.00	31--34	10
116	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa lengua	1.30	31--34	10
117	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.80	31--34	10
118	<i>Sphaeropteris myosuroides</i>	Rabo de Mono	2.30	31--34	10
119	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2.50	31--34	10
120	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	2.60	31--34	10
121	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	1.60	31--34	10
122	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.40	31--34	10
123	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa lengua	1.40	31--34	10
124	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa lengua	1.80	31--34	10
125	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa Lengua	3.00	31--34	10
126	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.50	31--34	10
127	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	2.80	31--34	10
128	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	5.00	34--37	10
129	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	.40	34--37	10
130	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.50	34--37	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
131	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	3. 10	34--37	10
132	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	5. 00	34--37	10
133	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	1. 50	34--37	10
134	<i>Clusia rosea</i>	Copey	4. 00	34--37	10
135	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 80	34--37	10
136	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 50	34--37	10
137	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 40	34--37	10
138	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	0. 80	34--37	10
139	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	3. 00	34--37	10
140	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	4. 00	34--37	10
141	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	5. 00	34--37	10
142	<i>Clusia rosea</i>	Copey	2. 80	37-40	10
143	<i>Eugenia faramoides</i>	Eugenia	3. 00	37-40	10
144	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 20	37-40	10
145	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 70	37-40	10
146	<i>Eugenia faramoides</i>	Eugenia	0. 80	37-40	10
147	<i>Eugenia faramoides</i>	Eugenia	1. 00	37-40	10
148	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	2. 00	37-40	10
149	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 60	40--43	10
150	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	0. 50	40--43	10
151	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	3. 00	40--43	10
152	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1. 50	40--43	10
153	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3. 00	40--43	10
154	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1. 50	43--46	10
155	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	2. 00	43--46	10
156	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0. 70	43--46	10
157	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 50	43--46	10
158	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0. 80	43--46	10
159	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 80	43--46	10
160	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	4. 00	43--46	10
161	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1. 10	43--46	10
162	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3. 60	46--49	10
163	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	3. 50	46--49	10
164	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	3. 10	46--49	10
165	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 00	46--49	10
166	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa Lengua	4. 00	49--52	10
167	<i>Clusia rosea</i>	Copey	3. 00	49--52	10
168	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3. 00	49--52	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
169	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.60	49--52	10
170	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	4.50	49--52	10
171	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	1.50	49--52	10
172	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa. Lengua	3.00	49--52	10
173	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa. Lengua	1.50	52--54	10
174	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.50	52--54	10
175	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1.50	52--54	10
176	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1.10	52--54	10
177	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.80	52--54	10
178	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla Venado	1.10	52--54	10
179	<i>Eugenia farameoides</i>	Eugenia	0.80	52--54	10
180	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.80	52--54	10
181	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2.20	54--57	10
182	<i>Eugenia farameoides</i>	Eugenia	2.00	54--57	10
183	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2.50	54--57	10
184	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.80	54--57	10
185	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	1.50	54--57	10
186	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2.00	54--57	10
187	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	0.70	54--57	10
188	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.70	54--57	10
189	<i>Calophyllum pineterum</i>	Ocuje	6.00	54--57	10
190	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	2.00	54--57	10
191	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	0.70	54--57	10
192	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	2.20	54--57	10
193	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	2.00	57--72	10
194	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	8.00	57--72	10
195	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	8.50	57--72	10
196	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumon	10.00	57--72	10
197	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	7.50	57--72	10
198	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	8.50	57--72	10
199	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	8.00	57--72	10
200	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	7.50	57--72	10
201	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	6.00	57--72	10

Transecto 1- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
202	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	3.00	57--72	10
203	<i>Clusia rosea</i>	Copey	2.00	57--72	10
204	<i>Clusia rosea</i>	Copey	2.20	57--72	10
205	<i>Clusia rosea</i>	Copey	3.00	57--72	10
206	<i>Tabernaemontana amblyocarpa</i>	Huevo de gallo	2.80	57--72	10
207	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	5.00	57--72	10
208	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	2.00	57--72	10
209	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	4.00	57--72	10
210	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	3.00	57--72	10
211	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5.00	57--72	10
212	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	4.00	57--72	10
213	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	5.00	57--72	10
214	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	12.00	57--72	10
215	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	8.00	57--72	10
216	<i>Xylopia obtusifolia</i>	Malagueta	6.00	57--72	10
217	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	7.00	57--72	10
218	<i>Andira inermis</i>	yaba	7,5	57--72	10

Transecto No.2 (Comenzando a partir del río).

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend.(Gr)
1	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	6.00	1--15	10
2	Matayba apetala	Macurije	9.00	1--15	10
3	Matayba apetala	Macurije	12.00	1--15	10
4	Cupania glabra	Guara americana	11.00	1--15	10
5	Xylopia oromatica	Malagueta	6.00	1--15	10
6	Chrysobalanus icaco	Icaco	4.00	1--15	10
7	Xylopia oromatica	Malagueta	7.00	1--15	10
8	Calophyllum pineterum	Ocuje	8.00	1--15	10
9	Clusia rosea	Copey	5.00	1--15	10
10	Didymopanax morototoni	Yagrumón	7.00	1--15	10
11	Didymopanax morototoni	Yagrumón	7.00	1--15	10
12	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	3.80	1--15	10
13	Guarea guidonia	Yamao	4,5	1--15	10
14	Chrysobalanus icaco	Icaco	2.80	1--15	10
15	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	4.00	1--15	10
16	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	4.00	1--15	10
17	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.00	1--15	10
18	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1.80	1--15	10
19	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.00	1--15	10
20	Xylopia oromatica	Malagueta	4.00	15--18	10
21	Quercus oleoides	Encino	3.00	15--18	10
22	Chrysobalanus icaco	Icaco	3.20	15--18	10
23	Chrysobalanus icaco	Icaco	1.80	15--18	10
24	Calophyllum pineterum	Ocuje	4.00	15--18	10
25	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.30	15--18	10
26	Didymopanax morototoni	Yagrumón	6.00	15--18	10
27	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	2.00	15--18	10
28	Matayba apetala	Macurije	1.30	15--18	10
29	Calophyllum pineterum	Ocuje	3,50	15--18	10
30	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.00	15--18	10
31	Andira inermis	Yaba	5	18--21	10
32	Quercus oleoides	Encino	4.20	18--21	10

Transecto 2- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend.(Gr)
33	Chrysobalanus icaco	Icaco	4.00	18--21	10
34	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.00	18--21	10
35	Matayba apetala	Macurije	1.50	18--21	10
36	Matayba apetala	Macurije	1.10	18--21	10
37	Chrysobalanus icaco	Icaco	0.80	18--21	10
38	Quercus oleoides	Encino	5.00	18--21	10
39	Quercus oleoides	Encino	5.00	18--21	10
40	Pithecellobium abovale	Encinillo	6.00	18--21	10
41	Guarea guidonia	Yamao	4.50	18--21	10
42	Andira inermis	Yaba	4,50	21--24	10
43	Eugenia faramoides	Eugenia	3.00	21--24	10
44	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.50	21--24	10
45	Chrysobalanus icaco	Icaco	3.10	21--24	10
46	Calophyllum pineterum	Ocuje	3.00	21--24	10
47	Guarea guidonia	Yamao	3.10	21--24	10
48	Citharexylum fruticosum	Canilla de Venado	2.00	21--24	10
49	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.50	24--27	10
50	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.00	24--27	10
51	Chrysobalanus icaco	Icaco	0.80	24--27	10
52	Chrysobalanus icaco	Icaco	1,20	24--27	10
53	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.50	24--27	10
54	Amaioua corymbosa	Cafetillo	4.00	24--27	10
55	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	4.00	24--27	10
56	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	3.30	24--27	10
57	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	2.00	24--27	10
58	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.60	24--27	10
59	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	24--27	10
60	Andira inermis	Yaba	1,50	27--30	10
61	Amaioua corymbosa	Cafetillo	3.00	27--30	10
62	Calophyllum pineterum	Ocuje	0.80	27--30	10
63	Alsophilia myosuroides	Rabo de mono	2.00	27--30	10
64	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	27--30	10
65	Bursera simaruba	Almacigo	2.00	27--30	10
66	Casearia hirsuta	Raspa lengua	1.50	30--33	10
67	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	30--33	10
68	Quercus oleoides	Encino	3.60	30--33	10
69	Amaioua corymbosa	Cafetillo	4.00	30--33	10
70	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.00	30--33	10

Transecto 2- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
71	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	2.30	30--33	10
72	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	3.50	30--33	10
73	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3.80	30--33	10
74	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	2.50	30--33	10
75	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	5.00	30--33	10
76	<i>Tetrazygia bicolor</i>	Cordobancillo	0.80	30--33	10
77	<i>Casearea hirsuta</i>	Raspa lengua	0.60	30--33	10
78	<i>Henriettella ekmanii</i>	Cordobán Grande	4.00	33--36	10
79	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	4.00	33--36	10
80	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	3.00	33--36	10
81	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	3.00	33--36	10
82	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	0.80	33--36	10
83	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	0.80	33--36	10
84	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	1.20	33--36	10
85	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	1.50	33--36	10
86	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5.80	33--36	10
87	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	4.00	33--36	10
88	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.70	36--39	10
89	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	4.00	36--39	10
90	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	4.00	36--39	10
91	<i>Alibertia edulis</i>	Pitajoni hembra	0.80	36--39	10
92	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1.00	36--39	10
93	<i>Casearia hirsute</i>	Raspa lengua	0.80	36--39	10
94	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	4.00	36--39	10
95	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0.80	36--39	10
96	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0.90	39--42	10
97	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagruón	4.00	39--42	10
98	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1.00	39--42	10

Transecto 2- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
99	Matayba apetala	Macurije	1.30	39--42	10
100	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	4.80	39--42	10
101	Casearia hirsuta	Raspa lengua	0.80	39--42	10
102	Casearia hirsuta	Raspa lengua	0.90	39--42	10
103	Casearia hirsuta	Raspa lengua	0.50	39--42	10
104	Casearia hirsuta	Raspa lengua	2.10	39--42	10
105	Cupania glabra	Guara americana	5.00	42-45	10
106	Alibertia edulis Rich.	Pitajoni macho	3.00	42-45	10
107	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.30	42-45	10
108	Casearia sylvestris	Sarnilla	3.00	42-45	10
109	Casearia hirsuta	Raspa lengua	2.10	42-45	10
110	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.80	42-45	10
111	Matayba apetala	Macurije	1.00	42-45	10
112	Amaioua corymbosa	Cafetillo	2.50	42-45	10
113	Casearia hirsute	Raspa lengua	0.90	42-45	10
114	Casearia hirsuta	Raspa lengua	2.80	45--48	10
115	Cupania glabra	Guara americana	4.00	45--48	10
116	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1.00	45--48	10
117	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	2.30	45--48	10
118	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	4.80	45--48	10
119	Colubrina ferruginosa	Bijáguara	3.50	45--48	10
120	Conostegia xalapensis	Cordobán Grande	5.00	48--51	10
121	Cupania glabra	Guara americana	4.80	48--51	10
122	Didymopanax morototoni	Yagrumón	4.50	48--51	10
123	Amaioua corymbosa	Cafetillo	0.70	48--51	10
124	Amaioua corymbosa	Pitajoni macho	0.50	48--51	10
125	Amaioua corymbosa	Cafetillo	1.10	48--51	10
126	Matayba apetala	Macurije	1.10	48--51	10
127	Cupania glabra	Guara americana	5.00	48--51	10
128	Matayba apetala	Macurije	3.10	48--51	10

Transecto 2- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
129	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	2.00	51--54	10
130	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	5.00	51--54	10
131	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	4.00	51--54	10
132	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	3.00	51--54	10
133	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	3.80	51--54	10
134	<i>Didymopanax morototoni</i>	Yagrumón	0.80	51--54	10
135	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.50	51--54	10
136	<i>Casearea hirsuta</i>	Raspa lengua	0.80	51--54	10
137	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2.10	51--54	10
138	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán grande	5.00	51--54	10
139	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	5.10	51--54	10
140	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	3.00	51--54	10
141	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.50	54--57	10
142	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.50	54--57	10
143	<i>Casearia hirsuta</i>	Raspa lengua	0.50	54--57	10
144	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	5.00	54--57	10
145	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	4.00	54--57	10
146	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.90	54--57	10
147	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	1.30	54--57	10
148	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0.80	54--57	10
149	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	2.10	54--57	10
150	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	1.70	54--57	10
151	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	0.50	54--57	10
152	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	0.40	57--60	10
153	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla Venado	0.60	57--60	10
154	<i>Clusia rosea</i>	Copey	3.00	57--60	10

Transecto 2- Continuación

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
155	<i>Clusia rosea</i>	Copey	3.60	57--60	10
156	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	0.70	57--60	10
157	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0.80	57--60	10
158	<i>Bursera simaruba</i>	Almacigo	6.00	57--60	10
159	<i>Casearia sylvestris</i>	Sarnilla	2.20	57--60	10
160	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	4.00	57--60	10
161	<i>Conostegia xalapensis</i>	Cordobán Grande	6.00	57--60	10
162	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5.00	60--63	10
163	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0,90	60--63	10
164	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5,00	60--63	10
165	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	5,80	60--63	10
166	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	1,50	60--63	10
167	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	1,40	63--66	10
168	<i>Xylopia oromatica</i>	Malagueta	6,00	63--66	10
169	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	1,40	63--66	10
170	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	0,50	63--66	10
171	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	0,90	63--66	10
172	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0,90	63--66	10
173	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0,80	63--66	10
174	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0,90	63--66	10
175	<i>Cupania glabra</i>	Guara americana	0,60	63--66	10
176	<i>Casearia sylvestris</i>	Sarnilla	0,60	63--66	10
177	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	0,50	66--69	10
178	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	0,80	66--69	10
179	<i>Parathesis cubana</i>	Agrancejo	1,50	66--69	10
180	<i>Casearia hirsute</i>	Raspa lengua	1,00	66--69	10
181	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	0,80	66--69	10
182	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	3,60	66--69	10
183	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	0,60	69--72	10
184	<i>Guarea guidonia</i>	Yamao	3,00	69--72	10
185	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	4,00	69--72	10

No.	Nombre Científico	Nombre Vulgar	Altura (m)	Dist. (m)	Pend. (Gr)
186	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	1,50	69--72	10
187	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	1,60	69--72	10
188	<i>Matayba apetala</i>	Macurije	6,00	69--72	10
189	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1,20	69--72	10
190	<i>Citharexylum fruticosum</i>	Canilla de Venado	0,80	69--72	10
191	<i>Amaioua corymbosa</i>	Cafetillo	1,20	69--72	10
192	<i>Clidemia hirta</i>	Cordobán peludo	2,00	69--72	10
193	<i>Alsophilia myosuroides</i>	Rabo de mono	0,50	69--72	10

Matriz de Distribución Vegetativa (Transecto No.1)

